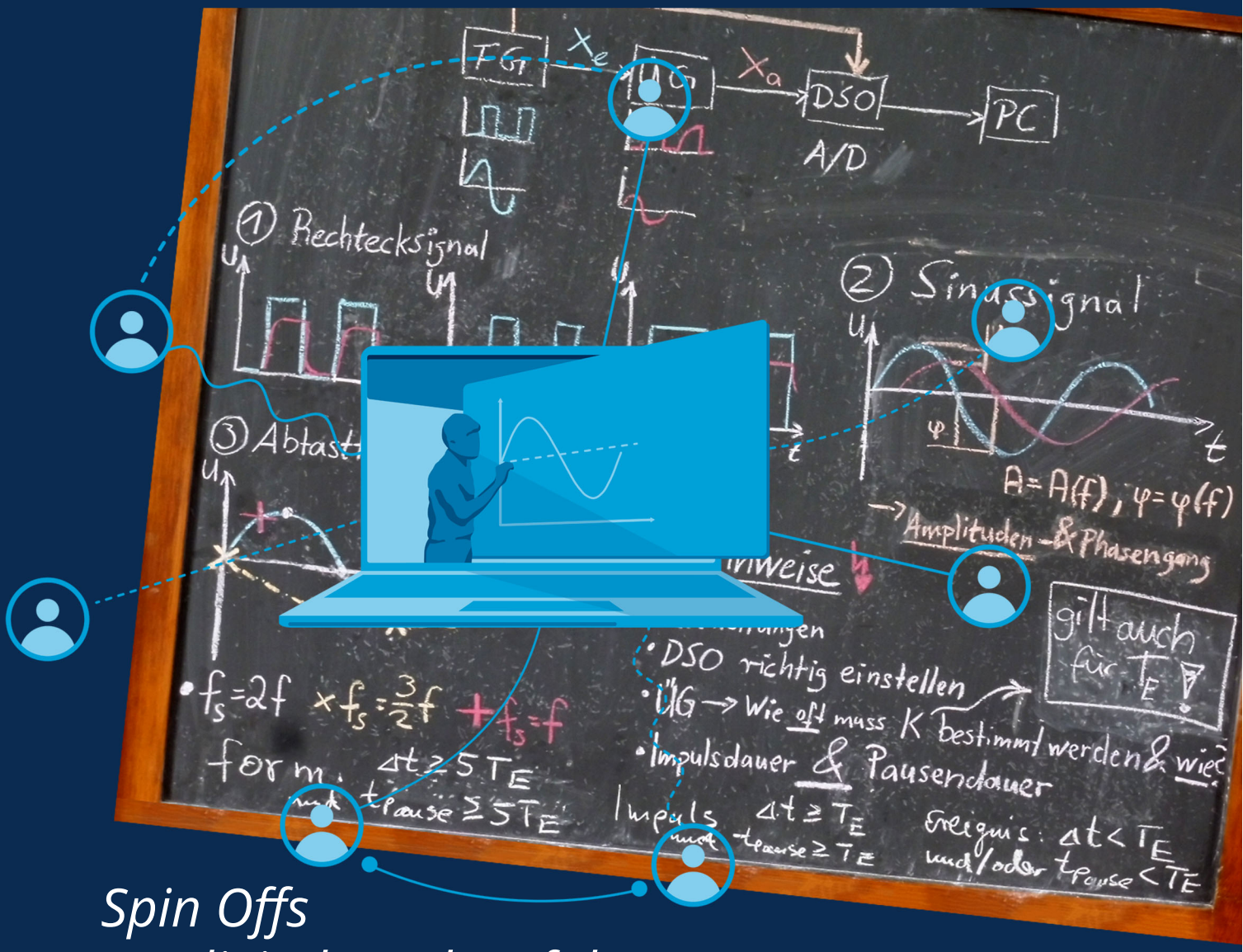
TECHNISCHE UNIVERSITÄT DRESDEN

Fakultät Maschinenwesen

Lessons Learned IV

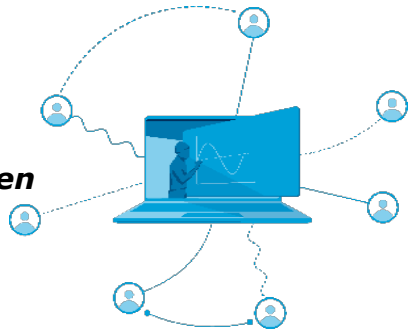


Spin Offs
digitaler Lehrerfahrungen

Book of Abstracts

FAKULTÄT MASCHINENWESEN
TECHNIK ÜBERWINDET GRENZEN

Programm der Fokus Konferenz



Lessons Learned IV– Spin Offs digitaler Lehrerfahrungen

Dresden, 14./15. Juli 2022

Donnerstag, 14. Juli

09:00 **Eröffnung**

09:10 **J.Meyer**
Die SLUB Dresden als hybrides Lernzentrum im Projekt VirTUos

09:45 **Kollaboratives Arbeiten I**

09:45 M.Bleckmann, D.Schumann, P.Nyhuis
Lessons Learned - Constructive Alignment trifft auf Lean & Green Production

10:05 J.Mädler, I.Viedt, V.Khaydarov, J.Lorenz, L.Urbas
Opportunities of digital teaching in process control: flip the classroom, provide a level playing field, and integrate external experts

10:25 ***Kaffeepause***

11:00 **Praktika**

11:00 P.Boden, S.Rank, K.-B.Reith, T.Schmidt
Das Logistics Lab: Vom Block- zum asynchronen Hybridpraktikum

11:20 T.Schulze, B.Beck, J.Weber
Aufbau einer studentischen Arbeitsgruppe zur Entwicklung eines hydraulischen Lastenfahrrades

11:40 H.Wiemer, L.Drowatzky, M.Mälzer, K.Feldhoff, S.Ihlenfeldt
Konzept eines Lehrversuchsstands für „Digitalisie-rung und KI in der Produktionstechnik"

12:00 B.Schlegel, C.Wermann, S.Odenbach
Überführung der Praktika@Home in den Präsenzbetrieb

12:20 ***Mittagspause***

13:20 **Lernen im digitalen Raum**

13:20 M.Krohn, A.Jantos
Weiterentwicklung studentischer Digitalkompetenzen: Eine interdisziplinäre Perspektive

13:40 K.Schmitt, M.Altmann, A.Clauss, F.Schulze-Stocker, G.Rebane, M.Arnold
Moving Beyond Mobility: Lessons Learned from Project-Based Virtual International, Intercultural, and Interdisciplinary Collaboration

14:00 M.Jähne, A.Santner, J.Tiepmar, K.-M.Würzner
Lange Nacht des Schreibens, Makerspace "Meet up!", Lessons in Open Science: Bibliothekspädagogische Angebote in den SLUB Labs unter Pandemiebedingungen – ein differenzierter Erfahrungsbericht

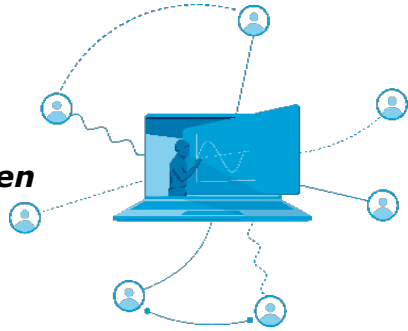
14:20 J.Franke, G.Wegner
"Sächsisches Verbundprojekt D2C2 „Digitalisierung in Disziplinen Partizipativ umsetzen :: Competencies Connected" Ein Einblick in das Teilprojekt „Digitalisierte Werkstätten und Labore""

14:40 F. Aljanabi, J.Stamm
Digital learning as an innovative way to improve the quality of International Higher Education and sustainability

Programm der Fokus Konferenz

Lessons Learned IV– Spin Offs digitaler Lehrerfahrungen

Dresden, 14./15. Juli 2022



15:00 ***Kaffeepause***

15:30 **Neue Konzepte und Evaluationen II**

15:30 C.Breitkopf
10 Jahre thermoE - Eine Bilanz der online-basierten Begleitung der Grundlagenvorlesung Thermodynamik

15:50 C.D.Deters, A.M.Menzel
Digitale Medien versus Tafel und Kreide – Online- und Hybridlehre in der Theoretischen Physik

16:10 C. Wermann, B.Schlegel, S. Odenbach
Entwicklung und Auswertung der Evaluation von Praktika@home

16:30 ***Postersession***

18:00 ***Tagesabschluss mit Grill und Gesprächen…***

Freitag, 15. Juli

09:00 Neue Konzepte und Evaluationen I

9:00 *M.Richter, P.F.Pelz*
Datenkompetenz von Anfang an - Digitalkompetenz und FAIRes Datenmanagement durch Forschendes Lernen im Beachlor Maschinenbau - Sustainable Engineering der Tu Darmstadt

9:20 R.Kupfer, A.Liebsch, M.Gude
Das Spritzgießtechnikum im Hörsaal

9:40 A.Lasch
Podcasting in der und für die Lehre

10:00 B.Schlegel, C.Wermann, S.Odenbach
Wie wirksam ist unsere Lehre? Ein Evaluationskonzept

10:20 Kaffeepause und Poster

10:50 Inverted Classroom

10:50 A.Schadschneider, D.Abrams
Einsatz von Reading Logs in Inverted Classroom Veranstaltungen

11:10 J.Brose
Blended Learning mit Jupyter Notebooks

11:30 D.Schumann, T.Kämpfer, V.Kuprat, M.Bleckmann, P.Nyhuis
Lessons Learned bei der Umsetzung eines Inverted Classroom-Modells

11:50 E.Schoop
Alea iacta est – ein erster Wurf für ein hybrides Flipped Classroom Arrangement

12:10 I.Kruppke
Textilveredlung als inverted classroom mit OPAL-Wiki

12:30 Mittagspause

13:30 **B.Watzka**
Interaktive Lern- und Übungsaufgaben in der Physiklehramtsausbildung

14:05 Kollaboratives Arbeiten II

14:05 J.Krzywinski1, R.Fischer
Multi-Purpose-Raum für flexibles und kollaboratives Arbeiten

14:25 B.Kruppke, S.Apelt, H.-P.Wiesmann
"Zurück auf dem Campus im Kompetenzatelier - Biomechanik-Projektarbeit bis zum Prototyp"

14:45 C. Bach, C. Drobny, M. Tajmar
Vergleich von Concurrent Engineering Software für effizientes Lernen in hybriden Lehrszenarien

15:05 Abschluss

Inhalt

Inverted Classroom

J.Brose 1
Blended Learning mit Jupyter Notebooks

I.Kruppke 4
Textilveredlung als inverted classroom mit OPAL-Wiki

A.Schadschneider, D.Abrams 7
Einsatz von Reading Logs in Inverted Classroom Veranstaltungen

E.Schoop 8
Alea iacta est – ein erster Wurf für ein hybrides Flipped Classroom Arrangement

D.Schumann, T.Kämpfer, V.Kuprat, M.Bleckmann, P.Nyhuis 12
Lessons Learned bei der Umsetzung eines Inverted Classroom-Modells

Kollaboratives Arbeiten

C. Bach, C. Drobny, M. Tajmar 16
Vergleich von Concurrent Engineering Software für effizientes Lernen in hybriden Lehrszenarien

M.Bleckmann, D.Schumann, P.Nyhuis 19
Lessons Learned - Constructive Alignment trifft auf Lean & Green Production

B.Kruppke, S.Apelt, H.-P.Wiesmann 23
Zurück auf dem Campus im Kompetenzatelier - Biomechanik-Projektarbeit bis zum Prototyp

J.Krzywinski1, R.Fischer 27
Multi-Purpose-Raum für flexibles und kollaboratives Arbeiten

M.Kuhtz, N.Modler, M.Gude 29
„Digitale, kollaborative Kleingruppenarbeit im Aktiven Plenum – ein Widerspruch?"

J.Mädler, I.Viedt, V.Khaydarov, J.Lorenz, L.Urbas 33
Opportunities of digital teaching in process control: flip the classroom, provide a level playing field, and integrate external experts

J.Meyer 37
Die SLUB Dresden als hybrides Lernzentrum im Projekt VirTUos

Lernen im digitalen Raum

F. Aljanabi, J.Stamm 38
Digital learning as an innovative way to improve the quality of International Higher Education and sustainability

J.Franke, G.Wegner 41
Sächsisches Verbundprojekt D2C2 „Digitalisierung in Disziplinen Partizipativ umsetzen :: Competencies Connected" Ein Einblick in das Teilprojekt „Digitalisierte Werkstätten und Labore"

M.Jähne, A.Santner, J.Tiepmar, K.-M.Würzner 45
Lange Nacht des Schreibens, Makerspace "Meet up!", Lessons in Open Science: Bibliothekspädagogische Angebote in den SLUB Labs unter Pandemiebedingungen – ein differenzierter Erfahrungsbericht

M.Krohn, A.Jantos 50
Weiterentwicklung studentischer Digitalkompetenzen: Eine interdisziplinäre Perspektive

K.Schmitt, M.Altmann, A.Clauss, F.Schulze-Stocker, G.Rebane, M.Arnold 53
Moving Beyond Mobility: Lessons Learned from Project-Based Virtual International, Intercultural, and Interdisciplinary Collaboration

Neue Konzepte und Evaluationen

C.Breitkopf 56
10 Jahre thermoE - Eine Bilanz der online-basierten Begleitung der Grundlagenvorlesung Thermodynamik

C.D.Deters, A.M.Menzel 58
Digitale Medien versus Tafel und Kreide – Online- und Hybridlehre in der Theoretischen Physik

M.Fiedler, M.Kästner 62
Lehrprojekt zur Inklusion von Digitalstudierenden in die TM-Grundfachübungen und Wiederbelebung des Campus

R.Kupfer, A.Liebsch, M.Gude 64
Das Spritzgießtechnikum im Hörsaal

A.Lasch 66
Podcasting in der und für die Lehre

M.Richter, P.F.Pelz 67
Datenkompetenz von Anfang an - Digitalkompetenz und FAIRes Datenmanagement durch Forschendes Lernen im Beachlor Maschinenbau - Sustainable Engineering der Tu Darmstadt

B.Schlegel, C.Wermann, S.Odenbach 71
Wie wirksam ist unsere Lehre? Ein Evaluationskonzept

J.Seifert, P.Seidel 76
Gamification of Science

B.Watzka 78
Interaktive Lern- und Übungsaufgaben in der Physiklehramtsausbildung

C. Wermann, B.Schlegel 82
Entwicklung und Auswertung der Evaluation von Praktika@home

J.Zschetzsche, V.Flemming, N.Liebold 86
Virtuelle Montageplanung – Eintauchen in eine neue Dimension

Praktika

F.Biertümpfel, J.Frey, H.Pfifer 88
Vom Computer in die Luft – Das interdisziplinäre Entwurfsprojekt Luft- und Raumfahrttechnik

P.Boden, S.Rank, K.-B.Reith, T.Schmidt 92
Das Logistics Lab: Vom Block- zum asynchronen Hybridpraktikum

F.Rüdiger, J.Fröhlich 96
Shanvi - Strömungen hautnah, nicht virtuell

B.Schlegel, C.Wermann, S.Odenbach 98
Überführung der Praktika@Home in den Präsenzbetrieb

T.Schulze, B.Beck, J.Weber 102
Aufbau einer studentischen Arbeitsgruppe zur Entwicklung eines hydraulischen Lastenfahrrades

H.Wiemer, L.Drowatzky, M.Mälzer, K.Feldhoff, S.Ihlenfeldt 105
Konzept eines Lehrversuchsstands für „Digitalisierung und KI in der Produktionstechnik"

Blended Learning mit Jupyter Notebooks

J. Brose

Fakultät Physik, TU Dresden

Abstract

Bis einschließlich Wintersemester 2019 umfasste der Bachelor Studiengang Physik an der TU Dresden eine einsemestrige Lehrveranstaltung Programmierung mit je zwei Semesterwochenstunden Vorlesung und Übung im PC-Pool. Im Rahmen der Überarbeitung der Studienordnung sollte die Lehrveranstaltung in einen zweiwöchigen fakultativen Blockkurs in der vorlesungsfreien Zeit zwischen Winter- und Sommersemester überführt werden. Damit ergab sich der Anlass einer grundsätzlichen Überarbeitung der Methodik der Lehrveranstaltung:

- Wissensvermittlung im Inverted Classroom basierend auf Jupyter Notebooks mit interaktiven Elementen an Stelle von Präsenzvorlesungen
- Arbeit an konkreten physikalischen Aufgaben in Kleingruppen im PC-Pool unter Anleitung

Konzeption des Kurses

Als Programmiersprache kommt Python zum Einsatz, da hier einerseits die Einstiegshürden für Programmieranfänger besonders niedrig sind, andererseits durch eine Vielzahl von wissenschaftlichen Modulen alle physikrelevanten Einsatzzwecke abgedeckt werden. Jupyter Notebooks können als Webanwendung überall verwendet werden und bieten neben der interaktiven Ausführung von Programmcode die Möglichkeit, Gleichungen, Visualisierungen und Verweise als auch formatierten Text darzustellen. Sie bilden daher ein ideales Werkzeug, um Programme, ihre Ergebnisse und ihre Beschreibung und Dokumentation zu vereinen sowie Datenanalysen in Echtzeit durchzuführen.

Die Studierenden finden immer die gleiche Arbeitsoberfläche vor, sei es im PC-Pool oder auf dem privaten Endgerät. Dazu ist keinerlei Softwareinstallation notwendig. Die Auslieferung der Notebooks erfolgt im Webbrowser über einen Jupyterhub, der als virtueller Server in der TU Dresden Enterprise Cloud eingerichtet wurde.

Im entsprechenden Kurs des an der TU Dresden verwendeten Lernmanagementsystems OPAL finden die Teilnehmenden Links, die die individuelle Anmeldung am Jupyterhub mit den OPAL-Zugangsdaten automatisieren. Die Links werden über das OPAL LTI-Tool (Learning Tool Interoperability) realisiert. Bei der Verwendung des entsprechenden Links wird an jeden Kursteilnehmer ein anfangs identisches, aber individuell bearbeit- uns speicherbares Jupyter Notebook vom Gitlab Versionsverwaltungssystem des Bereich Mathematik und Naturwissenschaften der TU Dresden ausgeliefert.

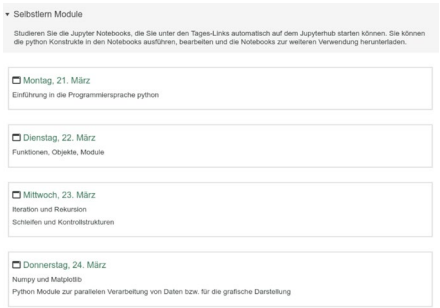


Abb. 1: Auswahl von Jupyter Notebooks im OPAL Kurs.

Im Notebook kann Programmcode in Eingabezellen geschrieben und direkt ausgeführt werden. Für die Studierenden besteht die Möglichkeit, die Richtigkeit der Eingaben selbständig zu überprüfen.

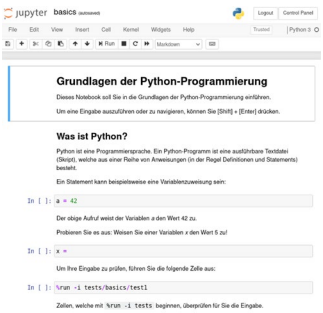


Abb. 2: Dokumentations- und Codezellen im Jupyter Notebook.

Neben den täglichen Selbstlerneinheiten mit ca. 1,5 Stunden Bearbeitungszeit werden ebenfalls täglich durch Tutoren betreute neunzig-minütige Übungen in Kleingruppen (maximal zwölf Teilnehmende) in PC-Pools durchgeführt. Dort finden sich zwei bis drei Studierende zusammen, um ein Programmierproblem gemeinsam zu lösen.
Wegen der großen Spannweite der Vorkenntnisse der Teilnehmenden wurde der Kurs in zwei voneinander unabhängige, jeweils aus Selbstlerneinheiten und angepassten Übungen bestehende Stränge unterteilt. Studierende ohne Vorkenntnisse in der Programmierung eigneten sich in der ersten Woche Grundlagen der Programmiersprache Python an und lernten in der zweiten Woche die Module für Grafik-Ausgabe und numerische Berechnungen auf Datenarrays kennen. Die erworbenen Fähigkeiten wendeten Sie in den Übungen auf typische Problemstellungen in der Auswertung physikalischer Praktika, z.B. Lineare Anpassung, Zufallszahlen und Statistik und Monte Carlo Methoden an. Der Fokus der Gruppe der Fortgeschrittenen lag auf wissenschaftlicher Datenverarbeitung, Verstehen (durch eigene Implementierung) elementarer numerischer Methoden für Differentiation, Integration, Nullstellensuche und Lösung gewöhnlicher Differentialgleichungen sowie Kennenlernen der Standardmodule zur Bearbeitung dieser Problemstellungen.

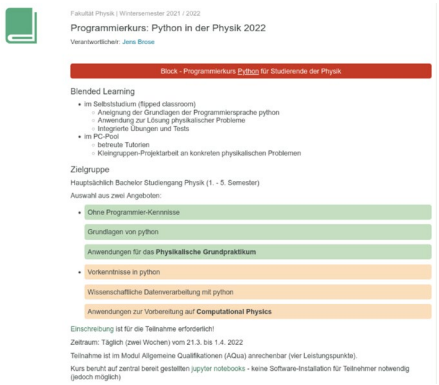


Abb. 3: Konzeption des Programmierkurses.

Technische Umsetzung

Die Selbstlerneinheiten und Übungen bestehen aus einzelnen Notebookfragmenten, die mit Hilfe einer einfachen grafischen Oberfläche für die Jupyter Erweiterung nbmerge zum finalen Notebook zusammengesetzt werden. Diese Vorgehensweise erlaubt einen schnellen und flexiblen Austausch von Inhaltsblöcken der Notebooks.
Die Verbindung zwischen dem Git Repository mit den vorbereiteten Notebooks und den Notebook Instanzen der Studierenden auf dem Jupyterhub wird mit der Jupyter Erweiterung nbgitpuller im OPAL LTI-Tool hergestellt.
Da die bisher in OPAL verwendete Version des LTI-Tools keinen Rückkanal vorsieht, wurde ein Dateiupload für bearbeitete Notebooks eingerichtet (allerdings im Kurs nicht verwendet, da keine Bewertung der Übungen vorgenommen wird).
Die gesamte Umsetzung des Projekts basierend auf den Inhalten des Programmierkurses bis 2019 wurde in der Periode 2019/20 durch den Multimediafonds der TU Dresden gefördert.

Gewonnene Erkenntnisse

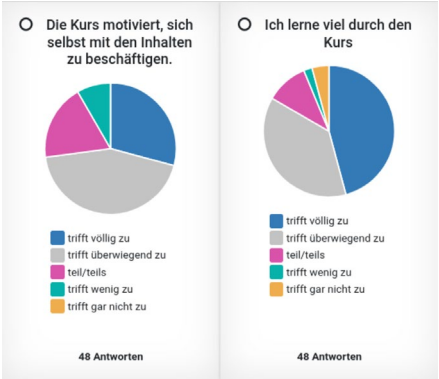


Abb. 4: Evaluation des Programmierkurses.

Der fakultative Charakter des Kurses und das Fehlen eines Leistungsdrucks führten verglichen mit dem Pflichtkurs bis 2019, bei dem in den Übungen Leistungspunkte erworben werden mussten, um das Modul zu bestehen, zu einem deutlich lebendigeren, kooperativen und produktiven Charakter der Übungen. Für die Physik Studierenden praxisnahe Übungsaufgaben stellten dabei den Bezug zum Hauptfach her. Die Zusammenarbeit in kleinen Teams von zwei bis drei Personen an einer Problemstellung förderte den Erkenntnisgewinn. Jupyter Notebooks wurden auf Grund ihres interaktiven Charakters als Gewinn bringendes Arbeitsmittel eingeschätzt. Die als Inverted Classroom gestaltete Kurskomponente der Selbst-

lerneinheiten, verbunden mit individuellen Tests mit Response wurde als sehr positiv eingeschätzt.
Durch den verstärkten Einsatz von Python in der Versuchsauswertung im Physikalischen Praktikum sowie der Verwendung dieser Programmiersprache in weiterführenden Lehrveranstaltungen (z. B. Computational Physics, Numerik und Computersimulationen in der weichen kondensierten Materie) ergibt sich die Praxisrelevanz des Programmierkurses.

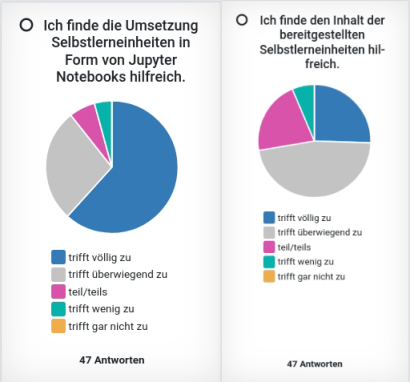


Abb. 5: Evaluation: Jupyter Notebooks als Arbeitsmittel.

Im März 2022 haben 68 Studierende aus der ca. hundertköpfigen Zielgruppe - Studiengang Bachelor Physik, 1. Semester - an mindestens neun der zehn Präsenzübungen teilgenommen. Die Lehrveranstaltung wurde auf Vorschlag der Studierenden der Fakultät Physik mit dem Lehrpreis der TU Dresden 2021 ausgezeichnet.

Danksagung

Ich möchte mich beim Multimediafonds 2019/20 für die Förderung des Projekts und bei Konstantin Köhring, Fakultät Informatik, der als studentische Hilfskraft die Konzeption und Umsetzung der Kursgestaltung übernahm, bedanken.

Textilveredlung als *inverted classroom* mit OPALWiki

I. Kruppke

Dozentin an der Professur Textiltechnik, Institut für Textiltechnik und Textile Hochleistungswerkstofftechnik (ITM), Maschinenwesen, TU Dresden

Einleitung

Im Rahmen in meiner Tätigkeit als Dozentin im Bereich der Herstellung von Faserstoffen und des Grenzschichtdesigns dieser habe ich erfahren, was es bedeutet, sich in neue Themengebiete für eine Vorlesungsreihe einzuarbeiten, die nicht im eigenen bisherigen wissenschaftlichen Fokus stand. Zu einem dieser neuen Themen gehört beispielsweise die Textilveredlung.

Die Textilveredlung ist ein wesentlicher Bestandteil in der Ausbildung von Textilmaschinenbauern und nimmt gewissermaßen einen Grenzbereich ein, da es hier sowohl um das Verständnis der Maschinen, Verfahrenskonzepte, Prozesse und Technologien der Textilveredlung geht, aber auch notwendigerweise um die chemischen Hintergründe, die – wie zu vermuten ist – sonst nicht in den Lehr- und Modulplan konventioneller Maschinenbauern zu finden sind.

Begleitend mit den aktuell sehr vielfältigen *online*-Lehrangeboten, die die Studierenden gewohnt sind, ergaben sich nun die Herausforderungen: a) für mich selbst ein Fachgebiet zu erschließen bzw. zu erweitern, b) Maschinenbauern „Chemie beizubringen" und c) ein interessantes und den Ansprüchen der Studierenden entsprechendes – am besten hybrides-Lehr-Lern-Konzept für (ursprünglich eine) Lehrveranstaltung (LV) zu entwickeln. Schlussendlich wurde es ein *inverted classroom*-Konzept, das durch ein OPAL-Wikipedia (Wiki) ergänzt wird.

Zielgruppe der Studierenden

Bei den Studierenden handelt es sich um Maschinenbauer aus dem 8. Semester, des Diplomstudiengangs „Verarbeitungs- und Textilmaschinenbau" mit der LV „Maschinen und Technologien der Textilveredlung" (MTdTV, 3 SWS) sowie um Studierende im 2. Semester des Fachs „Textilveredlung 1" (TV 1, 3 SWS) im Masterstudiengang Textil- und Konfektionstechnik (MaTK). Voraussetzung des Besuchs dieser Lehrveranstaltung sind grundlegende Kenntnisse bzgl. der Faserstoffe, der Technischen Textilien sowie der üblichen Verarbeitungsprozesse von Fasern, wie Flächen- (Weben, Wirken, …) und Garnbildung. Beide Textilveredlung-LV finden als Vorlesungsreihe im Sommersemester (SS) statt, unterscheiden sich aber in der Verteilung der SWS bzgl. der Vorlesungs-(VL) und Praktikumseinheiten.

Inhalt und Umsetzung des Lehr-Lernkonzepts

Die ursprüngliche Planung Konzepts beinhaltete das Einbeziehen einer LV. Aufgrund jedoch der geringen Teilnehmerzahl in der einen LV, entschied ich mich die zweite LV zum Thema Textilveredlung hinzuzunehmen, sodass insgesamt 10 Studierende beteiligt sind. Des Weiteren gab es schon im SS 2021 einen ersten Version der Umsetzung dieses Lehr-Lernkonzepts, in einer der beiden LV (MTdTV), wobei sich noch zu lösenden Herausforderungen ergaben, die in dem aktuellen SS 2022 thematisiert werden.

Grundsätzlich basiert das Konzept auf einem *inverted classroom* (ICM), bei dem die Studierenden zu Beginn jeder VL ein Thema vorstellen und in Diskussion gehen. Das vorgestellte Thema ist dann zwar Inhalt des Lehrplans bzw. der Modulbeschreibung, wird aber nicht durch die Dozentin vorgestellt. Um die ausgearbeiteten Themen nachhaltig zu gestalten, werden diese im Anschluss in Form eines Wikis in der Lernplattform OPAL hinterlegt. Hierbei zeigte sich im SS 2021, dass es diverse Schwierigkeiten in der Umsetzung gab, wie Motivationsverlust der Studierenden auch gegen Ende des Semesters die Themen auszuarbeiten und vorzustellen, sodass ich trotz der Vorstellung

des Themas durch die Studierenden immer ein bis zwei Notfallfolien zur Verfügung hatte. Des Weiteren schwankte die Qualität der verschiedenen Wiki-Einträge deutlich: entweder ein Eintrag wurde nicht erstellt, es haben zu viele Studierende in einem Thema gearbeitet oder nur einer hat ein Thema begonnen, aber es wurde nicht ausreichend beleuchtet.
Dementsprechend wurden für das SS 2022 folgende Änderungen vorgenommen:

- In der ersten VL wurde das Konzept für die vollständige LV durch die Dozentin erläutert
- Es wurden für jede VL spezifische Themen vergeben, die durch einen Studierenden ausgearbeitet (asynchrone Lerneinheit) und vorgestellt wurden (synchrone Lerneinheit). Es gibt für jede dieser Themen einen *reviewer* aus den Reihen der Studierenden, die quasi das *proofreeding* des Wiki-Entwurfs übernehmen (*peer review* Prozess) / redaktionelle Verantwortung.
- Die Art und Weise der Vorstellung der Themen wurde den Studierenden überlassen, sodass es sowohl *Powerpoint*-Vorträge gab, als auch Vorstellungen als normaler Vortrag, anhand von pdfs oder in Form von klassischen Tafelbildern und hergeleiteten Gleichungen. Im SS 2021 zeigte sich, dass sich dieses Konzept insgesamt auch vollständig digital umsetzen lässt.

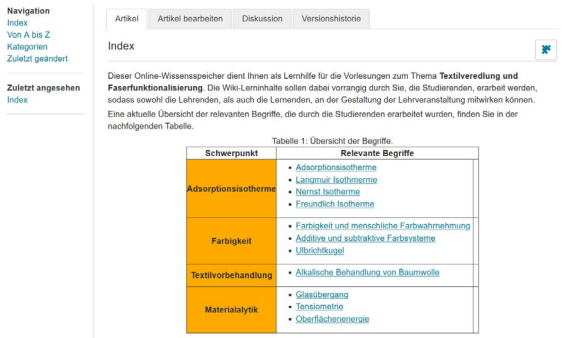


Abb. 1: Startseite des Textilveredlungswiki

Im SS 2022 findet die LV TV1 jedoch bspw. vollkommen hybrid statt, d.h. VL wird via Zoom übertragen. Die Studierenden können also auch ihre Themen als *online* Zuhörer ihre Themen vorstellen oder Fragen stellen. Fragen zum Thema werden direkt durch das Auditorium an den vortragenden Studierenden gestellt. Beispielseiten für das Wiki sind den Abb. 1 und Abb. 2 zu entnehmen.

Ein weiterer Vorteil des Wikis ist, dass sowohl die Studierenden der LV MTdTV und TV1 darauf zugreifen können. Auf diese Weise haben alle Studierenden Zugriff auf die Informationen und können von den Inhalten der anderen, thematisch ähnlichen LV und Selbstlernphasen profitieren.Besonders nachhaltig stelle ich mir das Wiki für die LV TV1 vor, da die Prüfung für diese Textilveredlungsvorlesung zusammen mit „Textilveredlung 2" (TV2) im Wintersemester (WS) stattfindet und die Studierenden sich mit dem Wiki die Inhalte des SS in den Selbstlernphasen leichter erschließen bzw. wiederholen können.

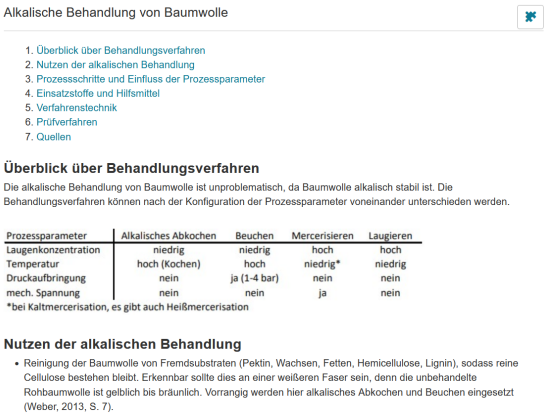


Abb. 2: Beispielseite „Alkalische Behandlung von Baumwolle" aus dem Textilveredlungswiki

Lernziele

Die klassisch intendierten Lernziele dieser LV beinhalten laut Modulbeschreibung vornehmlich die ersten drei Taxonomieebenen nach BLOOM bzw. ANDERSON und KRATHWOHL [1,2], d.h. Wissen, Anwenden und Verstehen, wobei hauptsächlich im textilveredlerischen Kontext bspw. die Prozesse und Verfahren mit textilchemischen Schwerpunkt, Gebrauchs- und Funktionsanforderungen sowie Qualitätssicherung (Anwendung von Messtechnologien und Prüfungen sowie Echtheitsanalysen) im Vordergrund stehen. Neben den genannten „klassischen" Lernebenen, die sich durchaus bis hin zum Analysieren, Verknüpfen, Urteilen und Erschaffen erstrecken, stellen sich in der LV und durch die Umsetzung des Lehr-Lern-Konzepts weitere, ergänzende Kompetenzen aus der Arbeit im ICM und bei der Erstellung des OPAL-Wikis heraus.
Zu diesen Kompetenzen zählen bspw. das Erarbeiten von Wissen und selbstständige

Recherche mit Hilfe Fachliteratur (Journals, Lehrbücher, …), Internet oder alternativen Quellen (Videos, Youtube, …). Des Weiteren ist das erarbeitete Wissen knapp zu formulieren und auf den wesentlichen Aussagen zu reduzieren und zu beschreiben. Im Rahmen des *peer review* Prozesses lernen die Studierenden auch zu analysieren und zu bewerten – um das jedoch zu tun, müssen sich die „kontrollierenden" Studierenden in das jeweilige Thema vertiefen sowie das eigene mit dem erarbeiten Wissen gegenüberstellen und auch evaluieren und bewerten. Ein weiterer Vorteil des OPAL-Wikis ist, dass sich die Studierenden u.a. mit dem Erstellen eines solchen Eintrag befassen müssen (*soft ware, soft skills*). Der ICM ermöglich außerdem, dass sich die Studierenden auch mit der Entwicklung eigener Konzepte zur Wissensvermittlung auseinandersetzen, z.B. eigene Darstellungen von Funktionsprinzipien und Sachverhalten ausarbeiten.

Qualitätssicherung, Feedback und Evaluation

Die Qualitätssicherung des Lehr-Lern-Konzepts erfolgt zum einen durch die Dozentin im Rahmen der VL, als Ansprechpartnerin im ICM. Zum anderen ist das Wiki durch den *peer review* Prozess durch die Studierenden gesichert. Durch die terminliche Planung wann wer für welchen ICM/Wiki-Artikel und für welches *peer review* verantwortlich ist, ergibt sich außerdem eine organisatorische Qualitätssicherung.
Ebenfalls wird im Rahmen der einen LV (MTdTV) die Methode der „selbst formulierten Klausurfrage" verwendet. Hierbei sollen die Studierenden am Ende der einen VL selbst Klausuraufgaben zu der stattgefundenen VL formulieren (2 min, Moderationskarten), woran Verständnisniveaus zu erkennen sind. Diese bilden, zusammen mit den Lernerfolgsfragen, eine inhaltliche Grundlage für potentielle Klausurfragen.
Des Weiteren findet im Rahmen des SS eine Zwischenevaluation der LV statt, aus welcher Feedback zu LV TV1 und zum gesamten Lehr-Lern-Konzept ICM und OPAL-Wiki gewonnen werden kann.

Zusammenfassung

Es hat sich gezeigt, dass das Erarbeiten und Vorstellen der einzelnen Textilveredlungsthemen sehr gut von den Studierenden angenommen wird und als ICM mit Wiki eine sinnvolle Ergänzung zu Vorlesung ist. Auch lassen sich für den Dozenten leicht Verständnisprobleme identifizieren auf die man im Rahmen der VL oder generell im Rahmen der LV eingehen kann und der ICM eine Art Feedbacksystem darstellt.

Danksagung

Ich möchte Herrn Professor Y. Kyosef (Professur für Entwicklung und Montage von textilen Produkten, ITM, Maschinenwesen, TU Dresden) für seine Betreuung im Hochschuldidaktikmodul des HDS-Zertifikatsteil 3 herzlich danken.

Literatur

[1] L. O. Wilson „Anderson and Krathwohl Bloom's Taxonomy Revised" (2016) https://quincycollege.edu/wp-content/uploads/Anderson-and-Krathwohl_Revised-Blooms-Taxonomy.pdf
[2] http://www.lernen-im-aufbruch.de/wp-content/uploads/2015/04/Lernzieltaxonomie.pdf

Einsatz von Reading Logs in Inverted Classroom Veranstaltungen

A. Schadschneider, D. Abrams

Institut für Physikdidaktik, Department Didaktiken der Mathematik und der Naturwissenschaften, Math.-Nat. Fakultät, Universität zu Köln

Viele Lehrende haben als Reaktion auf die Herausforderungen an die Lehre im Rahmen der Corona-Pandemie erstmals Erfahrungen mit dem Veranstaltungsformat „Inverted Classroom" gemacht und dabei dessen Vorteile schätzen gelernt. Im Gegensatz zur klassischen Vorlesung findet im Inverted Classroom die Erschließung neuer Inhalte außerhalb der Präsenzzeit eigenverantwortlich durch die Studierenden statt. Hierzu werden vorab Materialien (z.B. Vorlesungsskripten) zur Verfügung gestellt. Die Präsenzzeit wird dann genutzt, die Inhalte durch Übungen, Diskussionen etc. zu vertiefen.

Der Inverted Classroom hat zahlreiche Vorteile gegenüber dem klassischen Format. Er rückt den Fokus weg von der Lehrperson hin zu den Lernenden. Diese sind flexibel in der zeitlichen Gestaltung und können das Lerntempo individuell festlegen. Allerdings birgt das Format auch Gefahren, denen man durch geeignete Maßnahmen entgegenwirken sollte. Insbesondere gilt es sicherzustellen, dass die Studierenden sich reflektiert mit den vorzubereitenden Inhalten auseinandersetzen. Dies ist in der Regel eine Grundvoraussetzung für eine sinnvolle Gestaltung der Präsenzzeiten.

In diesem Beitrag wollen wir hierzu das Konzept des *Reading Log* (*Logbuch)* [1,2], manchmal auch als *Learning Assessment Journal* bezeichnet, vorstellen, das wir in zahlreichen Veranstaltungen erprobt und evaluiert haben [3].

Das Logbuch soll die Studierenden zu einer strukturierten Beschäftigung mit dem vorzubereitenden Stoff anleiten und ermutigen, über das Gelernte zu reflektieren. Hierzu sind ein paar Leitfragen zu beantworten. Zunächst soll ein Teil des Vorlesungsskriptes gelesen und die wesentlichen Themenkomplexe kurz zusammengefasst werden. Dies kann in der Form von Stichworten, Grafiken o.ä. geschehen und sollte nicht länger als eine halbe Seite sein. In einem Glossar werden die wesentlichen neuen Begriffe und deren Definition festgehalten. Zur Förderung der Reflexion sind maximal drei offene Fragen zu formulieren, die beim ersten Lesen aufgekommen sind und denen im zweiten Lesedurchgang besondere Aufmerksamkeit gewidmet werden soll. Nach dem zweiten Lesen werden die wichtigsten neuen Ideen, Konzepte etc. in wenigen Worten zusammengefasst. Ein weiterer wichtiger Punkt ist die Wissensintegration, bei der Querverbindungen zu bereits bekannten Phänomenen oder Beispielen aus dem Alltag hergestellt werden sollen. Abschließend besteht die Möglichkeit, weiterführenden Fragen zu stellen, die in der Präsenzzeit diskutiert werden sollen.

Zu den ausgefüllten Logbüchern erhalten die Studierenden noch *vor* der Veranstaltung ein individuelles Feedback. Durch das frühzeitige Einreichen bleibt den Dozierenden genügend Zeit, um im Sinne des *just-in-time-teaching* die Diskussion von aufgetretenen Problemen in der Präsenzzeit vorzubereiten.

Das Konzept wurde in mehreren Veranstaltungen im Rahmen des Lehramtsstudiengangs in Physik erprobt und evaluiert. Die Ergebnisse sind sehr vielversprechend, sowohl aus Sicht der Dozierenden als auch der Studierenden. Die Studierenden kamen deutlich besser vorbereitet zu den Präsenzterminen. Gleichzeitig empfanden sie die höhere Autonomie bei der Erarbeitung der neuen Inhalte als positiv.

Literatur

[1] D.K. Apple, S. Caroll, S. Beyerlein: The Learning Assessment Journal as a Tool for Structured Reflection in Process Education (1996) https://doi.org/10.1109/FIE.1996.569969

[2] D. MacIsaac, D. Abbott, K. Falconer, D. Henry: Promoting physics student reflection via Reading Logs and Learning Commentaries. http://physicsed.buffalostate.edu /pubs/AAPTmtgs/

[3] D. Abrams: Evaluation des Einsatzes von Reading Logs als Methode des Inverted Classroom, Masterarbeit, Universität zu Köln (2021)

Alea iacta est – ein erster Wurf für ein hybrides Flipped Classroom Arrangement

E. Schoop

Professur Wirtschaftsinformatik – Informationsmanagement, Fakultät Wirtschaftswissenschaften, TU Dresden

Ausgangssituation

Nach zwei Jahren Pandemie mit umfassenden Hygienemaßnahmen und Lockdown-Vorschriften ist es mühevoll, die Student:innen wieder ins tradierte Vollzeit-Präsenzstudium zurückzugewinnen. Die Lebensumstände haben sich geändert, Master- oder Diplom-Student:innen studieren auf Basis einer Werkstudententätigkeit bzw. ihres berufsqualifizierenden ersten Bachelor-Abschlusses zunehmend „nebenberuflich". Dieser Trend wurde durch die erzwungene Synchronisation digitalen Lernens und Arbeitens in den letzten zwei Jahren verstärkt, wir beobachten allgemein eine deutliche Unlust zur vollständigen Rückkehr in den Hörsaal. Die analoge alma mater muss sich im Sinne einer digitalen Transformation ihrer Lehr- und Lernprozesse weiterentwickeln, um den neuen Ansprüchen hinsichtlich flexibler Zugänglichkeit zu geeigneten digitalen Materialien, Lehrangeboten und Werkzeugen für die individuelle und kollaborative Interaktion gerecht zu werden.
Ist die Hybridisierung komplexer Lernarrangements die Lösung? Dieser Beitrag stellt unsere Erfahrungen mit einem hybridisierten Flipped Classroom Master-Modul im Sommersemester 2022 in einem speziell dafür präparierten Seminarraum im Hörsaalzentrum der TU Dresden vor.

Blended – Flipped – Hybrid

Der Begriff *E-Learning* ist out. Zumindest, wenn in enger Interpretation verstanden als weitgehend inhaltszentrierter, ausschließlich online über Lernmanagementsysteme stattfindender Ersatz für tradierte analoge Wissensangebote in etablierten Präsenzformaten wie Vorlesung, Übung, Seminar oder Kolloquium. Ein reines Durchklicken (individuelle „Interaktion" mit der Maschine) digital bereitgestellten, teilweise multimedial aufbereiteten Lernmaterials (web-based training) ohne die ergänzende Kommunikation von und mit der erfahrenen Lehrkraft und anderen Lernenden greift zu kurz und kann allenfalls ergänzend herangezogen werden. Schon früh hat sich daher der Begriff des *Blended Learning* etabliert, der entweder als zeitlich/räumliche Ergänzung des rein online stattfindenden, selbstgesteuerten Lernens mittels bereitgestellter digitaler Lerninhalte aufgefasst werden kann, oder als integraler Bestandteil eines weiter gefassten, übergeordneten E-Learning Begriffsverständnisses [1, 2]. Nach Sauter & Bender (2004, S. 68) [3] ist „Blended Learning ... ein integriertes Lernkonzept, das die heute verfügbaren Möglichkeiten der Vernetzung über Internet oder Intranet in Verbindung mit ‚klassischen' Lernmethoden und -medien in einem sinnvollen Lernarrangement optimal nutzt. Es ermöglicht Lernen, Kommunizieren, Informieren und Wissensmanagement, losgelöst von Ort und Zeit in Kombination mit Erfahrungsaustausch, Rollenspiel und persönlichen Begegnungen im klassischen Präsenztraining." Diese Definition stellt den Lerner und ein komplexes, integriertes, nicht nur Inhaltsrezeption, sondern auch Kommunikation und Interaktion zwischen Lernenden und Lehrenden beinhaltendes Verständnis in den Mittelpunkt. Damit gewinnt die didaktische Perspektive gegenüber der rein digitalen/technischen Perspektive des frühen E-Learning deutlich an Gewicht.
In den letzten Jahren wurde mit dem *Flipped Classroom* Konzept als besondere Ausprägungsform des Blended Learning der Fokus auf eine didaktisch sinnvolle sequenzielle Abfolge von Lernphasen gelegt. Hier findet ein „Phasentausch" statt: An die Stelle der traditionellen Vorlesung zur Wissensvermittlung im (großen) Hörsaal mit anschließender individueller Wissensvertiefung anhand von Literatur und Übungsmaterialien in der Bibliothek oder im privaten Studienzimmer tritt jetzt der

individuelle, selbstgesteuerte, asynchrone online Wissenserwerb anhand digital bereitgestellter Lerninhalte (z.B. E-Lectures oder OER über grundlegende Konzepte, Definitionen und Modelle des Diskursthemas). Im realen (Seminar-) Raum folgt darauf die gemeinsame Wissensvertiefung in Form moderierter Gruppenarbeiten, Präsentationen und verständnisfördernder Diskussionen.
Durch das Flipped Classroom Lernarrangement werden neben dem tradierten Instruktionsdesign verstärkt konstruktivistische Ansätze des interaktiven Wissenserwerbs ermöglicht, womit höhere Kompetenzebenen der Bloom'schen Taxonomie adressiert werden können [4]. Das hier vorgestellte Modul-Design wurde im Rahmen einer Dissertation an der Professur Informationsmanagement entwickelt, im Regellehrbetrieb erprobt und evaluiert [5].
Hybrides Lernen wird teilweise synonym für Blended Learning verwendet, wie der oben zitierten Definition bereits zu entnehmen ist. Zur Abgrenzung von Blended und Flipped Arrangements mit ihrem Fokus auf didaktische Phasensequenzierung verwenden wir den Begriff hybrid für komplexe Lernarrangements,

- die auf dem Blended Learning Ansatz beruhen,
- nach dem Flipped Classroom Modell strukturiert sein können und
- die Synchronisation von Lernprozessen an derselben Aufgabenstellung sowohl im realen Raum, als auch im digitalen Raum (online) ermöglichen.

Ein solches hybrides Lernarrangement wird im Folgenden vorgestellt und bezüglich seiner organisatorischen, technischen und didaktischen Implikationen analysiert.

Master-Modul Knowledge Management

Die Professur Informationsmanagement an der Fakultät Wirtschaftswissenschaften der TU Dresden bietet seit 2014, ab 2019 in englischer Sprache, ein interdisziplinäres Wahlpflichtmodul zum Knowledge Management für die Diplom-Hauptstudien- und Master-Studiengänge an der Fakultät an (ca. 25 Student:innen). Das Modul besteht aus 1 SWS digitaler Vorlesungsaufzeichnung, 1 SWS Seminar, 1 SWS Übung (14-tägig alternierend) und 1 SWS tutorielle Begleitung des Selbststudiums. Unbenotete Haus- und Übungsaufgaben bilden den formativen Bestandteil der Modulprüfung im Sinne einer komplexen Prüfungsleistung ab, die 5 ECTS und die finale Benotung werden in einer summativen mündlichen Gruppenprüfung (3 Student:innen, ca. 45-60 Minuten freies Gespräch) erworben.
Das Modul wurde schon 2014 (lange vor „Corona") als Flipped Classroom Arrangement konzipiert. Die Lernziele sind (1) ein konzeptioneller Überblick über die Facetten modernen Wissensmanagements in Organisationen anhand digitaler Vorlesungsaufzeichnungen im individuellen online Selbststudium, (2) im Seminar die gemeinsame, vertiefte Auseinandersetzung mit ausgewählten Forschungsbeiträgen aus der Fachliteratur und interaktive Gruppenarbeit an Fallszenarien, sowie (3) die Entwicklung von Methodenkompetenz in Lerngruppen anhand eines durchgängigen Fallbeispiels in den Übungen.
Im pandemiebedingten Lockdown konnten die präsent geplanten Seminare und Übungen sowie die mündliche Prüfung über Videokonferenzen mit Breakout Räumen erfolgreich virtuell nachgebildet werden. Als Kollaborationsplattform kamen MS Teams und Miro zum Einsatz.

Hybridisierung

Um den sozialen, insbesondere kreativitätsfördernden Vorteilen der Interaktion im realen Raum Rechnung zu tragen, war es nach Aufhebung der Pandemie-Restriktionen unser Anliegen, den Student:innen einerseits zwar die mittlerweile gewohnte Flexibilität einer online Teilnahme weiterhin zu ermöglichen, sie andererseits aber durch „sanfte Überzeugung" extrinsisch zu motivieren, teilweise auch in Präsenz am Lehrangebot teilzunehmen.

Organisatorischer Ansatz: Unter Beibehalt des grundsätzlichen Flipped Classrooom Formats wurden die synchronen Formate Seminar und Übung unterschiedlich strukturiert:

- Das *hybride Seminar* wurde in 6 Präsenztermine mit 6 referierenden Seminargruppen (je 4 Student:innen) eingeteilt, von denen jede an einem Termin referierend, an einem anderen korreferierend in Präsenz teilnahm. Die 4 jeweiligen anderen Gruppen wurden

zeitgleich online über Videokonferenz zugeschaltet.
- Die Übungen fanden alternierend entweder komplett präsent, oder komplett online über Videokonferenz mit Breakout Räumen statt. Nach unserer Definition handelt es sich hierbei also nicht um ein hybrides Format, weshalb sie in der weiteren Diskussion nicht näher beleuchtet werden.

Technischer Ansatz: Das größte Problem hybrider Arrangements liegt erfahrungsgemäß in der Gewährleistung einer störungsfreien Interaktion [6]. Wie können die online Teilnehmenden sich „im Präsenzraum" zu Wort melden? Wie können Wortmeldungen verschiedener Präsenzteilnehmer aus dem realen Raum verständlich ans online Auditorium übertragen werden? Wie können die Audiobeiträge des Dozenten (Moderators) und der Student:innen vor Ort trennscharf ohne Rückkoppelungen im virtuellen Raum verstanden werden? Wie können Ausarbeitungen von online Arbeitsgruppen in Breakout Räumen mit den Ausarbeitungen der in Präsenz arbeitenden Gruppen „an runden Tischen" geteilt werden? Wie werden die Teilnehmenden im jeweils anderen Raum visuell wahrgenommen?
Über ihre zentralen Service-Einrichtungen bietet die TU Dresden seit dem vergangenen Jahr im Hörsaalzentrum für die Seminarräume eine spezielle Lösung an. Diese besteht aus
- einer zwischen 3 Modi umschaltbaren Raumkamera (Zoom auf die Referent:in, Tafelbild, Raumtotale),
- einer in der Videokonferenz einstellbaren speziellen Frequenz des Referentenmikrofons (für die Adresssierung der online Teilnehmenden, während die Student:innen in Präsenz aufgrund der mittleren Raumgröße ohne Mikrofonverstärkung angesprochen werden können und
- einem mobilen „Würfel" – ein schaumstoffgepolstertes Wurf-Mikrofon mit eigenem Funksender und Empfänger, wobei letzterer auf einer anderen Frequenz neben dem Referentenmikrofon auch die online Teilnehmenden anspricht.

Didaktischer Ansatz: Das Seminar ermöglicht durch das Flipped Classroom Arrangement die folgenden didaktischen Elemente:
- Eröffnung des Seminars durch die referierende Gruppe mit Präsentation einer vorab gemeinsam erstellten Concept Map [7] zur Visualisierung der in der Wissenserwerbsphase per E-Lectures vermittelten Konzepte, Theorien und Modelle[1]
- Vorstellung und Einordnung einer zum Themenbaustein passenden wissenschaftlichen Publikation durch die referierende Gruppe
- Moderation der anschließenden Diskussion durch die korreferierende Gruppe
- Gruppenarbeit und Präsentation der Ergebnisse zu einem zum Themenbaustein passenden praktischen Fallszenarios unter Einsatz eines gruppenübergreifenden Miro Boards
- Verwendung einer zur Aufgabenstellung passenden Strukturierungsmethode der Gruppenarbeit aus dem Methodenset der Liberating Structures[2]

Lessons Learned

Das komplexe hybridisierte Flipped Classroom Arrangement hat sich grundsätzlich bewährt. Folgende Erfahrungen konnten gewonnen werden:

- **Organisation**: Die Hybridisierung des Seminars innerhalb des Flipped Classroom Modul-Arrangements mit der entsprechenden Gruppen- und Aufgabenverteilung konnte wie geplant umgesetzt und den Studierenden erfolgreich kommuniziert werden. Allerdings erhöht sich die kognitive Belastung des Dozenten, wenn in der Moderation sowohl mit präsenten Teilnehmenden, als auch mit online Teilnehmenden kommuniziert wird. Dies trifft in besonderem Maße auf die Moderation der real-virtuell verteilten Gruppenarbeiten zu, weil hier die strenge zeitliche Strukturierung der anzuwendenden Liberating Structures Methode exakt kommuniziert und überwacht werden muss.
- **Technik**: Die eingesetzte Technik funktionierte. Allerdings musste die im

[1] Zur technischen Ausstattung des Green Screen Videostudios für die Aufzeichnung von E-Lectures siehe: https://elearning-tu-dresden.blogspot.com/2021/10/mobil-oder-stationar-so-nehmen-sie-ihre.html
[2] https://www.liberatingstructures.com

Raum fest installierte Kamera durch eine mobile Kamera ersetzt werden, da die voreingestellten Modi nicht auf stehende bzw. sich im Raum zwischen den Gruppen bewegende Referenten anpassbar sind. Die mitgebrachte mobile Kamera[3] identifiziert dagegen die vortragenden Personen und folgt ihnen im Raum, was den online Teilnehmenden ein dynamisches Bild des Geschehens vor Ort vermittelt und Anreize für die Präsenzteilnahme setzen kann. Insgesamt bedarf es jedoch zeitaufwändiger Installations- und De-Installationsarbeiten, wofür die 20 Minuten Pause vor und nach der Doppelstunde nur knapp ausreichen. Der Ausleiheprozess für das Wurfmikrofon wird durch unverständliche bürokratische Hürden (Papierformulare, Ausweiskontrolle und „Datenschutz"-bedingtes Schreddern mit Zwang zu ständiger Prozesswiederholung) deutlich behindert. Da wurde das Rad der Digitalisierung in der Verwaltung offensichtlich wieder gründlich zurückgedreht.

- **Didaktik**: Die Umsetzung der hohen didaktischen Ansprüche ist grundsätzlich gelungen, jedoch müssen die einzelnen Aufgabenpakete noch exakter an das limitierte Zeitfenster von nur 90 Minuten je Seminar angepasst werden. Häufiger kam es aus Zeitgründen nicht mehr zur abschließenden Präsentation der Gruppenarbeitsergebnisse. Diese konnten jedoch ersatzweise ohne Aufwand als pdf Version der Miro Board Ausarbeitungen in der Lernplattform bereitgestellt werden.

Fazit: Aus Dozentensicht erscheint das hybridisierte Flipped Classroom Format einsatzfähig, die organisatorischen Veränderungen der Veranstaltung sind tolerabel, die didaktischen Ziele können erreicht werden. Die technischen Komponenten funktionieren grundsätzlich, müssen jedoch noch besser standardisiert (Würfel mit 3 An-/Aus-Schaltern an aus/einzupackendem Sender und Empfänger) und aufwandsärmer in die vorhandene Medieninfrastruktur integriert werden. Von einer stabilen „Plug & Play Lösung" für 20minütige Pausen zwischen Lehrveranstaltungen kann noch nicht gesprochen werden.

[3] OBSbot Tiny 4k, siehe https://www.obsbot.com

Die vorgesehene Evaluation des hybriden Seminars durch die Student:innen steht aufgrund der zum Zeitpunkt der Einreichung des Abstracts noch laufenden Veranstaltung noch aus. Es ist geplant, die Ergebnisse auf der Lessons Learned Konferenz im Vortrag vorzustellen und in das anschließende Full Paper aufzunehmen.

Literatur

[1] Kerres, M., Preußler, A. (2012): Mediendidaktik. In: Meister, D., von Gross, F., & Sander, U. (Hrsg.): Enzyklopädie Erziehungswissenschaft Online.

[2] Arnold, P., Kilian, L., Thillosen, A., & Zimmer, G. (2013). Handbuch E-Learning: Lehren und Lernen mit digitalen Medien. 4. Aufl. Bielefeld: WBV.

[3] Sauter, W., Sauter, A. M., & Bender, H. (2004). Effiziente Integration von E–Learning und Präsenztraining. Luchterhand: Neuwied.

[4] Bloom, B. S. (1956): Taxonomy of Educational Objec-tives, Handbook I: The Cognitive Domain. David McKay Co Inc., New York. https://journals.sagepub.com/doi/abs/10.1177/001316445601600310

[5] Lerche, J. (2020): Theorie und Praxis des Flipped Classrooms – Modell, Design und Evaluation. Dresden, Technische Universität, Dissertation. https://tud.qucosa.de/id/qucosa%3A73784

[6] Köhler, T., Schoop, E., Filz, N., Kahnwald, N., & Sonntag, R. (2021). Von der Präsenz- zur Hybridveranstaltung. Erfahrungen mit der Transformation einer Konferenzreihe zur Online-Netzwerkforschung. In: Odenbach, S. (Hrsg.), Lessons Learned 2 Proceedings, TU Dresden. https://doi.org/10.25369/ll.v1i1/2.18

[7] Nückles, M. (2004). Mind maps und concept maps: Visualisieren-Organisieren-Kommunizieren. Dt. Taschenbuch Verlag.

Lessons Learned bei der Umsetzung eines Inverted Classroom-Modells

D. Schumann, T. Kämpfer, M. Bleckmann, V. K. Kuprat

Institut für Fabrikanlagen und Logistik, Fakultät für Maschinenbau, Leibniz Universität Hannover

Der Ansatz des Inverted Classroom-Modells (auch Flipped Classroom genannt) verfolgt eine Umkehrung des klassischen Vorlesungsformats. Dabei sollen Studierende bereits im Voraus der Präsenz-Vorlesung sich eigenständig Wissen aneignen, um die Präsenzveranstaltung effektiver und mit aktiven Aufgaben nutzen zu können [1]. Neben der intensiveren Nutzung der Präsenzzeit bietet diese Art der Wissensvermittlung auch den Vorteil, dass Studierende durch die Verfügbarkeit der Lerninhalte selbstbestimmter und im eigenen Tempo lernen können [2]. Jedoch ist die eigenständige Vorbereitung der Studierenden auf die Präsenzveranstaltung zwingend für ein erfolgreiches Gelingen des Inverted-Konzepts erforderlich. Die dafür erforderliche Motivation der Studierenden zu erhöhen, ist die größte Herausforderung bei dem Inverted Classroom-Modell [3]. Zur Umsetzung eines solchen Modells ist es zunächst erforderlich, die bisher analog vermittelten Lerninhalte für die Selbstlernphase aufzubereiten und zur Verfügung zu stellen. Dazu wird statt Datenblätter und Übungsaufgaben in Printform zunehmend auf digitalisierte Lernmaterialien umgestiegen. Heutige Lernmanagement-Systeme bieten dafür vielfältige Möglichkeiten, wie Lernvideos mit interaktiven Elementen oder computergestützte Verfahren wie Lernpfade [4].

Das Institut für Fabrikanlagen und Logistik entschied sich, die Vorteile dieses Konzepts für die Vorlesung „Produktionsmanagement und –logistik" zu nutzen. Dazu sollte im Rahmen eines geförderten Projekts ein digitaler Inverted Classroom umgesetzt werden. Das Projekt wurde durch ein Förderprogramm zu Verbesserung der Lehre der Maschinenbau-Fakultät der Leibniz Universität Hannover ermöglicht. Mithilfe der Förderung konnten die bisherigen Vorlesungsinhalte in digitale Lerninhalte transformiert werden und das Konzept im Semester pilotiert werden. Im Rahmen der Pilotierung wurden zwei der elf Lernmodule im Inverted-Format umgesetzt, um zunächst Erfahrungen mit dem Konzept zu sammeln und eine Evaluation durch die Studierenden zu ermöglichen. Die Evaluation sowie die Erfahrungen des Lehrpersonals während der Pilotierung waren enorm wertvoll zum Überdenken des Konzepts und somit für die vollständige Transformation der Lehrveranstaltung. Das Konzept der Pilotmodule, die Erfahrungen durch die Umsetzung sowie die darauffolgenden Anpassungen des Konzepts werden in diesem Beitrag beschrieben.

Herantasten mit Pilotmodulen

Die Vorlesung „Produktionsmanagement und –logistik" ist schon seit Langem fester Bestandteil im Curriculum für verschiedene Studiengänge des Maschinenbaus und zählt pro Semester ca. 200 Teilnehmende. Der bisherige Aufbau der Veranstaltung ist eine wöchentlich stattfindende 90-minütige Vorlesung. Ergänzende finden im Anschluss 45-minütige Übungen statt, in denen praxisnahe Beispielaufgaben durchgerechnet werden. Als Wahlmodul kann die Vorlesung sowohl von Bachelor- als auch Masterstudierenden unterschiedlicher Fachrichtungen belegt werden. Somit ergibt sich die Herausforderung, dass die Studierenden unterschiedliche Kenntnisstände aufweisen und sich somit auch das individuelle Lerntempo stark aufgrund möglich fehlender Vorkenntnisse unterscheiden kann. Daher war im Konzept vorgesehen, alle Inhalte durch Videos und Lerntexte zur Verfügung zu stellen, um ein eigenständiges Lernen im Selbststudium zu ermöglichen. Die dadurch frei werdenden Kapazitäten im Präsenztermin der ursprünglichen Vorlesung sollte vorrangig zur Vertiefung der Inhalte dienen sowie einen Ausblick auf Praxisbeispiele und spätere Anwendungsfelder geben. Dazu wurden auch Vorträge von wissenschaftlichen Mitarbeiter*innen

über aktuelle Forschungsprojekte des Instituts integriert. Darüber hinaus wurden die Studierenden aktiv mithilfe von Live-Questions sowie durch Live-Rechnen von Vertiefungsaufgaben eingebunden. In der Testphase wurde eine der beiden Präsenzveranstaltungen zu den jeweiligen Pilotmodulen digital (über BigBlueButton) und die andere in Präsenz im Hörsaal durchgeführt. Beide Formate sind für eine Umsetzung der Präsenzveranstaltung möglich. Jedoch sollte sich das Format für die geplanten Inhalte und Aktivitäten wie Gruppenarbeiten oder Umfragen eignen.
Im Rahmen der Durchführung der Pilotmodule konnte sich die digitale Durchführung der Veranstaltungstermine nicht durchsetzen: Ursprünglich geplante Gruppenarbeitsphasen konnten nicht zielführend durchgeführt werden, da ein großer Teil der Teilnehmer den digitalen Lernraum bei Start der Arbeitsphase verlassen hat. Grund für die mangelnde Teilnahme an der Gruppenarbeit war vermutlich eine mangelnde Vorbereitung seitens der Studierenden sowie das geringe Hemmnis des Verlassens der digitalen Veranstaltung. Lessons Learned daraus ist, dass solche Gruppenarbeiten und die dafür erforderliche Vorbereitung im Voraus angekündigt werden sollte. Ebenso erscheint die Hemmschwelle für die Teilnahme an Gruppenarbeiten im Rahmen von Präsenz- gegenüber digitalen Veranstaltung geringer.
Die Pilotmodule wurden in digitale Lerneinheiten transformiert und auf einer Lernmanagement-Plattform (Ilias) zur Verfügung gestellt. Dabei wurde der gesamte Inhalt des bisherigen Vorlesungsskripts sowohl in interaktive Lernvideos als auch in Lerntexte mit teilweise interaktiven Abbildungen übertragen. Für eine bessere Einteilung zur Aneignung der Inhalte wurde das gesamte Vorlesungsmodul in kleinere Wissenseinheiten aufgeteilt. Ein Modul bestand somit aus 3-5 Wissenseinheiten, wobei sich die Wissenseinheiten an den Inhalten orientierten und somit der Umfang unterschiedlich groß sein konnte. Zur Einschätzung des Lernaufwands wurden die Wissenseinheiten mit sogenannten Aufwandspunkten gewichtet. Ein Lernvideo für eine Wissenseinheit war entsprechend 15-30 Minuten lang. Der dazugehörige Lerntext hat sich inhaltlich vollständig mit dem Lernvideo überschnitten, um einerseits ein barrierefreies Lernen zu gewährleisten und andererseits jedem Studierenden seine individuellen Lernvorlieben nutzen lassen zu können. Zum Abschluss eines gesamten Moduls konnte ein Modulabschlusstest absolviert werden. Das Design und Fragenformat war dabei ähnlich wie bei der späteren Online-Prüfung, sodass die Studierenden sich bereits an das Prüfungsformat gewöhnen konnten. Auch das Design und der Aufbau der Module sollten einheitlich sein und war für jedes Modul als Einstiegsbild in der Lernmanagement-Plattform sichtbar. Dieses Einstiegsbild zeigte einen Überblick über alle Inhalte des Moduls und sollte den Studierenden als Leitfaden zur Bearbeitung der Lerninhalte dienen. Der Aufbau dieses Einstiegsbild für ein Modul ist in Abbildung 1 schematisch dargestellt.

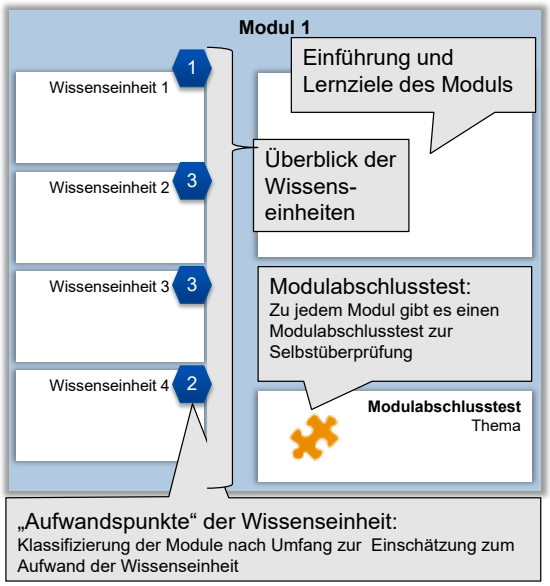


Abbildung 1: Aufbau eines Moduls

Evaluation und Erfahrungen aus den Pilotmodulen

Die Pilotmodule wurden einerseits in aktiven Umfragen von den Studierenden evaluiert als auch durch das Lehrpersonal selbst. Das Feedback der Studierenden war dabei sehr durchwachsen. Neben vielen positiven Rückmeldungen gab es auch starke negative Kritik. Die positiven Kritiken begrüßten die interaktiven Videos als auch die Verfügbarkeit aller Lerninhalte im digitalen Format. Als negative Rückmeldung stach vor allem hervor, dass ei-

nige Studierende das Konzept als „Fernstudium" bezeichneten und den Nutzen und die Funktion der Präsenzveranstaltung infrage stellten. Neben den Evaluationsergebnissen der Studierenden konnte der Erfolg der Pilotmodule auch anhand der aufgezeichneten Lernzeiten im Lernmanagement-System überprüft werden. Diese Aufzeichnung zeigte leider, dass nur ein Bruchteil der Studierenden ausreichend Zeit auf der Lernplattform im Voraus der Präsenzvorlesung verbracht haben, um alle Lerninhalte vollständig anzusehen. Ein Großteil der Studierenden hat nur sehr geringe Zeitanteile auf der Lernplattform verbracht, bzw. die verbrachte Zeit erhöhte sich immens während der Klausurvorbereitung. Diese Erfahrungen verdeutlichten, dass das umgesetzte Konzept als Inverted Classroom in dieser Form gescheitert war. Durch die mangelnde Bearbeitung der Lerninhalte sind die Studierenden nicht ausreichend auf die Präsenzveranstaltung vorbereitet gewesen, sodass sie die Vertiefungen nur schwer nachvollziehen konnten, da ihnen die dafür erforderlichen Grundlagen fehlten. Als Gründe für die geringe Bearbeitungsquote wurden folgende Ursachen identifiziert:

Zum einen wurde das Lernpensum deutlich gesteigert, da allein die Lernvideos pro Modul insgesamt teilweise über 90 Minuten Gesamtlänge aufwiesen, zusätzlich muss eigene Lern- und Vorbereitungszeit, die Zeit für die Präsenzveranstaltung sowie die Absolvierung des Modulabschlusstests hinzugerechnet werden. Zum anderen war für die Studierenden nicht ersichtlich, wie sie sich auf die Präsenzveranstaltung vorbereiten sollten und auf welche Grundlagen diese aufbauen wird.

Ein weiterer Lerneffekt ergab sich aus den Lernvideos. Das Aufnehmen der Videos war mit einem enormen Aufwand verbunden, da einerseits ein aufgrund der hohen Qualitätsansprüche aufwendiges Technik-Set aufgebaut werden musste. Andererseits war die Aufnahme selbst sehr langdauernd, da die Ausdrucksweise und Erklärungen besonders beachtet werden mussten. Diese besondere Beachtung ist bei den Lernvideos sehr wichtig, da im Gegensatz zur Live-Vorlesung keine Nachfragen bei Missverständnissen möglich sind, sondern sich die Studierenden jederzeit erneut das Video ansehen können, sodass Unklarheiten und missverständliche Formulierungen in der Tonspur der Lernvideos stets zu vermeiden sind. Rückblickend wurde festgestellt, dass im Rahmen der Pilotmodule ausschließlich der Transfer der bisherigen Lerninhalte in Videos im Fokus stand und weniger die Überprüfung der Lerninhalte hinsichtlich Umfang oder Ergänzung. Das Ergebnis der Videoaufnahmen war somit eine vollständige Aufnahme der bisherigen Vorlesungsinhalte. Die vollständige digitale Verfügbarkeit der Vorlesung führt zu großen Problemen für die Präsenzveranstaltung im Hörsaal. Weder eine schlichte Wiederholung der digitalen Inhalte noch eine zusätzliche Vertiefung ist sinnvoll für die Inhaltsvermittlung [4]. Die Wiederholung würde einen Teil obsolet machen, sodass vermutlich viele Studierende entweder unvorbereitet in die Veranstaltung gehen oder diese gar nicht erst besuchen. Eine zu intensive Vertiefung bringt die Gefahr, dass das Hauptziel des Lernmoduls vernachlässigt wird und somit den Lerneffekt schmälert.

Die Erfahrungen aus der Umsetzung der Pilotmodule haben folglich gezeigt, dass eine reine Übertragung der bisherigen Inhalte in digitale Formate zu keinem funktionierenden Inverted Classroom führt. Anstelle dessen sollte genau überprüft werden, welche der Inhalte im Voraus der Vorlesung als vorbereitende Grundlagen im Selbststudium erlernt werden sollten. Damit kann eine aufeinander aufbauende Verzahnung von digitalen Lerninhalten mit der ursprünglichen Vorlesung entstehen. Nur durch eine gelungene Verzahnung werden die Studierenden motiviert die Inhalte vorzubereiten und können einen größeren Lerneffekt bei der Präsenzveranstaltung erfahren.

Konzeptanpassung durch Verzahnung von Selbststudium und Präsenzveranstaltung

Die Erfahrungen aus den umgesetzten Pilotmodulen zeigen, dass eine Überarbeitung des Konzepts erforderlich ist. Anstatt einer vollständigen Übertragung der Vorlesung in digitale Lerneinheiten, sind nur Grundlagen-Teile in das Selbststudium zu verlagern. Somit bleibt die Vorlesung im Hörsaal zum großen Teil bestehen, kann jedoch aufgrund der frei werdenden Zeit eine aktive Einbindung der Studierenden integrieren sowie mit Praxisbeispielen

vertiefen. Die wichtigsten Lernziele des Moduls werden in der Vorlesung herausgestellt und die Vorbereitung der Grundlagen wird unabdingbar, da sonst der Vorlesung nicht gefolgt werden kann. Interaktive Lernvideos werden weiterhin Bestandteil der Veranstaltung sein. Diese behandeln jedoch Modelle und Werkzeuge, die an mehreren Stellen anzuwenden sind und somit teilweise mehrfach als Vorbereitung dienen. Anstelle von digitalen Lernmaterialien wird auf ein bestehendes Lehrbuch als vorlesungsbegleitende Literatur zurückgegriffen. Dieses vorlesungsbegleitende Buch wurde eigens vom Institut herausgegeben und beschreibt das Hannoveraner Lieferkettenmodell, an dem sich die Vorlesung orientiert [5]. Für die Selbstlernphase zur Vorbereitung auf die Vorlesung werden explizite Seiten benannt, die grundlegende Inhalte erklären, die für das Verständnis der weiterführenden Inhalte in der Vorlesung erforderlich sind. Ein weiterer Vorteil des vorlesungsbegleitenden Lehrbuchs ist, dass die Studierenden auch die in der Vorlesung besprochenen Inhalte eigenständig wiederholen können.

Im angepassten Konzept besteht die Selbstlernphase also sowohl aus einigen Buchseiten als auch aus kurzen allgemeinen Lernvideos zu den wichtigsten Werkzeugen, die für das Produktionsmanagement erforderlich sind. Dadurch ist der Vorbereitungsumfang deutlich verringert, sodass die Bearbeitung besser machbar innerhalb einer Woche ist. Darüber hinaus sollte die Verzahnung die Erforderlichkeit des Selbstlernens besonders herausstellen, um die Motivation der Studierenden dafür zu erhöhen. Wenn diese Verzahnung gelingt, ist das Konzept des Inverted Classoom Modells erfolgreich umgesetzt und ermöglicht sowohl ein effektives Lernen als auch das Lernen im eigenen Tempo durch das vorlesungsbegleitende Buch.

Fazit

Wenn im Rahmen von Verbesserungsmaßnahmen für die Lehre neue Konzepte eingeführt werden, ist es grundsätzlich zu empfehlen, zunächst mit Pilotmodulen die Umsetzung zu erproben. Aufgrund der umfangreichen Pilotierung des ursprünglichen Konzepts konnten Schwachstellen und Fehler aufgedeckt werden. Das hier vorgestellte Lehrkonzept konnte durch das geschilderte Vorgehen erprobt, evaluiert und zielgerichtet zu einer verbesserten Veranstaltung transformiert werden.

Literatur

[1] Abeysekera, L., & Dawson, P. (2015). Motivation and Cognitive Load in the Flipped Classroom: Definition, Rationale and a Call for Research. Higher Education Research & Development, 34(1), 1-14.

[2] Ebel, C. (2018). Der Flipped Classroom als Impuls für Schul- und Unterrichtsentwicklung in: Flipped Classroom – Zeit für deinen Unterricht. 19-21.

[3] Schmidt, B. (2014). Improving Motivation and Learning Outcome in a Flipped Classroom Environment. International Conference on Interactive Collaborative Learning (ICL). 689-690.

[4] Handke, J. (2015). Shift Learning Activities – vom Inverted Classroom Mastery Model zum xMOOC in: Digitale Medien und Interdisziplinarität. 113-123.

[5] Schmidt, M., & Nyhuis, P. (2021). Produktionsplanung und -steuerung im Hannoveraner Lieferkettenmodell: Springer Verlag.

Vergleich von Concurrent Engineering Software für effizientes Lernen in hybriden Lehrszenarien

C. Bach, C. Drobny, M. Tajmar

Professur für Raumfahrtssteme, Institut für Luft- und Raumfahrttechnik, Fakultät Maschinenwesen, TU Dresden

Concurrent Engineering ist ein Ansatz zur Entwicklung komplexer Systeme, der sich durch direkte Kommunikation zwischen den beteiligten Disziplinen auszeichnet. Statt die einzelnen Disziplinen nacheinander abzuarbeiten, wie bei der sequenziellen Planung, oder über einen einzigen Ansprechpartner abzuwickeln, wie bei der zentralisierten Planung, arbeiten alle Systeme gleichzeitig. Dieses Zusammenspiel zu lernen und zu verstehen, welche Informationen zwischen den Disziplinen kommuniziert werden müssen, gehört zu den zentralen Lernzielen der Lehrveranstaltung "Raumfahrzeugentwurf" an der Technischen Universität Dresden, Institut für Luft- und Raumfahrttechnik. In dieser Lehrveranstaltung erarbeiten die Studierenden als Vertreter verschiedener Disziplinen eine Missionsstudie, die von den Dozenten in Auftrag gegeben wird. Die Dozenten sind somit in der Rolle des Auftraggebers am Entwicklungsprozess beteiligt.

Entscheidend für den Concurrent-Engineering-Ansatz ist, dass jede Disziplin jederzeit Zugriff auf die aktuellsten Entwurfsdaten hat. Dies kann über eine spezielle Softwarelösung erfolgen. Es stehen sowohl kommerzielle als auch Open-Source-Softwaretools zur Verfügung. Im Rahmen des oben erwähnten Kurses wurden mehrere Tools getestet. Die behandelten Softwarelösungen umfassen ESA Open Concurrent Design Tool (OCDT), RHEA Concurrent Design Platform (CDP), Valispace und IBM Rhapsody.

In diesem Beitrag werden die Erfahrungen vorgestellt, die wir mit diesen Softwaretools für Concurrent Engineering gesammelt haben. Zunächst werden die Werkzeuge beschrieben und ihre Gemeinsamkeiten und Unterschiede herausgestellt. Anschließend wird ein detaillierter Kompromiss zwischen den Werkzeugen vorgestellt. Diese Abwägung wird sich insbesondere auf den Einsatz dieser Werkzeuge im Rahmen von Lehrveranstaltungen an Hochschulen konzentrieren, da dies besondere Anforderungen und Randbedingungen mit sich bringt, wie z.B. sehr begrenzte Zeit für die Einführung der Software, sehr heterogener Nutzerkreis, eingeschränkte Nutzung der Software in Bezug auf Tiefe und Funktionalität, um nur einige zu nennen. Im Rahmen dieses Beitrages werden auch alternative Ansätze, wie z.B. der Verzicht auf Software, untersucht.

Ziel dieses Beitrages ist es, anderen Lehrenden und Studierenden einen Leitfaden für die Auswahl einer Softwarelösung für das Concurrent Engineering und deren Implementierung in die Lehrveranstaltung an die Hand zu geben, und zwar so, dass die Nutzung des Tools selbst nicht zur zentralen Lernaufgabe der Lehrveranstaltung wird. Die Ergebnisse könnten auch jenseits von Hochschulkursen von Interesse sein, da einige Anforderungen, wie z.B. kurze Einarbeitungszeiten in die Software oder bestimmte Schnittstellenanforderungen, auch für andere Umgebungen in Forschung und Entwicklung gelten.

Einführung

Concurrent Engineering (CE) ist ein Ansatz für die Entwicklung von Raumfahrtsystemen und -missionen. Er ist gekennzeichnet durch direkte Kommunikation zwischen den Teilsystemen und paralleles Arbeiten der beteiligten Disziplinen. Das Erlernen dieses Zusammenspiels und das Verständnis, wie die verschiedenen Teilsysteme miteinander verbunden sind (d.h. welche Schnittstellen es gibt und welche Ein- und Ausgänge übertragen werden müssen), kann für Studierende ebenso wichtig sein wie das Erlernen der einzelnen Disziplinen (z.B. Antrieb, Thermik, Kommunikation). An der Technischen Universität Dresden (TUD) können Studenten diesen Prozess durch die Teil-

nahme an Studentenprojekten wie CubeSat oder experimentellen Raketenentwicklungen erlernen. Darüber hinaus gibt es auch einen dedizierten Kurs, der in die CE-Philosophie einführt [1].

Die Implementierung des CE-Prozesses erfolgt in der Regel mit einer speziellen Infrastruktur, die Hard- und Software umfasst. Letztere wird heute durch eine Vielzahl von Tools repräsentiert, darunter kommerzielle und Open-Source-Lösungen. Dieser Beitrag stellt unsere Erfahrungen mit einer Auswahl der verfügbaren Software-Tools vor. Ziel dieses Beitrages ist es, anderen Lehrenden und Studierenden einen Leitfaden für die Auswahl einer Softwarelösung für das Concurrent Engineering und deren Implementierung in die Lehrveranstaltung zu bieten, und zwar so, dass die Verwendung des Tools selbst nicht zur zentralen Lernaufgabe der Lehrveranstaltung wird.

Rahmenbedingungen

Die Lehrveranstaltung "Spacecraft Design" ist eingebettet in das Vertiefungsmodul Space Systems Engineering des Diplomstudiengangs Maschinenbau, Fachrichtung Luft- und Raumfahrttechnik, und findet regelmäßig im 9. Diese Lehrveranstaltung ist eine von zwei Lehrveranstaltungen des oben genannten Moduls und wird in der Regel mit einer schriftlichen Prüfungsleistung abgeschlossen. [1]

Detaillierte Kenntnisse über den Entwurf von Raumfahrtsystemen haben die Studierenden bereits in Lehrveranstaltungen wie "Energiesysteme für Raumfahrzeuge" oder "Raumfahrtantriebe" erworben. Die Lehrveranstaltung bildet chronologisch und thematisch den Abschluss des Studiums vor der Diplomarbeit. Die allgemeinen Lernziele des Kurses lassen sich wie folgt zusammenfassen:

1. Die Studierenden sind in der Lage, durch die Aufstellung von Kriterien, deren Gewichtung und die Durchführung eines Trade-offs Konzepte für Raumfahrtmissionen vergleichend zu bewerten, um den Lösungsansatz mit der höchsten Erfolgswahrscheinlichkeit zu finden.
2. Durch die praktische Anwendung und Kombination der in den vorangegangenen Lehrveranstaltungen erworbenen Kenntnisse werden die Studierenden in die Lage versetzt, Raumfahrtmissionen zu konzipieren, um ein Gesamtsystem zur Lösung eines bestimmten technischen Problems zu entwickeln.
3. Die Studierenden kennen verschiedene Strategien und Modelle für die Entwicklung technischer Systeme und können diese einordnen und bewerten, um sie gezielt und begründet einzusetzen, indem sie deren Eigenschaften sowie Vor- und Nachteile kennen lernen.

Zu Beginn der Lehrveranstaltung werden die Charakteristika sowie Vor- und Nachteile von Entwurfsprozessen vermittelt. Besonderes Augenmerk wird dabei auf das Concurrent Engineering gelegt. Außerdem wird eine Einführung in die eingesetzte CE-Software gegeben. Die verbleibende Zeit wird genutzt, um einen Concurrent-Engineering-Prozess für den konzeptionellen Entwurf eines Raumfahrtsystems (z.B. einer Marssonde oder eines Mondrovers) durchzuführen. Dazu wird von den Lehrenden ein Missionsziel vorgegeben und die Rolle des Kunden/Auftraggebers eingenommen. Die Mission wird zunächst von den Schülern diskutiert und erste Lösungskonzepte werden postuliert, die dann bewertet werden. Wir / die Schüler teilen sich in verschiedene Rollen/Disziplinen auf. Jede Disziplin entwickelt das entsprechende Teilsystem (z.B. für Energieversorgung oder Kommunikation) oder führt die zur jeweiligen Rolle gehörenden Aufgaben durch (z.B. Kosten- oder Risikoanalyse).

Bis 2020 wurde der Kurs als Blockkurs in einem Computerlabor an drei kompletten Tagen, verteilt auf einen Zeitraum von acht Tagen, durchgeführt. In den letzten Semestern wurde der Kurs in ein virtuelles Fernstudium überführt, was aufgrund der Einschränkungen im Zusammenhang mit der COVID-19-Pandemie notwendig wurde. Kernstück der Umstrukturierung war die Streckung des Kurses über das gesamte Semester. Das Portfolio der eingesetzten Methoden umfasste Screencasts zur Vermittlung der Grundlagen zu Beginn des Kurses, die Verlagerung der eigentlichen Erarbeitung auf das Selbststudium und regelmäßige Live-Konsultationen mit Kurzpräsentationen der Studierenden.

Infolge der Lockerung der Einschränkungen konnte ab dem Sommersemester 2022 teilweise wieder in Präsenz gelehrt werden. Aufgrund der noch ungewissen

pandemischen Entwicklung und der stark interaktiven Natur der Lehrveranstaltung war jedoch klar, dass die Lehrveranstaltung nicht vollständig in Präsenz durchgeführt werden sollte. Da jedoch auch ein rein virtuelles Format nicht erstrebenswert war, musste ein hybrides Lehrkonzept entwickelt werden. In dieser Herausforderung begriffen wir die Chance, die positiven Erfahrungen und Elemente der unterschiedlichen Lehrkonzepte der vorhergehenden Jahre zu kombinieren.

In dem enstandenen hybriden Lehrkonzept werden die Grundlagen zunächst asynchron virtuell durch Screencasts vermittelt. Auch die Rolleneinteilung erfolgt online. Die Ableitung und Diskussion der Missionsanforderungen erfolgt jedoch in Präsenz. Der restliche Teil der Lehrveranstaltung erfolgt in Phasen. Jede Phase ist zwei Wochen lang und dadurch geprägt, dass die Studierenden die Ausarbeitungen ihrer Rollen und somit die Erstellung des Gesamtkonzepts zunächst im Selbststudium durchführen. Inwieweit sie sich dabei in der Gruppe oder Teilgruppen organisieren und ob sie sich dabei online oder physisch treffen, ist den Studierenden überlassen. Abgeschlossen wird jede Phase dann dadurch, dass die Studierenden in Präsenz ihren aktuellen Ausarbeitungsstand präsentieren und sich den Fragen ihrer Kommilitonen und der Lehrenden stellen. Dies findet jeweils in einer Doppelstunde statt. Insgesamt gibt es 4 solcher Phasen.

Somit besteht auch weiterhin eine der Hauptherausforderungen darin, dass man den Lernfortschritt der Studierenden lediglich in relativ großen Abständen erfassen kann. Dies wird kritischer, wenn Studierende an einzelnen Präsenzveranstaltungen nicht teilnehmen können. Umso größere Bedeutung kommt damit weiterhin der Wahl einer geeigneten CE Software zu. Diese darf den Lernprozess der Studiernden nicht behindern und soll gleichzeitig nicht nur dem Bearbeitungsprozess, sondern auch der Vernetzung der Studierenden nützlich sein. Zudem stellt die Software für die Lehrenden ein Monitoring-Tool dar, mit dem sie den Fortschritt der Studierenden einsehen können.

Fazit

Mehrere Tools wurden von den Autoren verwendet, um in einem Hochschulkurs mit Studenten gleichzeitige Designstudien durchzuführen. Dennoch ist dies definitiv keine vollständige Liste von Werkzeugen, da es noch weitere gibt, wie zum Beispiel die VirtSat-Software, die vom CDF beim DLR in Bremen verwendet wird. Außerdem ist die Benutzererfahrung der Autoren natürlich begrenzt, und erfahrene Benutzer könnten mit den entsprechenden Werkzeugen viel mehr Aufgaben abdecken. Schließlich möchten die Autoren jeden Leser ermutigen, diese Werkzeuge zumindest auszuprobieren, da sie alle auf ihre eigene Weise sehr leistungsfähig sind und ständig weiterentwickelt werden, was bedeutet, dass sich bestimmte Aspekte seit der Erstellung dieser Arbeit geändert haben können.

Für den vorliegenden Kurs ist die Software-Implementierung von Valispace die von uns bisher bevorzugte Lösung. Das Tool bietet einen einfachen Zugang und erfordert nur ein Minimum an Einarbeitung, die auch autodidaktisch erfolgen kann, damit die Studierenden mit dem Tool arbeiten und mit dem Design beginnen können. Da das Ergebnis unseres Entwurfs nicht im Vordergrund steht und der Entwurf selbst nicht so komplex wird, können wir mögliche Einschränkungen recht gut berücksichtigen. Zusätzliche Werkzeuge wie das Zeitmanagement und das implementierte Anforderungsmanagement- und Berichtstool sind zusätzliche Vorteile für unseren Kurs. Unserer Erfahrung nach bot das Tool den Studierenden die beste Einführung in den allgemeinen CE-Ansatz und führte zu der größten Menge an Daten, die innerhalb eines solchen Tools ausgetauscht wurden.

Literatur

[1] C. Bach, C. Drobny, T. Schmiel, and M. Tajmar, “Remote Concurrent Engineering from the customer’s perspective,” *Lessons Learned 1*, 2021. DOI: https://doi.org/10.25369/ll.v1i1/2.30

Lessons Learned – Constructive Alignment trifft auf Lean & Green Production

M. Bleckmann, D. Schumann, P. Nyhuis

Institut für Fabrikanlagen und Logistik, Fakultät für Maschinenbau, Leibniz Universität Hannover

1. Bestandteile des Constructive Alignment

Nach dem Konzept des Lehrmodells Constructive Alignment (dt.: konstruktive Abstimmung) treten die Bestandteile Lernziele, Setting (dt.: Lernumgebung) und Prüfung als gleichwertige Elemente von Lehrveranstaltungen auf. Die primäre Intention liegt darin, deren Inhalte und Wirkbeziehungen aufeinander abzustimmen. Dabei soll beispielsweise das Setting einer Veranstaltung durch den Einsatz von Methoden in einem abgestimmten Ablauf so gestaltet werden, dass diese auf das Lernziel ausgerichtet sind. Ebenso gilt es die Prüfungsanforderungen mit den Lernzielen zu vereinen, sodass eine ganzheitlich geschlossene Lehrveranstaltung entstehen kann. [1]

Zur Umsetzung des Constructive Alignment bedarf es einer hinreichenden Lehrplanung vor Beginn des Semesters, um ein einheitliches und aufeinander abgestimmtes Konzept zu entwickeln. Ebenso ist bei der Planung neben der Auslegung für ein reines Präsenzsemester, auch die Überführung in ein Konzept für eine hybride oder rein digital stattfindende Lehre zu berücksichtigen. Insofern ist eine frühzeitige Abwägung der Möglichkeiten sinnvoll, um kurzfristige Änderungen im laufenden Semester zu vermeiden. Dies betrifft insbesondere das Setting, da sich die Lehrmethoden zur Interaktion mit den Studierenden ändern und Vorbereitung zur Überführung benötigen.

Das Institut für Fabrikanlagen und Logistik (IFA) führte die Umsetzung dieses Konzepts in der Veranstaltung *„Lean & Green Production"* durch. Dazu wurde im Rahmen eines geförderten Projekts eine vollständige Verknüpfung der drei Bestandteile umgesetzt. Das Projekt wurde durch ein Förderprogramm zur Verbesserung der Lehre der Maschinenbau-Fakultät der Leibniz Universität Hannover (LUH) ermöglicht. Das Projekt wurde im laufenden Semester durch Studierende und im Rahmen eines begleitenden Lehrprojekts inklusive Hospitation evaluiert. Die dabei gesammelten Erfahrungen konnten größtenteils bereits im laufenden Semesterbetrieb umgesetzt werden und sind Inhalte dieses Beitrags.

2. Lernziele in der Veranstaltung

Die Veranstaltung *„Lean & Green Production"* wurde zum Sommersemester 2022 umgestaltet, ihre Inhalte sind jedoch seit langer Zeit Bestandteil in den Curricula der ingenieurwissenschaftlichen Studiengänge der Fakultät des Maschinenbaus. Die Veranstaltung zählt pro Semester ca. 60 Teilnehmende. Als Wahlmodul kann die Veranstaltung von Masterstudierenden unterschiedlicher Studiengänge und als Wahlpflichtmodul von Bachelorstudierenden des Studiengangs *„Nachhaltige Ingenieurwissenschaften"* belegt werden. Aufgrund divergierender theoretischer Vorkenntnisse und praktischer Erfahrungen der Teilnehmenden, z. B. durch Praktika oder Werkstudierenden-Tätigkeiten, war die Festlegung von gemeinsamen Lernzielen als Konsens sehr elementar.

Die Bestimmung der Lernziele ist eine wesentliche Voraussetzung für die erfolgreiche Umsetzung des Constructive Alignment. Sie bildet die Grundlage für die Auswahl des Settings und der Prüfung. Die Lernziele werden aus übergeordneten Zielstellungen (Richtziele, Grobziele) als Feinziele abgeleitet. [2]

Ein **Richtziel** beschreibt allgemeine Ziele einer Ausbildung bzw. eines Studiengangs. Für die betrachtete Veranstaltung wurde ein zentrales Richtziel, wie nachstehend beschrieben:

Ein wesentliches Qualifikationsziel der ingenieurwissenschaftlichen Studiengänge an der LUH ist die Befähigung der Studierenden zur Beurteilung von Prozessen auf der Basis einer wissenschaftlich-systematischen Arbeitsweise. Dies geschieht durch ein analytisches Verständnis von komplexen Sachverhalten zur Identifikation von

soziotechnischen Gestaltungsmöglichkeiten.
Die aus den Richtzielen abzuleitenden **Grobziele** nehmen konkreten Bezug auf die Lehrveranstaltung, in diesem exemplarischen Fall wurde dieses direkt mit kognitiven Lernzielen verknüpft:
Ausgehend von einer Betrachtung der Philosophie der Lean Production und der Entwicklung schlanker Produktionssysteme werden die Grundlagen der Planung von Produktionssystemen unter Berücksichtigung des Megatrends Nachhaltigkeit behandelt. Der Fokus liegt auf der Analyse, Bewertung und Auswahl von Lean-Methoden für spezifische Anwendungsfälle.
Die **Feinziele** der Veranstaltungsmodule werden zu Beginn jeder Vorlesung erklärt und beziehen sich auf jeweils ein Modul, welches als Kombination aus Vorlesungs- und Übungseinheit besteht. In Abhängigkeit des Modulinhalts werden unterschiedliche kognitive Lernziele beschrieben, welche aufeinander aufbauen. Das Grundwissen wird in 90-minütigen Vorlesungen an 11 Terminen vermittelt. Dort werden die kognitiven Lernziele der Ebenen 1 (Erinnern) und 2 (Verstehen) adressiert. Eine Einordnung der kognitiven Lernziele ist in der nachstehenden Abbildung 1 zu finden.

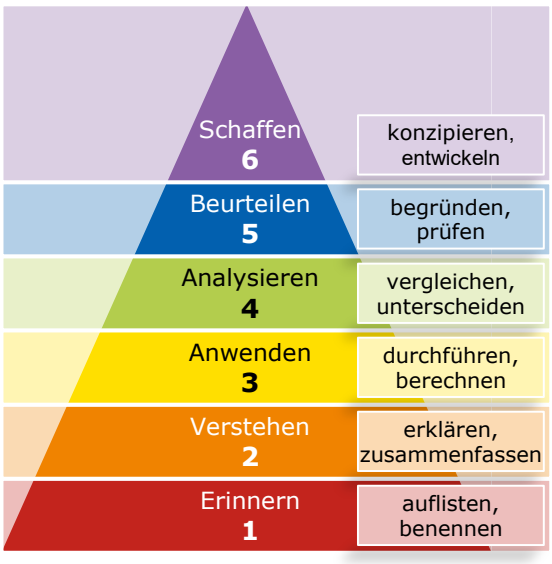


Abbildung 1: Taxonomie kognitiver Lernziele [3]

In den anschließenden 45-minütigen Übungen werden die Inhalte vertieft, indem die Studierenden diese anwenden (Lernzielebene 3) und analysieren (Lernzielebene 4). Im Rahmen eines eintägigen Workshops im fortgeschrittenen Verlauf der Veranstaltung lernen die Studierenden in Gruppen (ca. 15 Teilnehmende) die kognitiven Lernziele der Ebenen 5 und 6 kennen. [3]

Eine ausführliche Beschreibung des Workshops findet im folgenden Kapitel 3 statt.

3. Lernumgebung und Methoden

Die Lehrphilosophie der Veranstaltung beinhaltet die Integration von Praxisanteilen in die Veranstaltung und folgt somit dem Leitspruch *Theoria cum praxi* (dt.: Theorie und Praxis) der LUH. Darüber hinaus wird Frontalunterricht nach Möglichkeit vermieden und stattdessen durch aktivierende Lehrmethoden ersetzt (z. B. durch Fußnotenreferate mit Praxisbeispielen anstelle der Folienpräsentation durch die Dozierenden). Die Praxisanteile werden u. a. durch Planspiele zur Produktionssystemgestaltung in den Übungsterminen abgebildet. Durch das Einnehmen unterschiedlicher Rollen in den Planspielen sowie die Inszenierung von Workshop-Formaten sollen überfachliche Kompetenzen vermittelt werden. Unter dem Kompetenz-Begriff kann dabei *„eine Verbindung von Wissen und Können in der Bewältigung von Handlungsanforderungen"* verstanden werden [4].
Die Lehrveranstaltung soll den Studierenden neben den fachlichen Kompetenzen auch methodische Kompetenzen für den späteren Einsatz im Beruf (Industrie, Wissenschaft, Beratung) vermitteln.
Ein wesentlicher Bestandteil der Veranstaltung ist die Teilnahme am 1-tägigen Workshop „Production Trainer" in Gruppen mit ca. 15 Teilnehmenden. Der Workshop findet in der institutseigenen IFA-Lernfabrik statt, welche in der folgenden Abbildung 2 dargestellt ist.

Abbildung 2: Durchführung des Planspiels „Production Trainer" in der IFA-Lernfabrik

Das Planspiel *Production Trainer* greift den Workshop-Gedanken aus den bereits absolvierten Übungen der Lehrveranstaltungen auf und bietet den Studierenden die Möglichkeit, als Gruppe eigenständig ein Produktionssystem zu analysieren, im Anschluss zu planen und schlussendlich direkt

umzusetzen. Nach diesem Ablauf können sie über mehrere Spielrunden hinweg den Optimierungszyklus mit der Verwendung der Lean-Methoden durchlaufen und somit neben der fachlichen Kompetenz auch Teamfähigkeit, Problemlösungskompetenz und Moderationsfähigkeit erlangen.
Die IFA-Lernfabrik erlaubt durch den Aufbau nach dem Prinzip der Veränderungsfähigkeit von Montagesystemen die Abbildung diverser Planspiel-Szenarien im Kontext der schlanken Produktion und kann somit gruppenspezifisch angepasst werden. Die Studierenden sollen in diesem Zusammenhang auch lernen, in einem sich ständig ändernden Umfeld zu agieren. Unter dem Begriff Veränderungsfähigkeit wird dabei die effiziente Leistungserbringung innerhalb definierter Grenzen (Flexibilität) zuzüglich der im Bedarfsfall aktivierbaren Potenziale zur strukturellen Anpassung (Wandlungsfähigkeit) von Systemen verstanden [5]. Die Lehrveranstaltung soll Studierende dazu befähigen, im späteren Berufsleben universell einsetzbar zu sein (personelle Veränderungsfähigkeit) und sich schnell in neue Themen einzuarbeiten.

4. Prüfung

Aufgrund der Planungsunsicherheit im Wintersemester 20/21 bzgl. der Durchführung von Präsenzklausuren an der LUH hat die Prüfung der Veranstaltung erstmals als elektronische Klausur über die Lehrplattform LUH-Ilias stattgefunden. Der initiale Erstellungsaufwand der Klausurfragen sowie die reibungslose Abwicklung der Prüfung über eine digitale Lehrplattform waren groß. Als wesentliche Lessons Learned kann dabei der Erfahrungsaustausch innerhalb des Institutes, der Maschinenbau-Fakultät sowie mit Instituten anderer Fakultäten der LUH betrachtet werden. Erst dieser hat die kurzfristige Umstellung des Prüfungsmediums ermöglicht. Die Absprache mit anderen Prüfenden an der Hochschule im Rahmen von Lehraustauschformaten hat somit wesentlich zu diesem Wandel beigetragen. Die Erfahrungen mit dem Prüfungsformat und der Lehrplattform wurden seitdem in den folgenden Semestern bei der Umsetzung der E-Klausur (Open-Book-Prinzip) berücksichtigt, das Prüfungsformat wurde seitdem beibehalten. Dieses enthält Single- und Multiple-Choice-Fragen, Freitext- sowie als Lückentext gestaltete Anwendungsaufgaben für Rechnungen und Prozessanalysen. Die Anforderungen vergangener Klausuren waren auf die Wissenswiedergabe fokussiert, wohingegen die E-Klausur einen größeren Anteil an Anwendungsaufgaben beinhaltet.
Die Umstellung des Prüfungsformats hatte demzufolge auch eine inhaltliche Umstellung der Fragen und dem Lernverhalten der Studierenden zur Folge und wurde bis dato nicht in der Durchführung der Lehrveranstaltung berücksichtigt. Der Wechsel vom Auswendiglernen zu Verständnis- und Transferfragen durch die Prüfungsgestaltung muss weiterhin stark unterstützt werden. Diesen Umstand gilt es durch den Einsatz des Constructive Alignment zu beseitigen bzw. zu mildern. Auf die anstehende E-Klausur wurde bereits frühzeitig im Verlauf der Veranstaltung Bezug hinsichtlich der Vorbereitung genommen. Eine umfassende Klausursprechstunde soll den Studierenden den Umgang mit der Lehrplattform sowie der Art der Fragestellungen näherbringen. Dabei wird den Studierenden eine beliebig oft wiederholbare Probeklausur unter Realbedingungen zur Verfügung gestellt und eingangs gemeinsam besprochen. Im Rahmen des Programms „Pro Lehre" der hochschulinternen Lehrentwicklung konnten die Qualität der Prüfungsfragen erhöht sowie die Missverständlichkeit von Formulierungen verringert werden.
Dies gilt es im Anschluss an die Prüfung zu evaluieren und hinsichtlich der Prüfungsanforderungen in Bezug auf die Lernziele der Veranstaltung anzupassen.

5. Evaluation und Erfahrungen aus dem laufenden Semester

Die Integration einer Semestersprechstunde zum aktiven Einbinden von Feedback durch Studierende ermöglichte leichte Anpassungen des Konzepts für die ausstehenden Termine des aktuellen Semesters. So konnte das Feedback der Studierenden zur Anwendung der in Kapitel 3 angesprochenen Fußnotenreferate direkt eingeholt werden. Diese haben aufgrund der hohen Anzahl den Zeitrahmen eines Vorlesungstermins stark verschoben. Die gewonnene Erkenntnis daraus ist eine zukünftig gezieltere zeitliche Planbarkeit durch die Vorgabe von Präsentationslimits. Zudem muss der Inhalt zur Anwendung der Methodik geeignet sein. In diesem Fall war diese Voraussetzung nicht ohne Weiteres gegeben, da die Studierenden durch die Vorlesungsunterlagen nicht auf die Erklärungen in den Fußnotenreferaten angewiesen waren und

nach eigener Angabe nicht aufmerksam den Referaten folgen mussten.

Es ist festzuhalten, dass selbst kleine Veränderungen in der Lehrveranstaltung große Auswirkungen auf die Wissensvermittlung haben können. Dies bedarf auch keiner Änderung der Vorlesungsinhalte. Die Interaktion mit den Studierenden und die Integration der Praxiseinheiten sind nach eigenen Erfahrungen und dem Feedback der Studierenden positiv zu bewerten und sollen für die kommenden Semester beibehalten werden. Die derzeitige Prüfung in Form einer Klausur (unabhängig vom Medium) kann fast ausschließlich Fachkompetenz und nur wenig Methodenkompetenz berücksichtigen. Das ist insofern schwierig, als dass es eine Inkonsistenz im Rahmen des durchgängigen Constructive Alignment darstellt. Die Umsetzung der anderen Constructive Alignment-Elemente hat nach dem Feedback der Studierenden und der Lehrhospitation gut funktioniert.

6. Fazit und Ausblick für zukünftige Semester

Das Konzept des Constructive Alignment hat gute Ergebnisse erzielt und die Qualität der Lehrveranstaltung sowie die Motivation der Studierenden gesteigert. Daher soll die Umsetzung des Konzepts auch in den folgenden Semestern fortgesetzt werden. Es hat sich gezeigt, dass bereits kleine Veränderungen in der Wissensvermittlung die Attraktivität von Veranstaltungen steigern können. Allerdings muss die Methodik in Abhängigkeit des jeweiligen Feinziels (vgl. Kapitel 1) gewählt werden.

Zukünftig sollen die Lernziele noch exakter formuliert werden, sodass die Methodenauswahl für die jeweiligen Inhalte der Vorlesung präziser erfolgen kann. Zusätzlich kann auf die Erfahrungen von Dozierenden und Hospitierenden sowie das Feedback der Studierenden für die zukünftige Lehrgestaltung zurückgegriffen werden. Ebenso wird Studierenden zukünftig die Teilnahme an Forschungsstudien in der IFA-Lernfabrik im Bereich Produktionssystemgestaltung und Lernverhalten angeboten, sodass diese sich neben der industriell praxisbezogenen Seite auch mit der wissenschaftlich praxisbezogenen Seite beschäftigen können. Erste Ergebnisse konnten bereits in einer Vorstudie erzielt werden [6].

Die Integration inhaltlich und methodisch geeigneter Gastvorträge zur Stärkung des Leitspruchs *Theoria cum praxi* stellt eine Kernaufgabe für die kommende Semesterplanung dar. Der gegenwärtige Gastvortrag ist inhaltlich interessant und beliebt bei Studierenden, fügt sich jedoch nicht auf natürliche Weise in das Constructive Alignment der Veranstaltung ein und stellt keinen Bestandteil der Prüfung dar. Die derzeitige Prüfung bietet das Potenzial, durch zusätzliche Teilleistungen erweitert zu werden, um somit auch Aspekte der Methodenkompetenz noch gezielter zu kontrollieren. Die Konzeption von Fragestellungen bedarf im Bereich der Wissenswiedergabe besonderer Sorgfalt bei einer Open-Book-Klausur. Diese könnten ggf. in den Workshop integriert werden und somit eine Möglichkeit zur Überprüfung der kognitiven Lernziele *Beurteilung* und *Schaffen* (Lernzielebenen 5 und 6, vgl. Abbildung 1) bieten.

Häufig basieren die Lehrplanung und das Lehrkonzept von Veranstaltungen auf autodidaktischen Kenntnissen. Aus diesem Grund wird die Teilnahme an hochschulinternen Angeboten zur Verbesserung der Qualität in den Lehrveranstaltungen für alle in der Hochschullehre beschäftigten Personen empfohlen. Ebenso ratsam ist der Austausch mit Dozierenden aus anderen Fachbereichen, da diese häufig eine methodisch geprägte statt einer rein inhaltlichen Perspektive auf die Lehrveranstaltung haben.

Literatur

[1] Biggs, J.; Tang, C. (2011): Teaching for Quality Learning at University, Open University Press, New York.

[2] Krey, M. (2022): Workshop Lehre planen, Leibniz Universität Hannover, Hannover.

[3] Anderson, L. W.; Krathwohl, D. (2001): A Taxonomy for Learning, Teaching, and Assessing – A Revision of Bloom's Taxonomy of Educational Objectives, Addison Wesley, Boston.

[4] Stangl, W. (2021): Stichwort: 'erfahrungsbasiertes Lernen – Online Lexikon für Psychologie und Pädagogik'. Online Lexikon für Psychologie und Pädagogik. https://lexikon.stangl.eu/14476/erfahrungsbasiertes-lernen (Aufruf: 22.06.2022).

[5] Hingst, L.; Park, Y.-B.; Nyhuis, P. (2021): Life cycle oriented planning of changeability in factory planning under uncertainty in proceedings of the Conference on Production Systems and Logistics (CPSL 2021), Hannover.

[6] Ast, J.; Möhle, J.; Bleckmann, M.; Nyhuis, P. (2022): Preliminary Study in a Learning Factory on Functional Flexibility of the Workforce (March 31, 2022). Proceedings of the 12th Conference on Learning Factories (CLF 2022), Singapur.

Zurück auf dem Campus im Kompetenzatelier - Biomechanik-Projektarbeit bis zum Prototyp

B. Kruppke, S. Apelt, H.-P. Wiesmann

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

Wie kann nach den vergangenen digitalen und hybriden Semestern der letzten zwei Jahre der Wert der Präsenzlehre wieder hervorgehoben werden?
Dieser Aufgabe widmeten sich die Lehrverantwortlichen der Professur für Biomaterialien, um nicht einfach dem Weg zurück zu lang tradierten Lehrformaten zu folgen. Es standen vor allem die Weiterführung der neu etablierten digitalen Techniken und Feedbackformate, die Nutzung von aufwendig erstellten Lehrvideos der letzten Semester und die Einbindung dieser Elemente in ein neues Lehrveranstaltungskonzept im Zentrum des Sommersemesters 2022.
Im Lehrbetrieb der Professur Biomaterialien wurden während der Corona-Semester viele digitale und hybride Vorlesungs- und Seminarformate und auch Praktikumsveranstaltungen mit digitalen Kommunikationsmitteln und *Lab@Home*-Ansätzen umgesetzt. Vor allem aus den Erfahrungen zur Lernwerkstatt „Biomechanik im Alltag" (2. Semester) wurde ein synchron-digitales Praktikum mit asynchronen Aktivitätsphasen entwickelt, dass nun im Modul *Kompetenzatelier: Biomechanik agil mit Scrum* (vormals Modul Angewandte Biomechanik) im 8. Semester des Studienganges Werkstoffwissenschaft zur Anwendung kommt.
Der im Folgenden dargestellte universelle Charakter des Kompetenzateliers wird durch die gleichzeitige Einführung des neuartigen Lehrformates im Modul *Kompetenzatelier: Qualitätssicherung und Statistik mit Scrum* (ebenfalls 8. Semester) deutlich. Dies ist der projektorientierten Ausrichtung der Kompetenzateliers und dem Fokus auf agiles Projekt- und Zeitmanagement zu verdanken.

Kompetenzatelier als Lehrformat

Für das neue Lehrveranstaltungsformat der Kompetenzateliers, die eine kooperative Problembewältigung und Projektbearbeitung in den Mittelpunkt rücken, erlernen die Studierenden zunächst eine Methode des agilen Projektmanagements. Durch die unmittelbare Anwendung der agilen Methode „Scrum" [1] verinnerlichen sie die Rollen (Scrum Master, Product Owner, Entwicklerteam), Ereignisse (siehe Tabelle Semesterablauf) und Artefakte durch eigenes Erleben. Zentrales Element ist die wiederholte Demonstrator-/Prototypenfertigung, die das Erarbeiten neuer kreativer aber auch praktischer Lösungen anregt. Statt der abschließenden PowerPoint-Präsentation oder eines Belegs steht der Prototyp im Mittelpunkt.

Semesterablauf

Woche	Dauer / min	Inhalt des Kompetenzateliers
1	90	Thematische Einführung: Biomechanik
	90	Einführungsveranstaltung zur Projektmanagementmethode Scrum, (Gruppeneinteilung)
2	30 60	Rollenverteilung (in den Gruppen) Treffen mit den Stakeholdern bzw. Entwicklungsauftrag, Anforderungsprofil festlegen
	30 30 30	Erstellung des Product Backlogs Planung **Sprint 1**, Erstellung Sprint Backlog Sprint 1
3	15+75	„Daily"; Sprint 1
	90	Sprint 1, Backlog Refinement
4	15 75	„Daily" Sprint 1 Review
	45	Sprint 1 Retrospektive und Abgabe der 1. Protokollsammlung (bis zum nächsten Termin)
5	15 75	„Daily" Planung **Sprint 2**, Erstellung Sprint Backlog
	90	Sprint 2
6		*Dies Academicus*
7	15+75	„Daily"; Sprint 2
	90	Sprint 2, Backlog Refinement
8	15+75	„Daily"; Sprint 2
	90	Sprint 2, Backlog Refinement
9		*Pfingstferien*
10	15 75	„Daily" Sprint 2 Review
	45	Sprint 2 Retrospektive und Abgabe 2. Protokollsammlung (bis zum nächsten Termin)
11	15 75	„Daily" Planung **Sprint 3**, Erstellung Sprint Backlog
	90	Sprint 3
12	15+75	„Daily"; Sprint 3
	90	Sprint 3, Backlog Refinement
13	15+75	„Daily"; Sprint 3
	90	Sprint 3, Backlog Refinement
14	15 75	„Daily" Sprint 3 Review
	45	Sprint 3 Retrospektive und Abgabe der 3. Protokollsammlung (bis zum nächsten Termin)
Prüfungszeit		Release: Gruppenprüfungen

Unterstützung des Lehr-/Lern-Projekts durch die Fakultät MW

In perfekter Ergänzung zum neuen Lehrkonzept erfolgte die Zuwendung im Rahmen der Lehr-/Lern-Projekte der Fakultät Maschinenwesen der TU Dresden. Hierdurch war es zusätzlich möglich, den Studierenden die Methoden der additiven Fertigung und der Mikrocontrolerprogrammierung zugänglich zu machen. Für die Demonstrator- bzw. Prototypenherstellung ergeben sich somit deutlich erweiterte Freiheitgrade und das Kompetenzatelier ist auch für zukünftige Durchläufe hervorragend ausgestattet. Die finanzielle Unterstützung zur Anschaffung flexibel nutzbarer 3D-Drucker inklusive Materialien abseits der Standardharze und -filamente sowie 4 Studierendensätzen der Arduino-Mikrokontroller mit umfangreichen Sensoren ermöglichen es den Studierenden in jedem Sprint aber auch von Jahr zu Jahr ganz unterschiedliche und kreative Problemlösungsansätze aus der Praxis der angewandten Biomechanik auszuprobieren.

Konzept des Lehr-/Lern-Projektes

Im Zuge der Coronapandemie wurden in der Professur für Biomaterialien zahlreiche synchrone und asynchrone Online sowie Hybridveranstaltungen im Rahmen von (Experimental-)Vorlesungen, Seminaren und Praktika durchgeführt. Die neuen Konzepte wurden auf den Lessons Learned-Konferenzen der Fakultät Maschinenwesen vorgestellt sowie verschiedentlich publiziert [2,3]. Besonders die Bedeutung praktischer Ausbildungselemente und der hohe Stellenwert des gemeinsamen Lernens der Studierenden – unter Begleitung von Lehrende – haben sich im Zuge dieser herausfordernden Zeit gezeigt.

Um Studierenden nun wieder die Werte und Wichtigkeit der Präsenzlehre zu verdeutlichen, wurden 3 Lehrveranstaltungen neu konzipiert. Unabhängig von den Fachinhalten, die sich von der Biomechanik, der Qualitätssicherung und Statistik bis zu Nachhaltigen Werkstoffen (ab Wintersemester 2022/23) erstrecken, wird das gemeinsame Erarbeiten eines Prototyps, eines Demonstrators beziehungsweise eines Produktes zur Lösung einer lebens- oder arbeitsnahen Fragestellung im Mittelpunkt dieser Kompetenzateliers stehen. Hierdurch wird das vollständige Spektrum der Methoden-, Fach-, Selbst- und Sozialkompetenz bei den Studierenden aktiviert.

Um den Studierenden das gemeinsame Arbeiten möglichst effizient zu ermöglichen, werden sie in den Kompetenzateliers zunächst mit dem agilen Projektmanagement (in Anlehnung an Scrum nach Ken Schwaber und Jeff Sutherland [1]) vertraut gemacht, das auf die Randbedingungen der Universitätslehre (Wochenrythmus, Doppelstunden, Gruppengrößen, Rollenzuordnung, etc.) angepasst wurde (siehe Tabelle).

Ein essentieller Bestandteil der agilen Kompetenzateliers ist die schrittweise Verbesserung von Prototypen bis zum fertigen Produkt. Nach den einzelnen Arbeitsphasen (bis zu 4-wöchige Sprints) liefern die Studierenden Sprintprototypen ab und bekommen hierzu Rückmeldungen von den Kursleitern und externen Stakeholdern und können anschließend ihre Arbeitsaufgaben und Prioritäten überarbeiten, um im nächsten Sprint einen neuen verbesserten Prototyp zu fertigen.

Mit diesem Konzept ist es das Ziel, die Studierenden zum gemeinsamen Arbeiten anzuregen und für die Präsenzlehre auf dem Campus neu zu begeistern. Mit zwei Geräten zur additiven Fertigung (Filament- und Harz-basiert), den kommerziellen Standardmaterialien für den 3D-Druck sowie den notwendigen Komponenten für die Nachbehandlung (UV-Vernetzungskammer, Ultraschallbad) sollen die Studierenden Sprintprototypen nach eigenen Vorstellungen fertigen und immer wieder verbessern. Durch die geplante Fokussierung auf neue Materialentwicklungen aus dem Bereich der Biomaterialien (abbaubare Polymere, wie PCL, PLGA) sowie die Verarbeitung von nachhaltigen Werkstoffen (biodegradable Verbundwerkstoffe, recycelte Polymere) ist auch die Verwendung der Geräte abseits der standardisierten Filamente und Harze vorgesehen bzw. den Studierenden freigestellt.

Neben der additiven Prototypenfertigung ist im Rahmen des Kompetenzateliers: Biomechanik agil mit Scrum die Implementierung eines Mikrokontrollers auf der Arduino-Plattform vorgesehen. Mithilfe zusätzlicher Sensoren soll ein Datenerfassungssystem von Bewegungsabläufen

durch die Studierenden gebaut und programmiert werden. So können die ermittelten Kennwerte für biomechanische Belastungen im Alltag unmittelbar als Grundlage für die Prototypenfertigung genutzt werden.

Ablauf und studentisches Feedback

Zunächst erfolgte in zwei hybriden Vorlesungen eine Einführung der Studierenden in die allgemeine Thematik der Biomechanik und das agile Projektmanagement mit Scrum. Die Definition der Rollen und Artefakte wurde in weiteren kurzen Lehrsegmenten wiederholt, um den Studierenden nach der Rollenverteilung Anstöße für die Aktionen einzelner Gruppenmitglieder zu geben. Durch die Beteiligung von nur 6 Studierenden war es nicht notwendig mehrere Gruppen zu bilden. Dies war im Voraus ab einer Gruppengröße von mehr als 11 Studierenden vorgesehen.
Der Biomechanikschwerpunkt wurde zum einen durch die bereits existierenden Lehrvideos gewährleistet (ca. 25 Videos a 20-80 min, bereitgestellt via Opal/Videocampus Sachsen), wodurch sich die Studierenden entsprechend ihres Informationsbedarfs für ihr Projekt mit den theoretischen biomechanischen Grundlagen auseinandersetzen konnten.
Zum anderen erhielten die Studierenden Kontakt zu den Stakeholdern des Projektes, in Form von sieben 1-2seitigen Statements verschiedener fiktiver Organisationen und Personen (Abb.1). Daraus entwickelten die Studierenden das Produktziel, das der Product Owner wie folgt formulierte: *Im Alltag am Körper des Patienten tragbare Sensoren zur Erkennung von schädlichen Hüftstellungen zur Vermeidung von Implantatlockerung durch Hüftluxation mittels direktem Feedback.*
Daraus wurde das Product Backlog abgeleitet und als Aufgabenliste für die iterative Erarbeitung der Demonstratoren während der Sprints erarbeitet. Als schriftliche Kommunikationsplattform und zur Dokumentation aller Backlogs und des Projekt-/Sprintfortschritts wurde den Studierenden über eine kostenfreie Lehrlizenz ein Miro-Board [4] zur Verfügung gestellt, das betriebssystemunabhängig via Apps und Browser zugänglich ist.

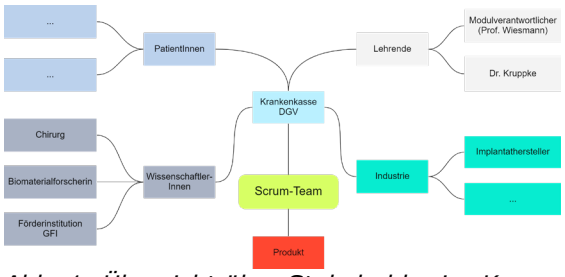


Abb. 1: Übersicht über Stakeholder in „Kontakt" zum Scrum-Team

Im ersten Sprint (zu diesem Zeitpunkt war noch keine Entscheidung über die Förderung durch die Fakultät MW gefallen) entschieden sich die Studierenden die Biomechanik des menschlichen Bewegungsapparats mittels ihrer Mobiltelefone als allgemein verfügbares Messgerät durchzuführen. Die Bewegungssensoren wurden mit der App phyphox® (verfügbar für Android und Apple [4]) aufgezeichnet und ausgelesen [5]. Hierbei konzentrierten sich die Studierenden auf die Messung des Beugungswinkels zwischen Oberschenkel und Torso zur Identifizierung schädlicher Hüftgelenksauslenkungen im Fall von künstlichen Hüftgelenken.
Nach einer erfolgreichen Vorstellung des Inkrements (erster Demonstrator) im Sprint Review, bei dem die Winkelmessung mittels zweier Mobiltelefone und der nachträglichen Berechnung der schädlichen Bewegungsabläufe erfolgte, wurde für den zweiten Sprint das Anforderungsprofil geschärft und in den nächsten Sprint Backlog die Fertigung eines Arduino-basierten Systems mit zwei Lagesensoren und die Fertigung der Gehäuse mittels 3D-Druck (Abb. 2) aufgenommen.

Abb. 2: UV-LCD-Drucker (a) und Gehäuseteil für portablen Prototypen (b)

Nach den jeweiligen Sprints erfolgt eine zusammenfassende Darstellung des Projektfortschritts in einem max. 10-seitigen Protokoll, welches durch den Scrum Mas-

ter erstellt wird. Das Protokoll fasst die Artefakte (Product Backlog und Sprint Backlog) zusammen und gibt den Sprintfortschritt als Burn-down Chart wieder. Zudem ist vorgegeben, eine retrospektive Betrachtung der Teamarbeit zu erstellen. Hier beurteilt der Scrum Master das Miteinander in der Gruppe und kann auf gegebenenfalls notwendige Maßnahmen zur Verbesserung der Zusammenarbeit und Leistungsfähigkeit des Entwicklerteams eingehen.

Halbzeit-Evaluation

Die Evaluation zur Halbzeit des zweiten Sprints ergab eine überwiegend positive Einschätzung des Lehrkonzeptes und der Einführung der agilen Projektarbeit, wie der folgenden Tabelle zu entnehmen ist.

Aussage	**trifft völlig zu**	**trifft über-wiegend**	**teils/ teils**	**trifft wenig zu**	**trifft gar nicht zu**
Die Lehrenden stellen einen Bezug zwischen Theorie und Praxis her.	66,67 %	33,33 %	0 %	0 %	0 %
Ich empfinde das agile Projektmanagement als Bereicherung in der Lehre.	50 %	33,33 %	16,67 %	0 %	0 %
Ich fühle mich mit den Methoden des agilen Projektmanagements besser auf die berufliche Zukunft vorbereitet.	33,33 %	16,67 %	33,33 %	16,67 %	0 %
Die Praxisaufgabe führt zur Vertiefung der Vorlesungsinhalte und animiert dazu neue Themen zu vertiefen.	33,33 %	50 %	16,67 %	0 %	0 %

Die ausgewählten studentischen Kommentare lassen Stärken und Verbesserungsfelder des Konzeptes erkennen:
„Das kreative Konzept zusätzlich zu einer zeitlich kompakten, asynchronen Lehrveranstaltung ein projektbasiertes Praktikum anzubieten, finde ich äußerst gut. Das Konzept ermöglicht zeitliche Flexibilität und freie Schwerpunktsetzung durch die Studierenden. Insgesamt dadurch eine der besten und innovativsten Veranstaltungen im Fachstudium Werkstoffwissenschaft. Bitte weiter an kreativen Vorlesungskonzepten mit integrierten digitalen Lehrformaten arbeiten, um die universitäre Lehre an die Gegebenheiten der aktuellen Zeit anzupassen!"

„Super Vorlesungskonzept!

Kritik:
- Lehrvideos, wenn möglich, so früh wie möglich zur Verfügung stellen
- Projektmittel (Geräte, Budget) frühzeitig im Projekt anbieten
- mehr Stakeholder Input
- Erwartungshaltung zu Beginn eventuell etwas klarer kommunizieren"

„Im Vergleich zu anderen Veranstaltungen mehr Aufwand. Wenn das Thema gut ist, motiviert es, sich tiefergehend damit zu beschäftigen"

„Lesson learned"

- Neues Lehrformat Kompetenzatelier erlaubt Übernahme von erprobten digitalen Elementen (Lehrvideos, Miro-Boards) und Verknüpfung mit Präsenzlehre
- Projektbezug animiert Studierende zur selbstständigen Erarbeitung von Fachinformationen
- Ohne die Unterstützung aus der Fakultät wäre das Semester und vor allem der hohe Praxisbezug nicht möglich gewesen

Teamarbeit und die Fertigung von Prototypen ist nur vor Ort auf dem Campus und *Hands On* am Gerät möglich. Dies ist unser Beitrag die Bedeutung der wiedergewonnenen Präsenzlehre für Lehrende und Studierende zu verdeutlichen.

Danksagung

Wir bedanken uns für die finanzielle Unterstützung des Lehr-/Lernprojektes „Kompetenzatelier - Projektarbeiten bis zum Prototyp" aus den Mitteln der Fakultät Maschinenwesen der TU Dresden.

Literatur

[1] K. Schwaber, J. Sutherland, Scrum Guide V7, (2020) 133–152.
[2] B. Kruppke, Digital Experiments in Higher Education—A "How to" and "How It Went" for an Interactive Experiment Lecture on Dental Materials, Educ. Sci. 11 (2021) 190. https://doi.org/10.3390/educsci11040190.
[3] B. Kruppke, Der Mix macht's – Asynchron, synchron, inverted … von der Folienvertonung bis zum Experiment, Lessons Learn. 1 (2021) 1–12. https://doi.org/10.25369/ll.v1i1/2.2.
[4] RealtimeBoard Inc. dba Miro, A. Khusid, Miro, (2011). https://miro.com/de/.

Multi-Purpose-Raum für flexibles und kollaboratives Arbeiten

J. Krzywinski, R. Fischer

Professur Technisches Design, Institut für Maschinenelemente und Maschinenkonstruktion, Fakultät Maschinenwesen, TU Dresden

Die Professur Technisches Design hat einen Multi-Purpose-Raum eingerichtet, der flexibles und kollaboratives Arbeiten zwischen Studierenden, zwischen Wissenschaftler*innen und in der Lehre ermöglichen soll. Im Vorfeld wurden die Studierenden zu Nutzungsszenarien befragt. Die Professur hat einen großen Seminarraum nach eigenen Vorgaben und entsprechend des Inputs der Studierenden neu ausgestattet, um folgende Nutzungsszenarien zu realisieren.

Abb.1 Darstellung des Mobiliars im Raum ZEU 150.

Szenario 1: hybride Lehre

In den letzten vier Semestern hat die Professur die Vorteile der digitalen Lehre genutzt und in Seminaren verstärkt auf inter- und transdisziplinäre Ansätze gesetzt, indem externe Expert*innen in die Lehre schnell und einfach eingebunden sowie digitale Whiteboard unkompliziert zur spontanen Kollaboration unter den Studierenden angewandt werden konnten. Diese Vorteile der digitalen Lehre werden nun mithilfe hybrider Ansätze in die Präsenzlehre integriert werden. Mithilfe eines Microsoft Surface Hub 2 und 2 großen Monitoren können Externe problemlos zugeschaltet werden und gemeinsam mit den Studierenden auf digitalen Whiteboards gemeinsam arbeiten. Dazu wurde der Raum durch Baffeln und Wandelemente akustisch ertüchtigt.

Szenario 2: projekt-basierte Lehre

Um projektbasierte Lehre zu ermöglichen, ist der Raum mit einem modularen Möbel (Pixel Tower von bene) ausgestattet, mit dem verschiedenste Workshopsituationen hergestellt werden können. Zudem können zwölf rollbare Tische umfunktioniert werden. Des Weiteren stehen fünf Stellwände zur Verfügung. Mithilfe dieser modularen und flexiblen Ausstattung können Gruppenarbeitssituationen für bis zu 30 Studierende schnell und unkompliziert-hergestellt werden.

Szenario 3: studentische Projektarbeit

Studierende können den Raum für längerfristige Projekte (u.a. Belegarbeiten, Diplomarbeiten) für drei bis sechs Monate nutzen. Dafür stehen zwölf rollbare Tische mit Bürostühlen zur Verfügung. Zudem ist der Raum für Gruppenarbeiten ausgestattet. Für casual Meetings stehen vier Bürocouches zur Verfügung, die teils mit akustisch wirksamen Abschirmungen ausgestattet sind. Außerdem sind im Raum vier Hochtische und je zwei Hochstühle untergebracht, an denen die Studierenden spontan allein oder mit mehreren Personen kollaborativ arbeiten können.

Szenario 4: Präsentationen

Für Präsentationen von Abschlussarbeiten (Beleg-, Diplom- und Disserationsarbeiten) ist ein Plenum mit 24 stapelbaren Stühlen vorgesehen. Durch das Anbringen von zwei großen Monitoren können die Präsentationsfolien in der notwendigen Qualität für Designstudien großformatig dargestellt werden. Zudem kann das modulare Möbelsystem Pixel Tower von bene zur Präsentation von Prototypen oder Demonstratoren, die im Rahmen der Abschlussarbeiten hergestellt worden, benutzt werden.

Szenario 5: Workshops zu Forschungsprojekten

Die Elemente für projekt-basierte Lehre, hybride Lehre, studentischer Projektarbeit sowie Präsentationen können in ihrer Kombination ideal für Workshops in Forschungsprojekten genutzt werden. Die aktuellen Erfahrungen zeigen auf, dass diese Veranstaltungen oftmals mit Design Thinking Methoden begleitet werden, die Gruppenarbeit unerlässlich machen. Zudem können meist nicht alle Wissenschalftler*innen vor Ort sein, sodass ein hybrides Szenario entsteht. Des Weiteren sind Präsentationsszenarien oft teil forschungsorientierter Veranstaltungen, sodass der schnelle Umbau von einem gruppenbasierten Aufbau zu einem Plenumsaufbau hilfereich ist.

Raumzonen

Insgesamt ist der Multi-Purpose-Raum in fünf Raumzonen gegliedert (siehe Abb. 2):

- 4 Steh-Tische mit je zwei Hochstühlen für schnelles Arbeiten allein oder zu zweit
- 24 stapelbare Stühle für ein Plenum für Präsentationen
- 12 rollbare Schreibtische mit Bürostühlen für längerfristige Projekte (ca. 3-6 Monate)
- 1 Pixel Tower von bene und 12 rollbare Schreibtische für Gruppenarbeit
- 4 Büro-Lounge-Couches mit Küche für casual Meetings oder lockere Zusammenarbeit

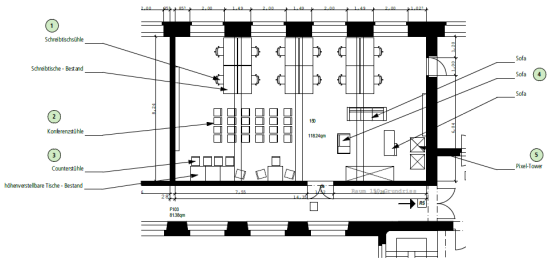


Abb.2 Konzeptionelle Darstellung des Raums ZEU 150.

Weitere Maßnahmen

Neben der Ausstattung mit dem oben genannten Mobiliar wurde der Raum mithilfe von Baffeln sowie akustisch wirksamen Wandelementen und Stellwänden, die kollaboratives Arbeiten ermöglichen ausgestattet.

Zudem ist der Raum technisch mit zwei großen 4K Monitoren, einem Videokonferenzsystem sowie einem Microsoft Surface Hub 2 (Abb. 3) ausgestattet.

Abb.3 Microsoft Surface Hub 2.

„Digitale, kollaborative Kleingruppenarbeit im Aktiven Plenum – ein Widerspruch?“

M. Kuhtz, N. Modler, M. Gude

Institut für Leichtbau und Kunststofftechnik (ILK), Fakultät Maschinenwesen, TU Dresden

Didaktische Herausforderung

Das hier betrachtete Praktikum zur Lehrveranstaltung ***Simulationstechnik*** ist innerhalb des Moduls "Berechnung von Leichtbaustrukturen" (MW-MB-LB-04) angesiedelt und wird jeweils im Sommersemester durch das Institut für Leichtbau und Kunststofftechnik (ILK) angeboten. Es ist ein Pflichtmodul für Studierende der Studienrichtung Leichtbau im Diplomstudiengang und im Diplom-Aufbaustudiengang Maschinenbau der Technischen Universität Dresden, wobei insbesondere der Aufbaustudiengang vorwiegend von internationalen Studierenden genutzt wird. Zudem können Studierende des Wirtschaftsingenieurwesen ***Simulationstechnik*** als Wahlpflichtfach im Fachstudium absolvieren. Somit ergibt sich insgesamt eine sehr heterogene Zusammensetzung der Praktikumsgruppe hinsichtlich Vorkenntnissen, Fachsemester und Sprachkompetenz. Nähere Informationen zu den Rahmenbedingungen der Lehrveranstaltung sind in [1] beschrieben.

Während die Lehr-Lern-Aktivitäten zu Beginn der Coronapandemie schlagartig von analoger auf digitale Formate umgestellt wurden, bietet sich mit der stückweisen Rückkehr zu einer verstärkten Präsenzlehre die Gelegenheit, etablierte Konzepte aus beiden Welten zu nutzen, weiterzuentwickeln sowie miteinander zu verknüpfen. Für das hier betrachtete Praktikum, das ausschließlich mithilfe eines Computers bestritten werden kann, bietet sich daher die weitgehende Beibehaltung der digitalen Formate an, sodass das Praktikum eingebettet in das am ILK etablierte integrierten Lehr-Lern-Konzeptes [2] mit der Methode des ***Flipped-Classroom*** durchgeführt wird.

Die Auswertung der Lehrevaluation der vorangegangenen Semester ergibt, dass insbesondere die aktiven Lernphase und der damit verbundene Austausch zwischen den Studie-renden aber auch zwischen der Lehrperson und den Studierenden förderlich für den Lernerfolg ist. Dabei wird insbesondere die Arbeit in einer weiterentwickelten Form des ***Aktiven Plenums*** [3] positiv hervorgehoben, so dass dieses Format verstärkt Eingang bei der Planung der Lehrveranstaltung findet.

Weiterentwicklung des Aktiven Plenums

Die Methode des Aktiven Plenum ist durch ein kollaboratives Arbeiten an einer Aufgabe geprägt, wobei sich dieses Format durch ein hohes Maß an Interaktion zwischen den Lernenden bei gleichzeitiger Festigung, Vertiefung und Anwendung bekannter Lerninhalte auszeichnet. Es eignet sich somit außerordentlich zur Aktivierung der Studierenden innerhalb von synchronen Lehrveranstaltungen. Dieses Konzept wurde ***ursprünglich*** für den Einsatz in größeren Seminar- bzw. Vorlesungsräumen entwickelt, wobei die Studierenden ***eine Gruppe*** bilden, die die Aufgabenstellung lösen.

Im Rahmen einer digitalen synchronen Lehrveranstaltung als Videokonferenz ist die Kommunikation zwischen den Studierenden gehemmt. Zum einen liegt es daran, dass nahezu alle Studierenden trotz entsprechender Hinweise der Lehrperson nicht bereit oder in der Lage sind, ihre Kameras zu aktivieren, so dass die nonverbale Kommunikation kaum möglich ist. Zum anderen sind kurze und leise Absprachen zwischen wenigen Studierenden nicht möglich, da es nur einen Tonkanal gibt und der Austausch mittels Chat-Funktion zu langsam ist. Daher werden die Studierenden ***im Rahmen der digitalen Lehre in mehrere Kleingruppen*** eingeteilt, wodurch sich eine Veränderung im Ablauf der Methode ergibt.

Ablauf der Kleingruppenarbeit

Bereits vor der ersten Lerneinheit wird den Studierenden die meist unbekannte Lehr-Lern-Situation mittels eines kurzen Videos vorgestellt [4]. ***In der ersten Lerneinheit***, bei der das Aktive Plenum

zur Anwendung kommt, ***wird dieses Format mit allen Studierenden*** als wirkliches Aktives Plenum ***geprobt.*** Die Lehrperson stellt zunächst die Aufgabenstellung vor und beantwortet Rückfragen hierzu. Im Anschluss übernimmt eine Person aus dem Plenum die Rolle des Moderators und die Lehrperson übernimmt die Rolle des Ausführenden bei der Erstellung des Computermodells. Alle anderen Studierenden tragen zur Lösungsfindung bei, indem Sie dem Ausführenden Anweisungen erteilen. Der Moderator koordiniert die eingehenden Anweisungen, die sowohl als Wortmeldungen als auch als Chat-Nachrichten eingehen können. Dabei hält sich die Lehrperson strikt an die Anweisungen und führt auch nicht-zielführende oder falsche Lösungsschritte aus, wobei Rückfragen bei Unklarheiten möglich sind. Typischerweise werden falsche Anweisungen direkt durch andere Studierende korrigiert oder im Nachgang durch die Gruppe revidiert. Ein Eingreifen der Lehrperson sollte nur dann erfolgen, wenn die Gruppenarbeit als Ganzes zu scheitern droht.

Nach erfolgreicher Bearbeitung der Aufgabe fasst der Moderator oder eine andere, möglicherweise vorher festgelegte Person die wichtigsten Lösungsschritte zusammen und präsentiert die Gesamtlösung.

Im weiteren Verlauf der Lerneinheit stellt die Lehrperson eine neue, aber ähnliche Aufgabe vor und beantwortet entsprechende Rück- oder Verständnisfragen. Im Anschluss erhalten die Studierenden zur Gruppeneinteilung eine Frage wie etwa nach der Lieblingsfarbe, deren Antwort in der Studierendenschaft möglichst zufällig verteilt ist. Die Fragen werden mittels eines im Videokonferenzsystem Zoom integrierten Umfragetools ausgegeben und die Antworten eingeholt. Anschließend fasst die Lehrperson die Antworten so zusammen, dass etwa gleich große Gruppen mit etwa vier bis acht Mitgliedern entstehen. Dieses Verfahren soll sicherstellen, dass die ***Gruppen möglichst gut durchmischt*** sind.

Bevor die Gruppenarbeit startet, stellt die Lehrperson sicher, dass die Arbeitsanweisung klar formuliert und von den Studierenden verstanden ist. Neben der eigentlichen Problemstellung beinhaltet der ***Arbeitsauftrag*** auch eine Zeitvorgabe und den Hinweis zur Ergebnissicherung in Form einer nachgelagerten Präsentation im Plenum. Danach betreten die Studierenden Unterräume der Videokonferenz, die in Zoom als Breakout-Sessions bezeichnet werden.

Während der Gruppenarbeit betritt die Lehrperson von Zeit zu Zeit die jeweiligen Unterräume und beobachtet die Gruppenarbeiten. Wenngleich sie für Rückfragen zur Verfügung steht, sollten Hinweise sehr zurückhaltend erfolgen. Geeignet sind hier eher Gegenfragen, die einen Perspektivwechsel auf die Problemstellung erleichtern sowie Hinweise zur Zeiteinteilung. Die Rollenverteilung innerhalb der Gruppe sowie die ***Arbeitsorganisation bleibt der Gruppe selbst überlassen.*** Typischerweise entfällt bei der Kleingruppenarbeit die Rolle des Moderators, wobei die Rollen des Ausführenden und des Präsentators nicht immer von der gleichen Person wahrgenommen wird.

Nach dem Ende der vorgegebenen Zeit finden sich alle Studierenden wieder im Gesamtplenum zusammen. Ausgewählte Vertreter der Gruppen präsentieren dabei in knapper Form die Arbeitsergebnisse und gehen gleichzeitig auf die Entwicklung der Lösungsschritte ein. Im Anschluss an die Kurzpräsentation bzw. Live-Vorführung des Modells steht die gesamte Gruppe für Rückfragen der Lehrperson oder der anderen Gruppen zur Verfügung. Es obliegt der Lehrperson die Arbeitsergebnisse und die Präsentationen der Gruppen zu vergleichen, zusammenzufassen und einzuordnen. Darüber hinaus besteht die Möglichkeit, die Modelle der Gruppen zu sammeln und allen Studierenden etwa durch einen Upload auf der eingesetzten Lernplattform zur Verfügung zu stellen.

Positive Aspekte des Lehrformats

Die einerseits feste äußere Struktur des Aktiven Plenums und der anderseits inhaltliche Freiraum ermuntert die Studierenden zur aktiven Teilnahme an der Lehrveranstaltung. Gerade das teilweise „Fehlen" der Lehrperson in den Gruppenarbeiten reduziert Hemmschwellen bei den Studierenden. Die geringe Gruppengröße erschwert das „Abtauchen" Einzelner und der Druck zur aktiven Teilnahme steigt mit sinkender Gruppengröße. Gleichzeitig werden eventuell vorhandene Wissenslücken offener kommuniziert als

im Plenum oder der Lehrperson gegenüber, was zu einem schnelleren Füllen dieser Lücken führt (***Lernen durch Lehren***).
Im Gegensatz zu vielen anderen Übungs- und Praktikumsformaten ermöglicht dieses Lernformat den Studierenden nicht nur die Evaluation des eigenen Lernfortschritts anhand der Bewältigung gestellter Aufgaben. Vielmehr trägt der ***Vergleich mit dem Lernstand der Gruppe*** zu einer verbesserten Sichtbarkeit des eigenen Lernstandes bei.
Dass das Aktive Plenum gern von den Studierenden angenommen wird, zeigt sich unter anderem in der Teilnehmerzahl. Ähnlich wie in analogen Lehrformaten sinkt auch bei dieser Lehrveranstaltung die Anwesenheitsquote. Von 90 im OPAL-Kurs eingeschriebenen Studierenden waren zur Einführungsveranstaltung zum Praktikum etwa 40 Personen in der Videokonferenz anwesend. Im weiteren Semesterverlauf sinkt die Quote der Teilnehmer bei den ebenfalls angebotenen Konsultationen auf etwa zehn Studierende, wohingegen beim Format des Aktiven Plenums bis zu 20 Personen regelmäßig teilnehmen. Als Ursachen für die eher geringe Teilnehmerquote erscheinen der unattraktive Zeitpunkt der Lehrveranstaltung am Freitagvormittag, die parallele Verfügbarkeit von Online-Lernmaterialien sowie das durch die Aktivierung erhöhte Stresslevel bei den Studierenden.
Da der Rücklauf der Lehrevaluationen in den vergangenen Semestern gering ausfiel, wird diese Lehrveranstaltung in enger Zusammenarbeit mit dem Zentrum für interdisziplinäres Lernen und Lehren der TU (ZiLL) im Rahmen der „Aktionswochen Teaching Analysis Polls (TAP): Qualitative Lehrevaluation für Lehrende der TUD" evaluiert. Diese Bewertung wird durch einen Mitarbeiter des ZiLL ohne Beisein der Lehrperson durchgeführt und findet mitten im Semester statt, sodass die Studierenden direkten Einfluss auf den weiteren Verlauf der Lehrveranstaltung nehmen. Darüber hinaus erscheint das Format der Gruppendiskussion und -bewertung weitaus attraktiver als das Ausfüllen eines Fragebogens. Dennoch haben nur neun Studierende an der Gruppendiskussion und nur sieben an der finalen Bewertung der wichtigsten Punkte teilgenommen, sodass die geringe Rücklaufquote einerseits die Aussagekraft der Evaluationsergebnisse einschränkt. Andererseits erscheinen die Möglichkeiten, die Mehrheit der Studierenden zu einem konstruktiven Feedback zu bewegen, erschöpft zu sein, und es kann nur mit den getätigten Aussagen weitergearbeitet werden.
Als wichtigste Punkte für den Lernerfolg wurden aus Sicht der Studierenden das gemeinsames Erarbeiten im Aktiven Plenum (6 von 7), die engagierte Lehrperson (6 von 7) und die praktischen Anwendungsaufgaben (4 von 7) genannt. Somit erscheint diese Lehr-Lern-Aktivität ***in einem hohen Maße geeignet*** für die Vermittlung der Kenntnisse und Fähigkeiten auf dem Gebiet der Simulationstechnik

Grenzen des Lehrformats

Wie bei vielen digitalen Lehr-Lern-Formaten besteht die Gefahr, dass Teilnehmende die Lerneinheit nutzen, um den Inhalt mitzuschneiden. Zum einen entspricht die reine ***Aufnahme der Inhalte*** in keiner Weise dem Anliegen nach erhöhter Aktivierung der Lernenden und zum anderen wird dadurch der geschützte Raum sowie die Vertrauensbeziehung zwischen Studierenden und Lehrperson gestört. Das könnte auch ein Grund sein, weshalb fast alle Studierenden, auch in den Kleingruppen, keine Kamera aktivieren.
Obwohl durch dieses Format der Arbeiten in Kleingruppen das Risiko minimiert wird, dass ***einzelne Personen überhaupt nicht in der Gruppe mitarbeiten***, aber aufgrund des positiven Gruppenergebnisses von einem vermeintlichen Lernerfolg ausgehen, ist dieser Sachverhalt nicht gänzlich von der Hand zu weisen.
Ein weiterer Nachteil dieses Formats liegt in der ***technischen Ausstattung*** der Studierenden. So kann es für eine aktive Teilnahme insbesondere in der Rolle des Ausführenden, der Moderators und des Präsentators vorteilhaft sein, zwei Bildschirme parallel zu betreiben. Aus Erfahrung nutzen die meisten Studierenden einen Bildschirm und somit verringert sich die Lesbarkeit bei der Bildschirmübertragung.
Der Anteil der internationalen Studierenden in diesem Fach liegt etwa bei einem Drittel, wobei der Anteil in den synchronen Lehrveranstaltungen deutlich unterdurchschnittlich ausfällt. Auf der einen Seite könnten ***Sprachbarrieren und die***

interaktive Lernkultur abschrecken, auf der anderen Seite könnten sich diese Studierenden auch aufgrund der ebenfalls bereitgestellten Onlinematerialien ausreichend mit Lehrmaterial versorgt fühlen.
Als wesentlicher Punkt der TAP wurde angemerkt, dass ein fehlender runder Abschluss bzw. eine fehlende Musterlösung bei den aktiven Plenen den Lernerfolg hemmen (5 von 7), sodass in Zukunft Musterlösungen auch für die Gruppenarbeiten bereit gestellt werden.

Fazit

Im Rahmen des Praktikums zur Lehrveranstaltung Simulationstechnik wird die hinsichtlich des Einsatzes in der digitalen Lehre weiterentwickelte Methode des Aktiven Plenums als interaktive Lernform untersucht. Nach einer kurzen Einführung durch die Lehrperson arbeiten die Studierenden in Kleingruppen digital und kollaborativ, um sich anschließend ihre Arbeitsergebnisse gegenseitig vorzustellen.
Auf Grundlage einer Evaluation des ZiLL kann ein insgesamt positives Fazit zum Einsatz dieses Lehrformats gezogen werden. Insbesondere die hohe Aktivität bei der Arbeit in Kleingruppen führt zu einer hohen Motivation bei den Teilnehmenden und zu beachtlichen Arbeitsergebnissen. Gleichzeitig erscheint der Wunsch bei den Teilnehmenden groß, auch eine durch die Lehrperson autorisierte Musterlösung zu erhalten.

Danksagung

Die Autoren danken dem Zentrum für interdisziplinäres Lernen und Lehren der TU Dresden für die Begleitung der Lehrveranstaltung im Rahmen der „Aktionswochen Teaching Analysis Polls (TAP): Qualitative Lehrevaluation für Lehrende der TUD".

Literatur

[1] M. Kuhtz, B. Grüber, C. Kirvel, N. Modler, M. Gude: Virtuell² – Simulationspraktikum im digitalen Raum. In: S. Odenbach (Hg.): Lessons Learned 2022, 3.
[2] M. Kuhtz, R. Kupfer, C. Kirvel, A. Hornig, N. Modler, M. Gude: Das Praktische im Virtuellen – digitale Lehre am ILK. In: S. Odenbach (Hg.): Lessons Learned 2021, 1. https://doi.org/10.25369/ll.v1i1/2.28
[3] J. Gurr: Methodensteckbrief: Aktives Plenum. Lüneburg 2018, www.leuphana.de/fileadmin/user_upload/portale/lehre/09_Support_und_Tools/01_Aktivierung_in_Grossveranstaltungen/Methodensteckbrief_Aktives_Plenum.pdf (letzter Zugriff: 16.06.2022)
[4] M von Amsberg. Aktives Plenum. YouTube-Video 2017, https://youtu.be/79czW4YS0ww (letzter Zugriff: 16.06.2022)

Opportunities of digital teaching in process control: flip the classroom, provide a level playing field, and integrate external experts

J. Mädler[1], I. Viedt[2], V. Khaydarov[1], J. Lorenz[2], L. Urbas[1,2]

[1] *Process Systems Engineering Group, Institute for Process Engineering and Environmental Technology, Faculty of Mechanical Science and Engineering, TU Dresden*
[2] *Chair of Process Control Systems, Institute for Automation, Faculty of Electrical and Computer Engineering, TU Dresden*

Introduction

Just as for many other chairs and professorships, the COVID-19 pandemic demanded a transfer of teaching into the digital space from the chair for Process Control Systems (PCS) and the Process Systems Engineering (PSE) group at TU Dresden. Many different lectures, exercises and even practical work of different class sizes (10 to 150 students) had to be transferred into a digital format. To achieve this, various teaching concepts have been adopted in synchronous and asynchronous formats, with videos or life lectures, with questions & answers (Q&A)-based or life exercises, etc. with varying degrees of success. Especially in small sized lectures with up to 30 students an asynchronous flipped classroom approach proved to be a valuable approach providing advantages over the previous conventional teaching style. For example, in the lecture "Theoretische Prozessanalyse" (First principles modeling) lecture content was now delivered based on lecture videos of 10-30 min utilizing MATLAB Live Scripts, which allow to present knowledge and code examples side by side. These materials had to be processed independently before the lecture date. The lecture date itself than was used for Q&A sessions regarding the lecture content. Exercises were carried out in a similar style.
The regulatory relaxation of the pandemic related measures than called for a transition of these online applied concepts into the regular, attendance-based teaching context of our universities based on lectures, exercises and practical work. We also wanted to take further advantage of the digital teaching formats and to continue to use the newly developed teaching materials. Therefore, we chose the lecture "Simulation und Optimierung" (SimOpt, engl.: Simulation and Optimization) in the module "Prozessführungssysteme" (engl.: Process Control Systems) as a use case to continue the development of our teaching concepts and applied for a Digital Fellowship to fund the revision of the lecture contents according to the digital teaching approach. SimOpt is an advanced interdisciplinary lecture consisting of lectures, exercises and a student project, which has to be carried out by the students in interdisciplinary groups of 3-5 students. In the following, the teaching concept and the results of the first implementation steps of our digital fellowship "Digitale, interdisziplinäre Lehre im MINT-Bereich (LIME) - Ausbildung der Ingenieure von Morgen" are presented.

Concept

The lecture SimOpt aims to achieve two main objectives:

1. Develop advanced skills in process control
2. Develop soft skills for interdisciplinary collaborative work in process control projects

To achieve these goals, the lecture is aimed at students in the study programs "Process Engineering and Natural Materials Technology", "Electrical Engineering", "Mechatronics", "Renewable Energy Systems" and "Information Systems Engineering" as an elective course. SimOpt consists of some lectures and exercises to teach knowledge and provide a level playing field for the heterogenous group of students. Furthermore, it contains a student project based on rather open project tasks, which is done in interdisciplinary

groups of 3-5 students. The student project aims to simulate a problem-solving task in an industrial environment by providing a real-world monitoring or control problem provided by the Process-to-Order Lab (P2O-Lab) or by an industrial partner. Important key features of the lecture are (1) the interdisciplinary character, (2) the small sized classes, and (3) advanced level.

In LIME, we aim to rethink the way how we provide a level playing field for the students. The new concept is based on digital teaching modules, which are used to provide knowledge in a flipped classroom approach. For this purpose, 12 individually digital teaching modules are designed addressing topics like e.g.: the basics of first principles modeling, hybrid semi-parametric modeling, multiple-input-multiple-output control (MIMO) and model-predictive control (MPC). Each digital teaching module consists of

- 1 motivational video
- 2-3 teaching videos recorded with a light board explaining the most important methods and concepts
- ~10 A4 pages providing further content for deeper understanding
- 2-3 exercise tasks implemented in MATLAB Grader

Furthermore, there will be a Q&A session related to each digital teaching module in which the lecturer will confront the students with suitable problems to solve them together.

The concept described above does allow to address the three key features of the SimOpt lecture in an elegant manner. Firstly, the digital teaching modules provide a measure for the interdisciplinary composition of the student group. Students of the study programs "Electrical Engineering", "Mechatronics", etc. can usually be expected to be highly skilled in control design and programming but lack knowledge regarding dynamic modeling of process systems. Meanwhile, "Process Engineering and Natural Materials Technology" students usually have a higher skill in process modeling but lack knowledge in control theory. The digital teaching modules will allow these individual groups to focus on their particular learning fields and promote self-paced learning. Secondly, the flipped classroom approach allows to make the most of the small sized class. In the past years, it became widely accepted, that flipped classroom concepts provide a great tool to attain mastery for students [1,2]. Lewin et al. [3] argue that students should be allowed "to experiment, get things wrong and understand why". Furthermore, they state that the student-staff contact time should mostly be used to work on problems cooperatively. The staff members should become mentors and motivators. Since this is easier to achieve with a low student to staff ratio, this suits the SimOpt lecture well. Thirdly, the development of digital teaching modules easily allows the integration of new topics from research, which can potentially be provided by external experts. Hence, this provides a suitable framework for an advanced lecture. In addition, some preparation work for the digital teaching materials can be outsourced to the external experts.

Implementation in the Digital Fellowship LIME

To revise the SimOpt lecture, the chair of PCS and the PSE group submitted a project proposal for a tandem Digital Fellowship funded by the Sächsisches Staatsministerium für Wissenschaft, Kultur und Tourismus (SMWK). The objectives of this funding program are [4]:

- Support the development of digital teaching and learning competencies
- Development and testing of innovative teaching and examination methods as well as digital teaching methodologies and tools
- Establish Open Educational Resources (OER) in teaching practice

A tandem Digital Fellowship is supported with 25.000 €. We spend this budget to purchase additional equipment and materials for our recording environment for the teaching videos. Furthermore, we pay external experts and some student workers who support us to develop the teaching materials. For LIME, we did retrofit the Usability for Process Industries (UPI) Lab of the chair of PCS. The lab was already equipped with furniture and recording equipment. Therefore, only little additional equipment was needed. This was important, since the Digital Fellowship funding cannot be spent to purchase

equipment which has to be inventoried. Furthermore, we contacted nine external experts in the field of process control asking for contributions to modeling, process monitoring, process control, etc. to date. The experts were chosen based on their reputation in the related topic. In example, we were able to interest Mr. von Stosch (see [5]) as a highly ranked expert in the field of hybrid semi-parametric modeling for this particular topic in our curriculum. We received eight answers to our initial contact e-mail. Seven of the experts were in principle interested to contribute to project. Currently, the contribution of three experts is fixed while we are still in negotiation with four additional experts. One expert did not answer to our e-mail, and one did reject to contribute due to the conditions. Overall, we recognized a high interest in collaborative digital teaching modules. Hence, we believe this concept provides a framework of high potential for collaborative teaching and exchange of teaching materials in the future. The funding of the Digital Fellowship furthermore did allow us to offer a compensation to the external experts. This is done based on work contracts and invoices. Overall, it can be stated, the compensation did not seem to be the main reason of the experts to decide to contribute or reject. Staff members of relevant expertise were paired with the external expert to support them by answering questions about the content and coordinate the formatting of the provided materials with the student workers. The student workers under supervision of the staff members were responsible for setting up the recording environment including software tools etc. Furthermore, they do the recording with the staff members or the external experts in our recording environment. Afterwards, they are responsible for the video editing. Furthermore, the student workers develop the MATLAB Grader tasks for the self-paced exercises in collaboration with the staff members and the external experts. We plan on publishing the teaching materials as open educational resources to be a role model for the digital teaching concept.

Conclusion

The COVID-19 pandemic accelerated the adoption of new teaching concepts like digital teaching materials (e.g.: lecture videos, etc.) in many chairs and professorships. The same is true for the chair of PCS and the PSE group at TU Dresden. After adopting multiple different teaching concepts for different lectures, a flipped classroom approach supported by digital teaching materials demonstrated its high potential especially for small to medium sized classes. It allows to maximize the student-staff contact time dedicated to problem-solving instead of information transfer. Furthermore, it allows to integrate contributions of external experts into the lecture program more easily. This is especially interesting for advanced courses, since new digital teaching modules on recent research developments can be developed in collaboration with the external experts. In addition, this approach can mitigate the workload of the teaching staff, since the external experts take a share of the required work. The overall interest of the experts contacted within the Digital Fellowship LIME into the collaborative development of digital teaching modules has been found to be high. Therefore, we are convinced that the approach of LIME shows potential for a wider adoption. Such collaborative development of teaching materials could be hosted by partnering chairs within universities or by the communities of the particular disciplines. For example, stakeholders in the European Committee for the Use of Computers in Chemical Engineering Education (EURECHA) of the Computers Aided Process Engineering Working Party (CAPE-WP) are currently developing a similar idea for the PSE community.

Acknowledgement

We would like to thank the Sächsisches Staatsministerium für Wissenschaft, Kultur und Tourismus (SMWK) for its kind support of the LIME project in the context of the Digital Fellowships. Furthermore, we would like to also thank the Process-to-Order Lab (P2O-Lab) for providing project tasks for the SimOpt student projects.

Literature

[1] Bloom, B. S. (1968). Learning for Mastery. Instruction and Curriculum. Regional Education Laboratory for the Carolinas and Virginia, Topical Papers and Reprints, Number 1. Evaluation comment, 1(2), n2.

[2] Lewin, D. R., Cameron, I. T., Kondili, E., Léonard, G., Soheil Mansouri, S., Martins, F. G.,

Ricardez-Sandoval, L., Sugiyama, H., Zondervan, E., 2022, Agile Process Systems Engineering (PSE) education – 1. What should be taught to achieve desired outcomes mastery by graduates?, Montastruc, L., Negny, S. (Eds.), Book of Abstracts of the 32nd European Symposium on Computer Aided Process Engineering (ESCAPE32), Toulouse, France.

[3] Lewin, D. R., 2022, You have nothing to lose: Worry-free flipping for PSE, Montastruc, L., Negny, S. (Eds.), Book of Abstracts of the 32nd European Symposium on Computer Aided Process Engineering (ESCAPE32), Toulouse, France.

[4] Bildungsportal Sachsen. (o. D.). Digital Fellowships. Abgerufen am 21. Juni 2022, von https://bildungsportal.sachsen.de/portal/parentpage/projekte/digital-fellowships/

[5] Glassey, J., & von Stosch, M. (2018). Hybrid Modeling in Process Industries. CRC Press. https://books.google.de/books?id=TQpQDwAAQBAJ

Die SLUB Dresden als hybrides Lernzentrum im Projekt VirTUos

J. Meyer

Sächsische Landesbibliothek – Staats- und Universitätsbibliothek Dresden (SLUB), Dresden

Als Universitätsbibliothek der TU Dresden unterstützt die SLUB deren Entwicklung eines hybriden Lehrangebotes, das analoge und digitale Settings mit den Prinzipien von Offenheit und Nachhaltigkeit vereint. Das digitale Lernen und Lehren an der TU Dresden erhält mit dem neuen Programm „virTUos" (***Vir**tuelles Lehren und Lernen an der* **TU** *Dresden im* **O***pen* **S***ource-Kontext)* eine klangvolle Stärkung, die Betonung liegt auf der Endung -OS.

In einer Wissen(schaft)skultur unter den Vorzeichen der Digitalität sehen sich Institutionen in Lehre, Forschung, Bildung und Vermittlung vor neue Anforderungen und Ansprüche gestellt. Mit der 2012 veröffentlichten Open Access-Resolution haben die Technische Universität Dresden (TUD) und Sächsische Landesbibliothek – Staats- und Universitätsbibliothek Dresden (SLUB) ein starkes Bekenntnis zu Offenheit und freier Verfügbarkeit wissenschaftlicher Publikationen formuliert und seitdem gelebt. Das Motto der SLUB Strategie 2025 „Wissen teilen – Menschen verbinden" impliziert, dass ein solches Bekenntnis auch für offene Lehr- und Lernmaterialien nötig ist. Die Rahmenbedingungen dafür möchten die SLUB und das Zentrum für interdisziplinäres Lehren und Lernen (ZiLL) mit Unterstützung zahlreicher Wissenschaftler:innen an der TUD schaffen. Lehr- und Lernmaterialen, die an der TUD zum Einsatz kommen, werden als Open Educational Resources (OERs) frei verfügbar, öffentlich zugänglich und barrierefrei gestaltet sein. Offenheit als Handlungsmaxime ist einer der strategischen Leitsätze der SLUB. Wir entwickeln selbst bibliotheksspezifische Fortbildungsangebote in offener und digitaler Form. Wir indizieren die Metadaten von OERs und sichern deren Katalogisierung, um die international gültigen FAIR-Kriterien zu erfüllen: Findable, Accessible, Interoperable, Re-usable. Den Lehrenden an der TU Dresden bieten wir Unterstützung beim Lizenzmanagement und bei technischen Fragen im Zuge der Erstellung und Veröffentlichung eigener OERs. Unsere Angebote im Bereich OER bündeln wir in Form von Weiterbildungen und persönlichen Beratungen in unseren analog, digital oder hybrid organisierten Labs. Das ZiLL unterstützt innovative Vermittlungsformen auf zeitgemäßen Kommunikationsforen zwischen Lehrenden und Lernenden. Dazu gehört auch die didaktische Konzeption von OERs an der TU Dresden. Wir konzipieren unterschiedliche Beratungs- und Unterstützungsangebote. Diese reichen von einer persönlichen Beratung bis hin zu Webinar- und Workspaceformaten. Auch die Veranstaltung von Community- und Austauschformaten sehen wir für die verstärkte Nutzung von OERs als sinnvolle Unterstützung. Als Wissenschaftler:innen zielen wir in einer digitalen Wissenschaftskultur zum einen darauf, dass erarbeitetes Wissen für alle zur Verfügung steht – OERs spielen dabei eine wichtige Rolle. Andererseits wird in komplexer werdenden Lehr- und Forschungskontexten eine konstruktive Zusammenarbeit von Lehrenden und Lernenden unter einer gemeinsamen Zielsetzung in neuen communities of practice sehr wichtig dafür sein, welche Bedeutung Lehr- und Forschungsstand-orte in der internationalen Hochschul-landschaft in Zukunft haben können. Mit einem anzustrebenden Übereinkommen zu OERs legen wir einen Grundstein für die Beiträge aus Lehre und Forschung in Bildung und Vermittlung zur Wissens-gesellschaft des 21. Jahrhunderts

Digital learning as an innovative way to improve the quality of International Higher Education and sustainability

"Water Security and Global Change" Master Programme

F. Aljanabi[1], J. Stamm[2]

[1] *ABCD-Centre Project Coordinator, , Institut für Wasserbau und Technische Hydromechanik (IWD), Fakultät Bauingenieurwesen, TU Dresden*
[2] *Chair Hydraulic Engineering, Institut für Wasserbau und Technische Hydromechanik (IWD), Fakultät Bauingenieurwesen, Bereichssprecher Bau und Umwelt, TU Dresden*

Background

The German Academic Exchange Service (DAAD) has been funding the establishment of four Global Centres for Climate and Environment. Since May 2021, funding is provided for the establishment of the "Global Water and Climate Adaptation Centre. Aachen, Bangkok, Chennai, Dresden (ABCD-Centre)".
ABCD-Centre not only promotes the mobility of young researchers and provides scholarships for master's and doctoral students, but also develops a new joint international MSc.-programme on the subject of "Water Security and Global Change". In order to effectively counter the effects of the pandemic and to further optimize future exchange in research and teaching, great emphasis will be placed on the implementation and further development of digital formats. Furthermore, a network is to be established with three other Global Centers for Climate and Environment, and with the four Global Centers for Health and Pandemic Prevention, which have been established at the same time. The topic of water obviously plays a central role and it builds on the internationally renowned expertise and the resources available in the field of construction and the environment at the TU Dresden and the partners involved. For example, the existing international MSc-programme "Hydroscience and Engineering" and "Tropical Forestry" at TU Dresden and the MSc.-programme "Engineering Geohazards" at RWTH Aachen University are being integrated into the Centre's training portfolio. The exchange of students, doctoral candidates, and lecturers is intended to create an effective network to stimulate further research projects, but also to pave the way for a successful transfer of knowledge and technology with the involvement of business, politics, and civil society.

Introduction

The project partners, RWTH Aachen University (RWTH), Asian Institute of Technology Bangkok (AITB), Indian Institute of Technology Madras (IITM), United Nations University – Institute for Integrated Management of Material Fluxes and of Resources (UNU-FLORES) and Technische Universität Dresden (TUD) are jointly established the Global Water and Climate Adaptation Centre (ABCD-Centre). Tackling global challenges of water security and adaptation to a changing climate is at the core of the Centre's agenda (Fig.1). ABCD-Centre partners will create a new global Master programme that requires (i) the development of a new curriculum among all partners, (ii) the identification of suitable existing modules and the development of new contents, (iii) prepare a 4-semester study plan, (iv) accrediting the new MSc.-programme and the definition of formalities among four universities in three countries, to achieve a joint programme for Master students. At planning level the Master programme curriculum and syllabus shall be designed and the suitable lecturers shall be selected. Focal topics are planned to include: (i) safe water supply for various use sectors, (ii) healthy ecosystems to ensure a functional water cycle, and (iii) resilience to extreme climate events and their impact on water security. The MSc.-programme will combine the expertise of all project partners towards an integrated and holistic approach, serving the needs of national and regional stakeholders.

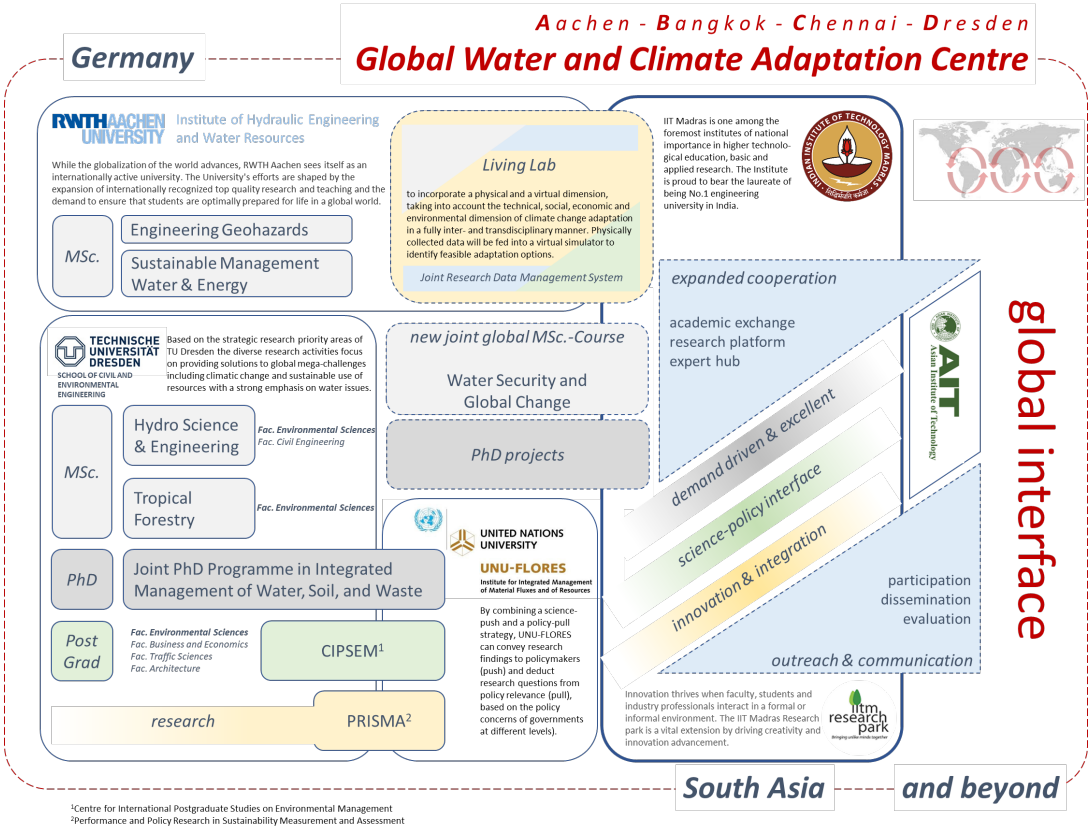


Fig. 1: Institutional framework and integrated academic exchange and research of all institutions associated with the ABCD-Centre

The programme will have a modular structure that includes a mobility window for study abroad and options for specializations. At implementation level, modules of the MSc.-prog. shall be taught by national experts. Internships and Master theses will be conducted in close cooperation with selected companies, governmental agencies and NGOs. The organisational level will cover the coordination of student mobility as well as the development and implementation of communication-, dissemination- and marketing strategies and their implementation. In this effort, the ABCD-Centre increasingly uses and promotes digital formats of global exchange: worldwide cooperation and mobility are being developed in a future-oriented manner thanks to the application of new technologies and virtual possibilities. The establishment of the ABCD-Center will make a significant contribution to the further development of the TU Dresden as a global university for the 21st century and contribute to tackling global challenges with excellent research and innovative teaching.

Exploiting the Inclusive Potential of Digitalization

The Centre will act as a bridge between the existing networks of the project partners and the newly created Global Centres by making use of digital means. Learning from the experiences gained during the corona pandemic, the digital nature of live events has changed the way global connections are made. The focus is on SDG-related issues with relevance to water security, climate change and food security.

Strengthening Digital and Climate-Friendly Research Infrastructure

Accounting for the lessons learned during the corona pandemic and due to the imperative of reducing travel-related emissions, the partners will set up a digital research and teaching infrastructure, including digital labs and digital classrooms. This will enrich the quality of research and teaching. In addition, a fast and open communication between students, supervisors and researchers will be promoted by the use of digital infrastructures. Today's students are digital natives and

skilled in the use of digital platforms. Open-source software, such as the one developed under the DAAD-funded "MyScore"15 project will be employed (Fig. 2). To enable a socially inclusive and climate-friendly dissemination of research results, the production of online videos translating research outputs into the local languages and various social media activities are planned.

Fig. 2: Example of MyScore (Mobility System Cooperation in Higher Education) application in a virtual water laboratory environment at RWTH Aachen.

Acknowledgement

The project is funded by the DAAD with funds from the Federal Foreign Office.

The DAAD is continually expanding its knowledge on the relationship between sustainable development, higher education, internationalization and digitalisation. It works to identify potential synergies, produces relevant knowledge and advises universities, partners and political decision makers on issues of sustainability in the higher education and research sector.

Sächsisches Verbundprojekt D2C2 „Digitalisierung in Disziplinen Partizipativ umsetzen :: Competencies Connected"

Ein Einblick in den Schwerpunkt „(Teil-) Digitalisierte Werkstätten und Labore"

J. Franke, G. Wegner

Zentrum für Interdisziplinäres Lernen und Lehren, TU Dresden

1. Zusammenfassung

Seit Beginn der Covid-19-Pandemie mussten deutsche Hochschulen aufgrund von Kontaktbeschränkungen schnell ihre Wandelbarkeit und Flexibilität beweisen: Auch die Lehre in Werkstätten und Laboren musste innerhalb kürzester Zeit entweder ganz in den digitalen Raum verlegt oder teildigitalisierte Möglichkeiten der Partizipation geschaffen werden. Als praxisorientierter Raum betraf diese Entwicklung die Lehre in Werkstätten und Laboren in besonderem Maße und brachte eine Vielzahl an spezifischen Fragen und Problemstellungen mit sich.
Das Verbundprojekt „D2C2 – Digitalisierung in Disziplinen Partizipativ Umsetzen :: Competencies Connected", welches von der Stiftung Innovation in der Hochschullehre gefördert wird, setzt es sich zum Ziel, aus den Erfahrungen der vergangenen Jahre zu lernen und Digitalisierung in der Lehre evidenzbasiert weiterzuentwickeln. Kollaborativ widmen sich zehn sächsische Hochschulen sowie die BA Sachsen zentralen Herausforderungen (teil-)digitalisierter Lehre. Im Rahmen dieses Verbundprojektes fokussiert die TU Dresden gemeinsam mit der HTW Dresden die Lehre in (teil-)digitalisierten Laboren und Werkstätten. Durch eine intensive Recherche sowie die breite Vernetzung mit anderen Hochschulen versuchen wir im Teilprojekt einen möglichst vielseitigen Austausch von Expertisen und Erfahrungen zu ermöglichen, der es uns letztendlich erlaubt, sogenannte „good practice" Beispiele für die Lehre in (teil-)digitalisierten Laboren und Werkstätten zu sammeln und für andere Lehrende aufzubereiten. Ziel ist es, die Bedarfe sächsischer Studierender und Lehrender aufzugreifen und letztere aktiv dabei zu unterstützen, ihre Lehre in Laboren und Werkstätten weiterzuentwickeln. Dies soll im Sinne einer didaktisch fundierten, qualitativ hochwertigen und zukunftsträchtigen Ausbildung der Studierenden sowie unter Berücksichtigung von Aspekten der Nachhaltigkeit und Ressourceneffizienz geschehen.

2. Hintergrund

Die Pandemie stellte im besonderem Maße Lehrende und Studierende in Laboren und Werkstätten vor spezifische Herausforderungen. Nicht zuletzt zeichnet sich die Lehre in Laboren und Werkstätten dadurch aus, dass sie Studierenden die Möglichkeit bietet, selbst praktisch tätig zu werden und dabei Wissen zu erwerben. Diese Verknüpfung von Praxis und Theorie stellt ein spezielles Charakteristikum dar, welches wiederum eine spezifische Kombination didaktischer Überlegungen zur Folge hat. Diese ergeben sich zum einem durch die Verankerung im physischen Raum, der fachspezifischen Werkstatt beziehungsweise des fachspezifischen Labors. Zum anderen müssen Lehrende und Studierende die dem Lehr-Lern-Raum zugehörigen Prozesse beachten, die beispielsweise durch chemische oder physikalische Reaktionen und technische oder gestalterische Verfahren gekennzeichnet sind. Aus den spezifischen Tätigkeiten, welche Studierende hier erlernen und einüben sollen — beispielsweise das Experimentieren, Synthetisieren, Konstruieren und Modellieren — ergeben sich besondere Herausforderungen, welche Fragen der Digitalisierung in

diesen Fächern auf besondere Weise prägen. Doch auch die allgemeineren Lernziele sind umfangreich und vielgestaltig. Sie reichen von handlungsorientierten Kompetenzen über kreatives Denken bis hin zu Teamfähigkeit und Verantwortungsbewusstsein [1].
Auch abseits der pandemiebedingten Entwicklungen übt die zunehmende Digitalisierung der Berufswelt sowie der Forschung und Lehre einen Modernisierungs- beziehungsweise Innovationsdruck auf diese Lehr-Lern-Formate aus [2]. In der Tat wird digitalisierten Arbeitsabläufe in Werkstätten und Laboren längst kein Seltenheitsgrad mehr beigemessen. So wird beispielsweise der Begriff Remote-Labor (i.e. Fernlabor; [3]) seit circa 30 Jahren zur Charakterisierung von realen Laboraufbauten verwendet, welche mittels Hardware automatisiert und über das Internet oder Telekommunikation zur Verfügung gestellt werden [4]. Die Weiterentwicklung von Technologien sowie veränderte Tätigkeitsprofile in der Berufswelt verlangen ein generelles Umdenken an den Hochschulen. Die Digitalisierung der Lehre in diesem Bereich gewann in den letzten Jahren auch aus diesem Grund zunehmend an Bedeutung.
Verschiedene Netzwerke und Projekte an deutschen Hochschulen sind im Zusammenhang mit digitalen beziehungsweise Online-Laboren entstanden, unter anderem die Forschungsprojekte Open Digital Lab for You (DigiLab4U), CrossLab, DistLab, MINT-VR-Labs und SHELLS. Neben diesen gibt es zahlreiche Einzelprojekte an Hochschulen bzw. einzelnen Instituten sowie Projekte aus Wirtschaft und Industrie, z.B. die kommerziellen Internetplattformen Labster und LabsLand. Die genannten Beispiele widmen sich jedoch überwiegend den technischen Herausforderungen virtueller Laborsettings. Didaktische Gesichtspunkte sind zumeist sekundärer Natur. Daher sehen wir unsere Aufgabe in der Erfassung didaktischer Herausforderungen und Bedarfe sowie in der Erarbeitung nachhaltiger Lösungen in Zusammenarbeit und unter verstärkter Vernetzung von Lehrenden, Studierenden und Expert:innen auf dem Gebiet (teil-)digitalisierter Werkstätten und Labore.
Vor Ort an der TU Dresden bilden Labor- und Werkstattpraktika einen traditionell hohen Anteil aller Lehr-Lern-Formate in den technischen und naturwissenschaftlichen Studiengängen. Das Werkstattformat findet zudem starke Verbreitung in künstlerischen und gestalterischen Studiengängen. Der Laborbegriff wiederum wird zunehmend ausgeweitet und auf Studiengänge wie die Informatik, aber auch Gesundheits- und Sozialwissenschaften übertragen. In letzteren finden sich die sogenannten Skills Labs, welche Trainingslabore für die Einübung berufsrelevanter Tätigkeiten darstellen und ebenfalls im Projekt untersucht werden sollen.

3. Projektziele

Das Teilprojekt „(teil-)digitalisierte Werkstätten und Labore" fokussiert Studierendenpraktika in den Lehr-Lern-Werkstätten und Lehr-Lern-Laboren der grundständigen Ausbildung. Die Zielgruppe sind Lehrende und Studierende in bereits (teil-)digitalisierten Lehrveranstaltungen. Der Grad der Digitalisierung sowie die Ebenen der Digitalisierung mögen hier stark variieren: von der bloßen Einbettung der Versuchsanleitungen in das universitäre Lernmanagement-System bis hin zur vollständigen Digitalisierung der Praktikumsversuche im Rahmen eines virtuellen Praktikums. Hierbei richten wir ein Augenmerk auf allgemeine didaktische, sowie rechtliche und technische Voraussetzungen, welche zur effektiven und nachhaltigen Einbettung digitaler Elemente in die Lehre führen. Um zu gewährleisten, dass unterschiedliche Bedarfe und Standpunkte in unsere Arbeit integriert werden, untersuchen wir Fachbereiche mit unterschiedlichen primären Lernzielen in Werkstätten und Laboren: von den Ingenieurwissenschaften über Kunst und Gestaltung bis hin zu Sozial- und Gesundheitswissenschaften.
Wie oben geschildert, werden die Ansprüche an die Digitalisierung zunehmend fachspezifischer und machen es notwendig, die Lehre in diesen Fächern entsprechend anzupassen. Bisher gibt es jedoch kaum Möglichkeiten der Weiterbildung hinsichtlich fachspezifischer, didaktischer Belange in (teil-)digitalisierten Werkstätten und Laboren. Unser Projekt setzt hier an, analysiert wesentliche Bedarfe und möchte zu einer noch stärkeren Vernetzung von Lehrenden und Studierenden beitragen. Aus der Ist-Stand Analyse und

Vernetzung heraus sollen gezielt Weiterbildungsmöglichkeiten für beide Gruppen entwickelt werden. Wir konzentrieren uns vorrangig auf Errungenschaften und Erfahrungen, die Lehrende und Studierende in den vergangenen Jahren gesammelt haben (lessons learned) und möchten diese in strukturierter Form mit anderen Lehrenden und Studierenden teilen. Prämissen bei der Verbreitung und Weiterentwicklung didaktischer Konzepte sind die Abwägung der Indikation, die effektive Ressourcennutzung sowie die exakte Abstimmung von Lernzielen, Lernmethoden, technischer Umsetzung und eingesetzter Prüfungsformate (vgl. Construtive Alignment).

Die Ziele des D2C2-Teilprojektes lassen sich demnach in fünf Kategorien unterteilen und spiegeln sich gleichsam in den geplanten Projektarbeitsschritten wieder. Zunächst werden Herausforderungen, welche mit (teil-)digitalisierten Werkstatt- und Laborpraktika einhergehen, identifiziert. Es folgt eine zweite Phase, in welcher Lehrende, Studierende sowie weitere Expert:innen der jeweiligen Fachgebiete Lösungen zur Bewältigung dieser Herausforderungen miteinander teilen bzw. gemeinsam neu erarbeiten. Diese Lösungsansätze werden im Anschluss greifbar gemacht und als Weiterbildungsformate allen sächsischen Lehrenden und Studierenden zur Verfügung gestellt. Einzelne Lehrende, die diese Angebote wahrgenommen haben, erhalten in einem nächsten Schritt von uns individuelle Unterstützung bei der Weiterentwicklung und Erforschung ihrer Lehre. Abschließend werden die Ergebnisse dieser individuellen Teststudien sowie die Erkenntnisse des gesamten Projektes als Publikationen veröffentlicht und einem breiteren Publikum zugänglich gemacht.

4. Herangehensweise

Das Teilprojekt wird in Kooperation mit der HTW Dresden umgesetzt. Im Rahmen regelmäßiger Treffen erfolgt eine enge Abstimmung zwischen den Mitarbeiter:innen der TU Dresden und der HTW. Den Grundsätzen des Prinzipes „Students as Partners" (SaP) folgend wird neben den vier hauptverantwortlichen Mitarbeiterinnen viel Wert auf die aktive Einbeziehung studentischer Mitarbeiter:innen in die Projektentwicklung und Durchführung gelegt [6]. Um eine wirkliche Teilhabe und aktive Teilnahme der Studierenden an allen Projektschritten zu ermöglichen, begeben wir uns im Projektverlauf regelmäßig in eine systematische Reflektion und versuchen unsere jeweilige Situiertheit so kritisch wie möglich zu betrachten, um Hierarchien innerhalb unserer Projektarbeit abzubauen [7]. Auch über das Thema der studentischen Partizipation hinaus streben wir an, unser eigenes Handeln systematisch zu beobachten und auszuwerten. Gemäß des Ansatzes „Scholarship of Academic Development" soll die Auswertung konkret dazu dienen, die durchlaufenen Projektschritte nachträglich zu beurteilen und daraus zukünftige Handlungsempfehlungen für die eigene Arbeit und andere Akteur:innen im sogenannten „third space" abzuleiten [8].

Die Einteilung der Arbeitsschritte orientiert sich am Ansatz des Design Thinking, ein methodologischer Ansatz, der zum Lösen komplexer Problemstellungen und zur Entwicklung neuer Ideen genutzt wird und sich an den Bedürfnissen der Anwender:innen beziehungsweise Nutzer:innen orientiert. In unserem Projekt soll der Nutzen primär den Studierenden und Lehrenden und folglich der allgemeinen Lehrentwicklung an sächsischen Hochschulen zu Gute kommen. Im ersten Arbeitsschritt wird das Thema der (teil-)digitalisierten Praktika im Rahmen einer Literatur- und Netzwerkrecherche, Fokusgruppeninterviews sowie einer sachsenweiten Umfrage unter Lehrenden und Studierenden von uns intensiv analysiert. Durch die Etablierung fachspezifischer Professional Learning Communities (fPLC) schaffen wir gemeinsam mit den Kolleg:innen aus dem Gesamtverbund D2C2 den Rahmen, um orts- und fachspezifische Herausforderungen in der Lehre vertieft besprechen sowie bereits bestehende innovative Lehrkonzepte näher betrachten zu können [9].

Im zweiten Arbeitsschritt unterstützen wir im Teilprojekt „(teil-)digitalisierte Werkstätten und Labore" den schwerpunktspezifischen Austausch zwischen Lehrenden, Studierenden und Expert:innen durch verschiedene Veranstaltungsformate: hierzu zählen traditionellere Weiterbildungsformate sowie die Durchführung eines Hackathon und die Einführung einer sogenannten „Werkstatt- und Laborpause", die als niedrigschwelliges Angebot dem regelmäßigen Austausch dienen soll. Wir zielen auf einen fachinternen

Austausch zum einen sowie eine interdisziplinäre Auseinandersetzung zum anderen.
Aufgrund der Komplexität des Themas setzen wir auf Grundlage unserer Recherche- und Netzwerktätigkeiten inhaltliche Schwerpunkte für den geleiteten Ideenfindungsprozess im Rahmen unserer Veranstaltungen. Die erarbeiteten Ergebnisse werden durch uns aufgearbeitet und für ein breites Publikum greifbar gemacht. Neben themenspezifischen Workshops für Lehrende werden wir Handreichungen und Videos erarbeiten, welche als OERs über das Gesamtprojekt D2C2 zur Verfügung gestellt werden. Lehrende, welche ihr eigenes Labor- oder Werkstattpraktikum weiterentwickeln möchten, bieten wir eine fachkundige Begleitung und Beratung nach den Grundsätzen des Scholarship of Teaching and Learning (SoTL) an. Scholarship of Teaching and Learning bezeichnet dabei laut Ludwig Huber die „wissenschaftliche Befassung von Hochschullehrenden in den Fachwissenschaften mit der eigenen Lehre und/oder dem Lernen der Studierenden im eigenen institutionellen Umfeld durch Untersuchungen und systematische Reflexionen mit der Absicht, die Erkenntnisse und Ergebnisse der interessierten Öffentlichkeit bekannt und damit dem Erfahrungsaustausch und der Diskussion zugänglich zu machen." [10]. Die Ergebnisse einzelner SoTL-Untersuchungen im Rahmen unseres Projektes werden dementsprechend entweder in fachspezifischen oder hochschuldidaktischen Fachjournalen veröffentlicht und darüber hinaus einer breiten Öffentlichkeit im Sinne einer modernen Wissenschaftskommunikation über Social Media und andere leicht zugängliche Kanäle zur Verfügung gestellt. Unter anderem werden Lehrende für den HDS-Podcast „Trafohaus//Lehre" oder für diverse Blogbeiträge interviewt. Nicht zuletzt sollen sie auch dazu ermutigt werden, selbst Blogbeiträge über ihre Erfahrungen mit digitalen Lehr-Lern-Settings zu verfassen. Das Projekt steht somit ganz im Sinne des Austausches und beginnt sowie endet mit diesem.

Literatur

[1] Feisel, L. D.; Rosa, A. J. (2005). The Role of the Laboratory in Undergraduate Engineering Education. *Journal of Engineering Education 94* (1), 121–130. doi:10.1002/ j.2168–9830.2005.tb00833.x.

[2] Terkowsky, C.; May, D.; Frye, S.; Haertel, T.; Ortelt, T. R.; Heix, S.; Lensing, K. (Hg.) (2020). *Labore in der Hochschullehre - Didaktik, Digitalisierung, Organisation*. Bielefeld: wbv. https://doi.org/10.3278/6004804wI.

[3] Thoms, L.-J. (2019). *Spektrometrie im Fernlabor: Wirkung von Informationsdarbietungen beim forschenden Lernen*. Wiesbaden: Springer Fachmedien Wiesbaden. https://doi.org/10.1007/978-3-658-25708-8

[4] Ortelt, T. R.; Terkowsky, C.; Schwandt, A.; Winzker, M.; Pfeiffer, A.; Uckelmann, D.; Hawlitschek, A.; Zug, S.; Henke, K.; Nau, J.; May, D. (2021). *Die digitale Zukunft des Lernens und Lehrens mit Remote-Laboren.*

[5] Haertel, T.; Frye, S.; Schwuchow, B. & Terkowsky, C. (2017). CreatING: Makerspace im ingenieurwissenschaftlichen Studium. Synergie Fachmagazin für Digitalisierung der Lehre (4), 20–23. Verfügbar unter https://d-nb.info/1147778809/3 [21.06.2022].

[6] Healy, M.; Flint, A.; Harrington, K. (2014). *Engagement through partnership: students as partners in learning and teaching in higher education*. The Higher Education Academy. https://www.heacademy.ac.uk/sites/default/files/resources/engagement_through_partnership.pdf [21.06.2022].

[7] Sekyra, A.; Lewe, M. T. (2022). The potential of systematic reflection on one's positioning: A feminist perspective on the Students-as-Partners-approach. *International Journal for Students as Partners* 6(1). https://doi.org/10.15173/ijsap.v6i1.488.

[8] Eggins, H.; Macdonald, E. (2003). *The Scholarship of Academic Development.* Buckingham: Open University Press.

[9] DuFour, R. (2004). What is a "Professional Learning Community"? Educational Leadership 61 (8), 6-11. https://www.siprep.org/uploaded/ProfessionalDevelopment/Readings/PLC.pdf [21.06.2022].

[10] Huber, L. (2014), Scholarship of Teaching and Learning: Konzept, Geschichte, Formen, Entwicklungsaufgaben. In L. Huber, A. Pilniok, R. Sethe, B. Szczyrba & M. P. Vogel (Hrsg.). *Forschendes Lehren im eigenen Fach: Scholarship of Teaching and Learning in Beispielen* (S. 19–36). Bielefeld: W. Bertelsmann, S. 21.

Lange Nacht des Schreibens, Makerspace Meet up!, Lessons in Open Science: Bibliothekspädagogische Angebote in den SLUB Labs unter Pandemiebedingungen

A. Santner, K.-M. Würzner, M. Jähne & J. Tiepmar

Abteilung 4: Benutzung & Information, SLUB Dresden

Einleitung

Wissenschaftliche Bibliotheken sind Orte der – im besten Fall partizipativen – Wissensarbeit. Sie vermitteln ihren Nutzenden den Zugang zu Information in vielfältiger Form und schaffen damit wichtige Rahmenbedingungen für die Generierung neuer Erkenntnisse. Die Unterstützung Forschender und Studierender beschränkt sich dabei nicht auf die bloße Verteilung von Information, sondern umfasst methodische Beratung bei der Kontextualisierung und Nutzung selbiger. Die Anforderungen an wissenschaftliche Bibliotheken sind dabei in den vergangenen Jahren stark gestiegen: Die zunehmende Digitalisierung des Wissenschaftsbetriebes bringt neue Zugänge zu Wissen und Methoden der Wissensarbeit mit sich, die sich in der Vielfalt pädagogischer Arbeit von wissenschaftlichen Bibliotheken widerspiegeln. Die Sächsische Landesbibliothek – Staats- und Universitätsbibliothek Dresden (SLUB) reagiert auf diese Anforderungen unter anderem mit der Etablierung neuer Formate und Orte der partizipativen Wissensarbeit. Dieses Bestreben manifestiert sich am Deutlichsten in den bisher drei SLUB Labs: Dem SLUB Makerspace, dem SLUB TextLab und dem SLUB Open Science Lab. Alle SLUB Labs eint, dass sie als offene Werkstätten allen Nutzenden der SLUB frei zur Verfügung stehen und in ihrem spezifischen Angebotsportfolio weit über die traditionelle Mediennutzung hinausgehen. Buchbare und frei verfügbare Bereiche für Einzel- und Gruppenarbeit werden mit Beratungs- und Schulungsangeboten kombiniert, die jeweils durch offene Lehr- und Lernmaterialien gestützt werden. Der SLUB Makerspace widmet sich schwerpunktmäßig nicht-textuellen Materialien und ist mit einer umfangreichen Ausstattung an Werkzeugen und Arbeitsgeräten eine Werkstatt im engeren Sinne. Im SLUB TextLab können Nutzende ein ganzheitliches Angebot rund um wissenschaftliche und literarische Schreibarbeit in Anspruch nehmen, während das SLUB Open Science Lab Services rund um einen offenen, reproduzierbaren Forschungsprozess bündelt.

Die Konzepte der SLUB Labs zielten dabei bisher stark auf eine Präsenznutzung ab. Mit dem Beginn der Pandemie wurden diese größtenteils hinfällig bzw. mussten gänzlich oder teilweise neu aufgestellt werden. Im Folgenden beschreiben wir die vorgenommenen Anpassungen anhand dreier Beispiele, jeweils eines aus jedem SLUB Lab, berichten die jeweiligen *Lessons Learned* und diskutieren darauf aufbauend Erfolgskriterien, Good Practices und schlussendlich Empfehlungen für Konzeption und Durchführungen virtueller und hybrider, bibliothekspädagogischer Angebote.

Lange Nacht des Schreibens

Bereits seit einigen Jahren laden das Schreibzentrum der TU Dresden und die SLUB gemeinsam zur „Langen Nacht des Schreibens (LNDS)" ein, die normalerweise in Präsenz stattfindet. Im März 2020 fand die „Lange Nacht des Schreibens" erstmalig im neu eröffneten SLUB TextLab [1] als Vor-Ort Veranstaltung statt, bevor sie 2021 aufgrund der Covid-19 Pandemie in den virtuellen Raum verlagert wurde. Bereits diese erste digitale „Lange Nacht des Schreibens" zeigte, dass sich das Format durchaus erfolgreich ins Digitale übertragen lässt, zumal insbesondere in der Corona-Zeit viele Studierende das gemeinsame Schreiben und Arbeiten vermissen.

Eine digitale „Lange Nacht" bietet außerdem die Vorteile, dass physische Entfer-

nungen und Raumkapazitäten bei der Organisation kaum eine Rolle spielen. Im Jahr darauf ging die LNDS konsequenterweise einen Schritt weiter und nutzte diese Vorteile des Virtuellen zur überregionalen Kooperation. Drei Hochschulbibliotheken bzw. Schreibzentren aus den Reihen der TU9 organisierten die Veranstaltung gemeinsam und teilten ihre jeweiligen Kurs-, Vortrags- und Beratungsangebote, wodurch das Gesamtangebot qualitativ und quantitativ erweitert werden konnte: Die SLUB Dresden, das Schreibzentrum der TU Dresden, die ULB Darmstadt, das SchreibCenter der TU Darmstadt, die UB Stuttgart, sowie die Schreibwerkstatt der Universität Stuttgart luden am 3. März 2022 von 16 bis 0 Uhr erstmals gemeinsam zur „Langen Nacht des Schreibens" via Zoom [2].

Das vielfältige Programm aus Workshops, Vorträgen, einem moderierten Schreibraum und individueller Beratung wurde ergänzt durch Yoga und Augengymnastik sowie Ernährungsberatung und einen Vortrag zum Thema „Brainfood" [3]. Die aus der Kooperation resultierenden Synergien kamen in Form eines breiteren und besser auf ihre Bedarfe abgestimmten Serviceangebots somit allen Teilnehmenden zu Gute. Gemäß den strategischen Leitsätzen der SLUB, sich für Offenheit und den möglichst niedrigschwelligen Zugang zu Wissen einzusetzen, stand die „Lange Nacht" 2022 allen Interessierten offen, nicht nur den Angehörigen der drei organisierenden Universitäten.

Mit 578 Anmeldungen aus allen Teilen Deutschlands von 49 verschiedenen Hochschulen fand sich 2022 eine so große „Lange-Nacht Community" zusammen wie noch nie. 281 Anmeldungen und damit die weitaus größte Gruppe stellten Anmeldungen der TU Dresden dar. Die überwiegende Zahl der Teilnehmenden waren Studierende (n=400), gefolgt von Promovierenden (n=64). Insgesamt wurden im Rahmen der Veranstaltung 1427 Workshop-Teilnahmen und 30 Einzelberatungen gezählt.

Sowohl die hohen Teilnehmendenzahlen als auch die Ergebnisse der Evaluation (online-Fragebogen via ScoSciSurvey) zeigen, dass die gesetzten Themen von der Zielgruppe als relevant erachtet wurden: 90% der befragten Teilnehmer:innen gaben an, dass sich der Besuch der „Langen Nacht" für sie gelohnt hat, 96% würden die Veranstaltung wieder besuchen und unschlagbare 100% würden sie weiterempfehlen. Das online-Format wurde in der Evaluation mehrheitlich positiv erwähnt. Vereinzelten Kommentaren, die sich nächstes Jahr lieber ein Präsenzangebot wünschen, stehen etliche positive Erwähnungen gegenüber, die die bekannten Vorteile des virtuellen Formats loben:

> *„Besonders gut gefallen hat mir, dass es mit dem Online-Format möglich war, dass mehrere Universitäten und Schreibzentren die Lange Nacht zusammen organisieren konnten. So muss nicht jede/r für sich alles anbieten und man sieht, wie die anderen es machen. Ein großes Lob für diese gelungene Veranstaltung!"*

> *„... man hat sich trotz des Onlineformates mit anderen solidarisieren können, die in der gleichen Lage sind wie man selbst; ..."*

> *„… Mir hat besonders gefallen, dass ich mich jederzeit anders entscheiden, einen Raum verlassen und einen anderen betreten konnte."*

Neben der überregionalen Kooperation mit anderen TU9 Institutionen gab es 2022 noch eine weitere Neuerung im Vergleich zur digitalen „Langen Nacht" des Vorjahres: mit Angeboten zur gemeinsamen Pausengestaltung wurde einerseits dem pädagogischen Ansatz des TextLabs Rechnung getragen, der bewegtes Lernen und Schreiben sowie regelmäßige Phasen der Entspannung als unabdingbar für nachhaltigen Lern- und Schreiberfolg sieht. Andererseits verstärkten die gemeinsamen Pausen den „Eventcharakter" der Veranstaltung. Die Beteiligung war auch bei den Pausenangeboten sehr hoch: in drei vom DHSZ angeleiteten Yoga Sessions wurden verspannte Muskeln gelockert und Gedanken wieder in Schwung gebracht. Die angebotene Augengymnastik verzeichnete mit 91 Teilnehmenden gar die zweithöchste Teilnehmendenzahl des Abends. Auch im Evaluationsbogen wurden die Pausenangebote explizit genannt:

> *„Die Pausenangebote waren mir besonders wichtig, weil ich sie mir nicht gegönnt hätte, aber währenddessen gemerkt habe, dass ich sie ganz besonders brauchte."*

> *„Die Pausenangebote waren super, ich war auch sehr froh, dass es überhaupt Pausen gab und nicht zu viel parallel geplant wurde, ich habe von 16 Uhr bis 22:15 Uhr dauerhaft an Veranstaltungen teilgenommen. Außerdem habe ich mich*

sehr über die Kooperation zwischen den verschiedenen Unis gefreut, denn dadurch hat man mal Input von außen bekommen."

Neben lobenden Worten äußerten die befragten Teilnehmer:innen auch konstruktive Kritik und einige sehr konkrete Vorschläge, wie die Veranstaltung noch verbessert werden kann, etwa dass selbst im virtuellen Raum einige Minuten für den Wechsel von Workshop zu Pausenprogramm eingeplant werden sollten. Dadurch hat das Organisationsteam bereits Ideen und Anregungen für die nächste „Lange Nacht des Schreibens" gewonnen und will auch nächstes Jahr wieder gemeinsam die Nacht zum Text machen.

Makerspace „Meet up!"

Der SLUB Makerspace hat in seinem Serviceangebot neben den klassischen Öffnungszeiten als offene Werkstatt zusätzlich zahlreiche Veranstaltungsformate, wie beispielsweise das „Meet up!". Diese Veranstaltung findet monatlich statt, mit dem Ziel die Teilnehmer:innen in einer lockeren und ungezwungenen Atmosphäre einzuladen, um über Technologien und Werkzeuge des Makerspace zu sprechen und Anknüpfungspunkte für gemeinsame Vorhaben und Workshops zu finden. Um ein möglichst breites Publikum anzusprechen, ist eine Teilnahme ohne Vorkenntnisse möglich. Jedes „Meet up!" hat ein eigenes Thema und besteht aus dem Vortrag eines Experten/einer Expertin zu dem gewählten Thema und einer anschließenden Erprobungsphase verschiedener Beispielanwendungen [5].

„Meet up!" hat unter Pandemiebedingungen 7-mal als online und 2-mal als hybride Veranstaltung stattgefunden. Als ein Format das davon lebt, miteinander und durcheinander ins Gespräch zu kommen und, darüber hinaus, sich auch sehr oft physischen Objekten widmet, war es nicht ganz einfach dieses Format zu „digitalisieren". Technik ist am Objekt, z.B. an der Platine oder dem 3D-Druckteil, leichter zu erklären als in einem (unscharfen) Kamerabild. Wenngleich auch im Makerspace gute Technik bereitsteht, ist dies ggf. bei Onlineteilnehmern oft nicht der Fall. Der Austausch und das gegenseitige Zeigen sind daher sehr von den Fähigkeiten der Teilnehmenden abhängig. In der Online-Variante bzw. dem Online-Teil der hybriden Veranstaltung zeigte sich, dass Gruppenkommunikation viel stärker bewusst initiiert werden musste und nicht wie in Präsenz quasi von allein entstand. Außerdem konnte immer nur eine Person sprechen. Der quirlige kreative und bunte Austausch, der das Format „Meet up!" normalerweise charakterisiert, war online nur begrenzt möglich.

Für das Online Format spricht hingegen, dass damit auch Teilnehmende aus dem gesamten Bundesgebiet erreicht werden konnten. Auch Vortragende aus anderen Teilen Sachsens konnten ohne Reise- & Kostenaufwand teilnehmen. Dies ermöglichte Präsentationen, die unter anderen Rahmenbedingungen nicht möglich gewesen wären.

Als mögliche Lösungen für weitere online bzw. hybride Formate haben oder wird das Team im SLUB Makerspace weitere Leihtechnik anschaffen. Damit können Vortragende oder auch Teilnehmende sich vorher „ausrüsten", sprich leihen und dann in guten Licht-, Bild- und Tonverhältnissen an solchen Veranstaltungen teilnehmen. Viele Erkenntnisse aus den online Formaten fließen auch in den aktuellen Aufbau des AR/VR OER Labs und bilden die Basis für neue Veranstaltungsangebote rund um „Digitale und Hybride Veranstaltungen".

Lessons in Open Science

Im SLUB Open Science Lab werden Beratung, Schulung und Veranstaltungen rund um das Thema Open Science gebündeltmit dem Ziel Forschende bei der Transformation ihrer wissenschaftlichen Tätigkeit hin zu einer vollständig transparenten und reproduzierbaren Arbeitsweise zu unterstützen. Eine Reihe von jeweils 30-minütigen Vorträgen in aktuell zehn Themenbereichen, die in sehr grundlegender Art und Weise in Aspekte von Open Science einführen, wird zweimal pro Jahr, davon einmal im Rahmen der internationalen Open-Access-Week (OA-Week), angeboten. Die Themen reichen von Modellen des Open-Access-Publizierens über Empfehlungen für das persönliche Forschungsdatenmanagement bis hin zu Grundlagen der Creative-Commons-Lizenzfamilie.

Zeitpunkt	Modus	Anzahl Vorträge	Veranstaltungs-sprache	⌀ Zahl Teilnehmende
OA-Week 2019	in Präsenz	14	deutsch	10
August 2020	virtuell/in Präsenz	4/3	deutsch	15/10
OA-Week 2020	hybrid	5	deutsch	25 + 5
September 2021	virtuell	9	englisch	25
OA-Week 2021	virtuell	10	deutsch	8

Tabelle 1: Übersicht zu verschiedenen, einführenden Veranstaltungsreihen des SLUB OSL.

Untersetzt werden die Themen durch individuelle Beratungsangebote und, teilweise, durch begleitende Online-Tutorials. Seit dem Jahr 2021 wird die Veranstaltungsreihe als *Lessons in Open Science* (LiOS) geführt und vermarktet [6]. Beide Durchführungen fanden 2021 als virtuelle Veranstaltungen via Videokonferenzsoftware statt, wobei die Instanz im September in englischer und jene im Rahmen der OA-Week im Oktober in deutscher Sprache angeboten wurde. Um den Topos der Offenheit auch in der Veranstaltungsorganisation widerzuspiegeln, waren alle Termine ohne vorherige Anmeldung und ohne Beschränkung des Teilnehmendenkreises besuchbar. Beworben wurden und werden die LiOS über den Online-Veranstaltungskalender der SLUB sowie über deren Social-Media-Kanäle.

Die Nachfrage nach den LiOS variiert stark: Während einzelne Vorträge von über dreißig Personen besucht wurden, fielen andere mangels Zuhörender aus. Tabelle 1 gibt einen Überblick über die bisherigen Durchführungen. Bei einer Analyse der Teilnehmendenzahlen, die für dieses auf Vermittlung ausgerichtete Format als wichtiges Erfolgskriterium gewertet werden kann, ließen sich keine speziellen thematischen Präferenzen für einzelne Aspekte von Open Science feststellen. Vielmehr zeigte sich tendenziell, dass hohe oder geringe Nachfrage jeweils für die komplette Veranstaltungsreihe galt. Mit Blick auf den Veranstaltungsmodus empfiehlt es sich generell eine virtuelle Teilnahme zu ermöglichen, die normalerweise zu höheren Teilnehmendenzahlen führt. Eine Ausnahme war die OA-Week 2021. Hier war jedoch zum einen der Abstand zu den vorangegangenen LiOS vergleichsweise kurz. Außerdem war die Dauer der öffentlichen Bewerbung in diesem Fall deutlich kürzer als in den anderen.

Neben organisatorischen Faktoren wird die Teilnahmeintensität an Veranstaltungen zu einem überfachlichen Thema wie Open Science auch von externen Faktoren wie der Stärke des öffentlichen Diskurses beeinflusst. Open Science gerät zunehmend in den wissenschaftspolitischen Fokus und wird dank wachsender Anforderungen seitens der Gesetz und Fördermittelgeber einerseits und fortdauernder Aufklärungsarbeit wissenschaftlicher Interessensgemeinschaften andererseits immer mehr Teil des Arbeitsalltages von Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftlern. Dies war im Jahr 2019 in diesem Ausmaß noch nicht der Fall. Dadurch, dass Open Science „Trend" ist, steigt jedoch auch das Angebot entsprechender Einführungsveranstaltungen und Workshops. Eine erfolgreiche, sprich nachgefragte, Veranstaltung in diesem Bereich, muss somit nicht nur inhaltlich schlüssig und gut erreichbar, sondern auch hinreichend sicht- und kommunizierbar sein. Die Implementierung des Gesamtkonzeptes LiOS als „Vertriebsmarke" der einführenden Vermittlungsangebote des SLUB Open Science Labs zielt auf die Bedienung all dieser Erfolgsfaktoren ab.

Diskussion

Die Erfahrungen der vergangenen zweieinhalb Jahre in Bezug auf die Durchführung innovativer bibliothekspädagogischer Angebote unter Pandemiebedingungen lehren uns vor allem, dass die Faktoren für eine erfolgreiche Veranstaltungsdurchführung sich zwischen Vor-Ort- und virtuellen bzw. hybriden Angeboten nicht grundsätzlich unterscheiden: Sobald die

technische und organisatorische Infrastruktur funktional aufgesetzt und erprobt ist, kommt es auf hinreichendes Marketing, substantielle Vorbereitung und professionelle Durchführung an, ob eine Veranstaltung sowohl gut besucht als auch gut bewertet wird. Auch bei offen zugänglichen Veranstaltungen, kann eine Vorab-Anmeldung helfen, um die TN-Zahl im Vorfeld besser abzuschätzen und die Möglichkeit zur Kommunikation vor und nach der Veranstaltung und damit eine höhere „Kundenbindung" zu schaffen. Dies hat sich insbesondere bei der „Langen Nacht des Schreibens" bewährt, die pandemiebedingt in den letzten drei Jahren eine Wandlung von einem reinen Präsenzformat (2020) über ein studentisch-organisiertes virtuelles Format mit ausschließlich lokaler Ausrichtung (2021) hin zu einer virtuellen "Großveranstaltung" mit überregionaler Resonanz (2022) durchlief. Wenig überraschend stellt die online-Realisierung von Veranstaltungen wie dem Makerspace Meet up!, die einen größeren nicht-textuellen Bezug voraussetzen als die LiOS oder die LNDS, eine größere Herausforderung dar. Mit gezieltem Einsatz geeigneter Technik lässt sich aber auch hier ein Mindestmaß an Interaktion erreichen. Bei der Wahl des Veranstaltungsformats sollten daher, nach Möglichkeit, sowohl die Spezifik des Themas, insb. seine „Materialität", als auch die angestrebte Reichweite sowie die geographische Streuung der Zielgruppe berücksichtigt werden. Passende Pausenformate stärken bei reinen online-Veranstaltungen den „Eventcharakter" und beugen virtuellen Ermüdungserscheinungen vor. Insgesamt betrachten wir die anfangs aus der Not quasi von einem zum anderen Tag geborenen virtuellen Ersatzformate nicht mehr länger nur als solche: hybride und virtuelle Veranstaltungen können und werden in Abhängigkeit zur (Streuung der) Zielgruppe, dem Grad an Interaktion und Materialität sowie der (über)regionalen Einbettung ein wertvolles Instrument der innovativen bibliothekspädagogischen Vermittlungsarbeit in den SLUB Labs sein.

Literatur

[1] Vgl. Santner, A. (2020): „Das SLUB TextLab: Offene Werkstatt für analoge und digitale Textarbeit". BIBLIOTHEK – Forschung und Praxis 2020; 44(2): 148–157. Preprint unter https://doi.org/10.18452/21550 (aufgerufen am 1.7.2022).

[2] Ulrike Lengauer, Hannah Kempe & Anita Santner: „Die Nacht zum Text gemacht. Drei Bibliotheken bieten virtuelle >Lange Nacht des Schreibens> gemeinsam an" BuB - Forum Bibliothek und Information, 5/2022, S. 206-207.

[3] Das Programm der LNDS ist abrufbar unter https://tu-dresden.de/karriere/weiterbildung/zentrum-fuer-weiterbildung/schreibzentrum/lange-nacht-des-schreibens-2022 (aufgerufen am 4.7.2022).

[4] „WISSENSCHAFTLICHES SCHREIBEN FÜR VIELE EIN THEMA: DAS WAR DIE ERSTE ÜBERREGIONALE DIGITALE LANGE NACHT DES SCHREIBENS", https://tu-dresden.de/karriere/weiterbildung/zentrum-fuer-weiterbildung/schreibzentrum/aktuelles/das-war-die-erste-ueberregionale-lange-nacht-des-schreibens (aufgerufen am 1.7.2022).

[5] Vgl. Tiepmar et. al. (2017): „Wissen kommt von Machen. Zukunftsgestaltung in wissenschaftlichen Bibliotheken im Zeitalter der Digitalisierung". Preprint unter https://doi.org/10.18452/18647 (aufgerufen am 4.7.2022).

[6] Lessons in Open Science: https://www.slub-dresden.de/mitmachen/slub-open-science-lab/lessons-in-open-science.

Weiterentwicklung studentischer Digitalkompetenzen: Eine interdisziplinäre Perspektive

M. Krohn und A. Jantos

ZiLL - Zentrum für interdisziplinäres Lernen und Lehren, Technische Universität Dresden

Motivation

Welche Digitalkompetenzen benötigen Studierende im Umgang mit neuen Lehr- und Lernformaten? Diese Frage erforscht das Teilprojekt sTUDents, einem von insgesamt acht Teilprojekten im interdisziplinären Verbundprojekt virTUos, in dem neuartige Lehr-/Lernformate unter Einbezug u. a. von Gamification, VR-Technik und Robotik entwickelt werden.

Die Teilprojekte fördern dabei in vielerlei Hinsicht den Abbau von Barrieren. So ermöglichen mobile Roboter in den Teilprojekten PraktikaHybrid und TelePräsenz auch jenen Studierenden eine Teilnahme an Laborpraktika oder medizinischen Unterweisungen, die aufgrund von Kinderbetreuung oder Krankheit nicht vor Ort teilnehmen können. Sind Programmierkenntnisse nötig, um einen Roboter zu steuern? Erfordert die Bedienung spezielle Multi-Tasking-Fähigkeiten?

Vorgehen

Das Teilprojekt sTUDents extrahiert aus Interviews mit allen Teilprojekten jene Digitalkompetenzen, die von den jeweils involvierten Mitarbeitenden und Studierenden als notwendig für die zukünftige erfolgreiche Integration in den Hochschulkontext erachtet werden. Dabei spielen neben technische Digitalkompetenzen auch methodische und kommunikative Kompetenzen in digitalen Lehr- und Lernszenarien eine Rolle. Nachdem die Ergebnisse aus den Interviews in einem mehrstufigen Verfahren geclustert und entsprechend der Projektbedarfe priorisiert wurden, entstehen neue Formate zur Ausbildung bzw. Weiterentwicklung der zentralen Digitalkompetenzen.
An dieser Stelle setzt das Herzstück des Teilprojekts sTUDents an, indem Studierende gemäß des „Students as Partners"-Ansatzes von Beginn an in die Entwicklung der neuen Formate einbezogen werden und somit zielgruppengerechte Angebote schaffen. Dies ermöglicht und erfordert gleichzeitig einen weiteren Abbau von Barrieren: Wie gelingt es Hemmungen abzubauen, sodass sich Studierende jenseits von Hierarchieebenen und etablierten Strukturen einbringen? Diesem Anliegen widmen wir uns auf Augenhöhe mit einem großen studentischen Team.

Ergebnisse

Folgende Kompetenzen wurden in einem kreativen und interaktiven Prozess in einer interdisziplinären Gruppe von Studierenden und wissenschaftlichen Mitarbeiterinnen erarbeitet und iterativ mit etablierten Kompetenzmodellen abgeglichen [1,2]:

Abb. 1: Clusterung der Kompetenzen durch Studierende und Mitarbeitende

Digital Mindset

- Motivation in der digitalen Welt zu agieren
- Offenheit für den Einsatz von Technik, Bereitschaft für Neues, Berührungsangst abbauen
- Akzeptanz digitaler Formate
- Anpassungsfähigkeit an Veranstaltungen in medial unterschiedlichen Formaten

- Vertrauen in die Inhalte einer VR Session
- Eigeninitiative/ Eigenverantwortung für Lernprozesse
- Selbstwirksamkeit in digitalen Lernprozessen
- Vertrauen und gesundes Misstrauen in Quellen und Technik
- Digitales Feedback akzeptieren (z.B. bei der EKG Auswertung)
- Verständnis für Teilnehmende und deren Grenzen
- Grenzen setzen
- Umgang mit virtuellem Smog
- Medienresilienz
- Hilfe anfordern, eigene Grenzen erkennen
- Sensibilisierung für Notwendigkeit von Technikeinsatz auch nach der Pandemie
- Hemmnisse gegenüber ProfessorInnen abbauen
- Sichere Passwörter wählen
- Fehlerakzeptanz bei der Nutzung digitaler Werkzeuge
- Bereitschaft Roboter in die soziale Interaktion einzubinden
- Sich selbst digital organisieren

Technische Kenntnisse

- Umgang mit Lernplattformen (z. B. OPAL)
- Programmierkenntnisse
- Software- Entwicklungskompetenzen
- XML und HTML
- Digitalisierung von Texten und Bildern
- Maschinelle Analyse
- Umgang mit Suchmaschinen
- Datenanalyse, -aufbereitung, -visualisierung
- Datenorganisation und -auswertung mit MatLab
- Datenorganisation und -auswertung mit Python
- Umgang mit Datenbanken
- Textanalyse Software Sketch Engine
- Quellenorganisation
- Umgang mit MS Teams
- Umgang mit Virtual Reality Technik
- Realer vs. virtueller Raum - Kompetenzen den digitalen Raum einschätzen zu können
- Hineinversetzen in Roboterperspektive
- Technische Zusammenhänge verstehen
- Robotersteuerung im Raum
- Organisation von Outlook
- Textverarbeitung mit Word
- Textverarbeitung mit LateX
- Datenverarbeitung mit Excel

Virtuelle Zusammenarbeit und Kommunikation

- Webkonferenzen zweckmäßig nutzen
- Online präsentieren
- Konferenzen interaktiv gestalten
- Teilnehmende aktivieren
- Digitale Etiquette, Netiquette, Zoomiquette
- Empathische Kommunikation in einer Onlineberatung
- Professionelles, sicheres Auftreten im virtuellen Raum
- Sprache und Kommunikation in virtuellen und hybriden Settings
- Interkulturelle Kompetenzen, Toleranter Umgang, Verständnis für andere Kulturen
- Kommunikationshürden im virtuellen Raum überwinden
- Konfliktmanagement in virtuellen Medien
- Moderation in digitalen Settings
- Kompetenz im Feedback geben
- Präzise E-Mails verfassen
- Koordination digitaler Zusammenarbeit
- Digitales Projektmanagement
- Effizientes Arbeiten (Taggen, Liken, Miro-Board vorbereiten etc.)
- Einbinden externen Tools
- Umgang mit Social Media

Implikationen

Mit den hier gewonnenen Erkenntnissen werden im Projektkontext Artefakte zur Aus- und Weiterbildung von Digitalkompetenzen für Studierende entwickelt. Zunächst erfolgte eine Zusammenstellung geeigneter Methoden und Formate mit verschiedenen Kreativitätstechniken unter studentischer Perspektive [3].

Abb. 2: Formate und Methoden sowie die Verbreitungsstrategie – erarbeitet in einem kreativen Prozess mit Studierenden

Der weitere Entwicklungsprozess wird ebenfalls maßgeblich von Studierenden selbst gestaltet, weiterhin erfolgt eine Orientierung an Studien zu nachweislich lernförderlichen bzw. von Studierenden bevorzugten Lehr-/Lernformate im Kontext universitärer Lehre [4,5]. Die entwickelten Formate werden anschließend als OER bereitgestellt.

Danksagung

Virtuelles Lehren und Lernen an der TU Dresden im Open Source-Kontext (virTUos) gefördert von der Stiftung Innovation in der Hochschullehre im Rahmen der Ausschreibung „Hochschullehre durch Digitalisierung stärken" (Projektlaufzeit: 01.08.2022 – 31.07.2024)

Literatur

[1] Eichhorn, Michael; Müller, Ralp; Tillmann, Alexander: Entwicklung eines Kompetenzrasters zur Erfassung der "Digitalen Kompetenz" von Hochschullehrenden - In: Igel, Christoph [Hrsg.]: Bildungsräume. Proceedings der 25. Jahrestagung der Gesellschaft für Medien in der Wissenschaft, 5. bis 8. September 2017 in Chemnitz. Münster; New York: Waxmann 2017, S. 209-219. - (Medien in der Wissenschaft; 72)

[2] R. Bader: Learning Communities im Internet. Aneignung von Netzkompetenzen als gemeinschaftliche Praxis. Eine Fallstudie in der pädagogischen Weiterbildung. LIT Verlag, Münster 2001.

[3] Becker, J.H. (2018). Kreativitätstechniken. In: Praxishandbuch berufliche Schlüsselkompetenzen. Springer, Berlin, Heidelberg. https://doi.org/10.1007/978-3-662-54925-4_11

[4] Anna Marczuk, Frank Multrus, Markus Lörz: DZHW Brief 01 2021. Die Studiensituation in der Corona-Pandemie. Auswirkungen der Digitalisierung auf die Lern- und Kontaktsituation von Studierenden, URL: https://doi.org/10.34878/2021.01.dzhw_brief , Stand: 27.05.2022.

[5] Leinung, S., Lüdtke, A. & Pohl-Patalong, U. (2020). Digitale Lehrformate im Corona-Semester – Einblicke in eine Kartographie. Theo-Web, 19(2), 5–17; URL: https://www.theo-web.de/ausgaben/2020/19-jahrgang-2020-heft-2/news/digitale-lehrformate-im-corona-semester-einblicke-in-eine-kartographie, Stand: 27.05.2022.

Moving Beyond Mobility: Lessons Learned from Project-Based Virtual International, Intercultural, and Interdisciplinary Collaboration

K. Schmitt[1], M. Altmann[2], A. Clauss[2], F. Schulze-Stocker[3], G. Rebane[4], M. Arnold[5]

[1] *Dezernat 9 - Universitätskultur, TU Dresden*
[2] *Professur für Wirtschaftsinformatik, insb. Informationsmanagement, TU Dresden*
[3] *Zentrum für interdisziplinäres Lernen und Lehren (ZiLL), TU Dresden*
[4] *Independent Scholar*
[5] *Professur für Sozialmanagement/Sozialwirtschaft, Fachhochschule Dresden*

Abstract

The ability to work collaboratively in international virtual teams is a crucial skill in the 21st century [1]. The German Academic Exchange Service (DAAD) addressed both the organizational framework and the practical development of such competencies in its Virtual Academic Collaboration (IVAC, 2021) funding program. Its goal was to support the development and expansion of international higher education partnerships, to increase worldwide mobility, to promote the application of digital tools and concepts in cooperations between universities, and to provide students, teachers, and other academic staff responsible for or involved in the internationalization of their institutions with extended access to international networks.

The paper focuses on the IVAC-funded project "Collaborative International, Intercultural & Interdisciplinary Learning" (COIIIL) of the partner institutions Technische Universität Dresden, Stellenbosch University, Shiraz University, and Bucknell University, which implemented these objectives in a concrete project-based setting. This paper presents good practices of the intra- and inter-institutional collaboration carried out in the project and demonstrates how an interdisciplinary community of practice for digital internationalization was established between the partnering HEIs. Due to the active community involvement, the cooperation in this project went far beyond the originally planned teaching cooperation and digital sharing of documents and experiences. It not only significantly influenced the success of the project, but also provided essential impulses for digital teaching development and internationalization@home [2] at the participating institutions, and thus offered important insights into how to move beyond mobility as the sole or major mode of internationalization towards a truly international campus. This paper systematically discusses the lessons learned from this collaboration and outlines further general measures that contribute to a positive development of international cooperation in academia. Conclusions will be drawn regarding the practical implications and direction for future research on international university projects. In the following, we provide a brief summary of the project and its activities.

Project Background

TUD COIIIL (Collaborative International, Intercultural & Interdisciplinary Learning) was created as part of the International Virtual Academic Collaboration (IVAC, 2021) funding program, one of three DAAD programs designed to strengthen and expand digital international collaboration by German universities. IVAC pursued the goals of making study programs at German universities and their foreign collaborating counterparts more flexible and providing students with expanded access to international higher education.

However, the project goes beyond pure teaching cooperation and addresses all fields of action of the internationalization strategy on a decentralized as well as on a central level, additionally linking these to goals of the TU Dresden's e-learning strategy and pursuing goals of the national Excellence Initiative.

Building on the previous intra- and inter-institutional collaboration, an inter-disciplinary and intercultural community of practice for internationalization@home [2] and digital internationalization [3] was established during the funding period, which regularly exchanged ideas and information on all key aspects of the topic, discussed challenges and opportunities, collected experiences and good practices, and shared expertise between the partner universities as well as in proposal procedures and at conferences. Special digital exchange formats were established that fostered mutual comprehension and learning in three tracks:

1. Academic topics and VCL framework;
2. Didactics of interdisciplinary, international, and virtual teaching;
3. Internationalization and development of Intercultural competencies.

Academic topics and VCL framework

Virtual Collaborative Learning (VCL) has been used for over 20 years at the Chair of Business Information Systems, particularly Information Management, as an addition to traditional face-to-face teaching [4]. In VCL scenarios, group learning processes are transferred into the virtual space. Small groups of students work on complex, realistic problems in the form of specially prepared didactic case studies within a time frame of 4-8 weeks. The work in these groups is characterized by a high degree of self-organization and responsibility for the results, as well as the adoption of various roles. During their group work, participants are supervised by specially qualified student e-tutors. The e-tutors are an integral part of the group and act as contact persons for all questions, but they are not involved in solving the task. The groups' communication and documentation are mainly carried out via customized collaboration platforms that offer various tools for collaboration. In track 1, the knowledge acquired was applied in a seminar with teachers and students from Bucknell University. Currently, MS Teams, which is widely accepted in the industry, is used as the standard solution.

Didactics of interdisciplinary, international, and virtual teaching

In track 2, the experiences of the conditions for successful or unsuccessful interdisciplinary and intercultural cooperation were collected to identify and analyze best practices and systematically document them. The focus of the consideration was also the expansion of the international orientation of the TU Dresden by e-learning internationalization.

Internationalization and development of Intercultural competencies

This activity was building on the partner universities' expertise in fostering intercultural understanding, supporting global learning outcomes in academic and co-curricular programs, and creating learning opportunities for students and staff from diverse backgrounds through internationalization initiatives.
Based on this, the development of the joint offers for students was planned and theoretically substantiated. The development and establishment of new formats, always built on previous experience to systematically tackle existing and new challenges together. For example, this showed once again how difficult it can be to overcome different academic calendars - even in a digital context - for joint courses.

(Digital) Collaboration

In the three tracks, the expert groups developed their own virtual, hybrid, and physical meeting culture and fostered exchange within the group and with further experts in their respective field. An exchange of ideas and experience was furthermore upheld between the three groups and culminated in a conference / workshop at the end of the project phase to reflect on learnings, develop further common projects and decide on next common steps.

Acknowledgement

The TUD COIIIL project (2020-2021) was funded by DAAD (German Academic Exchange Service) through their IVAC Program.

Literature

[1] Ullah, A. K. M. A., Mohamad, S. M., Hassan, N. H., & Chattoraj, D. (2019). Global skills deficiency: Perspectives of skill mobility in Southeast Asian countries. *Asian Education and Development Studies*, *8*(4), 416–432. https://doi.org/10.1108/AEDS-12-2018-0185

[2] Beelen, Jos & Jones, Elspeth (2015). Redefining internationalization at home. In: A. Curaj et al. (eds.), *The European Higher Education Area*. https://doi.org/10.1007/978-3-319-20877-0_5, 59-72

[3] Bruhn, E. (2020). *Virtual internationalization in higher education*. Bielefeld: wbv Media. https://doi.org/10.3278/6004797w

[4] Tawileh, W., Bukvova, H., & Schoop, E. (2013). Virtual collaborative learning: opportunities and challenges of web 2.0-based e-learning arrangements for developing countries. In N. A. Azab (Ed.), *Cases on Web 2.0 in Developing Countries: Studies on Implementation, Application, and Use* (pp. 380-410). Hersey, PA: IGI Global. https://doi.org/10.4018/978-1-4666-2515-0.ch014

10 Jahre *thermoE* – Eine Bilanz der online-basierten Begleitung der Grundlagenvorlesung Thermodynamik

C. Breitkopf

[1] *Professur für Technische Thermodynamik, Institut für Energietechnik, Maschinenwesen, TU Dresden*

Motivation

Die Technische Thermodynamik stellt ein zentrales Fach in der Grundlagenausbildung des Maschinenbaus dar und ist im dritten Semester angesiedelt. In diesem frühen Stadium des Studiums sind meist noch alle Studienanfänger:innen immatrikuliert und bringen unterschiedliche Vorkenntnisse mit. Die Heterogenität der Maschinenbau-Studierenden wird zusätzlich durch die Teilnahme Studierender verschiedener Studienrichtungen, wie Regenerative Energiesysteme, Verfahrenstechniker und Lehramt (verschiedene Fachkombinationen) verstärkt. Damit resultiert eine große Anzahl Studierender, die mit einer begrenzten Anzahl wissenschaftlicher Mitarbeiter:innen fachlich betreut werden müssen. Zu dieser fachlichen Betreuung zählt neben der Vorlesung vor allem die wöchentliche Übung und auch die Klausurkontrolle am Ende des Semesters. Hier besteht ein enormer Betreuungsaufwand während des Semesters in den Übungen und ein sehr hoher Zeitaufwand für die Kontrolle der schriftlichen Klausuren, so dass nahezu alle wissenschaftlichen Mitarbeiter für die Kontrolle blockiert sind. Des Weiteren sind in einem durch Creditpoints (und damit verfügbaren Semesterwochenstunden) reglementierten Modulplan sowie durch historisch eingefahrene Strukturen im Studienablauf keine Praktika für die Thermodynamik vorgesehen. Vergleicht man diese Konstellation für die Thermodynamik mit anderen auch ingenieurtechnischen Universitäten, werden mehrere Probleme manifest. Übungsaufgaben, die zumeist aus Rechenaufgaben bestehen, können durch den hohen Aufwand in dieser Konstellation nicht mehr wöchentlich eingesammelt und kontrolliert werden. Erfahrungen aus einem Praktikum können nicht in das Verständnis von Vorlesung und Übung eingebracht werden. Die Vielzahl an wöchentlichen Gruppenübungen mit einer erhöhten Teilnehmerzahl verstärkt subjektive Unterschiede, die durch einzelne Übungsleiter:innen in die Übungen eingebracht werden und behindert leistungsschwächere Studierende nachweislich in ihrem Lernprozess, da oft Hemmungen bestehen, aktiv in den Übungen zu werden. Hier bestand Handlungsbedarf und führte seit 2011 in Eigenregie in der Folge zur Entstehung von *thermoE* und weiteren Lehrprojekten an der Professur.

Ziele

Die Entwicklung eines computerbasierten Lernsystems ist ebenso wie die analoge sog. klassische Lehre ein dynamischer Prozess, die sich permanent selbst hinterfragen sollte, mit den jeweiligen Gegebenheiten wächst, sich dadurch weiterentwickelt und lebendig bleibt.

Während zu Beginn an der Professur die Erstellung einer online-basierten Klausur im Vordergrund stand, rückte bald ein komplett semsterbegleitendes Assessment in den Vordergrund. Hintergrund der Entscheidung war die nicht vorhandene administrative Unterstützung, denn für Online-Prüfungsformate sind rechtliche Rahmenbedingungen notwendig, die außerhalb der eigenen Verantwortlichkeit liegen.

Mit dem Fokus auf einem computergestützten Format für die Übung (und für die Klausur) stellten sich folgende technische Fragen. Wie können mehrheitlich mathematisch basierte Fragestellungen abgebildet werden? Wie können Selbstlernaufgaben und potentielle Prüfungsfragen eine kompetenzorientierte Leistungsüberprüfung gewährleisten? Wie kann die Heterogenität der Studierenden berücksichtigt und damit ein individuelles Lernen ermöglicht werden? Wie kann der zeitliche Ablauf in die Semesterstruktur am besten

eingebracht werden? Welche Rückkopplung soll zur Vorlesung und zur Übung eingebaut werden? Kann das fehlende Praktikum in Form virtueller Versuche einen Beitrag leisten?
Diesen und vielen weiteren Fragestellungen waren seit 2012 zahlreiche Projekte gewidmet, die zum Erfolg der Idee beigetragen haben. Es sollte jedoch nicht unerwähnt bleiben, dass diese Form der Unterstützung, die im Wesentlichen nur SHK- oder WHK-Mittel vorsieht, keine wirklich nachhaltige und dauerhafte Lösung darstellt. Einige Vorträge [1,2,3,4] und Publikationen sind im Laufe der Zeit aus diesen Projekten entstanden [5,6, 7,8]. Während der Projekte haben interdisziplinäre Kooperationen zum Erfolg beigetragen. Mehr Informationen sind dazu auch auf der Webseite der Professur zu finden.

thermoE – Kompetenzorientiertes E-Assessment für die Thermodynamik

Das semsterbegleitende 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 und somit können Fragen gezielter in der Übung 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].

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.; Umlauft, 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).

Digitale Medien versus Tafel und Kreide – Online- und Hybridlehre in der Theoretischen Physik

C. D. Deters, A. M. Menzel

[1] *Theorie der Weichen Materie / Biophysik, Institut für Physik, Fakultät für Naturwissenschaften, Otto-von-Guericke-Universität Magdeburg*

Im regulären Physikstudium stellt die Theoretische Physik eine wesentliche Säule der Ausbildung dar. Dabei wird aus wenigen Axiomen mit Hilfe mathematischer Methoden eine theoretische Beschreibung der Wirklichkeit mit quantitativer Vorhersagekraft abgeleitet. Die Güte einer Theorie wird im Vergleich mit experimentellen Messergebnissen beurteilt.

Daraus werden bereits wesentliche Fertigkeiten deutlich, die in der Lehre im Rahmen der Theoretischen Physik vermittelt werden. Als Basis dienen Rechentechniken, die erlernt und trainiert werden müssen. Dazu gehört auch das praktische Einüben entsprechender Schreibweisen. Eine zentrale Kompetenz besteht darauf aufbauend im logischen, schrittweisen Herleiten mathematisch formulierter Zusammenhänge und Vorhersagen. Ein hohes Maß an Präzision beim Durchführen entsprechender Berechnungen ist notwendig.

Lehrform vor der Pandemie

Die Lehre in der Theoretischen Physik fand vor den Entwicklungen um das Covid-19-Geschehen zu großen Teilen in klassischer Präsenzform statt. Im Gegensatz zu vielen anderen Disziplinen konnte sich der traditionelle Tafelanschrieb in der Regel behaupten. Diese Lehrform bedient zahlreiche der erwähnten Anforderungen.

Zunächst wird der Lehrinhalt durch das Anschreiben tatsächlich Schritt für Schritt entwickelt. Kausalketten und aufeinander aufbauende Rechenschritte lassen sich so darstellen. Ein allzu schnelles Tempo wird durch die Schreibtätigkeit ausgeschlossen. Bei genügend großer Tafel bleiben außerdem die vorherigen Rechenschritte fixiert und liegen sichtbar vor, wenn auf diese in Berechnungen an späterer Stelle hingewiesen wird. Gleichzeitig werden mündliche Erläuterungen zu den Rechnungen häufig als essenziell wahrgenommen. Dies gilt ebenso für die Möglichkeit, direkt „live" Rückfragen stellen zu können, um das schrittweise Vorgehen und die Verknüpfungen leichter zu durchdringen. Die Mitschrift in den Präsenzveranstaltungen bedeutet einen ersten Schritt, die verwendeten symbolischen Schreibweisen zu erlernen und sich in die Rechentechniken einzuarbeiten.

Auf die Vorlesungsinhalte abgestimmte Übungsaufgaben werden vor den Übungsveranstaltungen durch die Studierenden bearbeitet. In den Übungsveranstaltungen werden die Aufgaben durch Studierende oder Dozierende an der Tafel vorgerechnet und besprochen.

Zeitlicher und inhaltlicher Rahmen

Wir beschreiben unsere Lehrtätigkeit an der Otto-von-Guericke-Universität Magdeburg vom Wintersemester 2020/2021 bis zum Sommersemester 2022. Das Wintersemester 2020/2021 wurde zunächst unter entsprechenden Hygieneregelungen in Präsenz gestartet. Nach wenigen Wochen erfolgte eine vollständige Umstellung auf Online-Lehre bis zum Ende des Sommersemesters 2021. Im Wintersemester 2021/2022 begann die Lehre in Präsenz und wurde im Laufe des Semesters auf ein hybrides Format umgestellt, in dem gleichzeitig in Präsenz und online gelehrt wurde. Die Lehre im Sommersemester 2022 fand vorwiegend in Präsenz statt. Dieses Vorgehen entsprach den Vorgaben der Hochschulleitung.

Insgesamt führten wir in diesem viersemestrigen Zeitraum acht Vorlesungen mit begleitenden Übungen, Leistungsnachweisen sowie Modulprüfungen durch. Jeweils vier dieser Lehrveranstaltungen sind dem Bachelorstudiengang Physik [1] und dem Masterstudiengang Physik [2] in Magdeburg zuzuordnen. Im Bachelorstudiengang waren dies je zweimal die Veranstaltungen Theoretische Mechanik (6 SWS) und Theoretische Elektrodynamik

(6 SWS), im Masterstudiengang die Veranstaltungen Statistische Mechanik im Nichtgleichgewicht (3 SWS), Theorie der Polymere (3 SWS) sowie zweimal Hydrodynamik und Elastizität (3 SWS).

Zum erfolgreichen Leistungsnachweis in diesen Veranstaltungen sind regelmäßig Übungsaufgaben zu bearbeiten und ein zusätzlicher Test zu absolvieren. Die Modulprüfungen finden mündlich statt.

Wechsel in die Online-Lehre

Aus den dargestellten Gründen war es unser Ziel, das Format des Tafelanschriebs inklusive Möglichkeit zum Mitschreiben bei der Umstellung auf digitale Lehrformen abzubilden. Dies galt ebenso für die Möglichkeit für Rückfragen in Echtzeit.

Daher boten wir synchrone Online-Live-Veranstaltungen an, wobei hierfür die Videokonferenzsoftware Zoom zur Verfügung stand [3]. Wir beschafften Displays mit Stifteingabe, in unserem Fall Wacom Cintiq 16 [4]. Mit Hilfe einfacher Grafikprogramme beschrieben wir live in digitaler Form lange leere Seiten für alle Teilnehmenden einsehbar („Bildschirm teilen"). Wie an der Tafel im Hörsaal waren so in längeren Herleitungen die vorherigen Rechenschritte verfügbar und es konnte darauf Bezug genommen werden. Als Vorteil gegenüber dem Tafelanschrieb im Hörsaal können die Dokumente am Ende zur Verfügbarkeit in späteren Veranstaltungen gespeichert werden. Zwischenfragen durch die Studierenden waren jederzeit möglich und wurden ermutigt. In der Praxis ergab sich häufig ein reger Dialog, der kaum von entsprechenden Erfahrungen im Hörsaal zu unterscheiden war, auch wenn fast niemand der Studierenden eine Kamera verwendete. Das Vorlesungsskript wurde anschließend online über die zentrale E-Learning-Plattform (Moodle) [5,6] bereitgestellt.

Ebenso stellten wir die Übungsaufgaben digital über die E-Learning-Plattform zur Verfügung. Nach ca. einwöchiger Bearbeitungszeit luden die Studierenden dort ihre Lösungen in digitalisierter Form wieder hoch, zum Beispiel als Scan oder Foto, wo sie von uns kommentiert und bewertet wurden. Die Veranstaltungen zur Besprechung der Übungsaufgaben wurden analog zur Vorlesung durchgeführt. Da nur wenige Studierende über entsprechende technische Möglichkeiten verfügten, wurde im Gegensatz zur Präsenzlehre auf das Vorrechnen durch Studierende verzichtet. Die in den Übungsveranstaltungen besonders zentrale Möglichkeit für unmittelbare Rückfragen war weiterhin gegeben und wurde intensiv genutzt.

Schriftliche Zwischentests wurden ebenfalls per E-Learning-Plattform durchgeführt. Zu einem bestimmten Zeitpunkt gaben wir die Aufgaben frei. Die Studierenden hatten dann einen festen Zeitraum (60 oder 80 Minuten), um die Aufgaben zu Hause zu bearbeiten. Zusätzlich waren 20 Minuten zur Digitalisierung und zum Hochladen der Lösungen vorgesehen. Dabei waren die Studierenden zu eigenständiger Arbeit ohne Hilfsmittel angehalten. Obwohl die Zwischentests ohne Aufsicht durchgeführt wurden, konnten wir bis auf wenige unklare Einzelfälle keinen Täuschungsversuch feststellen.

Die mündlichen Leistungsnachweise im Master Physik sowie die durchwegs mündlichen Modulprüfungen zu allen erwähnten Veranstaltungen [7] hielten wir ebenfalls mit Hilfe der Videokonferenzsoftware Zoom ab. Bei Fragen, in denen kurze schriftliche Berechnungen oder Formeln als Antworten gefordert waren, wurden diese mit einem dunklen Stift auf ein Blatt Papier geschrieben und anschließend in die Kamera gehalten. Dieses Vorgehen verlief vollkommen problemfrei. Manche Studierende waren mit Geräten zur digitalen Eingabe per Stift ausgestattet.

Einschätzung durch die Studierenden

Andere den Studierenden bekannte Formate umfassten die Besprechung vorgefertigter digitaler Folien, Skripte und Lösungen zu Übungsaufgaben über geteilte Bildschirme in Videokonferenzen; vorproduzierte Videos zum eigenständigen asynchronen Studium, gegebenenfalls ergänzt durch Online-Fragestunden; Ausgabe fertiger Skripte und Lösungen zum eigenständigen Studium mit anschließenden Online-Diskussionsrunden. Aufgrund der geschilderten fachspezifischen Besonderheiten der Theoretischen Physik befanden wir jedoch die Umsetzung als synchrone Online-Live-Veranstaltung mit „Live-Anschrieb" am geeignetsten.

Um einen Eindruck von der Einschätzung durch die Studierenden zu erhalten, führten wir per E-Learning-Plattform im Win-

tersemester 2021/2022 eine Online-Umfrage durch. Der anonymisierte Rücklauf umfasste 17 Teilnehmende. Nicht alle Fragen mussten beantwortet werden. Als ein Maß zum Vergleich der gelisteten Lehrformate befragten wir zunächst die Studierenden nach ihrer subjektiv wahrgenommenen Konzentrationsfähigkeit in den unterschiedlichen Formaten, siehe Abb. 1.

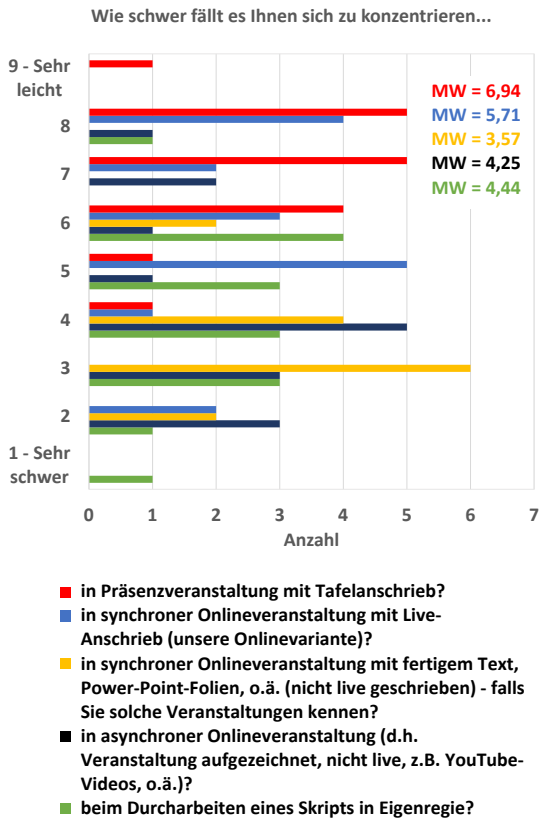


Abb. 1: Subjektive Einschätzung der Konzentrationsfähigkeit durch die Studierenden in den unterschiedlichen Lehrformaten.

Wie sich herausstellte, empfanden die Studierenden in dieser Hinsicht tatsächlich das von uns gewählte Lehrformat als das optimalste der möglichen Online-Optionen, bevorzugten jedoch weiterhin die klassische Präsenzveranstaltung. Ein ähnliches Bild bot sich bei der Befragung nach dem Lernerfolg, wobei das eigenständige Durcharbeiten von Skripten hier mindestens gleichwertig abschnitt. Wenig überraschend vermissten die meisten Studierenden in der Online-Lehre den sozialen Kontakt mit ihren Komiliton:innen sowie den Dozierenden und betrachten diesen als förderlich für ihren Lernerfolg. Die Hemmschwelle für Rückfragen während der Veranstaltungen wird im Mittel als deutlich erhöht bewertet. Für einige Studierende ist es schwierig, aufgrund ihrer Wohnsituation eine ruhige Umgebung zum Verfolgen der Online-Veranstaltungen herzustellen. Insgesamt bewerteten die Studierenden die von uns gewählte Online-Variante als durchaus vergleichbar mit der klassischen Präsenzvariante bezüglich der Vorlesungen, nicht jedoch betreffend die Übungsveranstaltungen, siehe Abb. 2.

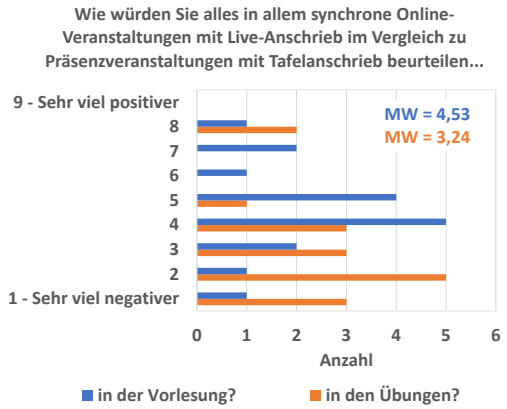


Abb. 2: Vergleich zwischen digitaler Online-Lehre mit Live-Anschrieb und klassischer Präsenzlehre mit Tafelanschrieb, aufgeschlüsselt in Vorlesungs- und Übungsveranstaltungen.

Eine zentrale Erkenntnis gewannen wir im Hinblick auf das bevorzugte Medium für den Live-Anschrieb nach Rückkehr in die Präsenzlehre im Hörsaal. Für uns überraschend sprach sich die Mehrheit für einen weiterhin digitalen Anschrieb aus, nun per Display mit Stifteingabe, Laptop und Beamer-Projektion. Die Mehrheit der Studierenden präferierte nach der Online-Phase also nicht die klassische, analoge Variante mit Tafelanschrieb, siehe Abb. 3.

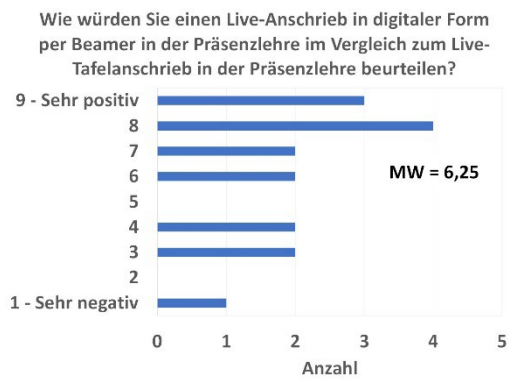


Abb. 3: Präferenz der Studierenden für digitalen Anschrieb auch in der Präsenzlehre statt klassischem Tafelanschrieb.

Als Grund wurde zum Beispiel die bessere Lesbarkeit aus den hinteren Reihen durch die höher angebrachte Projektionsfläche genannt. Hauptsächlich schien den Studierenden aber wichtig, dass die Dozierenden bei der Beamer-Variante durchgängig den Studierenden zugewandt bleiben. Insgesamt führten diese Erkenntnisse dazu, dass dieses digitale Element der Online-Lehre nun auch längerfristig Einzug in die Präsenzlehre vor Ort erhält.

Weg von der Präsenz- in die Hybridlehre

Der Wechsel von der Präsenz- in die Hybridlehre zum Jahreswechsel im Wintersemester 2021/2022 bedeutete ein fortgeführtes Präsenzangebot der Veranstaltungen mit der Möglichkeit, ebenso online teilzunehmen. Dies gestaltete sich für uns aufgrund der vorherigen Umstellung auf digitalen statt Tafelanschrieb in den Vorlesungen als relativ unproblematisch. Die über einen Laptop per Beamer im Vorlesungsraum projizierten Inhalte wurden gleichzeitig per Zoom-Videokonferenz als synchrone Online-Veranstaltung geteilt. Laptopmikrofon und Kamera lieferten nach Auskunft der Studierenden ausreichend gute Ton- und Bildqualität. Die Studierenden konnten somit frei entscheiden, ob sie die Vorlesung in Präsenz im Veranstaltungsraum oder als synchrone Online-Veranstaltung digital verfolgten. Besonders positiv ist zu vermerken, dass auch in dieser Hybridvariante weiterhin Rückfragen durch die Studierenden erfolgten und Diskussionen über die Grenzen der digitalen und Präsenzteilnahme hinweg entstanden.

Für die Abgabe der Lösungen zu den Übungsaufgaben und deren Korrektur nutzten wir weiterhin das digitale Verfahren per E-Learning-Plattform [5]. Die Besprechung der Übungsaufgaben erfolgte in Präsenz. Hierfür konnte ein genügend großer Hörsaal gefunden werden.

Die schriftlichen Zwischentests führten wir gleichzeitig in Präsenz und entsprechend des oben beschriebenen Verfahrens digital über die E-Learning-Plattform durch, wobei sich die Studierenden frei zwischen den beiden Varianten entscheiden konnten. Beide Varianten wurden zu etwa gleichen Teilen genutzt, ohne dass Täuschungsversuche auffällig wurden.

Lessons Learned

Insgesamt erscheint uns aufgrund unserer Erkenntnisse und der Rückmeldungen der Studierenden ein synchrones Vorgehen per Videokonferenz mit Live-Anschrieb am geeignetsten im Rahmen unserer Online-Lehre in der Theoretischen Physik. Wesentliche Punkte wie eine schrittweise Entwicklung der Inhalte inklusive Erläuterungen der Dozierenden mit Möglichkeiten zu unmittelbaren Rückfragen, verbunden mit der Motivation zum eigenen Mitschreiben der Formeln und Rechnungen, werden dadurch abgebildet. Im Mittel bevorzugten die befragten Studierenden jedoch insbesondere in den Übungsveranstaltungen die Präsenzlehre.

Für uns überraschend war, dass die Studierenden mehrheitlich nach Rückkehr in die Präsenzlehre einen digitalen Live-Anschrieb per Beamer gegenüber dem traditionellen Tafelanschrieb befürworteten. Dieses Element werden wir nun beibehalten und fortführen. Es erleichtert die Durchführung in hybrider Form, das heißt Präsenzveranstaltungen im Hörsaal kombiniert mit synchroner Online-Teilnahmemöglichkeit per Videokonferenz. Derartige Formate, welche eine deutlich größere Flexibilität auf Seiten der Studierenden im Hinblick auf ihre individuellen Umstände berücksichtigen, dürften sich in der Zukunft als integrale Elemente von Lehrveranstaltungen etablieren.

Wie sich außerdem bestätigte, dürfen wir als Dozierende großes Vertrauen in die Motivation, Leistungsbereitschaft und Aufrichtigkeit der Studierenden auch in nicht unmittelbar beaufsichtigten Prüfungsformaten setzen.

Literatur

[1] https://www.verwaltungshandbuch.ovgu.de/modulhandbücher-media_id-2442.html (Stand 05.06.2022).

[2] https://www.verwaltungshandbuch.ovgu.de/Modulhandbücher-media_id-2646.html (Stand 05.06.2022).

[3] https://explore.zoom.us/de/products/meetings/ (Stand 05.06.2022).

[4] https://wacom.com/de-de/products/pen-displays/wacom-cintiq (Stand 05.06.2022).

[5] https://elearning.ovgu.de/ (Stand 05.06.2022).

[6] https://moodle.de/ (Stand 05.06.2022).

[7] https://www.fnw.ovgu.de/Studium/Prüfungsamt/Studiendokumente/Physik.html (Stand 05.06.2022).

Lehrprojekt zur Inklusion von Digitalstudierenden in die TM-Grundfachübungen und Wiederbelebung des Campus

M. Fiedler, M. Kästner

Professur für Numerische und Experimentelle Festkörpermechanik, Institut für Festkörpermechanik, Fakultät Maschinenwesen, TU Dresden

Während der Corona-Pandemie und dem damit einhergehenden Ausfall der Präsenzveranstaltungen entstand an der TU Dresden ein eigenständiger, digitaler Campus. Auf diesem finden Studierende aufgezeichnete Vorlesungsvideos und andere digitale Angebote, die ein Studieren seit 2020 nicht mehr nur in Präsenz, sondern nun auch digital möglich machen. Durch die Möglichkeit des Digitalstudiums entstehen jedoch nicht nur neue Chancen, sondern auch neue Herausforderungen für Studierende und Lehrende.

Herausforderung 1: Doppelter Betreuungsaufwand

Lehrende stehen nun neu vor dem Problem, neben den Präsenzstudierenden auch Digitalstudierende betreuen zu müssen. Damit sich hier der Arbeitsaufwand nicht verdoppelt, müssen Konzepte entwickelt werden, die eine einfache Einbindung von Digitalstudierenden in die Lehre möglich machen. Diese Konzepte müssen einfach realisierbar, mit wenig Zusatzaufwand verbunden und auch für Studierende attraktiv zur Nutzung sein.

Herausforderung 2: Austausch und Diskussion versiegen

Eine weitere Herausforderung, der Lehrende seit der Pandemie gegenüberstehen, ist eine deutliche Abnahme der Diskussionskultur in Vorlesungen und Übungen. Werden Vorlesungen und Übungen von Studierenden nur digital besucht, so tritt eine Vielzahl der Studierenden als Alleinlerner bzw. Einzelkämpfer auf. Eine Diskussion mit anderen Studierenden ist so für den Lehrenden nicht sichtbar vorhanden. Studien zeigen jedoch, dass gerade der Austausch, die Diskussion und das Erklären von Problemen das Verständnis fördern und so das Wissen festigen. Ein Wegfall der Diskussionskultur zwischen Studierenden kann somit zu einer Verschlechterung des Wissens führen. Auch werden Nachfragen in Onlineübungen häufig nicht mehr von Angesicht zu Angesicht gestellt, sondern bei ausgeschalteter Kamera. Ein kurzer Blick des Lehrenden auf die Notizen des Studierenden ist so nicht mehr möglich, wodurch Diskussionen schwieriger werden bzw. der Lehrende weniger Anhaltspunkte hat, ob der Studierende den Sachverhalt tatsächlich verstanden hat. Ein Konzept zur Einbindung von Digitalstudierenden sollte deshalb auch das Ziel verfolgen, die Diskussionskultur wieder zu fördern und Digital- und Präsenzstudierende miteinander agieren zu lassen.

Herausforderung 3: Digital statt Präsenz nimmt zu

In vielen Übungen und Vorlesungen der TU Dresden kann aktuell ein deutlicher Schwund in der Präsenzteilnahme festgestellt werden. Auch wenn digitale Alternativen wie aufgezeichnete Vorlesungen existieren, so muss der richtige Umgang mit diesen jedoch auch gelernt sein. Die ständige Verfügbarkeit der digitalen Angebote kann schnell dazu führen, dass Zeitpläne verschoben und Arbeitseinheiten aufgeschoben bzw. von Studierenden nur komprimiert konsumiert werden. Ob das Wissen der Studierenden dadurch gefestigt und langfristig abrufbar sein wird, ist fraglich. Zukünftig muss deshalb geprüft werden, wie Digitalstudierende bei der Erstellung von eigenständigen Lernplänen unterstützt werden können. Solange diese Unterstützungsmöglichkeiten noch nicht vorliegen, wird eine Rückkehr der Studierenden in die Präsenzlehre angestrebt.
Damit Studierende zurück an die Universität und damit in die Präsenzlehre kommen, müssen jedoch Anreize geschaffen werden, die die Präsenz- deutlicher von

der Digitallehre abhebt und Studierenden einen deutlichen Mehrwert gegenüber der Digitallehre bietet. Dabei sollte jedoch immer auch die Möglichkeit der Digitallehre gegeben sein, um Studierende mit Kindern oder anderweitigen Verpflichtungen eine Teilnahme an den Veranstaltungen zu ermöglichen.

Hier soll deshalb ein Konzept vorgestellt werden, das zukünftig in den Grundfachübungen der Technischen Mechanik eingesetzt werden soll, um

- Digitalstudierende in die Präsenzlehre zu inkludieren,
- die Präsenzlehre attraktiver für Studierende zu machen und
- dabei den Zusatzbetreuungsaufwand für Lehrende so gering wie möglich zu halten.

Lehrprojekt „Inklusion von Digitalstudierenden und Durchführung von Experimenten in den Grundfachübungen des IFKM"

Das durch die Fakultät Maschinenwesen geförderte Lehrprojekt soll zukünftig die Durchführung von Experimenten in den Grundfachübungen der Technischen Mechanik ermöglichen und dadurch gezielt zur Inklusion von Digitalstudierenden beitragen. Dadurch soll das Verständnis und die Diskussionskultur der Studierenden gefördert, Digitalstudierende inkludiert und gleichzeitig die Teilnahme an den Präsenzübungen attraktiver gemacht werden, ohne den Aufwand für Lehrende bei der Übungsdurchführung deutlich zu erhöhen. Die Basis des Projektes bilden dabei die digitalen Lehrsets der Firma PhyWe, die innerhalb des Projektes durch 3D-gedruckte Objekte gezielt erweitert werden, um das Niveau der Aufgaben der Technischen Mechanik abbilden zu können. Sind die Vorbereitungen abgeschlossen, so werden die Grundfachübungen zukünftig wie folgt ablaufen:

Schritt 1: Vorbereitung

Die Präsenzstudierenden finden sich in den Gruppenübungen in Kleingruppen mit max. 4 Personen ein. Jede dieser Gruppen besitzt einen Experimentierkasten, der vor der Übung von einem Studierenden abgeholt werden muss. Zusätzlich dazu erhalten 4 Gruppen je ein Tablet. Das Tablet dient dabei zur Kommunikation mit den Digitalstudierenden und muss durch die Präsenzstudierenden mit einem Breakout-Room digital verbunden werden.

Schritt 2: Durchführung

Die Studierenden führen zu Beginn der Übungen in ihren Kleingruppen je ein Experiment zur Technischen Mechanik durch. Dieses ist dabei mit einer der theoretischen Übungsaufgaben verknüpft und fördert so das Verständnis. Anders als in den theoretischen Rechenaufgaben werden dabei Verständnisfragen gestellt, die die Studierenden gemeinsam beantworten müssen und die das Verständnis für den darauffolgenden Rechenweg erhöhen. Für die Digitalstudierenden wird das Experiment ihrer jeweiligen Kleingruppe dafür live über das jeweilige Tablet in den Breakout-Room gestreamt. Um den Austausch mit den Präsenzstudierenden zu fördern, müssen alle Digitalstudierenden dafür ihre Kamera anschalten und ihre Kommilitonen beim Aufbau der Experimente anleiten. Neben einer Vertiefung des Wissens soll durch das gemeinsame Experimentieren auch die Diskussionskultur wieder angeregt und der Austausch zwischen Studierenden gezielt gefördert werden.

Schritt 3: Nachbereitung

Nach der Übung bringt die jeweilige Kleingruppe ihren Experimentierkasten und ihr Tablet wieder an den Abholort zurück.

Aufwand für Lehrende

Der zusätzliche Aufwand für Lehrende in der Durchführung der Präsenzübungen wird als gering eingeschätzt. Lehrende müssen lediglich die Ausgabe und Rücknahme der Experimentierkästen und Tablets sicherstellen, sowie einen Zoom-Raum mit Breakout-Räumen einrichten. Eine weitere Extrabetreuung der Digitalstudierenden ist nicht notwendig, da diese durch die übertragenen Streams Teil der Präsenzübungen werden. Die Digitalstudierenden werden also zeitgleich und analog zu den Präsenzstudierenden betreut.

Danksagung

Die Autoren bedanken sich herzlich bei der Fakultät Maschinenwesen für die finanzielle Förderung des Projektes im Rahmen der Lehrprojekte 2022.

Das Spritzgießtechnikum im Hörsaal

R. Kupfer, A. Liebsch, M. Gude

Institut für Leichtbau und Kunststofftechnik (ILK), Fakultät Maschinenwesen, TU Dresden

Kurzfassung

Um die komplexen physikalisch-technischen Vorgänge der Kunststoffverarbeitung und die zugehörige Prozesstechnik im Hörsaal und Seminarraum auf neuem Niveau zu vermitteln, wurde am ILK ein realitätsgetreues animiertes 3D-Modell einer Spritzgießmaschine entwickelt. Hierbei ist es das Ziel, weit über den typischen Frontalunterricht hinauszugehen, indem die Studierenden selbst von jedem Ort des Lernraumes die Maschine mit einer interaktiven Steuerung bedienen können. Dadurch lernen die Studierenden die Prozesse und Technologie spielerisch kennen, eine kommunikative Atmosphäre wird gefördert und der Präsenzunterricht gewinnt an Attraktivität.

Einleitung

Maschinen und Prozesse der Kunststofftechnik sind komplex und viele Vorgänge laufen gleichzeitig unsichtbar im Inneren der Anlagen ab. So interagieren etwa in der Spritzgießmaschine vielfältige physikalisch-technische Phänomene auf mehreren Größenskalen. Diese komplexen Zusammenhänge konnten bislang nur abstrakt und mit großem Zeitaufwand vermittelt werden. Digitale Lernwerkzeuge können helfen, den Lernprozess einfacher und abwechslungsreicher zu gestalten und weisen zudem eine hohe Resilienz etwa für Pandemiezeiten auf.

DigiKunst Lernsoftware

Im Rahmen eines Forschungsprojektes wurde daher am ILK ein realitätsgetreues animiertes 3D-Modell einer Spritzgießmaschine entwickelt und in einer Lern-App implementiert (Abb. 1). Die Lernsoftware vermag die komplexen Vorgänge in der Anlage detailliert zu vermitteln und das Erleben und Verstehen der Prozesstechnik auch außerhalb des Technikums, z.B. im Hörsaal, auf neuem Niveau zu ermöglichen. Aufgrund der interaktiven Steuerung der Maschine, des animierten Echtzeitmodells und der an 3D-Spieleumgebungen angelehnten Benutzersteuerung und Visualisierung wird ein spielerischer Umgang mit der komplexen Spritzgießtechnologie ermöglicht. Die Lernenden erschließen sich die Inhalte durch vier Softwaremodule:

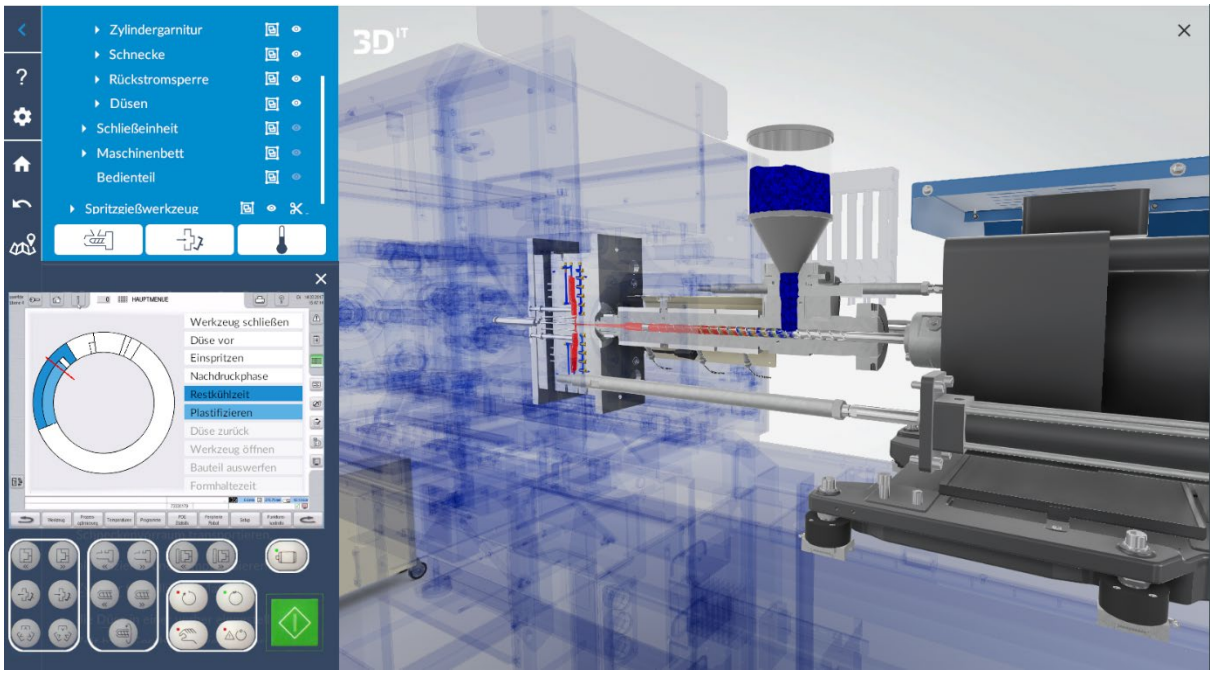


Abbildung 1: Interaktive Lernsoftware mit Navigationsbereich (links oben), Bedienpanel (links unten) sowie Grafikbereich n und geschnittenen Maschinenbereichen (rechts)

- Im Erklärteil führt ein Videotutor in die Funktionsweise und die physikalisch-technischen Zusammenhänge ein.
- Der Maschinenatlas mit detaillierten Erklärtexten erlaubt es Nutzern, die Geometrie und Funktion der Maschinenkomponenten zu erkunden.
- Das Fragemodul hilft bei der Wiederholung und Festigung des Wissens.
- Im Modul zur Fehlerbehebung können Fertigungsparameter eingestellt und die Auswirkungen auf Prozess und Bauteilqualität studiert werden.

Einsatz im Unterricht

Im SS2021 wurde die Software erstmals in der digitalen Lehre am ILK durch die Lehrenden der Vorlesungen Kunststoffverarbeitung (MW-MB-LB-06) und Prozessgestaltung der Kunststoffverarbeitung (MW-MB-LB-10) erprobt. Die detaillierten Fragen der Studierenden zeigten das große Interesse, welches durch das Medium geweckt wird und auch die schnelle und tiefgründige Erfassung des Stoffes. Aktuell kann entweder der Lehrende die Software z. B. über den Beamer vorführen oder die Lernenden können die Software im Selbststudium nutzen. Eine Interaktion der Lerngruppe wird dadurch jedoch bislang noch nicht unmittelbar gefördert.
Um die Software auch in Präsenz-Vorlesungen und -Übungen einzubinden, wird aktuell für das Sommersemester 2022 ein auf die jeweiligen Lernsituationen zugeschnittenes Konzept erarbeitet. Analog zum Einzelnutzerszenario sollen Erklärteile, Wiederholungs- und Fragesituationen sowie die Fehleranalysen umgesetzt werden. Hierbei ist es das Ziel, weit über den typischen Frontalunterricht hinauszugehen, indem die Studierenden selbst die Maschine bedienen. Hierfür soll das bislang in der Software implementierte Bedienpanel (Abb. 1, links unten) auf ein transportables Handgerät (z. B. 8" Tablet) übertragen werden, welches drahtlos mit dem Präsentationsrechner verbunden ist. Je nach Zustand der Maschine sind – wie in der realen Steuerung auch – bestimmte Parameter einstellbar oder Befehle anwählbar. Hierfür kommunizieren beide Geräte wechselseitig in Echtzeit. In der Vorlesung sind dann beispielhaft folgende Szenarien denkbar:

- Der Lehrende hat die wichtigsten Komponenten und deren Funktion vorgestellt. Zufällig ausgewählte Studierende erhalten das Handgerät und die Aufgabe, bestimmte Komponenten in den Fokus zu zoomen oder freizustellen. Die anderen dürfen dabei Tipps geben und unterstützen.
- Die Funktion der Maschine wurde erklärt, nun sollen definierte Betriebssituationen angefahren werden. Auch hier kann das Handgerät wieder im Hörsaal an Studierende übergeben werden, um kleine Aufgaben zu lösen.

So lernen die Studierenden die Software zunächst spielerisch kennen. Aktiviert durch den Lehrenden entsteht im Hörsaal eine kommunikative Atmosphäre. Die Lernenden erhalten dann eine Version zum Download und über OPAL Aufgaben zum Selbststudium. In der Übung finden die Studierenden im PC-Pool individuell fehlerhaft eingestellte virtuelle Maschinen vor. In Gruppenarbeit sind zunächst die Parameter für fehlerfreie Bauteile zu erarbeiten. Im zweiten Teil der Übung wird das Gruppenwissen dann mit den anderen Studierenden geteilt und Ursachen für Prozessfehler diskutiert. Hier kommt wieder das Handgerät zum Einsatz, wenn Teilnehmende die virtuelle Maschine in den korrekten Betriebszustand bringen.

Fazit

Echtzeitfähige, animierte 3D-Modelle von Spritzgießmaschinen können helfen, die nicht sichtbaren technischen Vorgänge der Kunststofftechnologien zu vermitteln und das praxisnahe Erleben und Verstehen außerhalb des Technikums zu ermöglichen. Sie erfordern aber auch ein ganzheitliches Lehr- und Lernkonzept, Freude am gemeinsamen Experimentieren und zeitliche sowie finanzielle Ressourcen für die Etablierung.

Danksagung

Die DigiKunst-Software entsteht in Kooperation mit der 3DIT GmbH, dem Bildungswerk der Sächsischen Wirtschaft gGmbH und der FEP FAHRZEUGELEKTRIK Pirna im Projekt: Digitalgestützte Lernwerkzeuge in der Aus- und Weiterbildung Verfahrensmechaniker/-in für Kunststoff- und Kautschuktechnik (DigiKunst). Eine hard- und softwaretechnische Weiterentwicklung des Tools erfolgt über Mittel der Fakultät Maschinewesen der TU Dresden.

Europäische Union
Europa fördert Sachsen. ESF Europäischer Sozialfonds
Diese Maßnahme wird mitfinanziert durch Steuermittel auf der Grundlage des vom Sächsischen Landtag beschlossenen Haushaltes.

Podcasting in der und für die Lehre

A. Lasch

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

Pandemisch bedingt erlebten Podcasts, die am Ende der 2000er eine erste starke Konjunktur hatten, auch in (Hoch-)Schule einen zweiten Frühling. Rezeptiv gehören sie mittlerweile zum Bestand digital gestützter Lehre (vgl. Blume 2022: 96f.), produktiv, auch zur Wissenschaftskommunikation, werden sie jedoch noch selten eingesetzt (WiD, DZHW, NaWik 2021: 12). Podcasts sind also weder ein neues (vgl. Nölting, Schnekenburger & Tavangarian 2006), noch ein sonderlich innovatives Mittel, um Inhalte an ein heterogenes Publikum zu adressieren – allerdings waren sie noch nie so leicht zu produzieren, zu hosten und zu vernetzen wie heute. Das kann sie zu einem sehr wertvollen Element akademischer Lehre machen: Mit Podcasts können (asynchron) (a) Wissensinhalte transportiert, (b) Studierendenpräsentationen dokumentiert und (c) Lehr- wie Forschungsprojekte sichtbar gemacht werden. Im Beitrag wird (1) knapp eine niederschwellige Form der Podcastproduktion und des -hostings vorgestellt. Im Anschluss werden (2) drei Podcasts vorgestellt, die die oben genannten drei Aspekte repräsentieren. Besonderes Augenmerk wird darauf gelegt, wie diese medial spezifischen Formen (3) miteinander vernetzt sind, angenommen und evaluiert werden (vgl. Brittain u.a. 2006), und wie sich (4) das Podcasting als eine mögliche Form der Dissemination zur Wissenschaftskommunikation und im Kontext von CitizenSciences fruchtbar machen lässt.

Die Zahl der Möglichkeiten für Podcastproduktion und -hosting nahm in den letzten Jahren signifikant zu; im Beitrag werden die Produktion mit Audacity und das Hosting via Castbox knapp vorgestellt. Die Distribution erfolgt von Castbox aus auf wichtige Plattformen (hier sind die Spotify Podcasts verlinkt). Jeder Podcast ist darüber hinaus enger mit einem spezifischen Blog verbunden. Im Vorlesungspodcast *Linguistik und Sprachgeschichte des Deutschen* wurde gerade die 100. Folge veröffentlicht. Der um Präsentationsmaterial und einen begleitenden GLS-Blogpost erweiterte Podcast (*enhanced podcast*) ist als Mitschnitt selbst ‚lediglich' Ergänzung des erweiterten Videocasts zu den thematischen Vorlesungen und startete im April 2019. Pandemiegetrieben ist der Studierendenpodcast *lasch not least*. Er ist ebenfalls um Präsentationsmaterialen erweitert und bezieht sich teilweise auf Videoaufzeichnungen. Die einzelnen Folgen werden nicht zentral, sondern durch Studierende im Rahmen von thematischen Seminaren produziert. Die Klammer bildet ein identisches Intro; thematisch ist der Podcast aber aufgrund der Voraussetzungen diverser, technisch und qualitativ heterogener. Einzelne Themen werden zusätzlich auf dem *lingdrafts*-Blog vorgestellt. Der Projektpodcast *Alte Schriften* schließt handschriftliche Quellen im Kontext des virTUos-Projektes *Digital-Herrnhut* auch als CitizenScience-Projekt auf. Er ist verknüpft mit Handschriften-Digitalisaten auf sachsen.digital, um ein niederschwelliges Einlernen in die deutsche Kurrent zu ermöglichen, und aufs Engste verknüpft mit dem DHH-Projektblog.

Literatur

[1] Blume B. 2022. Deutschunterricht digital. Vom didaktischen Rahmen zur praktischen Umsetzung. Weinheim.

[2] Wissenschaft im Dialog (WiD), Deutsches Zentrum für Hochschul- und Wissenschaftsforschung (DZHW), Nationales Institut für Wissenschaftskommunikation (NaWik). 2021. Wissenschaftskommunikation in Deutschland. Ergebnisse einer Befragung unter Wissenschaftler/-innen. Berlin, Karlsruhe.

[3] Nölting K, Schnekenburger C C & Tavangarian D. 2006. Audio ergo sum - die neue Lernform Audio-Learning. In: Rensing C (Hg.). Proceedings der Pre-Conference Workshops der 4. e-Learning Fachtagung Information. DeLFI 2006. Berlin, 65-72.

[4] Brittain S u.a. 2006. Podcasting lectures. Formative evaluation strategies helped identify a solution to a learning dilemma. In: Formamente, 77-93.

Datenkompetenz von Anfang an - Digitalkompetenz und FAIRes Datenmanagement durch Forschendes Lernen im Bachelor Maschinenbau – Sustainable Engineering der TU Darmstadt

M. Richter, P. F. Pelz

Institut für Fluidsystemtechnik, Fachbereich Maschinenbau, TU Darmstadt
Nationale Forschungsdateninfrastruktur für die Ingenieurwissenschaften (NFDI4Ing)

Datenkompetenz von Anfang an. Das Paradigma zeigt den Weg zur Nachhaltigkeit in der Nutzung und Bereitstellung von Forschungsdaten auf. FAIRe Daten schaffen Transparenz und auch Vertrauen. Sie sind Teil guter wissenschaftlicher Praxis und Bildung im Forschungsdatenmanagement (FDM) gehört bereits in die ersten Semester.

Der Fachbereich Maschinenbau der TU Darmstadt hat in den vergangenen Jahren die Curricula seiner Studiengänge überarbeitet: Ziel war (i) erstens Bildung in verantwortungsvoller Forschung und Innovation. Die Schwerpunkte im Maschinenbau sind von den UN-Nachhaltigkeitszielen [1] abgeleitet. (ii) Zweitens, Digitalisierung als Kompetenz curricular zu verankern. Dabei wurden Daten- und Digitalkompetenz sowie FAIRes Datenmanagement in bestehende Module integriert und über alle Semester verteilt.

Jede Kompetenzdefinition ist kontextspezifisch. Mit dem Fokus auf Forschungsdaten ist Datenkompetenz die Fähigkeit, verantwortungsvoll und sicher mit Forschungsdaten über ihren gesamten Lebenszyklus umzugehen. Digitalkompetenz ist weiter gefasst und umfasst Fähigkeiten, in einem digitalisierten Umfeld in Akademia und Industrie aus Daten neue Geschäftsmodelle zu entwickeln. Maschinelles Lernen und Big Data sind aus der Industrie und Gesellschaft nicht mehr wegzudenken. Daten werden zur Ressource.

„Da Daten der Rohstoff des 21ten Jahrhunderts und Algorithmen dessen Maschinen sind, kümmert sich NFDI4Ing um die Qualität und Verfügbarkeit des Rohstoffs in den Ingenieurwissenschaften."
- Schmitt, Pelz [2]

Damit Daten zur Ressource werden können, müssen sie FAIR (findable, accesible, interoperable, reusable) sein [3]. FAIRes Datenmanagement umfasst Technologien, Methoden, ethische Grundsätze und Governance-Mechanismen, die es ermöglichen, Daten bis zu ihrem Ursprung rückverfolgbar zu machen. Bereitstellung (data supply) und Nutzung (data usage) sind die zwei Seiten des Datenmanagements und der Data Literacy, Abb. 1.

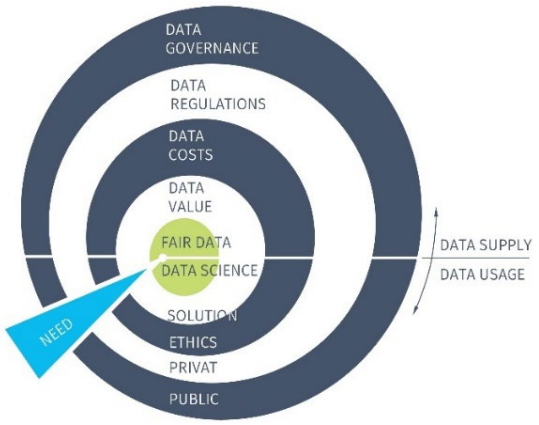


Abb. 1: Data Literacy: Im Mittelpunkt steht die Bereitstellung von FAIRen Daten (FAIR data) sowie die Nutzung der Daten in Modellen der Data-Sciences, axiomatischen Modellen der Naturwissenschaft, in Algorithmen der angewandten Mathematik und vielen anderen.

Die passenden Infrastrukturen, Technologien und Methoden zu entwickeln und bereitzustellen, ist Aufgabe der Nationalen Forschungsdateninfrastruktur (NFDI e.V) und ihrer Konsortien. Bildung in Datenkompetenz ist dabei eine wichtige Säule in den jeweiligen Konsortien und übergreifend in der NFDI – Sektion Training &

Education [4]. Die hier aufgezeigten Lehrkonzepte dienen in NFDI4Ing und der Sektion als Best–Practice-Beispiele.
Grundlagen der Digitalisierung ist ein Modul im ersten Semester des Bachelors und besteht aus einer Vorlesung (2 SWS) sowie einer Übung (2 SWS). Diese gliedert sich in eine Hörsaal- und eine Gruppenübung. Der Modulumfang beträgt 4 Kreditpunkte. Eine organisatorische Besonderheit des Moduls ist die geteilte Modulverantwortlichkeit, sodass die Lehrveranstaltung aus zwei Teilen besteht. Als kompetenzorientierte Prüfung geben die Studierenden semesterbegleitend Projektarbeiten mit Programmierschwerpunkt ab.
FAIR Data Management in Engineering Sciences ist der zweite Teil der Lehrveranstaltung, der je vier Vorlesungen und Übungen umfasst. Die Kapitel der Vorlesung sind:

(i) Motivatoren für FDM,
(ii) Datenqualität,
(iii) Daten und Modelle,
(iv) Wissensmanagement.

Im ersten Kapitel werden anhand von vier Beispielen aus Akademia, Industrie und Gesellschaft die Motivatoren für Datenmanagement herausgearbeitet. Mit Beispielen aus der Forschung (Urbanisierung, Kavitation) werden Datenmanagement und Forschungsprozess miteinander verknüpft. Die Studierenden lernen die Schritte, die sie später durch Forschendes Lernen [5] selbst ausführen sollen, kennen. Ausgehend von der guten wissenschaftlichen Praxis [6] werden die Themen Softwareentwicklung und die FAIR–Prinzipien angesprochen.
Bei der Datenqualität wird zwischen formaler und inhaltlicher Datenqualität differenziert. Aspekte der formalen Datenqualität sind Metadaten, Dateiformate und Identifikatoren. Die inhaltliche Datenqualität wird über eine kurze Einführung in Statistik adressiert. Eine Vertiefung erfolgt im Modul Messtechnik, Sensorik und Statistik (4. Semester). Ein wesentlicher Aspekt der Einführung ist die Unterscheidung der Unsicherheit in Daten-, Modell- und Strukturunsicherheit [7].
Die Betrachtung von Daten und Modellen in Kapitel 3 führt von axiomatischen über datengetriebene bis hin zu hybriden Modellen. Dabei werden die Anforderungen an Modelle nach Heinrich Hertz [Quelle] beleuchtet. Dies bildet die Grundlage für die Betrachtung des Wertes von Daten und der Datenökonomie. Da diese Thematik einen hohen aktuellen Stellenwert hat, werden tagesaktuelle Themen wie das EU-Datengesetz „Data Act" [8] diskutiert.
Das letzte Kapitel dreht sich um das Wissensmanagement. Zentrale Frage ist, wie aus Daten Wissen und Weisheit entstehen können. Das Verständnis von Konzepten der Semantik, Ontologien und Wissensgraphen werden anhand von alltäglichen Beispielen gelehrt.
Bei den Übungen handelt es sich um Programmierübungen in der Sprache Python. Grundlegendes Verständnis zu Algorithmen und die Einführung in Matlab und Python werden bereits im ersten Teil des Moduls gelegt. Inhalte der Übung sind:

(i) Versionskontrolle (git),
(ii) Visualisierung von Daten,
(iii) Dateiformate (HDF5),
(iv) Datenstrukturen.

Merkmal der Übungen ist, dass diese aufeinander aufbauen und anwendungsorientiert ausgerichtet sind. In der ersten Übung erlernen die Studierenden den Workflow der Versionskontrolle mit git durch die Programmierung eines Taschenrechners. So wird einem abstrakten Lernen der Befehle ohne Anwendungsbezug vorgebeugt. Auch die Einführung in das HDF5–Dateiformat oder in Datenstrukturen ist mit einer Programmieraufgabe verbunden. Ein weiteres Lernziel der Übung ist, dass die Studierende Dokumentationen von Programmbibliotheken lesen, verstehen und anwenden können. Dies wird insbesondere in der zweiten Übung gefordert. Dort erhalten die Studierenden eine Anforderungsliste an ihr Diagramm und müssen die notwendigen Parameter aus der Dokumentation herauslesen.
Die Übung ist weiterhin Grundlage für die Projektarbeit. Dort müssen die Studierenden die folgenden Schritte der Datenverarbeitung durchführen:

(i) Daten einlesen,
(ii) Daten prüfen,
(iii) Daten analysieren,
(iv) Daten verarbeiten,
(v) Daten visualisieren,
(vi) Code dokumentieren und versionieren.

Gegenstand der Projektarbeit ist ein Datensatz aus der Forschung, den die Studierenden nachnutzen müssen.
Am Ende der Veranstaltung kennen die Studierenden die Grundlagen des FAIRen Datenmanagements, können diese einordnen und bewerten sowie als Algorithmen umsetzen. Die Anwendung dieser Kenntnisse im Forschungsprozess folgt dann im Modul Praktikum Digitalisierung.
Im Modul Praktikum Digitalisierung erleben die Studierenden das experimentelle, wissenschaftliche Arbeiten in allen Phasen von der Planung bis zur Bewertung eines Experiments. Die Methode des Forschenden Lernens wird mit FAIRem Datenmanagement kombiniert, Abb. 2.

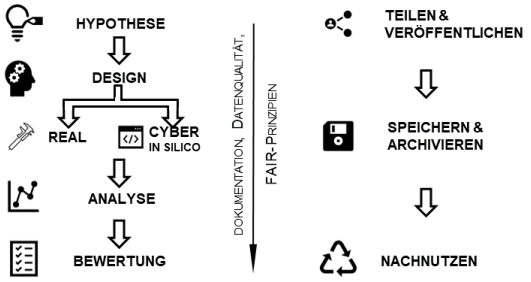


Abb. 2: Gute wissenschaftliche Praxis im Praktikum Digitalisierung. Verknüpfung des Forschungsprozesses mit FAIRem Datenmanagement.

So erwerben die Studierenden Datenkompetenz anwendungsorientiert und werden auf die Bachelorthesis vorbereitet. Das Konzept beruht auf fünf Säulen:

(i) Hands–On,
(ii) Low-Tech,
(iii) holistisch,
(iv) wissenschaftliches Arbeiten,
(v) Nachhaltigkeit.

Die Studierenden schaffen sich eine eigene Messumgebung (Hands-On), in der ein Raspberry Pi (Low-Tech) zum Einsatz kommt. Das Niveau der aufgenommenen Daten ist sekundär, die Unsicherheit wird quantifiziert und die formale Qualität berücksichtigt. Insgesamt führen die Studierenden vier Versuche aus unterschiedlichen Themengebieten durch, sodass die Breite des Darmstädter Maschinenbaus holistisch abgedeckt wird. Die vier Versuche sind:

(i) Kalorimetrie,
(ii) Lavalrotor,
(iii) Hele–Shaw–Zelle,
(iv) FAIRe Qualitäts–KPIs [9].

Das wissenschaftliche Arbeiten erfolgt entlang der Phasen Hypothese, Planen, Messen, Auswerten und Bewerten und entspricht somit dem Ansatz des Forschenden Lernens. Durch die Beachtung der FAIR – Prinzipien wird die Nachhaltigkeit der Daten gewährleistet. Charakteristisches Merkmal ist, dass Forschungsdatenmanagement (FDM) anwendungsorientiert gelehrt wird.
Alle Versuche folgen einem digitalen Workflow, der als Wollfaden, Abb. 3, darstellbar ist. Der Bericht, den die Studierenden als Prüfungsleistung anfertigen müssen, muss alle Informationen enthalten, damit das Experiment bis zu den Rohdaten und den Komponenten rückverfolgbar ist. Der Wollfaden dient drei Zielen:

(i) Sicherung guter wissenschaftlicher Praxis,
(ii) Transparenz,
(iii) Nachverfolgbarkeit.

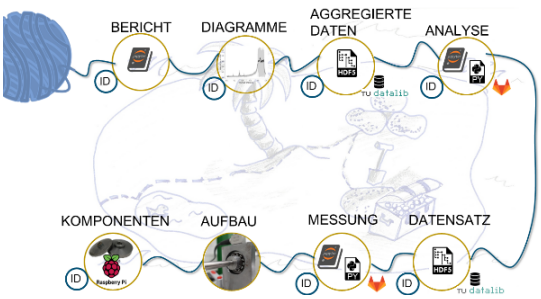


Abb. 3: Umsetzung der Schatzkarte-Vom Bericht über die Rohdaten bis zu den Komponenten. Der Wollfaden symbolisiert die Verknüpfung der einzelnen Bestandteile.

Die Dokumentation der Arbeitsschritte erfolgt über ein digitales Laborbuch [10]. Bei dem digitalen Laborbuch handelt es sich um ein Konzept und nicht um eine Softwarelösung für ein elektronisches Laborbuch (ELN, z.B. elabFTW [11]). Das Konzept umfasst drei Prinzipien:

(i) FAIRes Datenmanagement,
(ii) modulare, wiederverwendbare Code-Teile,
(iii) Verwendung moderne Tools und Technologien.

Zur Anwendung kommen die im ersten Semester vermittelten Tools Python, git und das HDF5–Dateiformat. Im Praktikum wird die Software git kollaborativ genutzt, wofür auf das NFDI4Ing–Gitlab [12] zurückgegriffen wird. Die Speicherung der Datensätze, die im HDF5-Format vorliegen, erfolgt im institutionellen Repositorium der TU Darmstadt, TUdatalib [13]. Für die Berichte nutzen die Studierenden Jupyter Notebooks, um Code und Textbausteine miteinander zu verknüpfen. Bei der Steuerung der Prüfstände und Messwertaufnahme kommen Python-Skripte zur Anwendung. Dabei müssen die Studierende bestehende Skripte nachnutzen und bei Bedarf erweitern.

Der Ablauf des Praktikums gliedert sich in die Vorbereitung, Durchführung und Nachbereitung. Während der Vorbereitung stehen den Studierenden digitale Materialien zur Verfügung. Sie erhalten ebenso zu Beginn des Semesters einen Raspberry Pi mit einem Starterkit, um eigene Versuche am Küchentisch durchzuführen. Diese Versuche sind Bestandteil der Prüfungsleistung, wobei nicht die inhaltliche Qualität der Daten, sondern die Kreativität und formale Qualität bewertet werden.

Damit alle Lernzielbereiche adressiert werden, müssen die Studierenden die Versuche eigenständig aufbauen (psychomotorische Lernziele), in einer Gruppe arbeiten (affektive Lernziele) und ihr theoretisches Fachwissen (kognitive Lernziele) anwenden. Die Studierenden erhalten in der Präsenzveranstaltung in Dreiergruppen einen auseinandergebauten Prüfstand. Diesen müssen sie mechanisch aufbauen und elektrisch anschließen. Als Messcomputer dient der Raspberry Pi. Die Software zur Messwerterfassung bringen die Studierenden mit. Sie müssen vor der Durchführung der Versuche prüfen, ob ihre Software funktioniert. Anschließend führen Sie die Versuche durch und generieren Datensätze. Wichtig ist, dass die Studierenden die relevanten Metadaten des Versuches ebenfalls speichern. Die Auswertung und Bewertung erfolgt dann in der Nachbereitungsphase. Die Studierenden schreiben ihren Bericht und verweisen auf ihre Datensätze, die in TUdatalib gespeichert sind.

Durch die Kombination des Forschenden Lernens mit FAIRem Datenmanagement erwerben die Studierenden Datenkompetenz von Anfang an anwendungsorientiert. Im Vordergrund steht das experimentelle Arbeiten, da dies in den Ingenieurwissenschaften weit verbreitet ist.

Literatur

[1] Vereinte Nationen, „Ziele für nachhaltige Entwicklung," https://unric.org/de/17ziele/. [Zugriff am 01 07 2022].

[2] NFDI4Ing, „NFDI4ing - press releases," https://nfdi4ing.de/resources/press/. [Zugriff am 01 07 2022].

[3] M. Wilkinson, M. Dumontier, I. Aalbersberg und e. al., „The FAIR Guiding Principles for scientific data management and stewardship," Sci Data 3, 2016.

[4] S. Herres-Pawlis, P. F. Pelz, et al.: Sektionskonzept Training & Education zur Einrichtung einer Sektion im Verein Nationale Forschungsdateninfrastruktur (NFDI) e.V. (2.0)., https://doi.org/10.5281/zenodo.6475541, 2022.

[5] S. Gotzen, S. Bexerlin und A. Gels, „Forschendes Lernen," https://www.th-koeln.de/mam/downloads/deutsch/hochschule/profil/lehre/steckbrief_forschendes_lernen.pdf, 2015.

[6] D. Forschungsgemeinschaft, „Gute wissenschaftliche Praxis - Kodex "Leitlinien zur Sicherung guter wissenschaftlicher Praxis"," [Online]. Available: https://www.dfg.de/foerderung/grundlagen_rahmenbedingungen/gwp/. [Zugriff am 01 07 2022].

[7] P. F. Pelz, P. Groche, M. E. Pfetsch und M. Schaeffner, Mastering Uncertainty in Mechanical Engineering, https://doi.org/10.1007/978-3-030-78354-9.

[8] F. A. Zeitung, Revolution am Datenmarkt, https://www.faz.net/aktuell/wirtschaft/gesetz-zu-industriedaten-bruessel-plant-revolution-am-datenmarkt-17786754.html.

[9] P. F. Pelz und C. Schänzle: Qualität und Transparenz – ein Ansatz für FAIRe Qualitäts-KPIs, https://www.process.vogel.de/qualitaet-und-transparenz-ein-ansatz-fuer-faire-qualitaets-kpis-a-1077131/.

[10] M. Richter, N. Preuß und P. F. Pelz, laboratory book for bespoke experiments, https://doi.org/10.5281/zenodo.5761498 , 2021.

[11] https://www.elabftw.net/. [Zugriff am 01 07 2022].

[12] GitLab of the RWTH Aachen University https://git.rwth-aachen.de/users/sign_in. [Zugriff am 01 07 2022].

[13] TU Darmstadt, TUdatalib Repository https://tudatalib.ulb.tu-darmstadt.de/. [Zugriff am 01 07 2022].

Wie wirksam ist unsere Lehre? Ein Evaluationskonzept

B. Schlegel, C. Wermann, S. Odenbach

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

Im Beitrag wird das Evaluationskonzept vorgestellt, mit dem das Modul Mess- und Automatisierungstechnik an der Professur für Magnetofluiddynamik, Mess- und Automatisierungstechnik am Ende des Sommersemesters 2022 evaluiert wird. Am Modul nehmen hauptsächlich Studierende im 5. bzw. 6. Semester teil. Ziel der Evaluation ist es, herauszufinden, welche Elemente der Lehre (im Folgenden als Interventionen bezeichnet) einen besonders hohen Einfluss auf den Lernprozess der Studierenden haben und welche einen eher geringen. Mit den geplanten Erhebungen wird die studentische Perspektive auf Lehre erfasst und kann in die Weiterentwicklung von Lehre einbezogen werden. Zwar gibt es an der Professur schon lange die Bestrebung, Lehre so zu entwickeln, dass die Studierenden bestmöglich lernen können (entsprechende Erfolge wurden unter anderem in den vorangegangenen Lessons Learned Konferenzen vorgestellt), bisher fehlt allerdings eine entsprechende Datenbasis für das gesamte Modul. Für die Praktika des Moduls wurden bereits Befragungen durchgeführt. Genaueres dazu wird im Beitrag von Caroline Wermann vorgestellt.

Motivation

Nach mehreren Corona-Semestern und wiederholten Umwälzungen in den Lehrkonzepten, bedingt durch die Pandemie-Bedingungen, ist nicht – wie vielleicht vermutet – eine Müdigkeit und Zurückhaltung gegenüber Veränderungen in den Lehrkonzepten eingetreten. Stattdessen gibt es Bestrebungen, weitere Veränderungen auf solide Füße zu stellen, die Erkenntnisse aus den Corona-Semestern in die Lehre einzubeziehen und die bestmögliche Variante herauszufinden, die Präsenzformate mit Online- bzw. digitalen Elementen kombiniert. Sinkende Studierenden-Zahlen und die Tendenz, dass Studierende teilweise recht schwer in die Präsenz zurückzuholen sind, machen es zudem notwendig, auch weiterhin intensiv über Lehre nachzudenken und neben der Expertise der Lehrpersonen die Bedarfe der Studierenden als wichtigen Fokus in die Konzeptentwicklung einzubinden.

Evaluationskonzept

Was wird evaluiert?

Gegenstand der Evaluation ist das Modul Mess- und Automatisierungstechnik, zu dem eine zweisemestrige Vorlesung, Praktika und Übungen gehören. Die einzelnen Interventionen, wie Übungen, Praktika, die mündlichen Erörterungen in der Vorlesung, Mitschriften, Anwendungsbeispiele, Wissensumfragen usw. sollen auf ihre Wirksamkeit auf den Lernprozess der Studierenden untersucht werden.

Ziel der Interventionen ist ein Zuwachs an Kompetenz, also Kenntnissen, Fähigkeiten und Fertigkeiten im Bereich der Mess- und Automatisierungstechnik. **Lernprozesse** werden dabei wie folgt verstanden: Sie haben einen Zuwachs an Kompetenz in einem konkreten fachlichen Bereich zum Ziel und beinhalten verschiedene Prozesse, die durch unterschiedliche Interventionen und ihr Zusammenspiel unterstützt werden können. Relevant sind Erkenntnisprozesse zur Ausbildung eines Fachverständnisses, Anwendungsprozesse, bei denen Fähigkeiten ausgebildet und Kenntnisse vertieft werden, und Übung bzw. Trainingsphasen, in denen aus Fähigkeiten Fertigkeiten entstehen, die stärker automatisiert sind. Nebengeordnet bei der Betrachtung der Wirksamkeit von Interventionen, aber dennoch bedeutsam, ist die Motivation, ohne die kein Lernprozess beginnen kann.

Die folgende Auflistung gibt einen Überblick über die in der Lehre dargebotenen Interventionen, deren Wirksamkeit mit Hilfe der Evaluation untersucht werden soll:

- Präsentation der Lerninhalte in der Vorlesung
- Einbindung praktischer Beispiele
- Mitschreiben
- Visualisierung
- Wiederholung am Anfang der Stunde
- Geschichtliche Erzählung
- Von den Studierenden eingebrachte Themen (X-Kapitel)
- Praktische Anwendung wie Hörsaalvermessung
- Praktika
- Zwischenbesprechung zu Praktika
- Nachbesprechung zu Praktika
- Übungsaufgaben mit Angabe der Lösungen
- Beispielaufgaben
- Übung, 1,5-stündig
- Zwischenabfrage mit Kahoot!
- Wiederholung am Anfang der Stunde
- Vorlesungsvideos

Wozu wird evaluiert?

Ziel der Evaluation ist es, herauszufinden, welche Interventionen die Studierenden gut in ihrem Lernprozess unterstützen und welche nicht oder nur in geringem Maße (Erkenntnisinteresse).[1]

Die Ergebnisse der Evaluation dienen als Grundlage zur Weiterentwicklung des Moduls Mess- und Automatisierung (Entwicklungsinteresse).[1] Dabei geht es nicht darum, Interventionen fallen zu lassen, deren Wirksamkeit mittels Evaluation als gering eingeschätzt wurde. Die Hinweise aus der Evaluation werden eher so verstanden, dass diese Interventionen, die aus Lehrenden-Sicht hilfreich und notwendig sind, noch nicht optimal zur Anwendung kommen. Hier sollte dann offenbar nachgebessert werden und die Ergebnisse der folgenden Evaluation zur Bewertung der Verbesserung herangezogen werden.

Wie wird evaluiert?

Die Evaluation erfolgt ex-post, also am Ende des Interventionszeitraums und hat folglich einen summativen Charakter.[1] Der Evaluation liegt die folgende Annahme zugrunde:

Ein Lernprozess im Sinne eines Erkenntnisgewinns mit nachfolgender Festigung durch Anwendung und Übung, der zu einem Zuwachs an Kompetenz führt, wird durch motivierende, erkenntnisunterstützende Interventionen sowie Interventionen der Anwendung, Festigung und Übung optimal unterstützt. Im Umkehrschluss hieße das, dass der Lernprozess nicht unterstützt werden kann und damit auch kein Kompetenzzuwachs zu erwarten ist, wenn die entsprechenden Interventionen nicht genutzt werden. Darüber hinaus ist zu beachten, dass der erreichte Kompetenzzuwachs neben den dargebotenen Interventionen von der Leistungsfähigkeit und -bereitschaft der Studierenden abhängig.

Neben den Interventionen, deren Wirksamkeit und Wirksamkeitsstärke mit den Evaluationsmaßnahmen erfasst werden sollen (Interventionseffekte), können andere Faktoren den Lernprozess maßgeblich beeinflussen. Diese externen konfundierenden Effekte werden in der Befragung am Ende des Interventionenzeitraums miterfasst. Beispiele dafür sind: Lernen mit Freunden, Gespräche mit der Familie, Schauen von Youtube-Videos usw. Die Effekte, die diese Faktoren hervorrufen, sind nicht Teil des Untersuchungsgegenstandes. Dies muss in der Erhebung bedacht werden. Ein weiterer Faktor sind die Voraussetzungen der Studierenden am Beginn des Interventionszeitraums (Vorwissen).

Untersuchungsdesign

Ziel der Evaluation ist es, die Wirksamkeit der Interventionen unabhängig von anderen Interventionen und in Abhängigkeit von Leistungsfähigkeit und -bereitschaft der Studierenden zu erfassen. Dabei kann die Wirksamkeit an sich nicht erfasst werden.

Drei Indikatoren sollen herangezogen werden, um Rückschlüsse auf die Wirksamkeit ziehen zu können.

<u>Indikator 1: Einschätzung von Wirksamkeitsmerkmalen durch die Studierenden</u>

Die Studierenden können einschätzen, inwiefern sie fachliche Inhalte, also Zusammenhänge und Konstrukte, durch eine Intervention wie beispielsweise den Erläuterungen der Lehrperson nachvollziehen und verstehen konnten. Außerdem können sie einschätzen, inwiefern sie dargebotene Inhalte interessant fanden und

dadurch motiviert wurden, sich mit den Inhalten auseinanderzusetzen. Diese Einschätzungen lassen einen Rückschluss auf die erkenntnisunterstützende und motivierende Wirkung zu. Je höher diese Wirkung bewertet wurde, desto stärker ist die Wirksamkeit der Interventionen einzuschätzen (Korrespondenzregel). Relevant ist in diesem Zusammenhang, ob die Interventionen genutzt wurden, also ob alle Vorlesungen, Übungen und Praktika absolviert wurden. Die Ergebnisse der Befragung von Studierenden, die nur einen Teil der Interventionen genutzt haben, sind anders zu bewerten und können als Vergleichsgruppe herangezogen werden.

Indikator 2: Die Performanz der Studierenden in der Klausur

Es wird angenommen, dass die Nutzung der Interventionen, die ihre Funktionen der Erkenntnisunterstützung, Anwendung und Festigung von Erkenntnissen und Motivation erfüllen, zu einem Lernfortschritt führt, der sich in der Performanz in der Klausur zeigt. Wurden also alle Interventionen genutzt und sind alle Interventionen optimal funktionsfähig, ist eine hohe Performanz in der Klausur zu erwarten. Die Bedingungen der Performanzerhebung sind als Einflussfaktoren mitzudenken. Persönliches Befinden der Studierenden (Krankheit, Prüfungsangst und ähnliches), die Tageszeit, zu der die Erhebung erfolgt, und weitere Bedingungen werden neben den Interventionen und deren Nutzung einen Einfluss auf die zu messende Performanz haben.

Die Einflussfaktoren, die außerhalb der zu untersuchenden Interventionen liegen wie das Schauen von Youtube-Videos oder auch Vorwissen, haben ebenfalls einen großen Einfluss auf die Performanz in der Klausur. [2]

Indikator 3: Selbsteinschätzung der Studierenden über die Erreichung der Lernziele

Es ist davon auszugehen, dass Studierende selbst einschätzen können, inwiefern sie die Lernziele des Moduls erreicht haben. Es ist ebenfalls davon auszugehen, dass die Reflexionsfähigkeit über den eigenen Lernfortschritte zu Beginn des Studiums noch nicht so stark ausgebildet sind und sich im Verlauf des Studiums entwickeln. Je häufiger die Studierenden der Meinung sind, sie hätten konkrete Lernziele voll und ganz erreicht, desto größer dürfte die Wirksamkeit der Interventionen sein. Einflussfaktoren sind hierbei Überschätzungs- und Unterschätzungstendenzen der Studierenden, die durch einen Vergleich zwischen Selbsteinschätzung und Performanz abgeschätzt werden können. Ebenfalls damit kann abgeschätzt werden, inwiefern die Studierenden ihren Lernfortschritt reflektieren und einschätzen können. Kritisch anzumerken ist an dieser Stelle, dass die Messungen von Selbsteinschätzung und Performanz zu zwei unterschiedlichen Messzeitpunkten stattfinden. Dazwischen liegt die Prüfungsvorbereitungszeit, die neben den dargebotenen Interventionen externe Faktoren beinhaltet.

Vergleichsgruppen

Aus diesen Betrachtungen der Korrespondenz zwischen der Wirksamkeit und den Indikatoren ergeben sich folgende Vergleichsmöglichkeiten, die in der Auswertung und Interpretation der Untersuchungsergebnisse relevant sind. [1], [3]

- Vergleich der Gruppe an Studierenden, die an allen Interventionen teilgenommen haben, mit der Gruppe, die nicht an allen teilgenommen hat,
- Vergleich der Gruppe an Studierenden, die eine hohe Performanz in der Klausur erreicht haben, mit der Gruppe, die eine niedrige Performanz erreicht hat,
- Vergleich der Gruppe an Studierenden, deren Selbsteinschätzung mit der Performanz gut korrelieren, mit der Gruppe, bei der keine gute Korrelation erreicht wurde.

Zur Bildung der Vergleichsgruppen müssen Kriterien festgelegt werden, so dass repräsentative Vergleiche gezogen werden können.

Ausblick

Die Ergebnisse dieser ersten umfangreichen fachbezogenen Evaluation zur Wirksamkeit von Interventionen in der Lehre dienen neben der Weiterentwicklung der Lehre als Pretest für eine regelmäßige Evaluation, die einen semester-übergreifenden Vergleich ermöglicht. Somit können in Zukunft Tendenzen ermittelt werden, die durch Änderung einzelner Inter-

ventionen hervorgerufen werden. Entwicklung von Lehre kann somit neben der Expertise und dem Erfahrungsschatz der Lehrpersonen auf die Perspektive der Studierenden zurückgreifen – eine Perspektive, über die bisher häufig spekuliert wurde.

Im Prozess der Evaluationsentwicklung sollten außerdem folgende Aspekte einfließen:

- Die Einschätzungen von Studierenden, die bereits vor dem Interventionszeitraum Kenntnisse, Fähigkeiten und Fertigkeiten besitzen, die durch die Interventionen erst erlernt werden sollen, sind anders zu bewerten als die Einschätzungen von Studierenden, die sich zum ersten Mal mit den Themen im Interventionszeitraum auseinandersetzen.
- Werden Studierende direkt nach einer oder mehreren Interventionen befragt, sind andere Ergebnisse zu erwarten, als wenn sie am Ende des Interventionszeitraums befragt werden.

Die Diskussionen zur Einschätzung der erhobenen Daten und zur Weiterentwicklung des Evaluationskonzeptes sollten mit unterschiedlichen Personengruppen geführt werden, um dem Nachteil interner Evaluationen, nämlich möglicher Voreingenommenheit oder auch Betriebsblindheit, entgegenzuwirken.

Literatur

[1] Stockmann, R.; Meyer, W (2014).: Evaluation. Eine Einführung. 2., überarbeitete und aktualisierte Auflage. Opladen & Toronto: Verlag Barbara Budrich.

[2] Stockmann, R. (Hrsg.) (2007): Handbuch zur Evaluation. Eine praktische Handlungsanleitung. Sozialwissenschaftliche Evaluationsforschung, Band 6. Münster: Waxmann Verlag GmbH.

[3] Porst, Rolf (2009): Fragebogen. Ein Arbeitsbuch. 2. Auf. Studienskripten zur Soziologie.

Gamification of Science

J. Seifert, P. Seidel

Professur für Gebäudeenergietechnik und Wärmeversorgung, Institut für Energietechnik, Fakultät Maschinenwesen, TU Dresden

Kurzzusammenfassung

Die digitale Entwicklung und die stärkere Verbreitung von sozialen Medien mit u.a. speziellen wissenschaftlichen Kanälen führt zu einem Wandel der Erwartungshaltung der Studierenden an das Thema Lehre. Gleichzeitig wandeln sich die Anforderungen an die Absolventen, hin zu einem fachübergreifenden Wissen. Ziel des umzusetzenden Lernprojektes ist es, die bisherigen Einzelformate mit der Anwendung einer Art Planspiels zu kombinieren, um auf diese Weise die Interaktion sowie Präsenzteilnahme zu stärken und dabei die theoretischen Erkenntnisse direkt mit praktischen Komponenten zu koppeln und somit energietechnische Fragstellungen aus verschiedenen Standpunkten zu beleuchten. Durch Elemente der Gamification wird hierbei für die Studierenden eine motivierende Lernsituation hergestellt, welche eine hohe Interaktion fördert.

Hintergrund und Idee

Die Vermittlung von themenspezifischem Wissen erfolgt bisher über die bekannten Formate von Vorlesung, Seminar und/oder Praktika. Je nach Themengebiet sind diese untereinander, jeweils bezogen auf einen Schwerpunkt mit einer festgelegten Interaktion (Studierende und Lehrende) abgestimmt.
Durch den Aspekt der Gamification soll dieser bisherige stationäre Prozess aufgebrochen werden und die Studierenden direkt in die Wissensvermittlung in Form eines Planspiels eingebunden werden, wodurch die Teilnahme an Kursen in Präsenz gestärkt werden soll. Im Besonderen in der Energietechnik, mit der Fragestellung einer zukünftig CO_2-neutralen und resilienten Versorgung müssen ganzheitliche und teils kontroverse Standpunkte und Ansätze mit den theoretischen Grundlagen und Neuentwicklungen betrachtet sowie in der Lehre kombiniert werden. Die exemplarisch aufgeworfene Fragstellung ist nicht allein aus technischer Sicht zu beantworten, sondern muss im ganzheitlichen Kontext gesehen werden, da ein erhebliches Spannungsfeld zwischen Klimaschutz – verlässlicher Energieversorgung – Technikakzeptanz und wirtschaftlichen Fragstellungen besteht.

Ziel des Lehrprojektes

Das Ziel ist die Entwicklung einer Gamificierten Lernumgebung zur Entwicklung „Zellularer Energiesysteme" die die Aspekte der Elektrotechnik und der thermischen Energietechnik verknüpft. Hierzu ist geplant, dass zu entwickelnde Spiel (vgl. Abb. 1) in realitätsnahe, authentische Szenarien einzubetten und diese – von qualifizierten (Tele-)Tutoren aus dem Umfeld der TUD moderiert – in verschiedene Lehrveranstaltungen bzw. Lehrmodule zu integrieren.

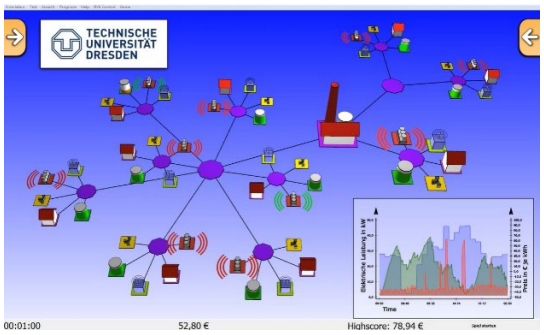


Abb. 1: Darstellung des Vorgänger-Spiels „RVK-Simulator" [1, 2]

Hierbei ist es erforderlich Didaktik, Verständnis und Umgang mit einem Spiel zu methodischen Wissensvermittlung zu erproben (Prinzip: train the trainer). Somit wird in der Lehrveranstaltung mit Elementen der Gamification gearbeitet. Zwischen den Teams der Studierenden wird eine motivierende und herausfordernde Wettbewerbssituation hergestellt (Bewertungskennzahlen, Spielregeln). In einer begrenzten Bearbeitungszeit im Rahmen der vorlesungsbegleitenden Seminare ist

jeweils eine technisch relevante Fragestellung (direkter Bezug zur Vorlesung) zu beantworten.

Umsetzungsbeispiel

Am Bsp. der Vorlesung Raumlufttechnik wird die Idee kurz skizziert. So wäre das ganzheitliche Ziel des zugehörigen Seminars die lüftungstechnische Versorgung des Hörsaalzentrums unter unterschiedlichen Gesichtspunkten. In Form von Teilaufgaben in einer Art Spiel werden die theoretischen Grundlagen direkt angewendet. Zu nennen sind u.a. die klimatischen Randbedingungen, der Aufbau und die Auslegung von Komponenten (Wärmeübertrager, Ventilatoren, etc.) und die Fragen zur Luftreinheit und Schadstoffen (CO_2-Konzentration, Schadstoffbelastung). Gekoppelt werden diese technischen Fragestellungen mit praktischen Ansätzen, indem die Studenten und Studentinnen bestimmte Randbedingungen (u.A. Platzverhältnisse, bauliche Gegebenheiten) vor Ort als Exkursion festlegen. Ergänzt werden kann die Aufgabenstellung mit zusätzlichen Komponenten der Wirtschaftlichkeit oder spezifischen Fragen aus anderen Lehrbereichen (Elektrotechnik).

Bewertung innerhalb des Spiels

Im Rahmen des Seminars in Verbdingung mit der Vorlesung sind die Pfade auf dem Weg zu verschiedenen Antwortmöglichkeiten strukturiert vorgegeben (Abhängig vom Aufgabenschwerpunkt und Lehrmodulkombination). Bei der Bearbeitung wird Unterstützung durch die Lehrenden angeboten, wodurch ein vollständiges Scheitern nicht möglich ist. Vielmehr wird im Ergebnis quantifiziert, wie gut unterschiedliche Ziele erreicht wurden. So können auch mehrere Sieger ermittelt werden (z.B. Team mit den geringsten Kosten, Team mit geringsten CO_2-Emissionen). Der wichtigste Aspekt hierbei ist jedoch die Diskussion und die ganzheitliche Betrachtungsweise über einzelne Lehrfächer hinweg von einer vorgegebenen Problemstellung. Diese Bearbeitung zieht sich hierbei über ein gesamtes Semester oder alternativ über mehrere Seminarveranstaltungen in geringerem Umfang hinweg, wodurch der bisherige Lernmodus von einzelner Aufgabenabarbeitung flexibilisiert und aufgebrochen werden soll.

Art der Umsetzung

Die Umsetzung der Idee soll variabel erfolgen. Dies bedeutet, dass das Spiel hybrid umgesetzt werden kann, vor Ort in Präsenz und mit online-Zugang. Zentraler Punkt ist, dass eine Plattform erstellt wird, in der die Studierenden interagieren können. Genutzt werden hierfür verschiedene Tools und Gegenstände. Zu nennen sind hierzu Tools für Umfragen [3], gemeinsame whiteboards und interaktiven Folien/Präsentationen, digitale Tafeln [4], welche die interaktive Zusammenarbeit gegenüber herkömmlichen PowerPoint-Präsentationen erheblich steigern.
Ein weiterer Punkt ist der Einsatz einer digitalen Wissensvermittlung (e-learning) an der TU Dresden, welche direkt an die Lehre in Präsenz angebunden ist. In dieser können interaktiv Wissenstests, Kurzvideos oder andere Formate (Blogs) umgesetzt werden. Hierzu können mit der Software Camtasia [5] Videos von Präsentationen interaktiv aufgezeichnet werden. Die Umsetzung hierzu kann bereits mit einer Höherwertigen Webcam sowie einem Greenscreen im Büro oder Labor umgesetzt werden. Für die Bereitstellung von Videos, Wissensinhalten und Wissenstests soll auf Ressourcen des Bildungsportal Sachsen im Rahmen von Opal zurückgegriffen werden.

Übertragbarkeit

Das Konzept der Gamification von Lehrveranstaltungen/Seminaren kann auf nahezu alle Themengebiete bezogen auf ein ganzes Lehrmodul oder nur einzelne Vorlesungsreigen angewandt werden.

Bsp.:

- Raumlufttechnik / Erarbeitung für Lüftungs- und Klimatisierungsstrategien
- Regionale Virtuelle Kraftwerke / Erarbeitung für Versorgungsstrategien
- Gastechnik / Erarbeitung von Strategien zur H_2 – Einbindung (Resilienz)

Anmerkungen

Auf Grund der aktuellen Lage mit sehr langen Lieferzeiten konnte mit der direkten praktischen Umsetzung noch nicht begonnen werden.

Literatur

[1] J. Seifert, P. Seidel, J. Werner, P. Schegner, A. Meinzenbach, J. Haupt, L. Schinke, T. Hess, Regionales Virtuelles Kraftwerk auf Basis der Mini- und Mikro-KWK Technologie, Berlin: VDE Verlag, 2015

[2] J. Seifert, J. Werner und P. Seidel, RVK II - Praxiserprobung des regionalen Virtuellen Kraftwerks auf Basis der Mikro-KWK-Technologie, Berlin: VDE - Verlag, 2018.

[3] https://ahaslides.com/de

[4] https://www.prometheanworld.com/de/produkte/interaktive-displays/activpanel/

[5] Software Camtasia: https://www.techsmith.de/camtasia.html

Interaktive Lern- und Übungsaufgaben in der Physiklehramtsausbildung

B. Watzka

Abteilung Didaktik der Physik, Institut für Physik, Fakultät für Naturwissenschaften, Otto-von-Guericke-Universität Magdeburg

Die Nutzung digitaler Technologien und Medien ist seit langem fester Bestandteil im Physikunterricht und folglich auch in der Physiklehramtsausbildung. Dort sind sie nicht nur ein Lernmedium, mit dem sich Studierende ihr eigenes Wissen erarbeiten und vertiefen. Verschiedene Technologien und Medien sind auch selbst der Lerninhalt, da sie im späteren Berufsleben der Studierenden gezielt als Werkzeug eingesetzt werden, um Lernprozesse von Schülerinnen und Schülern optimal zu initiieren und zu unterstützen. Diese Besonderheit in Lehramtsstudiengängen bildet das TPACK-Modell allgemein ab (siehe Abb. 1, [1]). Es beschreibt, wie die verschiedenen Wissensbereiche von Lehrkräften komplementär zusammenhängen.

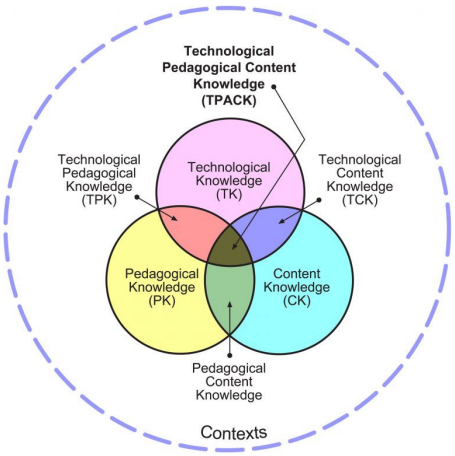


Abb. 1: TPACK-Framework [1].

Das hier beschriebene fachdidaktische Modul versucht angehenden Lehrkräften anhand ausgewählter Beispiele das Zusammenspiel dieser Wissensbereiche zu vermitteln und ein Bewusstsein darüber zu schaffen, dass eine ausgewogene Balance dieser Wissensbereiche eine Gelingensbedingung für guten Unterricht ist.

Seminarkonzept und Lernziele

Das Modul besteht aus zwei inhaltlich eng miteinander verknüpften Teilmodulen. Ein Teilmodul ist ein 2-stündiges fachdidaktisches Seminar, das andere ist ein 2- bzw. 3-stündiges Demonstrationspraktikum zu schultypischen Standardexperimenten. Im **Seminar**betrieb (online, Präsenz oder hyprid) führt der Dozierende durch eine webbasierte interaktive Präsentation. Diese Präsentation steht auch den Studierenden zur Verfügung, so dass diese selbst aktiv werden können (siehe [2]).

Abb. 2: QR-Code zum Lernpfad mit den interaktiven Präsentationen, Aufgaben und Videos

Die frontalen Vermittlungsphasen sind durch interaktive Aufgaben aufgelockert, die Studierende je nach Aufgabentyp im Plenum oder in Einzelarbeit lösen (siehe Abb. 3 und Abb. 4).

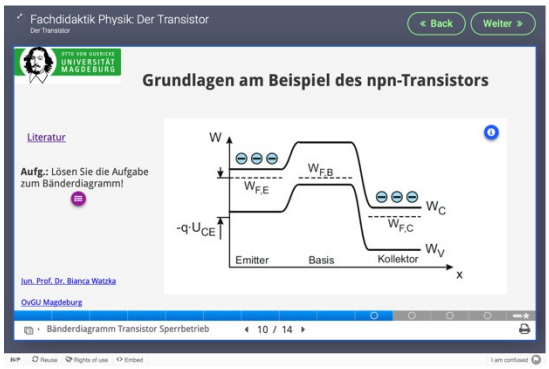


Abb. 3: Ausschnitt aus einer interaktiven Präsentation innerhalb eines Lernpfades. Im Zentrum steht die Vermittlung des Bänderdiagramms, was durch den Dozierenden verbal begleitet wird. Links neben der Skizze ist ein Button zur interaktiven Aufgabe (siehe Abb. 4), welche die Studierenden nach dem fachlichen Input in Einzelarbeit lösen. Rechts ist ein Info-Button mit fachlichen Erläuterungen, falls die Präsentation im Selbststudium durchgearbeitet wird.

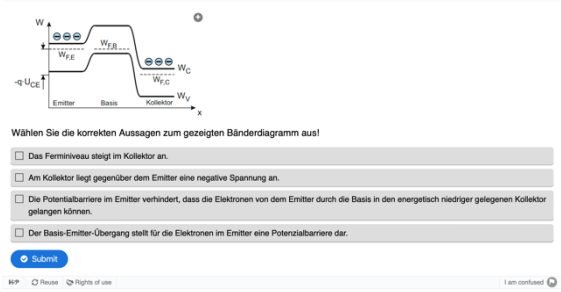


Abb. 4: Interaktive Multiple-Choice-Aufgabe (Direktzugriff unter [3]).

Das **Praktikum** zu den Schulversuchen sollte, wenn möglich in Präsenz stattfinden. Falls erforderlich, können die realen Experimente aber auch durch interaktive Videoexperimente ersetzt werden (siehe [4] und Abb. 5). Zwar gehen dabei die haptischen Erfahrungen verloren, dafür kann dem reinen Abarbeiten von Anleitungen leicht durch kognitiv aktivierende Aufgaben zum Aufbau und zur Durchführung begegnet werden.

Abb. 5: Interaktives Video zum Aufbau einer Dämmerungsschaltung. Hier müssen die Bauteile platziert werden [4].

Nachdem die Studierenden die Aufgabe(n) bearbeitet haben, können Sie ihre Ergebnisse an ein LRS (Datenbank) schicken (siehe Abb. 6), indem die Lernfortschritte dokumentiert werden.

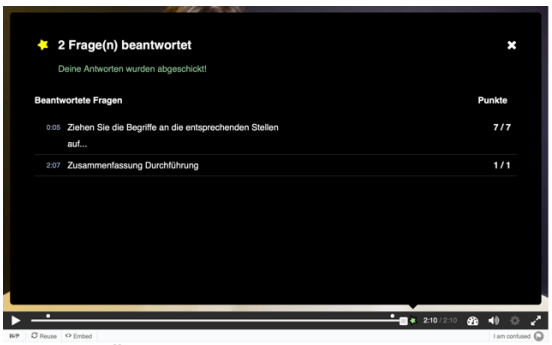


Abb. 6: Übersicht zu den erzielten Punkten und Abgabe der Antworten an das LRS.

Gegebenenfalls können die dokumentierten Daten der Studierenden auch analysiert und visualisiert werden (Beispiel siehe Abb. 7).

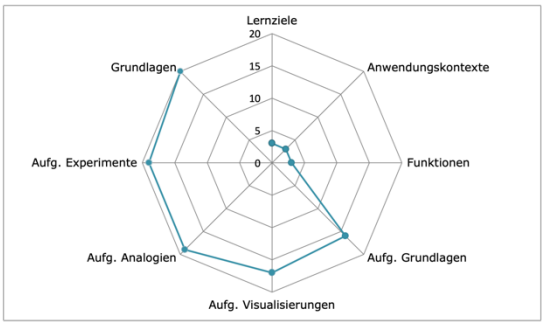


Abb. 7: Visualisierung der erreichten Punkte im LRS Veracity Learning [5].

Exemplarisch sind für einen Inhaltskomplex ausgewählte Lernziele aus den beiden Teilmodulen angegeben. Zu jedem Ziel ist in Klammern der Wissensbereich genannt.
Die Studierenden …

- beschreiben, skizzieren und bewerten Analogien zur Veranschaulichung von Leitungsvorgängen in Halbleitern (PCK, CK).
- können Experimente zu Hell-/Dunkelschaltungen und zu Alltagsanwendungen von Transistoren als Schalter aufbauen, durchführen und adressatengerecht erklären (PCK, CK, TK).
- interpretieren Bänderdiagramme und zugehörige vereinfachte Schemazeichnungen fachlich (PCK, CK).
- erstellen selbst interaktive H5P-Aufgaben und ordnen sie fachdidaktischen Aufgabentypen zu (TPACK).
- hosten interaktive Aufgaben über iframe bzw. binden sie in ein LMS ein und nutzen automatisierte Kontrollmechanismen (TK, TPACK).
- wenden Standardschnittstellen zur Kommunikation zwischen LRS und LMS und zur Dokumentation und zum Visualisieren von Lernaktivitäten an (TK, TPACK).

Sowohl das Seminar als auch das Praktikum können ohne großen Umstellungsaufwand in Präsenz, hybrid oder komplett online stattfinden. Die erstellten Lernmittel können auch zum Selbststudium verwendet werden. Die Grundlage dieser Flexibilität liegt im Tool H5P, mit dem interaktive Videos und Präsentationen erstellt werden können.

H5P zur Erstellung interaktiver Lernmaterialien

H5P ist eine frei zugängliche und quelloffene Software [6] im Sinne eines Autoren-Tools, welches das Erstellen von interaktiven, internetbasierten Lernangeboten völlig ohne Programmierkenntnisse ermöglicht. Eine Reihe von Vorlagen für verschiedene Aufgabenformate – derzeit 50 Stück – macht die Bedienung schnell und unkompliziert. Die Formatvorlagen werden regelmäßig erweitert und reichen von einfachen Lückentexten und Slide-Shows über Multiple-Choice- und Zuordnungsaufgaben bis hin zu interaktiven Videoaufgaben [4] und verzweigten Lernpfaden. Weiter können verschiedene Aufgaben zu einem Quiz oder Test kombiniert oder spielerische Übungsaufgaben z.B. in Memory-Form (siehe Bewegungsgraphen-Memory [7]) oder als Wettkampf erstellt werden. Selbst erstellte H5P-Aufgaben können bei Bedarf als H5P-File oder html-File exportiert, gespeichert und mit Kolleginnen und Kollegen problemlos ausgetauscht werden. Selbstverständlich können auch fremde H5P-Dateien bearbeitet und in der eigenen Lehre genutzt werden [8].

H5P Schnittstellen

H5P ist standardmäßig mit einer LTI- und einer xAPI-Schnittstelle ausgestattet.
LTI steht für Learning Tools Interoperability und ist ein universeller Standard, der die Integration eines Systems (hier H5P) in andere Systeme (z.B. Moodle) ermöglicht.
xAPI steht für Experience API und ist auch als TinCan bekannt. Die xAPI-Schnittstelle gibt Daten nach einem festen Schema an eine Datenbank für Lernaktivitäten, auch Learning Record Store (LRS) genannt. Die xAPI-Aussagen basieren auf dem einfachen Muster: Subjekt Verb Objekt. Damit lässt sich praktisch jede Aktivität eines Lernenden mit der Lernumgebung verfolgen.
Ein Zusammenspiel beider Schnittstellen ermöglicht es also, html5-basierte Lernumgebungen für Lernende im LMS bereitzustellen und darüber hinaus die Lernaktivitäten der Lernenden zu verfolgen, dokumentieren und verarbeiten. Abbildung 8 veranschaulicht die Kommunikation über die Schnittstellen und deren Nutzung im Rahmen des Lehrens und Lernens.

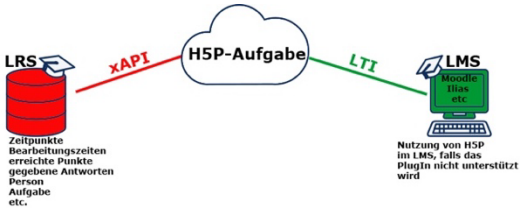


Abb. 8: H5P-Schnittstellen und deren Nutzung im Rahmen des Lehrens und Lernens.

Nutzungsszenarien

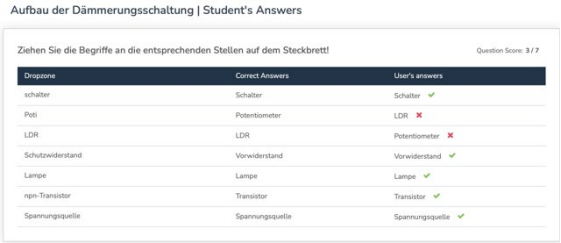
H5P-Inhalte können **online** nach einem erstmaligen Registrieren auf der Seite *h5p.org* kostenlos erstellt und gehostet werden [6]. Die erstellten H5P-Aufgaben werden im eigenen Account gespeichert, können jeder Zeit bearbeitet oder über den Download-Link als H5P-File heruntergeladen werden. Die Nutzung einer erstellten Aufgabe auf einer beliebigen Webseite erfolgt am einfachsten mittels eines Einbettungscodes (iframe).
Bei diesem Szenario ist zu beachten, dass die erstellten Inhalte auf h5p.org bei Kenntnis der konkreten URL offen und somit für jeden zugänglich sind.
Eine weitere Möglichkeit zur Nutzung von H5P ist die Erweiterung der Funktionalität von Content-Management-Systemen (CMS) wie WordPress und Learning-Management-Systemen (LMS) wie Moodle oder Ilias mittels **PlugIns**. Nach dessen Installation können Inhalte direkt im LMS als Aktivität erstellt, getestet und in Kursen angeboten werden. Die Vorgehensweise über ein LMS ist für Nutzerinnen und Nutzer zu empfehlen, wenn die in den Aufgaben verwendeten Medien urheberrechtlich geschützt sind und nur in einem nicht öffentlichen Raum genutzt werden dürfen. Ein weiterer Vorteil des PlugIn-Szenarios ist, die automatisierte Dokumentation der Lernergebnisse und der Lernaktivitäten in Tabellen. Dadurch können Dozierende typische Fehler der Studierenden auf einen Blick sehen und in den Veranstaltungen entsprechend darauf reagieren (siehe Abb. 9 und Abb. 10).

Results for Aufbau der Dämmerungsschaltung

Suchen

Nutzer/in	Wertung	Höchstwertung	Beendet	Antworten ansehen
[redacted]	6	8	2021/10/22 – 11:41	Bericht
[redacted]	6	8	2021/10/22 – 11:46	Bericht
[redacted]	7	8	2021/10/22 – 11:46	Bericht
[redacted]	4	8	2021/10/22 – 11:44	Bericht
[redacted]	8	8	2021/10/22 – 11:43	Bericht
[redacted]	6	8	2021/10/22 – 11:43	Bericht

Abb. 9: Ausschnitt aus der globalen Übersicht über die Ergebnisse der Lerngruppe (Dozierendenperspektive). Gezeigt ist, wann und wie gut die einzelnen Lernenden die Aufgabe(n) lösten.



Aufbau der Dämmerungsschaltung | Student's Answers

Ziehen Sie die Begriffe an die entsprechenden Stellen auf dem Steckbrett!

Question Score: 3 / 7

Dropzone	Correct Answers	User's answers
schalter	Schalter	Schalter ✔
Poti	Potentiometer	LDR ✖
LDR	LDR	Potentiometer ✖
Schutzwiderstand	Vorwiderstand	Vorwiderstand ✔
Lampe	Lampe	Lampe ✔
npn-Transistor	Transistor	Transistor ✔
Spannungsquelle	Spannungsquelle	Spannungsquelle ✔

Abb. 10: Detailperspektive zum Antwortverhalten bezogen auf einzelne Lernende und einzelne Fragen.

Das dritte und niederschwelligste Szenario stellt eine standalone Lösung mit integrierter (einfacher) Learning Analytics dar, welche von Lumi Education [9] speziell für den schulischen Unterricht und den damit verbundenen Problemen wie etwa schlechte WLAN-Verbindungen etc. entwickelt wurde. Nach der Installation der Desktop-App Lumi und dem einmaligen Herunterladen von Vorlagen können H5P-Aufgaben **offline** erstellt, besichtigt, geändert und als h5p- oder html-Datei exportiert werden.
Eine große Stärke ist, dass die html-Dateien alle in die Aufgabe eingebundenen Medien enthält und somit auch offline in voller Funktionalität genutzt werden kann. Ausbaufähig sind die Learning-Analytics Elemente, die bisher nur in die html-Exporte implementierbar sind und nur eine tabellarische Dokumentation der erreichten Punkte enthalten.

Evaluation

Der Kurs wurde in drei aufeinanderfolgenden Wintersemestern (WiSe 19/20, WiSe 20/21 und WiSe 21/22) für Lehramtsstudierende der LMU München (n=58, davon 33 männlich, 9. FS Staatsexamen) und der OVGU Magdeburg (n=11, davon 8 männlich, 1. FS Master) durchgeführt. Von den insgesamt 66 Studierenden nahmen 33 Studierende an einer online Variante, 18 Studierende an einer Präsenzvariante und 15 Studierende im Selbststudium teil.
Neben den universitätsinternen Evaluationsbögen, die den Lernfortschritt der Studierenden nicht abbilden, wurde zu Beginn des und im Anschluss an das Modul mittels standardisierten Skalen Folgendes erfasst: (a) das Professionswissen (vgl. [10, 11]; TPACK 5 Items, CK 4 Items, PCK 7 Items, PK 5 Items, TCK 4 Items, TPK 4 Items, TK 4 Items), (b) die Akzeptanz gegenüber dem interaktiven Lernmaterial (vgl. [12], 2 Items) und (c) die Relevanz interaktiver Lernmaterialien für das spätere Berufsleben (vgl. [12], 8 Items).
Der Lernzuwachs zwischen Vor- und Nachtest wurde über den Hake-Faktor *g* bestimmt, der den relativen Zuwachs angibt. Die Ergebnisse zeigen geringe Unterschiede in den relativen Lernfortschritten im Professionswissen zwischen der Online- und der Präsenzvariante (*t*-Test für unabhängige Stichproben, $p>.05$). Deutliche Unterschiede in den relativen Lernfortschritten im Professionswissen zeigen sich zwischen den Online- und Präsenzvarianten (g_{online} =0.37 bzw. $g_{präsenz}$ =0.38) auf der einen Seite und dem Selbststudium (g =0.17) auf der anderen Seite. Ein möglicher Grund für die deutlichen Unterschiede könnte im Lernverhalten im Rahmen des Selbststudiums liegen. Ein detaillierter Blick in die Lernaktivitäten zeigt, dass Studierende im Selbststudium deutlich mehr Sprünge zwischen den Aktivitäten durchführten als Studierende in der geführten Online- bzw. Präsenzvariante.

Literatur

[1] Mishra, P., & Koehler, M. J. (2006). Technological pedagogical content knowledge: A framework for integrating technology in teachers' knowledge. Teachers College Record, 108 (6), 1017–1054
[2] https://watzka.h5p.com/content/1291106882914625307
[3] https://watzka.h5p.com/content/1291665785636468447
[4] https://watzka.h5p.com/content/1291461866696149077
[5] https://lrs.io
[6] https://h5p.org/ bzw. in der kommerziellen Version https://h5p.com
[7] https://watzka.h5p.com/content/1291166988353291547
[8] Watzka, B., Richtberg, S., Schweinberger, M., & Girwidz, R. (2019). Interaktives Üben mit H5P. Naturwissenschaften im Unterricht - Physik 30 (173), 22-27.
[9] https://next.lumi.education
[10] An, Y.-J.; Reigeluth, C.: Creating Technology-Enhanced, Learner-Centered Classrooms: K-12 Teachers' Beliefs, Perceptions, Barriers, and Support Need Creating Technology-Enhanced, Learner-Centered Classrooms: K-12 Teachers' Beliefs, Perceptions, Barriers, and Support Needs. In: Journal of Digital Learning in Teacher Education 28 (2012), Heft 2, S. 54-62.
[11] Archambault, L.; Crippen, K.: Examining TPACK Among K-12 Online Distance Educators in the United States. In: Technology and Teacher Education 9 (2009), Heft 1, S. 71-88.
[12] Mayer, P., Watzka, B., & Girwidz, R. (2021). Fortbildung zur Steigerung des Akzeptanzverhaltens gegenüber Multimediaanwendungen im Physikunterricht, In: PhyDid A 1/20, S. 26-39.

Entwicklung und Auswertung der Evaluation von Praktika@home

C. Wermann, B. Schlegel, S. Odenbach

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

Im Beitrag wird das Evaluationskonzept vorgestellt, mit dem die Praktika des Moduls Mess- und Automatisierungstechnik an der Professur für Magnetofluiddynamik, Mess- und Automatisierungstechnik evaluiert werden. Am Modul nehmen hauptsächlich Studierende im 5. bzw. 6. Semester des Diplomstudiengangs Maschinenbau teil.
Mithilfe der Evaluation sollen die vorhandenen Lehrangebote (Interventionen) bewertet werden. Der Fokus liegt dabei darauf, herauszufinden, ob mit den angebotenen Interventionen die gewünschten Lernziele effektiv erreicht werden können [1]. Die Ergebnisse dienen dazu, die Interventionen so zu verbessern, dass die Lehrinhalte bestmöglich vermittelt werden. Auf Basis der Ergebnisse der Erhebung sollen die Angebote für die Studierenden weiterentwickelt und an deren Bedarfe angepasst werden.

Motivation

Studierende des Maschinenbaus können ihre Lehrveranstaltung am Ende des Semesters über die standardisierte ‚Lehrveranstaltungsevaluation' des Zentrums für Qualitätsanalyse beurteilen. Diese bietet zwar eine hohe Vergleichbarkeit zwischen den Lehrveranstaltungen, kann deshalb jedoch keine strukturellen Unterschiede und individuellen Fragestellungen berücksichtigen. Im Modul Mess- und Automatisierungstechnik werden neben der Vorlesung und den Rechenübungen sogenannte Praktika angeboten, in denen die Studierenden ihr Wissen experimentell anwenden sollen.
Durch die starken Einschränkungen während der Corona-Semester wurde das Konzept dieser Praktika signifikant geändert. Es wurden die Praktika@home eingeführt, über die in den vorangegangenen Lessons-Learned-Konferenzen bereits berichtet wurde [2,3]. Wie die Praktika@home im aktuellen Präsenzbetrieb umgesetzt werden, erläutert Professor Stefan Odenbach in seinem Beitrag.
Bei der ‚klassischen' Umsetzung der Praktika kann auf einen jahrelangen Erfahrungsschatz zurückgegriffen werden. Die Umstellung auf Praktika@home bedeutete jedoch eine drastische Änderung der Lehre sowohl für Studierende als auch für Lehrende. Aus diesem Grund wurde am Lehrstuhl eine Evaluation entwickelt, mit der nicht das gesamt Modul, sondern speziell die Praktika untersucht werden.

Evaluationskonzept

Was wird evaluiert?

Insgesamt werden sechs verschiedene Praktika angeboten, wobei in jedem Semester drei stattfinden. Jedes Praktikum wird einzeln evaluiert.

Zu einem Praktikum gehören jeweils fünf Interventionen, die die Studierenden fakultativ nutzen können:

- Ein Theorie-Teil
- Eine Aufgabenstellung
- Ein Einführungsvideo
- Eine Zwischenbesprechung
- Eine Nachbesprechung

Wie wird evaluiert?

Die Evaluation wird ex-post und summativ durchgeführt, somit nach jedem Praktikum, am Ende der letzten Intervention [1]. Es wird ein intern entwickelter Fragebogen verwendet, bei dem Skalen und Freitext eingesetzt werden. Die Erhebung und Aufbereitung erfolgen mittels LimeSurvey, einer Online-Umfrage-Applikation, die von der TU Dresden unterstützt wird.

Untersuchungsdesign

Für die Evaluationsfragen wurden zwei verschiedene Ansätze verwendet. Der erste Ansatz wird design-focused evaluation genannt. Dabei wird berücksichtigt, dass die einzelnen Interventionen nicht isoliert betrachtet werden können [4]. Idealerweise ließe sich die Wirkung der Interventionen anhand der Wissensänderung der Studierenden messen, da die Effektivität der Interventionen den Lernerfolg beeinflusst. Für eine solche Erhebung wären ein Wissenstest vor und nach der Intervention notwendig, ohne dass andere Einflussfaktoren den Lernprozess dazwischen bedingen. Diese Anforderungen sind im komplexen universitären Kontext kaum umzusetzen. Aus diesem Grund wird stattdessen der Zusammenhang zwischen den Lernaktivitäten und den gewünschten Lernzielen untersucht. Die Evaluationsitems werden dabei aus zwei Teilen aufgebaut. Der erste Teil beschreibt die Methode oder Lernaktivität, während der zweite Teil das Lernziel beinhaltet. Die Abschnitte werden wiederum grammatikalisch miteinander verbunden [4]: „Nach Durchführung des Praktikums (*Lernaktivität*) kann ich (*grammatikalische Verbindung*) den Einfluss von Störgrößen auf das Messsystem methodisch untersuchen (*Lernziel*)." So wurde bspw. folgendes Item verwendet, um die Effektivität der Gruppenarbeit in der Zwischenbesprechung zu erheben: „Die Gruppenarbeit hat bewirkt, dass ich mich nochmal intensiv mit den Inhalten auseinandersetzen musste."

Bei dem zweiten Ansatz, der methods-focused evaluation, werden Lehrelemente bewertet, die die Lernqualität beeinflussen. Die Studierenden schätzen dabei bspw. ein, inwiefern die Interventionen motivieren, ob ihre Struktur nachvollziehbar und die Zielsetzung verständlich sind [4]. Dieses Item wurde bspw. verwendet, um die Akzeptanz einer Methode zu untersuchen: „Es ist mir schwergefallen, mich ich die Gruppenarbeit einzubringen." Sowohl bei der design- als auch der methods-focused evaluation wurde eine vierteilige Likertskala verwendet. Über Freitexte haben die Studierenden außerdem die Möglichkeit zu begründen, warum sie Interventionen nicht nutzen, was ihnen gefehlt hat und was ihrer Einschätzung nach verändert werden sollte.

Auswertung

Als Erhebungszeitpunkt wurde das Ende der Intervention ‚Nachbesprechung' gewählt, da im letzten Semester bis zu 325 Studierende an dieser Veranstaltung teilnahmen (von insgesamt 430). Dieses Semester reduzierte sich die Zahl der Teilnehmenden jedoch drastisch auf 109, von denen 91 den Fragebogen vollständig ausfüllten (davon 65 männlich, 19 weiblich, 7 keine Antwort).

Die Studierenden haben mehrheitlich angegeben, die Lernziele erreicht zu haben. Die Zustimmung bei allen Lernzielen liegt zwischen 69 % und maximal 87 %[1]. Diese hohen Zustimmungswerte können verschiedene Ursachen haben. Da dies der erste Durchlauf der Evaluation ist, konzentrieren sich die formulierten Lernziele auf die Kerninhalte des Praktikums. Deshalb ist es denkbar, dass diese Lernziele tatsächlich von einem Großteil der Studierenden erreicht wurden. Das würde bedeuten, dass in Zukunft weitere Lernziele in der Evaluation berücksichtigt werden können. Gleichzeitig sollte jedoch auch die Formulierung der bestehenden Lernziele überprüft werden und in Betracht gezogen werden, diese weiter zu präzisieren. Darüber hinaus sollte der Zeitpunkt der Evaluationserhebung berücksichtigt werden. Da diese am Ende der Nachbesprechung stattfindet, nehmen nur Studierende an der Erhebung teil, die auch diese Intervention besuchen. Es kann angenommen werden, dass dies vorwiegend motivierte Studierende sind. Das deutet auf einen Selektions-Bias hin, der die hohen Lernziel-Quoten verursachen könnte.

Ein sehr positives Ergebnis zeigt die Einschätzung der Studierenden bezüglich der neu eingeführten Gruppenarbeitsphasen. Es geben 78 % der Studierenden an, dass es ihnen leichtgefallen ist, sich in die Gruppenarbeit einzubringen. Gleichzeitig stimmen 70 % zu, dass sie sich durch die Gruppenarbeit intensiv mit den Praktikumsinhalten auseinandergesetzt haben. Dem gegenüber steht jedoch, dass nur 52 % der Studierenden angeben, dass ihre Fragen in der Zwischenbesprechung geklärt werden konnten. Dies lässt sich

[1] Eine Angabe wird als Zustimmung gewertet, wenn „trifft eher zu" oder „trifft voll zu" angekreuzt wurde. Dies entspricht Stufe 3 und 4 auf der Likertskala.

möglicherweise darauf zurückführen, dass die Studierenden größtenteils unvorbereitet in die Zwischenbesprechung gekommen sind. Aus diesem Grund haben sie sich zwar mit den vorgegebenen Problemstellungen beschäftigt, jedoch keine eigenen Fragen eingebracht.
Das Freitext-Feld, in dem Wünsche, Anregungen und Verbesserungen formuliert werden konnten, wurde von 44 % der Studierenden verwendet. Vorwiegend wurde dabei auf den hohen Zeitaufwand des Praktikums hingewiesen: „Das Praktikum war im Vergleich zu den bisherigen Praktika sehr umfangreich und zeitintensiv." Die Einschätzung der Studierenden, wie groß der zeitliche Aufwand für ein Praktikum sein sollte, weicht dabei deutlich von der im Modul vorgesehenen Zeit ab.

Ausblick

Die Evaluation weist darauf hin, dass die Studierenden bereit sind, neue Methoden auszuprobieren und Feedback zu geben, obwohl sie selbst nicht mehr davon profitieren. Für das nächste Semester werden die Evaluationsergebnisse verwendet, um die Interventionen und das Evaluationsdesign entsprechend anzupassen.
Die Fragen der design-focused evaluation werden überarbeitet und erweitert. Außerdem sollte ein anderer Evaluationszeitpunkt in Betracht gezogen werden. Es hat sich nicht nur gezeigt, dass die Zahl der Teilnehmenden zwischen den Semestern stark schwankt, sondern dass eine Gruppe von Studierenden systematisch von der Befragung ausgeschlossen wird. Die Studierenden, die nicht an der Abschlussbesprechung teilnehmen, haben bisher keine Möglichkeit über die Evaluation Rückmeldung zu geben. Es wäre jedoch von Interesse, herauszufinden, wie die Interventionen verändert werden müssten, damit diese Studierende sie in Zukunft nutzen.
Weiterhin bietet sich an, die Praktika stärker in die Vorlesung einzubinden. Dadurch könnte der Aufwand für die Praktika in den Kontext des gesamten Moduls gesetzt und von den Studierenden besser nachvollzogen werden. Außerdem ergibt sich so die Möglichkeit, die Heimarbeit zu strukturieren, die bisher vollkommen frei gestaltet werden konnte. Es könnten Lernabschnitte definiert werden, die von den Studierenden bspw. bis zur Zwischenbesprechung erreicht werden sollen. Das könnte dem Problem entgegenwirken, dass die Teilnehmenden unvorbereitet erscheinen.

Literatur

[1] Stockmann, R.; Meyer, W (2014).: Evaluation. Eine Einführung. 2., überarbeitete und aktualisierte Auflage. Opladen & Toronto: Verlag Barbara Budrich.

[2] S. Odenbach, J. Morich, L. Selzer (2021) Praktikum ohne Präsenz - geht das?, Lessons Learned 1, 1/2 https://doi.org/10.25369/ll.v1i1/2.6

[3] L. Selzer, B. Bust, J. Morich, S. Odenbach (2022) Regelkreisversuch - „vom Prototyp zur Massenware", Lessons Learned 2, 1

[4] Smith, C. (2008): Design-focused evaluation. Assessment & Evaluation in Higher Education, Vol 33, No.6, pages 631-645

Virtuelle Montageplanung – Eintauchen in eine neue Dimension

J. Zschetzsche, V. Flemming, N. Liebold

Professur Fügetechnik und Montage, Institut für Fertigungstechnik, Fakultät Maschinenwesen, TU Dresden

Eingeordnet in die Ausbildung an der Fakultät Maschinenwesen der TU Dresden wird in der Studienrichtung Produktionstechnik der Modul „Fertigungsplanung – Vertiefung" als Wahlmodul angeboten. Die Übung zur Lehrveranstaltung „Fertigungsplanung – Montage" innerhalb des oben genannten Moduls vermittelt den Studierenden in einer praxisorientierten Form die Vorgehensweise zur Planung eines Montagesystems. Über eine Förderung durch die Fakultät Maschinenwesen bestand die Möglichkeit Virtual-Reality-Technik (VR) zu beschaffen. Dadurch soll diese Übung attraktiver gemacht werden bzw. durch diese neuen Möglichkeiten inhaltlich ergänzt werden.
Neben der Auswahl und Beschaffung der geeigneten Hardware stellt sich vor allem die Frage, an welchen Stellen VR sinnvoll für die Übung eingesetzt werden kann und welche Vorteile die Technik mit sich bringt.

Ausgangssituation

Die Lehrveranstaltung wird neben der Studienrichtung Produktionstechnik auch für die Ausbildung für das Wirtschaftsingenieurwesen eingesetzt. Die Anzahl der teilnehmenden Studierenden lag in den letzten Jahren bei ungefähr 60 bis 70.
Die Gruppen aus 2-6 Studierenden sollen die Planung eines Montagesystems dabei wie ein Ingenieurbüro durchführen und in Belegform dokumentieren.
Für die Übung werden 7 Beispielprodukte körperlich in einem Raum zur Verfügung gestellt, welches es den Studierenden ermöglicht, technologische Problemstellungen und Montagereihenfolgen bei einer Probemontage zu erkennen. Der Raum ist über einen Pin-Code gesichert und kann von den Studierenden ohne direkte Betreuung genutzt werden.
Für die Selbstorganisation steht jeder Gruppe im OPAL ein Projektordner, ein Forum und die E-Mail-Funktion zur Verfügung.

Abb. 1: Übungsraum mit Produkten

Jede Gruppe erhält zum Beginn eine Aufgabenstellung mit den notwendigen Informationen zum Produkt, den für jede Gruppe individuell eingestellten Planungsrandbedingungen und allgemeine Bearbeitungshinweise.

Konzeptentwicklung zur VR-Nutzung

Für die Konzeptentwicklung wurden die Arbeitsschritte der Planungsaufgabe bezüglich der möglichen VR-Unterstützung beleuchtet. Folgende Planungsschritte müssen von den Studierenden bearbeitet werden:

- Analyse der Produktstruktur
  → Strukturbaum erarbeiten
- Analyse der Prozessstruktur
  → Vorranggraph erarbeiten
- Aufbereiten der Prozessdaten
  → notwendige Betriebsmittel, Vorrichtungen, Werkzeuge
  → Ermittlung der Vorgangsdauern mit MTM-UAS
- Kapazitätsrechnung und –strukturierung
  → Groblayout in Varianten
- Auswahl der Vorzugsvariante
  → Kostenrechnung und Nutzwertanalyse
- Detailierung der Vorzugsvariante

Dabei ergeben sich drei Komplexe, welche für die VR-Unterstützung geeignet sind:

- Visualisierung des Produktaufbaus
  - → Produkt, komplett
  - → Explosionsdarstellung
  - → Fügbarkeit
- Visualisierung der Montagereihenfolge (Prozessstruktur) und der Einbau-Situationen
  - → Vorranggraph + Digital Mockup
  - → Fügebedingungen, notwendige Werkzeuge virtuell einsetzbar
- Visualisierung der Detaillierung
  - → Arbeitsplätze + Ausrüstungen
  - → Ergonomie (Greifraum, Sichtraum)
  - → Arbeitsabläufe zur Visualisierung nutzen

Die drei genannten Komplexe sind an sich etablierte Bereiche der VR-Nutzung, welche vor allem in großen Unternehmen stark arbeitsteilig genutzt werden und mit hoher Komplexität verbunden sind [1].
Die Visualisierung des Produktaufbaus ist dabei eher im konstruktiven Entwicklungsprozess angesiedelt, während die Detaillierung dem Methodenbereich der Digitalen Fabrik [2] zu zuordnen ist.
Für die Software-Auswahl ergeben sich daraus Folgerungen. Die Nutzung etablierter Software-Werkzeuge führt in der Ausbildung zu zwei Problemen:

- Das Abdecken aller Teilaufgaben ist mit einer hohen Komplexität verbunden, welches einen hohen Vorbereitungs- und Einarbeitungsaufwand erfordert
- Etablierte Softwarelösungen müssen auch von Hochschulen finanziert werden, wenn auch stark reduziert gegen über der Industrie.

Eine alternative Lösung ist die Nutzung von VR-Basis-Software, welche für die Entwicklung von Spielen meist kostenlos zu Verfügung gestellt wird, solange keine kommerzielle Nutzung erfolgt [3]. Dabei ist allerdings für die Implementierung von Interaktionsmöglichkeiten und speziellen Funktionen ein recht hoher Aufwand notwendig.
Ein Kompromiss ist die Nutzung von VR-Software, welche für das gedachte Aufgabenfeld konzipiert ist, aber im Markt noch nicht so etabliert ist. Aus dieser Sicht wurde die Software der Firma Halocline [4] vorausgewählt. Hier stehen die Softwarekomponenten Assembly, Layout und Performance zur Verfügung.

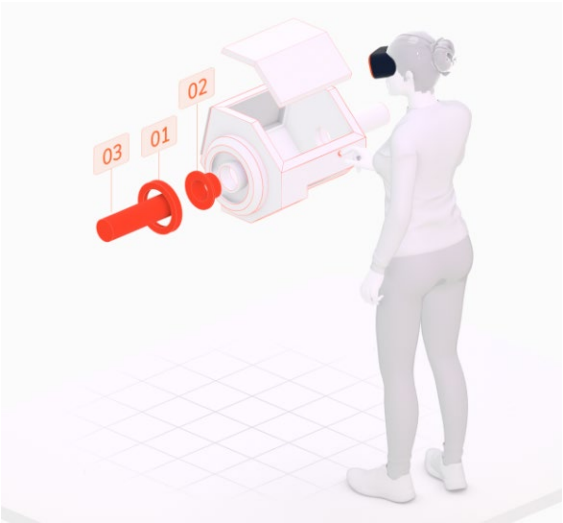


Abb. 2: Produktbild Assembly [4]

Erfordernisse für die Umsetzung

In der aktuellen Übung werden Beispielprodukte aus der Industrie eingesetzt, welche schon vor Jahren zur Verfügung gestellt wurden. Es existieren deshalb zu den Produkten keine 3D-Daten.
Das praktische Erleben der Produkte soll aber auf alle Fälle als Element der Übung erhalten bleiben.
Eine Nachkonstruktion ist bei der Fülle der Einzelteile zu aufwendig.

Abb. 3: Beispielprodukt mit Baugruppen und Einzelteilen

In einer Recherche wurde herausgefunden, dass die Firma G.U.N.T. Gerätebau GmbH für den Ausbildungsbereich der Montageplanung Produkte mit einem kompletten Satz von technologischen Unterlagen, einschließlich der 3D-Daten an-

bietet. Dies ist allerdings sehr kostenintensiv. Es soll deshalb versucht werden, direkt bei Firmen Beispielprodukte mit 3D-Daten und Unterlagen zu erhalten.
Bei vorhanden Produktdaten kann mit der Software der Firma Halocline ein interaktives Produktmodell angelegt werden. Diese Arbeiten werden aktuell in einer studentischen Projektarbeit vorbereitet.
Ein zweiter wichtiger Bereich der 3D-Daten sind die Objekte, welche für die Detaillierung der Arbeitsplätze benötigt werden. In der bisherigen Übung wurde das Software-Werkzeug MTPro der Firma Bosch Rexroth genutzt, welches für Hochschulen kostenlos zur Verfügung gestellt wird. Diese Software ermöglicht es, komplette Arbeitsplätze auf der Basis eines Ausrüstungskataloges in 3D zu erstellen, einschließlich einer Visualisierung von Greifraum und Sichtfeld.

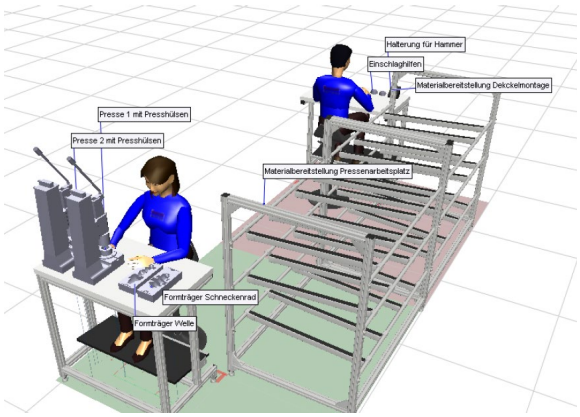


Abb. 4: Beispiel-Layout visualisiert mit MTPro

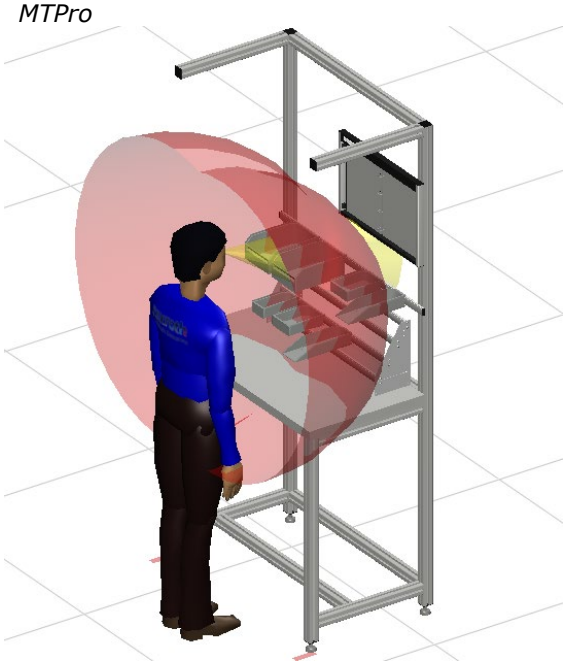


Abb. 5: Visualisierter Greif- und Sichtraum in MTPro

Ein Exportieren der Geometrien ist prinzipiell möglich, so dass diese in die VR-Welt übernommen werden können.
Hier ist noch zu prüfen, inwieweit die Firma Halocline Schnittstellen zu solchen Datenbanken von Anbietern von Arbeitsplatzausrüstungen zur Verfügung stellt, um den kompletten Prozess des Entwerfens der Arbeitsplätze in der VR-Welt durchführen zu können.
Ergänzend werden in dem Produkt Layout der Firma Halocline Grundelemente des Card-Board-Engineering [5] zur Verfügung gestellt, mit denen Ausrüstungen von Arbeitsplätzen nachgebildet werden können.
Weitere Aspekte, welche im Rahmen der Einführung der VR-Technik betrachtet werden müssen, sind:

- Anforderungen an die Hygiene bei der Nutzung des VR-Headsets durch mehrere Personen
- Gesundheitliche Grenzwerte für die Nutzungsdauer
- Realisierung eines geeigneten Diebstahlschutzes bei der sehr offenen Übungsform
- Nachhaltige Bereitstellung von kompetenten Tutoren für die Übungsbetreuung.

Literatur

[1] Yinhua Piao: Methodische und technische Weiterentwicklung der virtuellen Taktung. Diplomarbeit TU Dresden, 2016.
[2] Uwe Bracht, Dieter Geckler, Sigrid Wenzel: Digitale Fabrik. Springer-Verlag, 2018.
[3] Paul Hubert Haas: Einführung eines Standardvorgehens zur Nutzung von Virtual Reality Technologien im digitalen Planungsprozess. Belegarbeit zum Fachpraktikum TU Dresden, 2019.
[4] Webseite der Firma Halocline GmbH & Co. KG - https://halocline.io.
[5] Webseite der Firma ASSTEC GmbH & Co. KG – Anbieter eines Card-Board-Baukastens - https://asstec.net

Vom Computer in die Luft – Das interdisziplinäre Entwurfsprojekt Luft- und Raumfahrttechnik

F. Biertümpfel, J. Frey, H. Pfifer

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

Im Rahmen des Interdisziplinären Entwurfsprojektes Luft- und Raumfahrttechnik entwerfen Studierende unbemannte Flugsysteme für Such- und Rettungsaufgaben. Dies umfasst den Vorentwurf (z.B. Aerodynamik), Detailentwurf (z.B. Autopilotenentwurf) und, bisher, die simulationsbasierte Verifikation des Gesamtkonzeptes. Nun soll der Entwurf vom Computer in die Luft gebracht werden. Hierfür stellt die Professur für Flugmechanik und Flugregelung sämtliche elektronischen Komponenten (Motoren, Flugrechner, etc.) zur Verfügung. Die Flugzeugstruktur soll von den Studierenden selbst gefertigt werden. Hierfür steht ihnen ein hochmoderner Lasercutter, welchen die Professur im Rahmen der Ausschreibung für Lehr-/Lernprojekte der Fakultät Maschinenwesen gefördert bekommen hat, zur Verfügung. Dieser erlaubt den schnellen und effizienten Zuschnitt der Strukturteile in Holzbauweise. Das selbstgebaute Flugsystem wird im Flugversuch evaluiert.

Einleitung

Die Lehrveranstaltung „Interdisziplinäres Entwurfsprojekt Luft- und Raumfahrttechnik" lief erstmalig im Sommersemester 2022 an der seit Januar 2021 bestehenden Professur für Flugmechanik und Flugregelung. Im Rahmen des Projektes entwerfen und testen die Studierenden in Vierergruppen ein kleines unbemanntes Flugsystem (engl. small Unmanned Aerial System - sUAS) speziell für Such- und Rettungsmissionen – ein stetig wachsendes Anwendungsfeld von sUAS. Die derzeitige Iteration des Projektes setzt sich aus den drei Kernthemen eines jeden Entwurfsprojektes zusammen: dem Vorentwurf, dem Detailentwurf und der Implementation sowie Verifizierung des Konzeptes. Letzteres erfolgt jedoch noch rein numerisch innerhalb einer Simulationsumgebung. Das Projekt verlangt von den Studierenden ein Höchstmaß an Teamfähigkeit, Selbstorganisation und fachübergreifendem Denken. Die direkte Interaktion untereinander, aber auch mit den Lehrenden, fördert die Entwicklung essenzieller Softskills, von denen die Studierenden in ihrer späteren Karriere profitieren können. Die Arbeit und Konsultation im Kleingruppenformat ermöglichen es, den Lernfortschritt einzelner genau zu verfolgen, gezielt zu fördern und auch zu fordern. Ein Kernpunkt der LV ist eine realitätsnahe Umsetzung des Entwurfsprojektes, was realistische Anforderungen, Erarbeitung von Lastenheften, Reviews, Progressmeetings und die Präsentation von Milestones beinhaltet. In der nächsten Evolutionsstufe des Projektes sollen die Entwürfe nun vom Computer in die Luft gebracht werden. Hierfür werden die Studierenden mittels von der Professur gestellten Commercial-off-the-Shelf (COTS) Elektronikkomponenten und selbst gefertigten lasergeschnittenen Strukturteilen ihre Flugzeugentwürfe bauen. In einer abschließenden Flugtestkampagne werden die Eigenschaften der Entwürfe dann verifiziert. Hiermit wird es den Studierenden erlaubt, den kompletten Entwurfsprozess eines sUAS zu durchlaufen und die Früchte Ihrer Arbeit zu ernten.

The Story so far

Im Sommersemester 2022 lief das „Interdisziplinäre Entwurfsprojekt Luft- und Raumfahrttechnik" an: Gruppen zu je vier Studierenden entwerfen je ein kleines unbemanntes Flugsystem für Such- und Rettungsaufgaben. Dafür wurde bewusst eine Starrflügelkonfiguration gewählt, weil diese die effizienteste und meist verwendete Konfiguration für solche Aufgaben ist. Außerdem erlaubt sie die direkte, interdisziplinäre Anwendung der im Studium gelehrten Theorie zu Flugzeugentwurf, Strukturauslegung, Flugmechanik, Flugdynamik, Flugleistung, Flugregelung sowie Aerodynamik. Des Weiteren stellen sUAS den Wachstumsmarkt der internati-

onalen Luftfahrtindustrie dar. Somit bereitet die Lehrveranstaltung die Studierenden perfekt auf einen potenziellen Berufsweg vor und gibt ihnen einen Vorsprung gegenüber Mitbewerbern anderer Universitäten. Diese bewusst gewählte und vermittelte Aussicht und trägt direkt zu Motivation und Engagement der Studierenden bei.
Speziell in einer auf Eigenverantwortung und selbstorganisierter Arbeit beruhenden Veranstaltung ist es wichtig, eine nachvollziehbare Geschichte und ein realistisches Szenario zu vermitteln. Dies stellt den Startpunkt des Projektes dar, in dem die Lehrenden als Management der Firma fungieren und die Studierenden ein Team junger Entwicklungsingenieure sind, die sich nach dem Ende ihres Studiums dem ersten großen Projekt gegenübersehen.
Die Firmenleitung präsentiert den Auftrag eines Kunden über ein sUAS für eine genau definierte Referenzmission (Abb. 1) mit dezidierten Leistungsanforderungen, die sich für jede Gruppe leicht unterscheiden. Auf Basis dieser Anforderungen wird ein definiertes Lastenheft vorgegeben. Damit startet das Projekt, das sich im aktuellen Stand aus drei Hauptteilen zusammensetzt: dem Vorentwurf, dem Detailentwurf und der simulationsbasierten Verifikation des Gesamtkonzeptes.

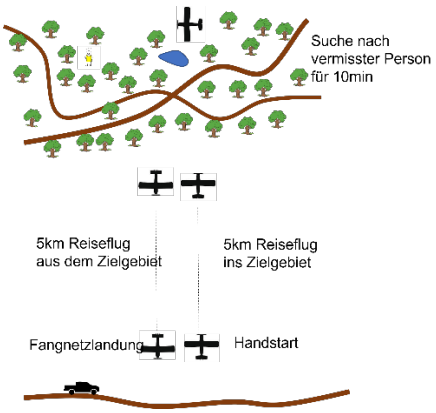


Abb. 1: Beispielmission eines sUAS

Im Vorentwurf müssen die Studierenden ihr sUAS auf Basis von Flugleistungs- und Aerodynamikrechnungen grundlegend dimensionieren. Dies beinhaltet die Auswahl und Evaluierung eines geeigneten Flügelprofils und der Flügelform. Für ersteres wird das Programm XFoil [1] verwendet. Dieses Tool erlaubt die numerische Berechnung der Widerstandspolaren des Profils als Basis der Geschwindigkeitspolaren des Gesamtflugzeugs, welche zur Auswahl des Antriebs, Batterien und Bestimmung der Flugleistungen nötig sind. Hierfür werden den Studierenden COTS-Motoren und Akkus ebenso vorgegeben wie für den Vorentwurf typische Annahmen zu Formwiderständen oder Strukturmassen. Dadurch wird der Fokus auf der Auslegung und die Aufgabe in einem angemessenen zeitlichen Rahmen gehalten. Sämtliche Berechnungen erfolgen in Matlab [2], einem der leistungsfähigsten und meistgenutzten Ingenieursrechen- und Simulationstools in der Industrie.
Die Präsentation der Ergebnisse kommt dem „Prelimenary Design Review" (PDR) in einem Industrieprojekt gleich.
Der nächste Aufgabenblock beinhaltet den Detailentwurf und damit die finale Dimensionierung des Flugzeuges. Die Gruppen müssen einen Rumpf auslegen, der die Nutzlast und die notwendige Ausrüstung beherbergen kann. Außerdem muss das Leitwerk so ausgelegt werden, dass Stabilität und Steuerbarkeit für alle möglichen Schwerpunktlagen des Flugzeuges garantiert sind. Des Weiteren wird eine wohlbegründete Materialauswahl gefordert. Zur späteren Implementierung des Flugzeuges in die Simulationsumgebung muss, neben der Geometrie und Massenverteilung, die aerodynamische Charakteristik des sUAS in Form dimensionsloser Koeffizienten bestimmt werden. Hierfür benutzen die Studierenden das Programm AVL [3], das mittels eines Mehrfach-Traglinienverfahrens (Abb. 2) die relevanten aerodynamischen Parameter berechnet.

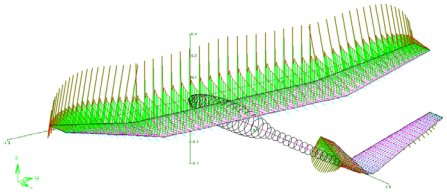


Abb. 2: Beispiel sUAS in AVL

Die bis hier hin erzielten Ergebnisse stellen einen großen Meilenstein auf dem Weg zum „Critical Design Review" (CDR) des Projektes dar; die finalen Entwürfe nehmen bereits Gestalt an (Abb. 3).
Im Anschluss erfolgt die Implementation in die moderne nichtlineare Flugsimulationsumgebung der Professur auf Basis von Matlab/Simulink. Die in der Simulation erreichten Flugleistungen werden mit den theoretisch erreichbaren verglichen und die Flugdynamik einer einfachen Evaluierung unterzogen.

Abb. 3: sUAS vor dem CDR

Im Schlussabschnitt des Projektes werden letzte inkrementelle Änderungen vorgenommen und die Eigendynamik des Flugzeugs mittels gängiger Flugtesttechniken evaluiert. Im Anschluss erfolgen Entwurf und Implementation der Flugregler für Längs- und Seitenbewegung. In ausgiebigen Tests wird das Verhalten des geregelten und ungeregelten Flugzeuges verglichen. Am Ende des Blocks ist ein Meilenstein erreicht, welcher dem CDR in einem Industrieprojekt entspricht.
Bei der Bearbeitung der Aufgaben und Milestones werden die Studierenden in zwei individuellen Gruppenkonsultationen zu je 30min in jedem Block unterstützt. Dies erlaubt es den Lehrenden, den individuellen Gruppenfortschritt zu beurteilen sowie gezielt Studenten in Ihrer wissenschaftlichen Entwicklung zu fördern.
Mit einem Bericht und der abschließenden Präsentation nach jedem Block soll zum einen das Präsentieren von Ergebnissen vor größeren Gruppen, eine sehr wichtige aber im Studium oft vernachlässigte Fähigkeit, trainiert werden, und zum anderen der aktive Austausch der Gruppen mittels konstruktiven Feedbacks gefördert werden.

Studenten-Feedback und Lessons-Learned

Obwohl die erste Iteration des Projektes noch auf eine rein theoretische bzw. simulationsbasierte Umsetzung limitiert ist, ist von Anfang an ein hohes Interesse und starkes Engagement seitens aller Beteiligten zu verzeichnen. Es bestand eine gute und stabile Beteiligung der eingetragenen zwölf Studierenden an den Veranstaltungen in Tagesrandzeiten (Di., 6.DS und Fr., 1.DS), während die Hörerschaft bei den konventionellen Vorlesungen nur langsam wieder in die Hörsäle findet. Hiermit stellt die Lehrveranstaltung einen wichtigen Teil der Back-to-Campus Strategie der Fakultät Maschinenwesen dar.
Speziell die Konsultationen befördern einen regen Austausch zwischen Lehrenden und Studierenden, der in den Zeiten rein digitaler Lehre stark gelitten hat. Besonders in der ersten Iteration einer Lehrveranstaltung ist dies essenziell, da dies ermöglicht, Studenteninteressen und Fähigkeiten, aber auch Defizite in der Struktur der Veranstaltung und Verbesserungspotenzial zu identifizieren.
Das Feedback wurde von den Lehrenden direkt in die Vorlesung einbezogen, was in einer sehr dynamischen und auch modernen Veranstaltung mündete. So wurde z.B. die Anzahl der Berichte gegen Ende der Vorlesungszeit deutlich reduziert und kompaktere Meilensteine, wie sie auch in der Industrie üblich sind, formuliert. Dies erlaubte es Studierenden, mehr Zeit in die Entwurfsaufgaben zu investieren. Die regelmäßigen Präsentationen wurden jedoch beibehalten. Diese haben sehr gutes Feedback erfahren und die Studierenden haben die Möglichkeit begrüßt, ihre Präsentationsfähigkeiten vor einem kritischen Fachpublikum zu verbessern. Dies machte sich in einem kontinuierlichen Anstieg der Präsentationsqualität bemerkbar und somit einer Verbesserung eines wichtigen Soft-Skills.
Weiterhin sind die Präsentationen ein adäquates Mittel, die Gruppen zu einer kontinuierlichen Arbeitsweise zu motivieren und „Hochdruck"-Arbeiten kurz vor Abgabefrist des Beleges zu verhindern. Dies wurde von den Teilnehmenden sehr positiv aufgenommen. Selbiges gilt für den „front-heavy" geplanten Heimarbeitsaufwand und weniger iterative motivierende Hands-On-Aufgaben zum Ende hin, um so Zusatzstress vor den Prüfungen zu vermeiden. Des Weiteren sind die Präsentationen und häufigen Konsultationen sehr geeignet, den Fortschritt der Gruppen schnell zu evaluieren. So konnten riskante Konzepte identifiziert, entsprechend verändert und damit die Kreativität effizient gelenkt werden, wodurch demotivierende und zeitraubenden Fehlschläge verhindert wurden. Der Erfolg zeigte sich in den Entwürfen aller Gruppen, welche durchweg sämtliche gestellten Forderungen erfüllt oder sogar übertroffen haben.
Trotz des bisher rein theoretischen Entwurfs wirkt die Arbeit am eigenen Projekt sehr motivierend im Vergleich zum Nachrechnen vorgegebener akademischer Beispiele. Die Beleuchtung der unterschiedlichen Aspekte des Entwurfs fördert weiterhin das ganzheitliche Denken und Ver-

ständnis der Wechselwirkungen zwischen den Einzeldisziplinen.
Weiterhin haben die Studierenden deutlich mehr Freiheiten und nehmen sich diese auch, womit die kreative ingenieurstechnische Problemlösung gefördert wird. Dies zeigte sich in deutlich unterschiedlichen Flugzeugkonzepten (Abb. 4).

Abb. 4: Finale Entwürfe zweier Gruppen

Des Weiteren wurde von den Studierenden der Einsatz und die Anwendung verschiedener Tools begrüßt. Durch regen Austausch mit den Gruppen konnten hierbei neue Herangehensweisen zur Erstellung effizienter Tutorials zum Selbststudium vermittelt werden. Die größten Schwierigkeiten hat den Teilnehmenden Matlab bereitet. Jedoch konnten hier über das Semester bei allen Gruppen deutliche Fortschritte beobachtetet werden. Auch das Zusammenspiel in den Gruppen, bestehend aus Teilnehmenden unterschiedlicher Semester mit unterschiedlichen Interessen und Fähigkeiten wirkte sich positiv aus. Somit zeigte sich wiederum, dass das Ganze mehr ist als das Summe seiner Teile und Gruppenarbeit einen wichtigen Teil im Studium darstellen sollte.
Eine wichtige Erkenntnis der ersten Iteration des Entwurfsprojektes war die Positionierung im Studienablaufplan. Angesetzt für das achte Semester findet sie zeitgleich mit der Vorlesung Flugdynamik und Flugregelung sowie dem Modul Flugzeugaerodynamik (ebenfalls angeboten von FMR) statt. Dies bietet theoretische Synergieeffekte, welche sich leider nicht manifestiert haben. Da das in den beiden anderen Vorlesungen vermittelte Wissen nicht vorausgesetzt werden konnte, erfolgte eine dynamische Anpassung des Erwartungshorizontes auf der Basis der Vermittlung grundlegenden Wissens.

What comes next?

Mit den durch die Förderung im Rahmen des Lehrprojektes geschaffenen Kapazitäten wird es möglich sein, die studentischen Entwürfe real in die Luft zu bringen und so alle Beteiligten die Früchte ihrer Arbeit ernten zu lassen.
Hierfür plant die Professur die Beschaffung verschiedener Komponenten sowie Werkzeuge zum Bau der Drohnen auf eigene Kosten. Dies umfasst Sets an Elektromotoren verschiedener Leistungen, Akkumulatoren, Servos, Flugrechnern, Empfängern, Sendern sowie Material. Über die Lehrprojektförderung erfolgt die Beschaffung eines modernen Lasercutters, der eine schnelle, sichere und abfallarme Herstellung der Einzelteile ermöglicht.
Die Studierenden stellen die technischen Zeichnungen für den Zuschnitt bereit. Geleitet von einem Mitarbeiter arbeiten sie an dem Fertigungsprozess und bekommen Feedback zu ihren Zeichnungen. Nach dem Zusammenbau der Struktur und der Integration aller Komponenten im UAV-Labor der Professur erproben die Studierenden ihr eigenes Flugzeug auf einem Modelflugplatz. Damit erfahren sie den kompletten, industrienahen Entwicklungszyklus eines UAS hautnah und sind immer aktiv eingebunden. Damit werden die Studierenden ideal für eine Anstellung im stetig wachsenden kommerziellen UAS-Markt vorbereitet.
Durch den höheren praktischen Anteil und die motivierende Aussicht, Teil eines Teams zu sein, welches ein Flugzeug zum Fliegen bringt, wird erwartet, dass sich die Teilnehmerzahl im Vergleich zum ersten Anlauf deutlich erhöht.

Danksagung

Die Autoren möchten sich herzlichst bei der Fakultät Maschinenwesen der TU Dresden, für die Förderung des Lasercutters im Rahmen der „Ausschreibung für Lehr-/Lernprojekte der Fakultät Maschinenwesen", bedanken.

Literatur

[1] M. Drela: XFOIL: An Analysis and Design System for Low Reynolds Number Airfoils, In: Mueller, T.J. (eds) Low Reynolds Number Aerodynamics. Lecture Notes in Engineering, vol 54., pp. 1-12, 1989
[2] The Mathworks, Inc. MATLAB. Version 2021b, 2021
[3] M. Drela and H. Youngren, MIT AVL User Primer – AVL 3.36, 2017
[4] D. T. Ward, Introduction to Flight Test Engineering, Kendall/Hunt, p. 212, 2007

Das Logistics Lab: Vom Block- zum asynchronen Hybridpraktikum

P. Boden, S. Rank, K.-B. Reith und T. Schmidt

Professur für Technische Logistik, Institut für Technische Logistik und Arbeitssysteme, Fakultät Maschinenwesen, Technische Universität Dresden

Der Beitrag zeigt, wie das Praktikum „Logistics Lab" vor dem Hintergrund der Corona-Pandemie von einer konventionellen Präsenzveranstaltung in ein Online- und nun in ein Hybridformat überführt wurde bzw. wird. Die Pandemie übernahm dabei die Funktion eines Entwicklungsbeschleunigers, da Konzepte binnen kurzer Frist hinterfragt und neu ausgerichtet werden mussten. Dabei besteht der Anspruch des Lehrstuhls, eine vorteilhafte Kombination zwischen einer Weiterentwicklung einerseits und der Beibehaltung etablierter Inhalte und Lehrkonzepte andererseits zu erreichen.

Einordnung

Das „Logistics Lab" ist ein Praktikum, welches von der Professur für Technische Logistik jedes Semester angeboten wird. Das Ziel der Veranstaltung besteht darin, Studierenden verschiedener Fachrichtungen ohne domänenspezifisches Vorwissen den Umgang mit Aktorik und Sensorik sowie deren Programmierung anhand einfacher Modelle näherzubringen. Im Zentrum stehen der Ausrichtung des Lehrstuhls entsprechend Aufgaben zur Steuerung und Dimensionierung von Transportsystemen der innerbetrieblichen Logistik.
Die Aufgabe orientiert sich an aktuellen Forschungsschwerpunkten der Professur – speziell die Steuerung Fahrerloser Transportsysteme (FTS, siehe Abbildung 1) mit Aspekten der Auftrag-zu-Fahrzeug-Zuordnung, der Fahrkurswahl und der Positionserfassung.

Abbildung 1: Beispiel eines FTS in der Intralogistik [1]

Für das Praktikum stehen insgesamt 15 Lego Mindstorms Roboter sowie 15 Turtlebot-Plattformen zur Verfügung (siehe Abbildung 2). Beide Systeme wurden speziell für die Lehre an Schulen und Universitäten entwickelt und erlauben den Aufbau praxisnaher Fahrroboter in Miniatur. Sie ermöglichen sowohl einen niederschwelligen Arbeitseinstieg als auch die Bearbeitung komplexer Aufgaben.

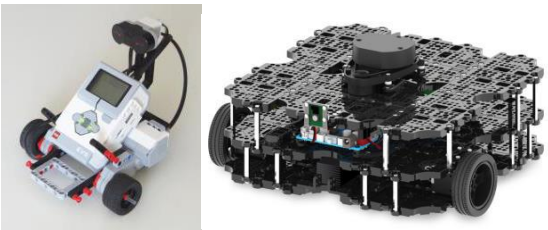


Abbildung 2: FTS-Transportfahrzeugmodelle mit Lego Mindstorms (links) und Turtlebot (rechts) [2], [3]

Inhalt

Bedingt durch die bewusst geringen Teilnahmevoraussetzungen des Praktikums besteht eine wesentliche Herausforderung in der Konzipierung von Aufgaben, welche Studierenden mit unterschiedlichsten Vor- und Fachkenntnissen gerecht werden. Daher werden zum Zweck der Motivation und zur Unterstützung der Erreichung gesetzter Lernziele, Ansätze aus dem Bereich Gamification verfolgt (vergl. [4], [5]).
Im Vordergrund steht dabei der bewusste und dennoch spielerische Umgang mit Technik, der weder durch das Risiko von Verletzungen noch Beschädigungen geprägt ist und dennoch praxisnahe Elemente enthält. Grundsätzlich ist im Rahmen des Praktikums eine Aufgabenstellung bestehend aus mehreren Teilaufgaben zu bearbeiten, wobei die Aufgaben an die Entwicklung und Inbetriebnahme eines Transportsystems angelehnt sind.
So besteht die erste Teilaufgabe in der Erstellung eines Fahrplans für die einzelnen Fahrzeuge, sodass vorgegebene Transportaufträge, in möglichst kurzer Zeit

ausgeführt werden. Im Kern handelt es sich dabei um eine typische, im intralogistischem Kontext zu lösende Problemstellung, für die keine allgemeingültige Berechnungsvorschrift existiert (vergl. [6]). Sowohl im Bereich der Forschung als auch in der Lehrveranstaltung besteht die Herausforderung, der Ambivalenz zwischen Lösungsgüte und -aufwand gerecht zu werden.
Neben der Fahrplanerstellung an sich, bietet in einer weiteren Teilaufgabe die Steuerung der Fahrzeuge das Potenzial, durch ausgeklügelte Umgebungserfassung und Fahrzeugregelung die Ausführungszeit eines Plans zu verkürzen.
Durch die hohen Freiheitsgrade bei der Bearbeitung der Aufgaben, erlaubt und erfordert das Praktikum vorhandenes Vorwissen eigenständig und praxisnah anzuwenden. Zur Steigerung der Motivation wird im Rahmen des „Logistics Lab" ein gegenseitiger Austausch sowie Wettbewerb um die beste Lösung im Rahmen des Lehrkonzepts forciert.
Die Aufgaben sind so formuliert, dass sie kollaborativ in Gruppenarbeit gelöst werden sollen. Dabei werden den Studierenden lediglich zu erreichende Ziele, aber keine konkreten Lösungswege vorgegeben. Absicht ist es, gemeinsam in der Gruppe durch Fachwissen, Kreativität und „ingenieurmäßigen Sachverstand", zu einer eigenen Lösung zu gelangen. Zur Einschätzung der Güte der erarbeiteten Lösungen werden transparente, praxisnahe Bewertungskriterien als Benchmarks vorgegeben. Diese dienen vorrangig der Reflexion der eigenen Leistung, vor allem aber des Wettbewerbs zwischen den Gruppen und damit zur Motivation der Verbesserung des eigenen Ansatzes. Seitens der Studierenden wurde unisono signalisiert, dass der gegenseitige Vergleich im zwanglosen Wettbewerb um die beste Lösung als eine Bereicherung gesehen wird.

Entwicklungen in der Pandemie

In den vergangenen Jahren war das „Logistics Lab" durch zwei wesentliche Entwicklungen gekennzeichnet. Zum einen entwickelte sich die Veranstaltung von einem Wahlfach (Aqua bzw. Studium Generale) zu einer regulären Modulveranstaltung, was eine Vervielfachung der Teilnehmerzahl mit sich brachte (von ca. 10 auf ca. 60). Parallel erzwangen die Pandemie und dabei insbesondere die Forderung nach Vermeidung von Präsenzlehre, etablierte Konzepte infrage zu stellen. Im Folgenden wird die Entwicklung des „Logistics Lab" in drei Stufen aufgezeigt.

Initial: die Blockveranstaltung

Ursprünglich wurde das Praktikum als Blockveranstaltung mit festen Laborarbeitszeiten konzipiert. Gegenstand waren der Aufbau eines Logistiksystems mit Roboterfahrzeug aus zahlreichen Lego-Einzelteilen und dessen Inbetriebnahme zur Erfüllung von Transport- und Lageraufgaben. Das Format war durch einen intensiven Austausch aller Beteiligten geprägt, was von den Studierenden sehr geschätzt wurde. Gleichzeitig war der Betreuungsaufwand für eine geringe Teilnehmerzahl von bis zu maximal 12 Studierenden vergleichsweise hoch.
Es zeigte sich, dass die Studierenden allgemein einen zu großen Zeitanteil für den Aufbau des Systems und die Behebung von Störungen aufwendeten. Daraus wurde der Schluss gezogen, dass der Einsatz weniger komplexer Systeme mit Fokussierung auf einzelne technische Komponenten eher zielführend ist.

Revision 1: online und asynchron

Sowohl durch den erwarteten Anstieg der Teilnehmerzahl als auch durch die Schutzmaßnahmen in Pandemiezeiten war eine Neuausrichtung des Praktikums notwendig, wobei die angestrebten Lernziele beibehalten werden sollten.
Grundsätzlich wurde das Praktikum so angepasst, dass es ortsungebunden und arbeitsteilig ausgeführt werden konnte. Physische Experimente sollten nun anhand eines einzelnen Roboterfahrzeugs durchgeführt werden. Die notwendige Technik wurde zu Semesterbeginn ausgegeben (siehe Abbildung 3). Anstatt komplexer Lego-Aufbauten im lehrstuhleigenen Labor rückte die Fahrplanerstellung in den Fokus, womit auch eine inhaltliche Aufwertung des Praktikums einherging.

Abbildung 3: Ausgabe der notwendigen Komponenten zur Durchführung der Experimente

Um den Studierenden größtmögliche Flexibilität zu bieten, wurde nach der Einführungsveranstaltung auf konkrete Termine im Semester verzichtet – die Durchführung und Dokumentation der geleisteten Arbeiten sollte nach individuellen Zeitplänen bis Ende des Semesters erfolgen. Die Gruppen konnten so eigenständig und zeitlich asynchron arbeiten. Für die Betreuung der Studierenden, für die Beantwortung und Dokumentation von Fragen sowie für den Austausch der Zwischenergebnisse nahm das OPAL-Forum zum Kurs eine zentrale Rolle ein. Das Angebot des Lehrstuhls, vereinzelt Räume der Universität zur Bearbeitung zu nutzen, wurde wider Erwarten bisweilen ausgeschlagen.
Mit Einführung des überarbeiteten Konzepts ging eine erhebliche Effizienzsteigerung in der Betreuung einher. Ferner konnten bspw. Fernstudierende regulär am Praktikum teilnehmen.

Revision 2: hybrid mit Abschluss im Labor

Trotz der genannten Vorteile offenbarte das Online-Konzept zwei entscheidende Nachteile, mit der Konsequenz der Weiterentwicklung des Praktikums zu einer hybriden Lehrveranstaltung. Zum einen wurde nicht klar deutlich, dass die Unterteilung in Aufgabenblöcke lediglich der Strukturierung diente, eigentlich aber die Betrachtung eines intralogistischen Gesamtsystems und seiner verschiedenen, kooperierenden Entitäten angestrebt wurde. Das Lernergebnis und die vermittelbaren Inhalte waren auf die einzelnen Teilaspekte begrenzt. Zum anderen bietet das allgemeine Konzept der Lehrveranstaltung eigentlich eine Plattform, um gemeinsam zu arbeiten und vor allem sich interdisziplinär auszutauschen. Die räumliche und zeitliche Trennung verhinderte jedoch hier einen möglichen Mehrwert.
Das Online-Konzept soll deshalb zum kommenden Wintersemester gezielt durch Elemente der Präsenzlehre ergänzt werden. Angedacht sind ein hybrider, gemeinsamer Auftakt und Abschluss des Praktikums. Der Auftakt, der nach Möglichkeit in Präsenz stattfindet, dient dem gegenseitigen Kennenlernen, der Gruppenfindung und der Materialausgabe. In diesen Punkten liegt gegenwärtig ein nicht unerheblicher Aufwand, vorrangig aufgrund der Anonymität der gegenwärtigen Kommunikationskanäle (z. B. Webkonferenz). Mit dem gemeinsamen Abschluss im Labor werden ein neues Lernerlebnis geschaffen und die Leistungen gewürdigt. Die entwickelten Elemente der einzelnen Gruppen sollen hier zusammenspielen und gemeinsam hinsichtlich ihrer Funktionalität analysiert und diskutiert werden. Im Zentrum stehen die live aufgenommenen Daten. Zusätzlich wird das Experiment im Video-Stream verfolgbar sein.
Geplant ist der Aufbau eines Transportsystems mit mehreren Fahrzeugen, das in einem Versuchsumfeld Transportaufträge ausführt. Dafür sollen die Studierenden ihre Fahrzeuge samt den entwickelten Softwarekomponenten in das System einbringen. Mit dem Gesamtsystem sollen gemeinsame Versuche, wie bspw. die Abarbeitung eines Fahrplans, absolviert werden. Ziel ist es, die im Laufe des Semesters entwickelten Steuerungsansätze zu testen und die Systemleistung transparent zu bewerten.
Für die Erfassung und Verarbeitung der dafür notwendigen Daten ist der Aufbau eines drahtlosen Netzwerks angedacht. Damit soll die exakte Protokollierung der Abarbeitung der Transportaufträge auch beim Einsatz mehrerer Fahrzeuge ermöglicht werden.
Zu diesem Zweck wird das Labor mit einer VLC (Visual Light Communication) ausgebaut, um so Technologien/Technik nach neuestem Stand einzusetzen und damit ein hohes Maß an Aktualität zu vermitteln. Bei VLC nimmt moduliertes sichtbares

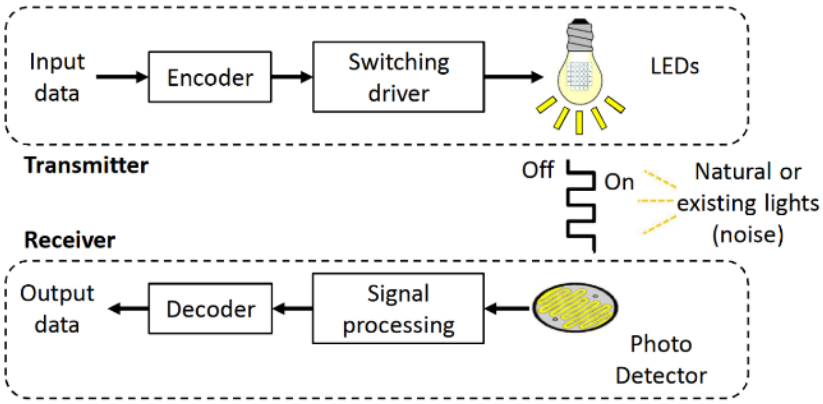


Abbildung 4: VLC Funktionsprinzip [8]

Licht die Rolle des Übertragungsmediums ein. Es geht von einer Lichtquelle (z. B. LED) aus und wird von einem Fotodetektor empfangen (vergl. [7] und Abbildung 4).
VLC verspricht zahlreiche Vorteile (vergl. [9]), u. a. die latenz- und störungsminimale Übertragung hoher Datenraten, insbesondere auch dann, wenn bestehende funkbasierte Netzwerke bereits hoch ausgelastet sind oder ihr Betrieb untersagt ist. Da Licht im Gegensatz zu Funk Wände nicht durchdringen kann, verspricht die Technik eine hohe Datensicherheit. Mit diesen Eigenschaften eröffnen sich vielversprechende Anwendungsgebiete in Produktion und Logistik, welche gezielt im Rahmen des „Logistics Lab" kommuniziert werden können.
Die Veranstaltung gewinnt mit Erweiterung durch VLC-Technik wesentlich an Attraktivität und wird didaktisch aufgewertet, vor allem, weil implizit vermittelt wird, dass Logistiksysteme und deren Materialflüsse nur effizient gesteuert und realisiert werden können, wenn parallel zugehörige Daten- und Informationsflüsse zur Verfügung stehen und angemessen gehandhabt werden.

Zusammenfassung

In den vergangenen Semestern erfuhr die Lehrveranstaltung „Logistics Lab" eine stete Weiterentwicklung. Im Fokus standen und stehen die Digitalisierung der Betreuung/Organisation und der Inhalte.
Momentan wird an einem für eine Hybridlehrveranstaltung geeigneten Versuchsaufbau, der es erlaubt, die in eigenständiger Arbeit entwickelten Softwareelemente gemeinsam zu testen, gearbeitet. Ein für die Realisierung wesentliches technisches Element wird ein VLC-Netzwerk sein. Damit können Fahrzeuge verfolgt, darauf aufbauend die Systemleistung analysiert und schließlich optimiert werden (bspw. Anpassung der Transportpläne). Durch Offenlegung und Diskussion der Leistungskennzahlen bleibt die Grundidee der spielerischen Konkurrenz mehrerer studentischer Gruppen erhalten.

Danksagung

Die für das Praktikum genutzte Technik wurde teilweise aus Mitteln der Fakultät Maschinenwesen zur Realisierung von Lehr-/Lernprojekten finanziert.

Literatur

[1] SSI SCHÄFER, *Fahrerloses Transportsystem WEASEL; Hermes Fulfilment GmbH Haldensleben*, (27. Mai 2022). [Online]. Verfügbar unter: https://www.youtube.com/watch?v=Qhp9BwxZT80
[2] Robotsquare, *EXPLOR3R Building Instructions*, (27. Mai 2022). [Online]. Verfügbar unter: http://robotsquare.com/2015/10/06/explor3r-building-instructions/
[3] ROBOTIS, *TURTLEBOT 3 WAFFLE PI*, (27. Mai 2022). [Online]. Verfügbar unter: https://www.robotis.at/Turtlebot3/
[4] I. Isenhardt, M. Petermann, M. Schmohr, A. E. Tekkaya, und U. Wilkesmann, Hrsg., *Lehren und Lernen in den Ingenieurwissenschaften: innovativ - digital - international*. Bielefeld: wbv, 2020.
[5] M. Milosz und E. Milosz, „Gamification in Engineering Education – a Preliminary Literature Review", in *2020 IEEE Global Engineering Education Conference (EDUCON)*, Porto, Portugal, 2020, S. 1975–1979.
[6] T. LeAnh, „Intelligent Control of Vehicle-Based Internal Transport Systems", 2005.
[7] S. Rehman, S. Ullah, P. Chong, S. Yongchareon, und D. Komosny, „Visible Light Communication: A System Perspective—Overview and Challenges", *Sensors*, Bd. 19, Nr. 5, S. 1153, 2019.
[8] N. Krommenacker, Ó. C. Vásquez, M. D. Alfaro, und I. Soto, „A self-adaptive cell-ID positioning system based on visible light communications in underground mines", in *2016 IEEE International Conference on Automatica (ICA-ACCA)*, 2016, S. 1–7.
[9] T. Kruse Brandão und G. Wolfram, *Digital Connection: die bessere Customer Journey mit smarten Technologien - Strategie und Praxisbeispiele*. Wiesbaden [Heidelberg]: Springer Gabler, 2018.

Shanvi - Strömungen hautnah, nicht virtuell

F. Rüdiger, J. Fröhlich

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

Der Beitrag beschreibt das Konzept für ein Lernprojekt, das Studierende zu eigener direkter Erfahrung mit Experimenten im Bereich der Strömungsmechanik führen soll. Die Grundidee ist, Studierende durch die Bereitstellung adäquater, mobiler Messtechnik zu eigenständigem, kreativem Handeln zu führen. Dadurch sollen Fachkenntnisse praktisch angewendet, gefestigt und erweitert sowie allgemeine ingenieurtechnische Fertigkeiten (bspw. zur Konstruktionstechnik, Versuchsplanung, Messelektronik und Wissenschaftskommunikation) gefördert werden. In besonderem Maß zielt das Projekt auf die Förderung der Teamfähigkeit ab.
Das Konzept befindet sich gegenwärtig in Umsetzung. Erste Ergebnisse sind nach dem Wintersemester 2022/23 zu erwarten.

Motivation

Das Ziel des Lernprojekts besteht darin, Studierende durch den eigenständigen, direkten Kontakt mit Strömungsphänomenen aus der virtuellen Welt zurück in die reale Welt zu holen. Während der Pandemiemaßnahmen hat die soziale Einbindung der Studierenden sehr gelitten, so dass jetzt verstärkt Gruppenaktivitäten stattfinden sollen, keine Einzelprojekte. Das Interesse an eigenständiger Gestaltung von Lerninhalten und Lernmethoden durch die Studierenden soll im Sinne des Entdeckenden Lernens [1] gefördert werden. Die Betreuung der Studierenden wird in den Laboren des Lehrstuhls geschehen, so dass sie zurück auf den Campus geholt werden. Darüber hinaus wird durch das Projekt die Möglichkeit zur Interaktion mit anderen Einrichtungen geschaffen, z.B. mit Firmen und Schulen, was den Horizont der Studierenden in der realen Welt erweitert.

Grundidee

Fundament des Lernprojekts sind zielorientiert konfigurierte mobile Messtechnik-Sets, die durch zeitmittelnde Verfahren und Visualisierung der instantanen Strömung das direkte Erlebnis von Strömungsphänomenen erlaubt. Zwei Koffer mit Messtechnik, einer für Messungen mittlerer Größen in Wasser und einer für Messungen mittlerer Größen in Luft (s. beispielhaft Abb. 1, dazu eine kostengünstige, mobil einsetzbare Hochgeschwindigkeitskamera zur Sichtbarmachung der typischerweise schnell_ablaufenden Vorgänge (s. Abb. 2) erlauben es, ortsunabhängig unterschiedliche Strömungen mit ingenieurüblichen Verfahren zu vermessen und die Daten auszuwerten. Zusätzlich zur bereitgestellten Messtechnik sollten die Studierenden für ihren speziellen Anwendungsfall auch eigene Messinstrumente und Sonden herstellen. Diese können an die bereitgestellten Differenzdruckstecker oder als analoges Spannungssignal an die freien Eingänge des im Set enthaltenen Datenloggers angeschlossen werden.

Abb. 1: AHLBORN-Messgerätekoffer [2]

Geplante Aktivitäten

Beispielhaft sind folgende Aktivitäten geplant:

- Eigene Herstellung von Messtechnik, z.B. einer Prandtl-Sonde,

- Unterstützung studentischer Eigenprojekte,
- Studentische Projekte in Kooperation mit Firmen in der Region,
- thematische Exkursionen,
- studentische Beiträge zu Praktika,
- Vorlesungsexperimente,
- Demonstrationsversuche für Schüler.

Aktueller Stand

Die Messtechnik ist eingetroffen und wird erprobt. Ein erster Einsatz wird bei der Langen Nacht der Wissenschaft im Juli 2022 erfolgen. Studierendengruppen sollen ab dem Wintersemester 2022/23 mit der Messtechnik eigenständige Arbeiten durchführen.

Abb. 2: CHRONOS 1.4 Hochgeschwindigkeits-Kamera; ermöglicht im Vollbildmodus mit 1280 x 1024 Pixel Aufnahmen mit 1069 Bildern pro Sekunde [3]

Danksagung

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

Quellen

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

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

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

Überführung der Praktika@Home in den Präsenzbetrieb

B. Schlegel, C. Wermann, S. Odenbach

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

Ausgangssituation

Praktika stellen in der ingenieurwissenschaftlichen Ausbildung ein zentrales Element dar, das die in der Vorlesung vermittelten theoretischen Grundlagen in die Praxis überführt und damit den Bezug zur Berufsrealität herstellt.
In den Semestern der Corona Pandemie stellten die Praktika eine der größten Herausforderungen dar. Insbesondere in Veranstaltungen mit großen Studierendenzahlen war die Umsetzung der praktischen Übungen in ein pandemiegerechtes Format mit erheblichen Problemen verbunden. Dabei musste dezidiert beachtet werden, dass der praktische Bezug nicht vollständig verloren ging. Eine Umsetzung in eine rein digitale Struktur nimmt dem Praktikum seine experimentelle Realität und verhindert somit die eigentliche Erreichung der Lernziele der praktischen Arbeit.
In der Veranstaltung, Mess- und Automatisierungstechnik, die im Maschinenwesen der TU Dresden zweisemestrig im 5. und 6. Semester mit ca. 500 teilnehmenden Studierenden durchgeführt wird, sind pro Semester drei Versuche vorgesehen. In den Pandemiesemestern wurden diese Versuche in experimentellen Arbeiten umgesetzt, welche die Studierenden zu Hause durchführen konnten. Dabei wurde für diese Praktika@Home eine große Breite von Formaten von Programmieraufgaben und computergestützten Simulationen des Zeitverhaltens von Messgliedern über Versuche, die mit im Haushalt verfügbaren Gegenständen durchgeführt werden können, bis hin zu Experimetierkoffern in denen mittels Arduino Mikrocontroller Technologie komplexe Messaufgaben umgesetzt werden konnten, eingesetzt.
Die Betreuung dieser zuhause durchgeführten Versuche wurde über Praktikumsunterlagen, Einführungsvideos und Computerchats zur Beratung bei experimentellen Problemen gewährleistet. Details zu dieser Praktikumsumsetzung finden sich in [1,2].
Im Laufe der Pandemiesemester zeigte sich, dass die Chats, die zur Beratung vorgesehen waren zunehmend dazu genutzt wurden nicht detaillierte Probleme zu diskutieren, sondern fertige experimentelle Lösungen zu fordern. Die Anonymität der Chat-Umgebung gekoppelt mit dem sehr breiten Angebot an Hilfsmöglichkeiten die in den Pandemiesemestern entwickelt wurden, führte zu einer zunehmenden Trägheit der Studierenden, die sich in einer Erwartungshaltung niederschlug, die in der Anonymität der Chat-Beratung zu einer Versorgungsmentalität führte die jeglichem Lernziel entgegenstand. Der Mangel an akademischem Austausch, der sich in diesen Semestern einstellte, war eine treibende Größe für diese Veränderung im Studierendenverhalten und es zeigte sich eindeutig, dass ohne diesen Austausch eine hochwertige akademische Ausbildung nicht realisierbar ist.

Übergang in Hybrid- und Präsenzsemester

Mit dem Wintersemester 2021/22, das als Hybridsemester durchgeführt wurde, und im Sommersemester 2022, das als echtes Präsenzsemester realisiert werden konnte, ergab sich die Notwendigkeit, die neu geschaffene Praktikumsstruktur in den Präsenzbetrieb zu überführen. Dabei war es ein erklärtes Ziel, die erfolgreichen Komponenten der Praktika@Home zu bewahren. D. h. insbesondere, dass die Durchführung der Versuche über einen längeren Zeitraum zu Hause erhalten bleiben sollte. Dies erlaubt es den Studierenden sich die Zeit für die Experimente frei einzuteilen, sich detailliert mit den Versuchen zu beschäftigen, ohne dabei unter Zeitdruck zu stehen und dementsprechend experimentelle Erfahrungen zu sammeln. Es hatte sich bereits während der Präsenzsemester gezeigt, dass engagierte Studierende durch diesen Zugang

zu wesentlich verbesserten Wissensgewinnen aus den Praktika gelangen konnte. Allerdings sollten diese Praktika@Home mit Formen des akademischen Austauschs zwischen den Studierenden und den Studierenden und Lehrenden untersetzt werden, um über diesen Austausch den Lernprozess zu fördern und die Kommunikation und Interaktion zwischen den Studierenden wiederherzustellen. Ein wesentliches Ziel in diesem Zusammenhang war auch der Wegfall der Chat-Beratung und damit der Wegfall einer pandemiebedingt notwendigen Kommunikationsform, die durch ihre Anonymität keinen wirklichen Austausch erlaubt.
In dem noch stark vom der Corona Pandemie geprägten Wintersemester 2021/22 konnte dieser Wegfall der Chats zugunsten einer Präsenzberatung nicht durchgeführt werden. Um die Kontakte pandemiegerecht reduziert zu halten, wurden Schlussbesprechungen eingeführt, die jeweils nach Abschluss eines der drei Versuche in Präsenz durchgeführt werden sollten (Abb. 1).

Abb. 1: Studierende vor Beginn der Schlussbesprechung an einer der Wände mit Fragen zum Versuch,.

Dazu wurde zu verschiedenen Themengebieten der einzelnen Versuche ein Satz von Fragen erstellt, die zu Beginn des Praktikums an Pinnwänden in einer großen Maschinenhalle aufgestellt wurden. Die Zielidee an dieser Stelle war, das die Studierenden sich zu Beginn des Praktikums gemeinsam mit diesen Fragen beschäftigen und diese diskutieren sollten, bevor die Fragen von den Studierenden im Plenum beantwortet werden sollten. Dabei erfolgte die Auswahl der Fragen mit einem gamification Aspekt über die Verwendung von polyedrischen Würfeln und Platznummern (Abb.2).

Abb. 2: Polyedrische Würfel ermöglichen – bei geeigneter Zusammenstellung der Würfel - die Verteilung der Fragen zum Beispiel nach Platznummern.

Durch die zunehmenden Infektionszahlen im Wintersemester 2021/22 war die Diskussion an den Pinnwänden schon nach wenigen Wochen nicht mehr möglich. Der Versuch, die Fragenvorbereitung durch Fragenzettel, die an den Arbeitsplätzen im Raum angebracht waren, zu ersetzen, konnte die Interaktion der Studierenden nicht ersetzen.
Zusätzlich zeigte sich bei der Nachbesprechung zum ersten Versuch das Gruppen mit vielen asiatischen Studierenden extrem zähe Verläufe aufwiesen, bei denen quasi keine Diskussion zwischen den Studierenden aufkam. Während in rein deutsch-muttersprachlich besetzten Gruppen teilweise oder falsch beantwortete Fragen durch eine Diskussion innerhalb der Gruppe geklärt werden konnten, fanden derartige Austauschstrukturen in vorwiegend asiatisch besetzten Gruppen quasi nicht statt.
Um dieses Problem näher zu analysieren und den asiatischen Studierenden einen besseren Zugang zu den Nachbesprechung zu verschaffen, haben wir ab dem zweiten Versuch rein chinesische Praktikumsgruppen angeboten, die mit muttersprachlichen Betreuern versehen wurden. Es zeigte sich, dass in diesen Gruppen au-

ßerordentlich starke Interaktion, intensive Diskussionen und eine offensichtliche Freude an den Besprechungen auftraten (Abb. 3). Auch die Betreuer berichteten, das die Studierenden hervorragend vorbereitet und in der stofflichen Tiefe gut verankert war.

Abb. 3: Chinesische Studierendengruppe in der Schlussbesprechung zum Versuch Messdynamik.

Das zeigt - und dies ist ein weit über das Praktikum hinausgehendes Fazit - dass die aktuellen Anforderungen an die Sprachkenntnisse für die asiatischen Studierenden eindeutig einer Teilhabe am aktiven akademischen Austausch nicht genügen. Hier besteht dringender Nachbesserungsbedarf, um den Studierenden einen sinnvollen Zugang zur Studienstruktur zu ermöglichen. Diskussionen mit asiatischen Studierenden haben den Aspekt der aktiven Sprachkommunikation als maßgebliches Hindernis für die Teilhabe in seminarartigen Strukturen effektiv unterstrichen. Zudem verwahrten sich die asiatischen Studierenden explizit gegen die oft gestellte Forderung mehr englische Angebote zu offerieren. Die Aussage war: „Wir sind nicht nach Deutschland gekommen, um zu studieren, um dann in Englisch unterrichtet zu werden. Wir haben Deutsch gelernt, um auf Deutsch studieren zu können". Hier wird in der Zukunft eine klare Nachbesserung bezüglich der Anforderungen erforderlich sein.

Übergang in die Vollpräsenz

Nachdem im Sommersemester 2022 wieder eine vollständige Unterrichtung in Präsenz möglich wurde, war es das Ziel ein didaktisches Konzept zu entwickeln, das den akademischen Austausch zwischen den Studierenden und ein Peer-gestütztes Lernen unterstützen sollte. Dazu wurde ein Konzept mit einer Zwischenbesprechung anstelle der vorher verwendeten Beratungschats und einer Schlussbesprechung für jeden Versuch entwickelt. Die grundsätzliche Zielsetzung dabei war, das die Studierenden in kleinen Gruppen miteinander und d. h. im Wesentlichen ohne Hilfe der Betreuer Teilprobleme der Versuche und der Auswertung besprechen, lösen und vertiefen konnten.
Vordergründiges Ziel der Zwischenbesprechung war es, Fragen zur Durchführung zu klären und Hürden sowie Herausforderungen zu diskutieren, die erfahrungsgemäß bei der Durchführung auftreten. Dies federte die fehlende Begleitung der Durchführung zu Hause ab und forderte gleichzeitig die kritische Auseinandersetzung mit der Anleitung vor der Durchführung. Hintergründig sollte in der Zwischenbesprechung die Fähigkeit zur kollaborativen Zusammenarbeit gefördert werden, indem Lösungen für Probleme und Hürden in Gruppen von vier bis sechs Studierenden gemeinsam entwickelt, mit anderen Gruppenergebnissen verglichen und die Ergebnisse am Ende vorm Plenum gemeinsam präsentiert wurden. Die Modul-übergreifenden Ziele dieser Art von Besprechung sind neben Kommunikations- und Kollaborationsfähigkeit das Planen und Abschätzen von Herausforderungen, Fähigkeiten, die in der Arbeitspraxis grundlegend sind. Außerdem soll die Verantwortung für den eigenen Lernprozess und das eigene Vorankommen gefördert werden, indem die Betreuungsperson nicht alle Fragen beantwortet, sondern der Austausch auf Peer-Ebene gefördert wird. Besonders herausfordernd war, dass die Studierenden mit sehr unterschiedlichen Wissensständen in die Zwischenbesprechungen gekommen sind. Aufgrund mangelnder Vorbereitung wurden kaum eigene Fragen und Probleme eingebracht. Die individuellen Schwierigkeiten wurden deshalb nicht direkt gelöst. Stattdessen mussten die möglicherweise auftretenden Hürden von den Betreuenden antizipiert werden. Somit hat die Zwischenbesprechung noch viel Potential, das bisher jedoch nicht von den Studierenden genutzt wird. Momentan unterstützt die Zwischenbesprechung diejenigen, die das Angebot wahrnehmen und sich vorbereiten und erreicht somit vor allem die bereits motivierten Studierenden.

Auch in der Nachbesprechung steht der Austausch der Studierenden in kleinen Gruppen im Mittelpunkt, hier stärker auf die Auswertung und das gesamte Praktikum bezogen. In einigen Praktika wurde das Best-of-Konzept sehr erfolgreich umgesetzt. Dabei entwickeln die Studierenden in der Gruppe aus ihren eigenen individuellen Lösungen, die untereinander stark variieren können, die denkbar beste Möglichkeit und präsentieren sowie diskutieren dies in der abschließenden Runde im Plenum. Zielstellung der Nachbesprechung ist neben Kommunikations- und Kollaborationsfähigkeit das richtige fachliche Verständnis der Studierenden.Lessons Learned
Es hat sich in dieser Transitionsphase der Praktika@Home in den Präsenzbetrieb gezeigt, dass die Kommunikation der Studierenden für die akademische Ausbildung von extremer Bedeutung ist. Es hat sich zudem gezeigt, dass engagierte Studierende extrem stark von dem Konzept der Zwischen- und Nachbesprechung mit selbstlernender Eigentinitiative im Sommersemester 2022 profitieren können. Wenn die Studierenden vorbereitet in die Zwischenbesprechung kommen können sie durch die Diskussion, die sie mit Kommilitonen und Kommilitonen führen, Fragen klären und ihr Verständnis der Versuche signifikant vertiefen.

Es hat sich weiterhin gezeigt, dass die chinesischen Studierenden durch sprachliche Probleme im mündlichen Ausdruck extrem an der Teilhabe an derartigen Lehrkonzepten gehindert werden. Da eine kurzfristige Verbesserung der Anforderungen hier nicht zu erwarten ist, stellt sich die Frage, in welcher Form zukünftig Konzepte wie die Betreuung in rein chinesisch sprachlichen Gruppen mit chinesischen Betreuern umgesetzt werden können.

Was sich auch zeigte, war, dass nur ein vergleichsweise geringer Anteil von Studierenden - ca. 35 % - an den Zwischen- und Nachbesprechungen teilgenommen hat. Diese Trägheit bei der Teilnahme an Präsenzveranstaltung, wird auch aus anderen Lehrveranstaltungen und von anderen Universitäten berichtet und es wird für die zukünftige Entwicklung des Lehrbetriebs von zentraler Bedeutung sein werden, Anreize zu schaffen, damit die Studierenden in den Präsenzbetrieb zurückkehren. Die fehlende Präsenzpflicht stellt hier ein wesentliches Hindernis dar. Ungeachtet dieser Schwierigkeit sind Maßnahmen zur Motivation der Studierenden zur Teilnahme an Präsenzveranstaltungen essenziell um die Grundwerte akademischer Ausbildung zukünftig gewährleisten zu können.

Danksagung

Besonderer Dank geht an die Fakultät Maschinenwesen, die im Rahmen der Förderung von Lehr-/Lernprojekten die Anschaffung der für die Zwischen- und Schlussbesprechungen notwendigen Präsentations- und Arbeitsmaterialien unterstützt hat. Darüber hinaus hat die Gesellschaft der Freunde und Förderer der TU Dresden mit dem Lehrpreis der TU Dresden die räumliche Trennung einer großen Maschinenhalle in einzelne Raumstrukturen durch entsprechende Vorhangsysteme ermöglicht.

Literatur

[1] S. Odenbach, J. Morich, L. Selzer (2021) Praktikum ohne Präsenz - geht das?, Lessons Learned 1, 1/2 https://doi.org/10.25369/ll.v1i1/2.6

[2] L. Selzer, B. Bust, J. Morich, S. Odenbach (2022) Regelkreisversuch - „vom Prototyp zur Massenware", Lessons Learned 2, 1 https://doi.org/10.25369/ll.v2i1.44

Aufbau einer studentischen Arbeitsgruppe zur Entwicklung eines hydraulischen Lastenfahrrades

T. Schulze, B. Beck, J. Weber

Professur für Fluid-Mechatronische Systemtechnik, Institut für Mechatronischen Maschinenbau, Fakultät Maschinenwesen, TU Dresden

Einleitung

Zur Förderung des semester- und veranstaltungsübergreifenden Austausches der Studierenden soll eine Arbeitsgruppe aufgebaut werden, die anhand der Entwicklung eines Lastenfahrrades mit hydrostatischem Antrieb eine praktische Anwendung und Weiterentwicklung der Lehrinhalte ermöglicht. Ein Kernteam aus 4 bis 12 Studierenden wird mit fachlicher Unterstützung eines wiss. Mitarbeiters das erlernte Fachwissen anwenden, interdisziplinäre Kompetenzen aufbauen sowie den studentischen Austausch fördern. Das Projekt ist übergreifend und langfristig angelegt, sodass auch eine Begleitung durch Studienarbeiten und Übungs- und Belegarbeiten aller Lehrveranstaltungen sowie die stetige Weiterentwicklung in den Folgesemestern erfolgt. Mit der Bereitstellung der entwickelten Lastenräder am Campus erfolgt eine praktische Anwendung und Präsenz über den Lehrstuhl hinaus. Eine Nachnutzung auf Basis eines kostenfreien Leihkonzeptes ist denkbar. Vergleichbar mit der National Fluid Power Vehicle Challenge in den USA [1] ist die Etablierung eines ähnlichen Wettbewerbes in Deutschland denkbar. Lehre und Forschung in hydraulischer Antriebstechnik wird neben der TU Dresden u.a. an der RWTH Aachen, am Karlsruher Institut für Technologie, an der TU Braunschweig und der Hochschule Ulm angeboten. Durch die Förderung der Fakultät Maschinenwesen, ist das Projekt im Juni 2022 gestartet. Im Folgenden wird deshalb lediglich das Konzept vorgestellt.

Einordnung

An der Professur für Fluid-Mechatronische Systemtechnik werden verschiedene Lehrveranstaltungen in den Semestern 5 bis 9 der Studiengänge Maschinenbau und Mechatronik angeboten. Die Professur ist über den gesamten Zeitraum des Hauptstudiums in Kontakt zu Studierenden mit unterschiedlichstem Vorwissen und Interessen. Die hohe Vielfalt studentischer und wissenschaftlicher Themen macht es umso erforderlicher, Möglichkeiten zur Vernetzung und zum gegenseitigen Austausch zu fördern. Die vergangenen Semester haben gezeigt, dass ein direkter Kontakt zu Studierenden durch Veranstaltungen außerhalb des klassischen Lehrplanes wesentlicher Baustein ist, um das Interesse am Fachgebiet zu wecken und eine erfolgreiche Vermittlung der Lehrinhalte zu ermöglichen. Sinkende Studierendenzahlen machen es außerdem notwendig, die Sichtbarkeit des Maschinenbaus und der Fluid-Mechatronik sowohl innerhalb der Studierenden als auch im schulischen und gesellschaftlichen Rahmen zu verbessern. Der Aufbau einer studentischen Arbeitsgruppe bietet ebendiese vielfältigen Möglichkeiten, um sowohl die Studierenden semester- und fächerübergreifend zu vernetzen, als auch über Studienarbeiten den Kontakt zu den Lehrenden und Mitarbeitern des Instituts herzustellen. Außerdem wird durch die geplante Einbindung von Sponsoren der Kontakt zu Industriepartnern ermöglicht und mit der Entwicklung eines präsentationsfähigen Demonstrators auch die Sichtbarkeit der Technologie und des Studienganges verbessert.

Die Idee

Ideengeber sind Hochschulgruppen wie die Akaflieg, TURAG oder Elbflorace, die allesamt sowohl die Entwicklung eines nutzbaren und repräsentativen Technologiedemonstrators als auch die Verknüpfung zwischen Studium, Forschung und Industrie vorantreiben.

Innerhalb der geplanten studentischen Arbeitsgruppe soll die Entwicklung eines Lastenfahrrades mit einem hydrostatischen Antrieb erfolgen. Mit den Möglichkeiten der stufenlosen Getriebeübersetzung, flexiblen Leistungsübertragung und Energiespeicherung wird dies ein idealer Technologiedemonstrator, um theoretisches Wissen und industrieübliche Antriebs- und Steuerungskonzepte der Fluidtechnik anhand eines greifbaren Beispiels anzuwenden, zu erleben und zu präsentieren. Der Fokus liegt dabei auf der praktischen Anwendung der Lehrinhalte, der Integration aller Studiensemester und Lehrveranstaltungen und dem Aufbau einer attraktiven Beispielanwendung. Der Erfahrungsgewinn der Teilnehmer in der Lösung einer komplexen Anwendungsaufgabe wird als weiterer wesentlicher Aspekt

Ziel soll es sein, innerhalb eines Semesters einen ersten Demonstrator aufzubauen. Dieser bildet die Grundlage für die stetige Weiterentwicklung und den Aufbau weiterer Demonstratoren, die schlussendlich auch als Leihfahrräder für Transport- und Besorgungen im Einzugsbereich des Campus bereitgestellt werden sollen.

Abb. 1: Hydr. Fahrrad der Cleveland State University – Saison 2017/2018.

Abb. 2: Hydr. Fahrrad der Milwaukee Scholl of Engineering – Saison 2017/2018.

Das Konzept ist mehrstufig geplant. Die Grundlage bildet die Gründung und Anleitung eines Kernteams aus 4 bis 12 Studierenden verschiedener Studien- und Vertiefungsrichtungen aus den Lehrveranstaltungen der Professur. Diese Arbeitsgruppe wird die maßgebliche Konzeptionierung, Entwicklung und Umsetzung im Projekt übernehmen und bietet gute Möglichkeiten zur Durchführung studentischer Arbeiten sowie zum Aufbau interdisziplinärer Kompetenzen. Darüber hinaus soll das Anwendungsbeispiel auch in die Vorlesungen, Übungen und Lehrpraktika einfließen und so das Interesse aller Studierenden wecken und die praktische Erklärung von Vorlesungsinhalten ermöglichen. Geplant sind konkrete Übungsaufgaben mit Anwendungsbezug und Belegarbeiten als anteilige Prüfungsleistungen. Der entstandene Technologiedemonstrator soll außerdem für öffentliche Vorstellungen, wie Labor- und Versuchsfeldführungen oder die Lange Nacht der Wissenschaften eingesetzt und auch selbst als Anlass zur Durchführung von Veranstaltungen (Projektvorstellung, „Releaseparty") genutzt werden. Für die Weiterentwicklung des Fahrrades in den folgenden Semestern ist die Einbindung von Industriesponsoren geplant, womit außerdem der industrielle Kontakt intensiviert werden kann.

Mit dem gewählten Technologiebeispiel „hydraulisches Fahrrad" kann bereits eine große Zielgruppe angesprochen werden, wobei jedoch grundlegendes Wissen auf dem Gebiet der Fluidtechnik vorausgesetzt wird. Das Konzept von „erlebbaren und attraktiven Technologiebeispielen" soll daher auch für die Entwicklung einfacher Modelle angewandt werden. Mit Unterstützung von studentischen Hilfskräften und Studienarbeiten soll die im Antrag

beschaffte Technik genutzt werden, einfache hydraulische Schaltungen und Anwendungen als Demonstratoren zu erstellen. Konkret ist die Entwicklung und Herstellung eines hydraulischen Roboterarmes und von Funktionsbeispielen hydraulischer Komponenten mit 3D-gedruckten Kunststoffteilen geplant. Dies wird in den Grundlagen-Vorlesungen und auch in Schülerpraktika, die regelmäßig an der Professur angeboten werden, eingesetzt. Vorbehaltlich der personellen Verfügbarkeit ist mit diesem Material auch die Durchführung von Projekttagen in der Mittel- und Oberschule der Universitätsschule Dresden (Cämmerswalder Straße 41) denkbar, deren Ganztagsbetreuung bereits zum Teil von externen Partnern durchgeführt wird. Denkbar wäre die Durchführung von Einzelterminen gemeinsam mit engagierten Studierenden zur Entdeckung des Maschinenbaus und der Fluidtechnik für Schüler und Schülerinnen.

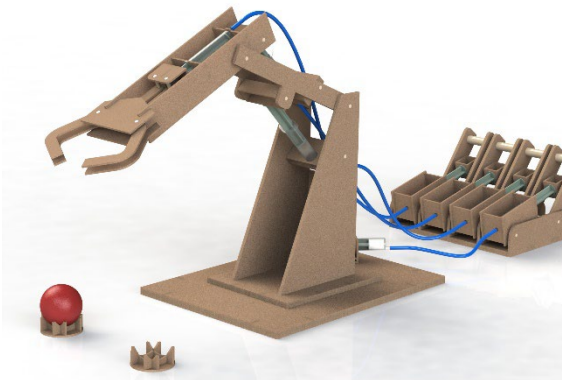


Abb. 3: Entwurf hydr. Baggerarm.

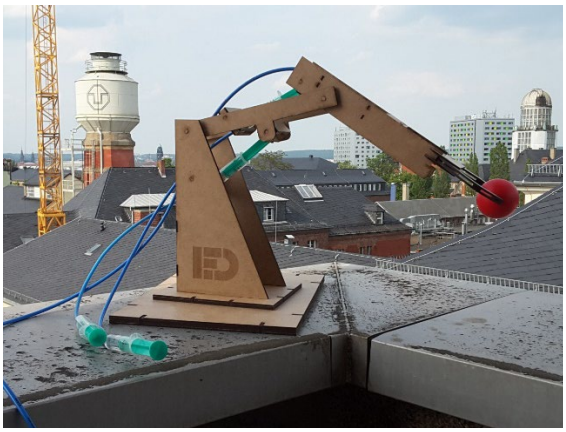


Abb. 4: Umsetzung hydr. Baggerarm im Rahmen eines Schülerpraktikums an der Professur.

Ausblick

Durch Werbung für den Aufbau dieser studentischen Arbeitsgruppe in den Vorlesungen des SS22 konnten bereits einige Interessenten gewonnen werden. Eine erste Studienarbeit zur Konzeptionierung des hydraulischen Lastenfahrrades wurde bereits begonnen. Die ersten Materialien werden zu Beginn des Herbstes beschafft. Ein erster Entwurf soll bis Ende 2022 stehen, so dass mit dem Aufbau des Prototyps in 2023 gestartet werden kann.

Evaluation

Nach ersten Rückmeldungen der Studierenden kommt dieses Format sehr gut an. Rückmeldungen wie „eine tolle Ergänzung zum theoretischen Studium" und „Ich freue mich, mein bisher gewonnenes Wissen in einem Ingenieursprojekt anwenden und im Team arbeiten zu können" bestätigen das gewählte Format. Die Selbstorganisation der Gruppe mit dem Aufbau einer entsprechenden Teamstruktur und einer geeigneten Arbeitsumgebung (auch für zeitweise Remote-Arbeit) werden noch herausfordernde Aufgaben für die nächsten Monate.

Literatur

[1] https://nfpafoundation.org/universities/programs-resources/fluid-power-vehicle-challenge/ , Zugriff am 17.06.2022

Konzept eines Lehrversuchsstands für „Digitalisierung und KI in der Produktionstechnik"

H. Wiemer, L. Drowatzky, M. Mälzer,
K. Feldhoff, S. Ihlenfeldt

Professur Werkzeugmaschinenentwicklung und adaptive Steuerungen, Institut für Mechatronischen Maschinenbau, Fakultät Maschinenwesen, TU Dresden

Der Beitrag stellt das Konzept eines Lehrversuchsstands (LVS) vor, mit dem Algorithmen zum Data Mining, Maschinelles Lernen (ML) und KI sowohl in studentischen Praktika, Übungen, Belegen geübt als auch in Vorlesungen als lebendige Beispiele demonstriert werden können. Erklärt werden die methodischen Fallbeispiele, die didaktische Idee sowie das technische Konzept.

Einleitung

An der Professur für Werkzeugmaschinenentwicklung und adaptive Steuerungen, insbesondere in der Abteilung „Maschinendatenverwertung", widmen sich unterschiedliche Forschungsthemen der Nutzung datengetriebener Methoden für die Analyse das Verhaltens von Werkzeugmaschinen und deren Komponenten während des Betriebs und deren Wirkung auf Prozessergebnis und Bauteilqualität. Die Entwicklung aufgabenspezifischer Algorithmen erfordert gemäß der Bestimmung des Data Science ein interdisziplinäres Arbeiten, also das Zusammenspiel aus IT- (Vernetzung und Datenmanagement), Mathematik- (Algorithmen) und Domänen-Wissen (Anwendungskontext). Domänenwissen bedeutet bei uns die Produktionstechnik, was die (werdenden) Ingenieur:Innen mitbringen. Der Fokus unseres Tuns sieht wie folgt aus: Wir entwickeln aus Algorithmen zur Datenanalyse anwendungsspezifische, prototypische Lösungen mit dem Ziel, eine hohe Praktikabilität auf dem Hallenboden und einen großen Nutzen zu erreichen.
Folgende Lehrveranstaltungen bieten wir den Studierenden des Maschinenbaus und der Mechatronik: „ML in der Produktion" (MW-MB-19), „Prozessinformatik" und „Deep Learning für sequentielle Prozessdaten" (studium generale) sowie „Datenbasierte Prozess- und Maschinenanalyse" (MW-MB-PT-30, MT-A07-V).

Intention dieser Lehrveranstaltungen ist es, den Studierenden einen Einstieg in die datengetriebenen Methoden zu vermitteln und deren Anwendung beispielhaft zu veranschaulichen. So soll ein ganzheitliches Verständnis ausgebildet werden, mit dem sowohl die Entwicklung von KI-fähigen Maschinen und Cyber Physical Production System (CPPS) als auch die Kooperation der Ingenieur:Innnen mit KI-Experten unterstützt wird. Der in Umfragen permanent angezeigte Fachkräftemangel in Maschinenbauunternehmen stellen ein Hemmnis für die Einführung von Digitalisierung und KI dar und bilden die Motivation für die Lehrveranstaltungen.
Zusammenfassend postuliert, ist das Lehrziel die Verknüpfung des produktionstechnischen Wissens mit Grundwissen der IT und Algorithmen. Der Charakter der Lehre ist stark praktisch orientiert. Dementsprechend ausgewählte und auf dem LVS umgesetzte Fallbeispiele holen die Studierenden in ihrem Erfahrungsraum ab und erzeugen Querverbindungen zwischen den Fächern.

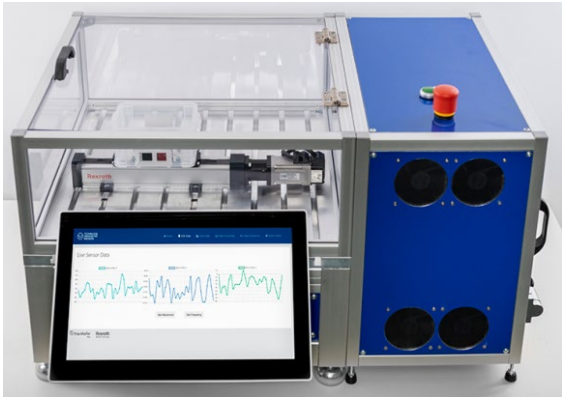


Abb. 1: LVS-Basis ist ein Messedemonstrator.

Der LVS (Abb. 1) basiert auf einem Demonstrationskoffer aus dem Vertrieb der Bosch Rexroth AG, mit dem den Kunden die Digitalisierung von Komponenten einer Linearachse vorgeführt werden kann.

Methodische Fallbeispiele

Datengetriebenes Vorgehen unterstützt bei der Lösung unterschiedlicher Aufgaben bei Entwicklung, Inbetriebnahme und beim Betrieb von produktionstechnischen Systemen. Der LVS bildet deshalb folgende relevanten Sichtweisen ab:

Die **Sichtweise Maschinenverhalten** ist für die Aufgaben Condition Monitoring, Predictive Maintenance und Systemoptimierung relevant.

Im Fallbeispiel „Zustandsüberwachung an einer Profilschienenführung (PSF)" werden verschiedene Einflüsse auf den Komponentenzustand nachgebildet, über die erfassten Daten als Anomalien erkannt und als Einflussart diagnostiziert. Abgebildete Einflussarten sind a) Einbaufehler über eine verstellbare Parallelitätsabweichung der Profilschienenpaare, b) Laufbahnschäden über gezielt eingebrachte Pittings und c) Schmierzustände in den Führungswagen.

Perspektivisch soll das Fallbeispiel auf die Standardkomponenten der Automatisierungstechnik Servomotoren und Kugel-Gewindetriebe übertragen werden.

Die **Sichtweise Bearbeitungsprozess** ist für Themen der Qualitätskontrolle, Verschleißerkennung sowie Prozessregelung und -optimierung bedeutsam und bietet eine Grundlage für die Analyse von Wechselwirkungen zwischen Werkstück, Werkzeug, Prozessparametern und Fertigungsqualität.

Das zugehörige Fallbeispiel „Bohrprozess" bildet die wesentlichen Prozesseinflüsse a) Material des Werkstücks über Rohlinge aus verschiedenen Werkstoffen (Hartholz, Weichholz, MDF, ODF), b) Werkzeugart über verschiedene Bohrertypen, c) Werkzeugverschleiß durch Einsatz von Werkzeugen mit unterschiedlichen Verschleißgraden und d) Prozessparameter (Drehzahlen, Vorschübe) nach und analysiert diese auf Datenebene.

Die **Sichtweise Engineering-Methoden** betrachtet spezielle Designfragen zur Realisierung der Digitalisierung von produktionstechnischen Systemen wie Auswahl geeigneter Messmethoden und Vernetzung, die einen wesentlichen Einfluss auf die Zuverlässigkeit und den Nutzen der datenbasierten Überwachungsmethoden haben.

Im Fallbeispiel „Alternative Messmethoden" wird behandelt, wie die gewählte Strategie zur Erfassung eines physikalischen Effekts deren Erkennungssicherheit beeinflusst. Am Beispiel des Zustandsmonitoring an der PSF werden alternative Messmethoden über Auswertung von a) Motorstrom, b) Beschleunigungen am Führungswagen und c) Temperatur am Führungswagen gegenübergestellt.

Das Fallbeispiel „Einfluss der Systemkonfiguration" sensibilisiert dafür, dass sich unterschiedliche Eigenschaften und Einstellparameter der Messkette auf Signalauflösung und Parametersensibilität und schließlich auf die Eignung der Messsignale zur Identifikation der gesuchten Effekte auswirken. Diese Einflüsse werden über den Vergleich a) parallel betriebener Sensoren unterschiedlicher Qualität und b) unterschiedlich eingestellter Abtastfrequenzen veranschaulicht.

Schließlich vermittelt das Fallbeispiel „Fehlererkennung", wie Störungen, die den Zielparametern in den Signalen überlagert sein können, die Datenqualität beeinflussen und wie diese erkannt und beseitigt werden können. Am LVS werden typische Störungen wie a) Wackelkontakt und Kabelbruch, b) Übertragungsstörungen in der Netzverbindung und c) defekte Abschirmung von Kabeln realisiert.

Didaktische Idee

Das Lehrziel, das produktionstechnische Wissens mit dem Grundwissen der IT und dem Kennen von relevanten Algorithmen zu verknüpfen, soll über Problemlösungsübungen erreicht werden. Die Lehrveranstaltung, in die das Fallbeispiel am LVS integriert ist, ist wie folgt strukturiert:

1. Einstieg: Hier werden die Bedeutung der jeweiligen Sichtweise in der industriellen Praxis sowie die Aufgaben datengetriebener Methoden erläutert. Es wird ein Überblick über wesentliche Ansätze mit motivierenden Beispielen gegeben. Zur Überleitung wird das Fallbeispiel eingeordnet.
2. Erläuterung des Fallbeispiels: Die praxisbezogene Motivation wird präzisiert und die Zielstellung der Lehrveranstaltung klargestellt. Der Anwendungsfall, der Aufbau und die Funktionsweise des produktionstechnischen Systems alias LVS sowie das Vorgehen während des Experiments werden detailliert beschrieben.
3. Architektur: Zur Vermittlung der IT-Grundkenntnisse wird auf die zugrundeliegende Architektur der Mess- und

Datenverarbeitungskette - von den Sensoren bis zur Datenbasis, von den Rohdaten bis zu den Algorithmen zur Zustandsdetektion eingegangen. Es wird erklärt, mit welchen Algorithmen die Daten vorverarbeitet und kritische Zustände aufgedeckt werden können.

4. Versuchsdurchführung: Entsprechend der vorgegebenen Arbeitsanweisung werden das Experiment sowie die zugehörigen Maßnahmen zur Datenerfassung durchgeführt.
5. Datenexploration: Die erfassten Daten werden im Rohzustand visualisiert (Abb. 2). Geeignete Algorithmen zur Datenvorverarbeitung und kontextgerechten Auswertung werden wiederholt und live angewendet. Die Analyseergebnisse (Abb. 3) werden hinsichtlich der eingangs postulierten Motivation diskutiert.
6. Nachbetrachtung: Die Beobachtungen und gelehrten Inhalte werden zusammengefasst, unterschiedliche Handlungsoptionen werden hinsichtlich Vor- und Nachteilen bewertet, Fehlerbetrachtungen (Abb. 4) erfolgen, Best-Practice-Hinweise werden gegeben. Schließlich werden Querverweise auf vertiefende Inhalte anderer Fallbeispiele angezeigt.

Das skizzierte Grundmuster eines Fallbeispiels ist Basis für eine Flipped-Classroom-Lehrveranstaltung – ein interaktionsreiches, gemischtes Format aus Vorlesung und Übung. Der LVS kann zudem die Basis weiterer Lehrformate wie Praktika, Übungen, Belegarbeiten darstellen. Dafür sind jedoch unterschiedliche Kollaborationskonzepte zwischen Studierenden und Studierenden und Lehrenden erforderlich. Die Arbeit mit dem LVS kann dazu wie folgt in Szene gesetzt werden:

- In klassischen Präsenzlehrveranstaltungen können Liveexperimente in der Lehrveranstaltung vom Lehrenden vorgeführt werden. Der LVS ist mobil.
- In Online-Lehrveranstaltungen kann der LVS im Remote-Modus betrieben und z.B. über BBB übertragen werden.
- Übungsaufgaben zu ausgewählten Fallbeispielen können über Remote-Betrieb des LVS (Fernbedienung und Beobachtung über Webcam) im Heimstudium ermöglicht werden. Hierzu ist eine Buchung erforderlich, da kein Multi-User-Betrieb möglich ist.

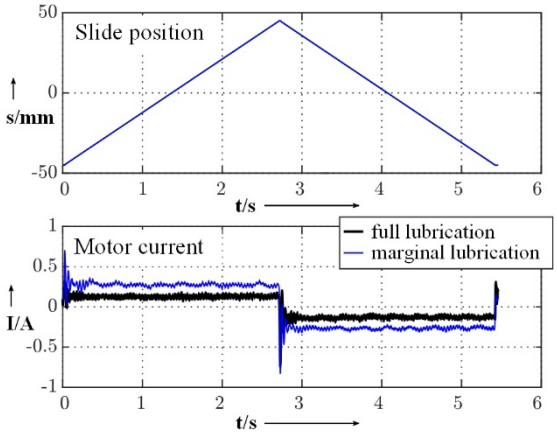


Abb. 2: Ausschnitt der aufgezeichneten Daten im Leerlauf für Vollschmierung und Mangelschmierung der PSF. Position des Schlittens (oben) und Motorstrom (unten). [1]

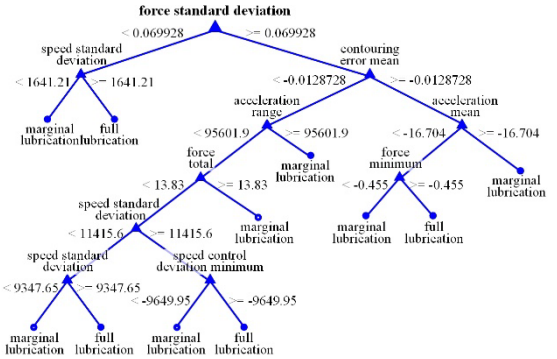


Abb. 3: Ein Entscheidungsbaum als Analyseergebnis, mit dem die unterschiedlichen Einflüsse auf die Zustände einer PSF separiert werden können. [1]

		Predicted Class		
		initial lubrication	marginal lubrication	
True Class	initial lubrication	62.7%	3.0%	95.5% 4.5%
	marginal lubrication	0.0%	34.3%	100.0% 0.0%
		100.0% 0.0%	92.0% 8.0%	**97.0%** **3.0%**

Abb. 4: Konfusionsmatrix zur Bewertung der Genauigkeit des Datenmodells. [1]

- Übungsaufgaben könnten quasi im Offline-Modus des LVS bearbeitet werden, wenn Experimente als abgespeicherte Testdatensätze oder in Form von äquivalenten Simulationsmodellen in einer Webplattform bereitgestellt werden.
- Übungsaufgaben zur eigenverantwortlichen Erschließung und Vertiefung der Inhalte könnten über eine Plattform in Form von Vorgehensmodellen, Präsentation der Ergebnisse, Musterlösungen geboten werden.

- Für den Studierenden-Lehrenden-Austausch bietet die Plattform die Möglichkeit von Chatfunktionen, die bei Erklärung und Problemlösung von Fachinhalten unterstützen können.

Technisches Konzept

Der LVS (Abb. 5) basiert auf einem Demonstrator (Abb. 1), der einen Ausschnitt einer realen Werkzeugmaschine darstellt, damit sowohl mit der verwendeten Hardware als auch mit allen Softwareschnittstellen Industriestandard erfüllt und der für die o.g. Fallbeispiele und Einsatzszenarien folgende Funktionen integriert:

- Das Grundsystem umfasst den Schaltschrank (Steuerung, Vernetzung der Sensoren, IT und CPU), den T-Nuten-Spanntisch (Montage des Experiments auf Basis eines elektrisch angetriebenen Linearmoduls) und das Gehäuse.
- Das Linearmodul treibt einen Schlitten an, der auf einer Parallelführung aus PSF lagert. Über einen Exzenterhebel wird die Parallelitätsabweichung als Einbaufehler umgesetzt. Durch einen, am Schlitten angebrachten Pneumatik-Dämpfer lässt sich eine Mangelschmierung nachstellen. Durch Wechsel der PSF gegen eine verschlissene können Fehlerzustände nachgestellt werden.
- Der Schlitten trägt die Spannvorrichtung für zu bohrendes Werkstücke, die vorgefertigte Rohlinge unterschiedlichen Holzmaterials bestehen.
- Die Bohrspindel ist luftgekühlt, besitzt ein Handspannfutter und einen Frequenzumrichter. So können leicht unterschiedliche Bohrer eingesetzt und Prozessparameter variiert werden.
- Der Betrieb des LVS wird über eine grafische Oberfläche realisiert, die auch als Webseite verfügbar ist. Zudem ist der LVS im Forschungsdatenmanagement-System eingebunden, um die Datensätze FAIR zu managen.
- Zum LVS gehören Tools zur Datenanalyse, Modellbildung und Optimierung sowie zur Visualisierung von gewonnenen Informationen.
- Für den Fernbetrieb überträgt eine Webcam das Experiment ins Internet.

Stand und Ausblick

Die Neukonstruktion des erweiterbaren LVS ist für die ersten Fallbeispiele, beginnend mit „Zustandsüberwachung an einer PSF", abgeschlossen. Beschaffung und Montage haben begonnen - zunächst für den Direktbetrieb, anschließend für den Remote-Betrieb.
Mit dem LVS ist eine Plattform verfügbar, mit der Effekte an Maschinen oder Bearbeitungsprozessen nachgebildet und datengetriebene Analysemethoden (Digitalisierungskonzepte, Datenverarbeitung, Modellierung mittels ML und KI) durchgängig für Studierende des Maschinenbaus erklärt und geübt werden können.
Die am Lehrstuhl laufenden Forschungsvorhaben werden kontinuierlich bewertet, welche Projektergebnisse als neue Fallbeispiele geeignet sind, um sowohl die Qualität der Lehre abzusichern als auch universitäre Verwertungsmaßnahme umzusetzen. So werden aktuell künftige Fallbeispiele „Inbetriebnahme von Vorschubantrieben", „Methoden der Zeitreihenanalyse", „Verknüpfung von Real- und Simulationsdaten", „Regeln und Methoden des Forschungsdatenmanagements" und „Der Weg zur Datenpublikation" geprüft.

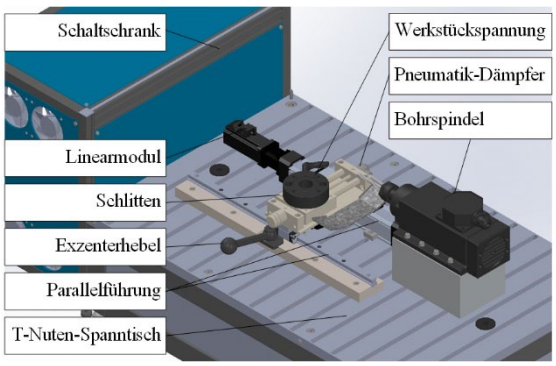


Abb. 5: Konzept des LVS

Danksagung

Entwicklung und Aufbau des LVS wurde von unterschiedlichen Partnern unterstützt. Dank gilt der Fakultät Maschinenwesen der TU Dresden für die anteilige Übernahme von Sachkosten. Methodische Arbeiten erfolg(t)en im Rahmen des Sächsischen FuE-Verbundprojekts „Prognose-MES" (FKZ 100390519), des BMBF-Vorhabens „PAL-PerspektiveArbeitLausitz" (FKZ 02L19C301) und des ZIM-Projekts „PreMaMisch" (FKZ KK 5023201LT0).

Literatur

[1] Wiemer, H.; Drowatzky, L.; Ihlenfeldt, S.: Data Mining Methodology for Engineering Applications (DMME) — A Holistic Extension to the CRISP-DM Model. Applied Science, 2019, 9(12), 2407; https://doi.org/10.3390/app9122407