



# Lessons

## Learned

*Spin Offs digitaler  
Lehrerfahrungen*



# 1&2

## Über das Journal

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

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

## Editorial Board

### **Managing Editor**

Prof. Dr. Stefan Odenbach, TU Dresden

### **Editorial Board**

Prof. Dr. Lana Ivanjek, TU Dresden

Prof. Dr. Hans Kuerten, TU Eindhoven

Prof. Dr. Alexander Lasch, TU Dresden

Prof. Dr. Andreas Schadschneider,  
Universität zu Köln

Prof. Dr. Eric Schoop, TU Dresden

Dr. Christiane Thomas, Viessmann GmbH

## Impressum

### **ISSN:**

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

### **Herausgeber:**

Fakultät Maschinenwesen, TU Dresden,  
Dresden

### **Kontakt:**

Prof. Dr. Stefan Odenbach

c/o Fakultät Maschinenwesen

Magnetfluidodynamik, Mess- und

Automatisierungstechnik

George-Bähr-Str. 3

01069 Dresden

**Lessons Learned** - das dürfte bei vielen Lehrenden am Ende des Sommersemesters 2020 ein quasi zwingender Gedanke gewesen sein.

Erzwungen durch die Covid-19-Pandemie mussten in kürzester Zeit Wege gefunden werden, den universitären Lehrbetrieb aufrechtzuerhalten - ohne jegliche Form von Präsenzunterricht. Vorlesungen mussten digitalisiert und verfügbar gemacht werden. Übungen mussten in neue Formate gepresst werden, um sie überhaupt durchführen zu können. Seminare, die häufig von der Präsenzdiskussion leben, mussten in virtuelle Räume verschoben werden und für Praktika, die eigentlich zwingend die Verwendung von Versuchseinrichtungen an der Universität erfordern, mussten Konzepte entwickelt werden, um eine Unterbrechung des Studienablaufs zu vermeiden.

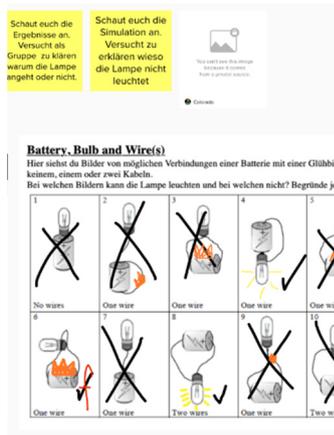
All dies erforderte den Einsatz neuer Techniken und Technik sowie oft über Stufen verlaufende Lernprozesse bei den Lehrenden, in denen Angebote stückweise optimiert und auf immer neue Weise verfügbar gemacht wurden. Dabei wurde so manche **Lesson Learned**, so manche neue Erkenntnis gewonnen, die dieses erste Corona-Semester überhaupt möglich machte. Am Ende des Semesters kam mit der Notwendigkeit, digitale Prüfungen anzubieten, eine neue Herausforderung hinzu, die bewältigt werden musste.

Dieser umfassende Lern- und Entwicklungsprozess war dabei nicht auf einzelne Universitäten oder einzelne Länder beschränkt, er war eine weltweite Notwendigkeit, der sich der universitäre Lehrbetrieb stellen musste. Am Ende sind Formate entstanden, die es erlaubt haben, das Sommersemester 2020 ohne Präsenz und weitgehend erfolgreich durchzuführen. Zum Schluss des Semesters war allen, die beteiligt waren, klar, dass die geleistete Arbeit unabhängig von der Pandemie keine rein vorübergehende Veränderung des Lehrbetriebs bedeutete. In wenigen Monaten war ein Entwicklungsprozess zur Modernisierung der Lehr- und Lernformen entstanden, der normalerweise Jahre, wenn nicht Jahrzehnte dauern würde. Dass die beiden folgenden Semester auch durch die Pandemie gekennzeichnet sein würden, war zu diesem Zeitpunkt noch nicht abzusehen. Nichtsdestoweniger war klar, dass die Weiterentwicklung digitaler Lehrformate nicht an einzelnen Professuren, in einzelnen Fakultäten oder lokal an einzelnen Universitäten vorstattengehen kann. Vielmehr ist der Austausch derer, die diese Formate aufgesetzt, entwickelt und eingesetzt haben, entscheidend, um eine gewinnbringende Weiterentwicklung der digitalen Revolution in der Lehre zu bewirken.

Vor diesem Hintergrund wurde an der Fakultät Maschinenwesen der Technischen Universität Dresden im Herbst 2020 die Konferenz **Lessons Learned - Spin Offs digitaler Lehrerfahrungen** ins Leben gerufen. Sie dient als Austauschforum, in dem Lehrende ihre Erfahrungen, ihre Erfolge, aber auch die Misserfolge der Versuche zur Entwicklung neuer Lehrkonzepte im digitalen Raum teilen und diskutieren können. Um die Dissemination dieser digitalen Entwicklungen weiter voranzutreiben, ist das Journal **Lessons Learned** entstanden, mit dem wir auf einer vollkommen freien Open Access Basis Informationen teilen und zur Diskussion anregen wollen.

In dieser ersten Ausgabe, die bewusst eine Doppelausgabe ist, sind die Beiträge der beiden ersten **Lessons Learned** Konferenzen im Herbst 2020 und im Frühjahr 2021 zusammengefasst. In der weiteren Entwicklung soll das Journal sowohl weiter die Konferenz begleiten als auch über Themenhefte spezielle Problemfelder der digitalen Lehre und ihrer Weiterentwicklung beleuchten. Mit den ersten 240 Seiten digitaler Lehrerfahrungen soll dazu der Aufschlag gemacht werden und wir wünschen beim Studium der hier dargestellten Erfahrungen viel Freude und den Mut, selber adaptierte Formate experimentell einzusetzen und sie dann bei einer der nächsten **Lessons Learned** Konferenzen zu präsentieren.

Stefan Odenbach



Vorlesung, Übungen, Prüfungen – Lehrveranstaltungen sind komplexe Gesamtstrukturen, deren Überführung in ein stimmiges und zum Lernen anregendes, digitales Format eine große Herausforderung darstellt. Entsprechend vielfältig sind die Ideen und Konzepte mit denen in den ersten beiden Semestern der Corona-Krise der Transfer in die digitale Welt bewerkstelligt wurde. Die hier präsentierten Konzepte geben auch einen Eindruck von der Kreativität der Lehrenden in dieser schwierigen Phase.



Neben dem normalen Canon von Veranstaltungsformaten gibt es an vielen Stellen auch besondere Formate, deren Umsetzung ins Digitale besondere Herausforderungen mit sich bringt, die wir an vier Beispielen beleuchten.

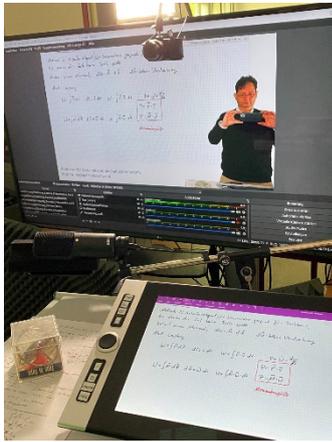
## Themenspektrum

### Gesamtkonzepte

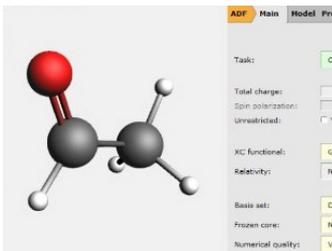
- J. G. M. Kuerten  
*Heat and Flow in Zeiten von Corona*
- K. Falconer, S. Hoffmann, A. Schadschneider  
*Lehre an Schulen und Hochschulen in Zeiten von Corona - Ein Erfahrungsbericht aus Sicht der Physikdidaktik*
- A. Lasch  
*(Wissenschafts-)Kultur der Digitalität*
- B. Kruppke  
*Der Mix macht's - Asynchron, synchron, inverted ... von der Folienvertonung bis zum Experiment*
- T. Rosenlöcher, B. Schlecht  
*Digitale Lehre und Prüfung im Grundlagenfach Maschinenelemente*
- Y. Kyosev  
*Gestaltungsmöglichkeiten für Online-Unterricht bei der Montage biegeweicher Materialien*
- M. Kutz, R. Kupfer, C. Kirvel, A. Hornig, N. Modler, M. Gude  
*Das Praktische im Virtuellen - digitale Lehre am ILK*
- C. Bach, C. Drobny, T. Schmiel, M. Tajmar  
*Remote Concurrent Engineering aus der Kundenperspektive*
- C. Thomas, R. Barta  
*Selbstdisziplin - Der Schlüssel*
- K. Eckert, S. Heitkam  
*Konzepte für eine vorteilhafte Lehre unter Pandemiebedingungen*
- D. Bernstein, M. Schuster, M. Beitelschmidt  
*Vorstellung und studentische Evaluation digitaler Lernformate in zwei methodischen Grundlagenfächern der Mechanik*
- S. Richter  
*Lessons Learned an der DIU*

### Besondere Veranstaltungsformate

- E. Schoop, R. Sonntag, M. Altmann, W. Sattler  
*Stell Dir vor, es ist „Corona“ - und keiner hat's gemerkt*
- K. Naumann, K. Köpfer  
*Gestaltung digitaler Blocktage - Erfahrungsbericht aus dem Bereich Social Entrepreneurship*
- T. Köhler, E. Schoop, N. Filz, N. Kahnwald, R. Sonntag  
*Von der Präsenz- zur Hybridveranstaltung. Erfahrungen mit der Transformation einer Konferenzreihe zur Online-Netzwerkforschung*



Nicht unterschätzen darf man den technischen Aufwand, der erforderlich ist um digitale Vorlesungen zu halten. Und mit der Weiterentwicklung der Tools steigt der Komfort für Lernende und Lehrende.



Praktika müssen für die praktischen Bezüge zum Stoff sorgen. Aber geht das zu Hause? Hands on – ob am Computer oder an gegenständlichen Experiment liefert im Lockdown Abwechslung und Spaß am Lernen.

a) Wie groß ist Wert A?

Antwort:  ✓ ⇒ Erreichte Punkte: 1 von 1

b) Wie groß ist Wert B?

Antwort:  ✓ ⇒ Erreichte Punkte: 1 von 1

c) Wie groß ist Wert C?

Antwort:  ✓ (17) ⇒ Erreichte Punkte: 1 von 3

Und am Ende eines Semesters stehen immer Prüfungen – auch die jetzt in digitaler Form und da stehen ganz schnell die Probleme mit der Prüfungssoftware und die zugehörigen Workarounds im Focus.

U. Gebhardt, M. Schuster, M. Beitelschmidt,  
T. Wallmersperger, J. Fröhlich, S. Odenbach,  
M. Kästner

*Digitales Vortragsseminar*

## Technik für digitale Vorlesungen

R. Stelzer

*Online-Vorlesungen mit dem Paella-Player*

M. Beitelschmidt, D. Bernstein, J. Bieber, M. Schuster

*Produktion von Vorlesungsvideos mit Greenscreen-Technik*

A. Ehrenhofer, M. Hahn, N. Christl, T. Wallmersperger

*Produktion von langfristig nutzbaren Lern-/Lehrvideos und deren Einarbeitung in Vorlesungsreihen und Studiengänge*

## Praktika

M. Beitelschmidt, Z. Wang

*Ingenieurkoffer für Experimentalpraktika@home*

S. Odenbach, J. Morich, L. Selzer

*Praktikum ohne Präsenz – geht das?*

F. M. Arnold, J.-O. Joswig

*Lab@Home: Individualisierte Computerpraktika*

S. Kampmann, D. Bodesheim, A. Croy, T. Schied,

R. Gutierrez, A. Dianat, G. Cuniberti

*Virtuelle PC Pools für Computerpraktika am Beispiel der Materialwissenschaften*

## Prüfungen

J. Hoffmann, A. Brosius

*Erfahrungen bei EXAM/ONYX-Klausuren*

M. Fiedler, M. Kästner

*Möglichkeiten von OpalExam zur Verbesserung von Klausurbewertung und -einsicht*

E. Dohmen, A. Lange, B. Kraus, S. Sturm, S. Odenbach

*Online-Prüfung mit OPAL, ONYX und MAXIMA Chancen und Grenzen*





# Heat and Flow in Zeiten von Corona

J.G.M. Kuerten

*Power & Flow, Department of Mechanical Engineering, Eindhoven University of Technology*

## Abstract

Dieser Artikel beschreibt den Aufbau des Kurses „Heat and Flow“ im zweiten Jahr des Bachelor-Studiengangs Maschinenbau der Technischen Universität Eindhoven. Vor der Coronapandemie und der damit verbundenen Sperrung wurden verschiedene Maßnahmen ergriffen, um die Erfolgsquote dieses Kurses zu erhöhen, die früher sehr niedrig war. Insbesondere wurde neben den normalen Kurselementen von Vorlesungen, Instruktionen und Übungen eine vollständige Online-Version des Kurses entwickelt. Auf diese Weise werden Studierende mit unterschiedlichen Lernstilen bedient. Um die Studierenden zu motivieren, lange vor der Prüfung genügend Zeit für den Kurs zu verbringen, wurde ein System obligatorischer Fortschrittstests entwickelt. Ein gutes Ergebnis für jeden Test ist die Voraussetzung, um die Prüfung des Kurses zu bestehen. Die Anzahl der Versuche für jeden Test ist innerhalb eines bestimmten Zeitrahmens unbegrenzt. Die Kombination beider Entwicklungen verbesserte die Erfolgsquote des Kurses erheblich. Während der Coronapandemie wurde das gleiche System aufrechterhalten, indem alle Elemente des Kurses synchron, jedoch online angeboten wurden. Die schriftliche Prüfung wurde durch eine online beaufsichtigte Prüfung ersetzt. Die Studierenden waren mit dieser Art des Unterrichts zufrieden, aber die Teilnahme an den Übungsstunden war sehr gering. Sie kann verbessert werden, indem sie in kleinen Gruppen mit jeweils einem persönlichen Tutor organisiert werden.

This paper describes the set-up of the course Heat and Flow in the second year of the bachelor program in Mechanical Engineering of Eindhoven University of Technology. Before the corona pandemic and its associated lockdown, several measures have been taken to increase the success rate of this course, which used to be very low. In particular next to the normal course elements of lectures, instruction and exercise sessions, a complete online version of the course has been developed. In this way students with different learning styles are served. In order to stimulate students to spend sufficient time on the course well before the exam, a system of compulsory progress tests has been developed. A good result for each test is a requirement to pass the exam of the course. The number of attempts for each test is unlimited within a certain time frame. The combination of both developments significantly improved the success rate of the course. During the corona pandemic, the same system was maintained by offering all elements of the course in a synchronous way, but online. The written exam was replaced by an online proctored exam. Students were satisfied by this way of teaching, but the participation in the exercise sessions was very low. This can be improved by organizing them in small groups, each with a personal tutor.

\*Corresponding author: [j.g.m.kuerten@tue.nl](mailto:j.g.m.kuerten@tue.nl)

Dieser Artikel wurde im Original in Englisch eingereicht.

## 1. Einleitung

In diesem Beitrag beschreibe ich die Lehr- und Bewertungsmethoden, die in der Lehrveranstaltung Heat and Flow des zweiten Jahres des Bachelor-Studiengangs Maschinenbau an der Technischen Universität Eindhoven während der Corona-Pandemie im Frühjahr 2020 eingesetzt wurden. Um dies in den richtigen Kontext zu stellen, werde ich zunächst in Abschnitt 2 die Geschichte dieses Kurses darstellen, wobei ich insbesondere aufzeigen werde, wie der Kurs im Laufe der Jahre verändert wurde, um die Erfolgsquote zu erhöhen. Als Nächstes werde ich in Abschnitt 3 die Lehrmethoden beschreiben, die im akademischen Jahr 2019-2020 während der Corona-Pandemie angewandt wurden, als der gesamte Unterricht auf dem Campus aufgrund des Lockdowns nicht erlaubt war. In Abschnitt 4 werde ich die aus dieser Erfahrung gezogenen Lehren und die im nächsten akademischen Jahr, als die Corona-Maßnahmen teilweise gelockert wurden, ergriffenen Maßnahmen zur Verbesserung des Lehrens und Lernens diskutieren. Im letzten Abschnitt werden die wichtigsten Schlussfolgerungen vorgestellt.

## 2. Geschichte von Heat and Flow

Im Jahr 2012 startete die Technische Universität Eindhoven (TU/e) eine komplett neue Einrichtung für alle Bachelor-Studiengänge, das sogenannte Bachelor College. Damit sollten sowohl die Anzahl und die Vielfalt der Studierenden erhöht als auch der Studienerfolg verbessert werden. Eine der Maßnahmen zur Steigerung des Studienerfolgs war eine Änderung der Größe aller Kurse von 3 EC auf 5 EC, um die Anzahl der Prüfungen zu reduzieren (1 EC entspricht einem Studienpensum von 28 Stunden und ein volles Jahr hat 60 EC).

Aus diesem Grund wurden zwei bestehende Kurse, einer über Transportphänomene und der andere über Wärmeübertragung, zu dem neuen Kurs Heat and Flow im vierten Quartal des zweiten Studienjahres des Studiengangs Maschinenbau zusammengefasst. Von Anfang an bin ich der verantwortliche Dozent für diese Lehrveranstaltung und halte die Vorlesungen zum Strömungsteil. Der Dozent des Wärme-

teils war bereits der Verantwortliche für den alten Kurs über Wärmeübertragung, während ich der Dozent eines Erstjahreskurses Einführung in Heat and Flow war. Der Strömungsteil des neuen Kurses basierte teilweise auf einem anderen bestehenden Kurs über physikalische Transportphänomene.

Die im Kurs behandelten Themen sind:

- Wiederholung von Differentialoperatoren, Materialableitung und Zylinderkoordinaten;
- Integrale Erhaltungssätze für Masse, Impuls und Energie sowie die Bernoulli-Gleichung;
- Herleitung der Kontinuitätsgleichung und der Navier-Stokes-Gleichung für inkompressible Strömungen und einige einfache Lösungen;
- Skalierung und Ähnlichkeit;
- Strömung in Rohren, um Objekte und in Grenzschichten, einschließlich der Blasius-Lösung für laminare Strömung und Ab-scheidung;
- Grundlegende Mechanismen der Wärmeübertragung, Leitung, Konvektion und Strahlung;
- Stetige und unstetige Wärmeleitung;
- Konvektion und thermische Grenzschichten;
- Grundlegende Definitionen für Strahlung und strahlende Wärmeübertragung.

Der Kurs ist verpflichtend für alle Studenten des Bachelors Maschinenbau und Wahlfach für eine kleinere Anzahl von Studenten des Bachelors Nachhaltige Innovation und für eine Gruppe von Studenten, die ein Premaster-Programm verfolgen, nachdem sie einen Bachelor an einer Fachhochschule abgeschlossen haben. Die Gesamtzahl der Studenten, die in den Kurs eingeschrieben sind, beträgt typischerweise etwa 350.

Im Kurs folgen wir lose einem Lehrbuch [1], aber für einige Teile haben wir unsere eigenen Vorlesungsskripte erstellt und ein Buch mit Übungen entwickelt, die teilweise von uns selbst zusammengestellt wurden und aus anderen Kursen stammen und teilweise aus einer Reihe verschiedener Lehrbücher entnommen wurden. Es gibt nicht so viele Lehrbücher,

die Strömungsmechanik und Wärmeübertragung kombinieren und für Studenten auf Bachelor-Niveau geeignet sind. Das von uns ausgewählte Lehrbuch ist eines der wenigen. Es hat einige Nachteile, insbesondere die kombinierte Verwendung von SI- und amerikanischem Einheitensystem. Der Hauptvorteil dieses Buches ist, dass das zum Verständnis der Theorie erforderliche mathematische Niveau für unsere Studenten nicht zu hoch ist.

Ursprünglich galt für das Bachelor College die Vorgabe, dass die Abschlussprüfung jedes Kurses zu maximal 70 % in die Endnote des Kurses eingeht. Zwischenprüfungen zählen für den Rest der Endnote. Die Idee dahinter ist, die Studenten zu ermutigen, früher als ein paar Tage vor einer Prüfung mit dem Lernen zu beginnen, um die Erfolgsquote zu erhöhen. In den ersten drei Jahren, in denen der Kurs unterrichtet wurde, hatten wir ein oder zwei Zwischenprüfungen, um diese Anforderung zu erfüllen. Es stellte sich jedoch heraus, dass der Effekt davon eher das Gegenteil von dem war, was beabsichtigt war. Studenten mit einer schlechten Note in der ersten Zwischenprüfung waren durch ihr Ergebnis demotiviert und haben den Kurs in der Regel nicht bestanden. Abgesehen davon ist es eine große Aufgabe, Zwischenprüfungen für eine so große Anzahl von Studenten zu organisieren und zu benoten.

Sobald die Anforderung aufgehoben wurde, stoppten wir die Zwischenprüfungen und ersetzten sie durch eine formative Bewertung in Form von digitalen Quizzes, einen für jedes Thema des Kurses, damit die Studenten ihren Fortschritt überwachen konnten. Allerdings machte nur eine Minderheit der Studenten diese Quizze tatsächlich und die Bestehensquote des Kurses änderte sich nicht, sondern blieb nach der ersten Prüfung bei etwa 40 %.

Zu dieser Zeit, etwa 2017, förderte unsere Universität mehr und mehr den Einsatz von Blended Learning durch die Kombination verschiedener Lernmethoden für einen Kurs. Es ist bekannt, dass einige Studenten es bevorzugen, individuell zu lernen, wann und wo sie wollen, während andere die strukturierte Art des Lernens bevorzugen, indem sie Vorlesungen und Übungseinheiten zu der Zeit besuchen, zu der sie angesetzt sind und gerne in einer kleinen

Gruppe von Studenten an einer Übung arbeiten [2]. Aus diesem Grund haben wir den Plan gefasst, eine Online-Version des Kurses zu entwickeln und den Studenten die Wahl zu lassen, alle geplanten Aktivitäten zu besuchen oder die Online-Version des Kurses zu nutzen.

Für alle Elemente des Kurses wurde eine Online-Variante erstellt. Der Kurs besteht aus drei Elementen:

1. Das erste Element des Kurses sind die Vorlesungen. Der Kurs besteht aus 13 Vorlesungen von je zwei Stunden. Die Online-Variante jeder Vorlesung ist ein Dokument mit einer kurzen Zusammenfassung des Kursmaterials und Links zu Video-Vorlesungen, die aus YouTube ausgewählt wurden. Wir haben die Autoren der Filme um die Erlaubnis gebeten, ihr Material in unserem Kurs zu verwenden. Auf diese Weise können wir es herunterladen und auch dann verwenden, wenn ein Video nicht mehr auf YouTube verfügbar ist. Alle Autoren reagierten sehr schnell und positiv auf unsere Anfrage und einige von ihnen baten darum, über unsere Online-Bemühungen informiert zu werden.
2. Das zweite Element des Kurses ist die so genannte Instruktion, in der die Dozenten eine Reihe ausgewählter Übungen an der Tafel machen, um erweiterte Beispiele für jede Art von Übung zu geben, die wichtig und von Prüfungsniveau ist. In der Regel gibt es sieben Unterrichtseinheiten zu je zwei Stunden. Die Online-Variante der Unterweisung ist eine Reihe von Pencasts, in denen dieselben Übungsbeispiele behandelt und erklärt werden. Abbildung 1 zeigt ein Standbild aus einem Pencast.
3. Das dritte Element des Kurses ist das sogenannte geführte Selbststudium (GSS), bei dem die Studierenden einzeln oder in kleinen Gruppen an Übungen arbeiten. Eine Reihe von Lehrassistenten und die Dozenten sind anwesend, um Fragen zu beantworten. Die Anwesenheit beim GSS ist in der Regel eher gering, sie liegt zwischen 25 und 30 % und nimmt gegen Ende des Kurses ab. Normalerweise gibt es sieben GSS-Sitzungen von je zwei Stunden. Der wichtige Aspekt der GSS ist die Möglichkeit des

Feedbacks, das online schwieriger zu geben ist. Hierfür haben wir ein Online-Assessment-System namens Cirrus [3] verwendet. In Cirrus wurde eine Reihe von Aufgaben zusammengestellt, meist mit Zufallszahlen. Die Studenten können ihre Antworten eingeben und im Falle einer falschen Antwort wird eine automatische Rückmeldung gegeben. Ein Beispiel für eine automatische Rückmeldung ist in Abbildung 2 dargestellt. Es sind nicht nur numerische Fragen möglich, sondern auch Multiple-Choice-Fragen und mathematische Fragen, bei denen die Studenten Formeln eingeben müssen.

Die ersten beiden Elemente der Online-Version des Kurses sind in unserem Lernmanagementsystem Canvas verfügbar. Um alles zu entwickeln, wurden zwei Lehrassistenten für insgesamt 800 Stunden eingestellt. Die finanziellen Mittel für ihre Gehälter wurden durch den Bildungsinnovationsfonds der Technischen Universität Eindhoven bereitgestellt. Die Lehrkräfte des Kurses überprüften das ausgewählte Videomaterial, die Pencasts und die Online-Übungen. Ein Lehrsupporter der Universität unterstützte sie bei der Einrichtung einer benutzerfreundlichen Organisation des Kurses im Lernmanagementsystem. Das Material in Canvas ist in den 13 Vorlesungen des

Kurses organisiert und bietet Links zu den Cirrus-Übungen. Am Ende jeder Vorlesung muss ein Online-Quiz mit ausreichendem Ergebnis (80 %) absolviert werden, um Zugang zur nächsten Vorlesung zu erhalten. Auf diese Weise stellen wir sicher, dass die Studenten ausreichend Zeit für jede Vorlesung aufwenden.

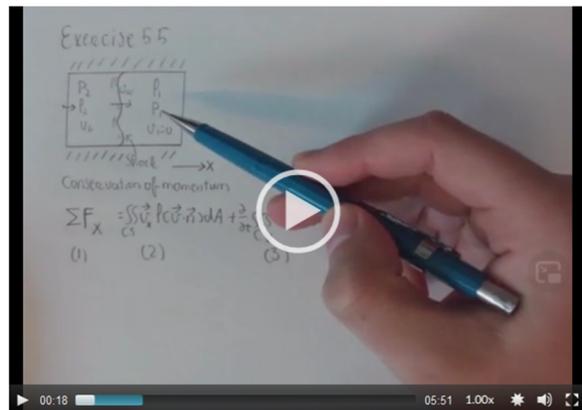


Abb. 1: Standbild aus einem Pencast. Der Pencast hat auch Ton. Das Video ist unter <https://youtu.be/4xrsQbQUEmE> verfügbar.

Schließlich gibt es zu jeder Vorlesung ein Diskussionsforum, in dem Studierende, die die Online-Version des Kurses verfolgen, Fragen stellen können. Normalerweise beantworten die Dozenten diese Fragen, aber in einigen Fällen antworten auch andere Studenten.

FILL IN THE MISSING VALUE(S)

2



The Bernoulli's law needs to be applied twice in this case. Once over the manometer and once over the fan itself. Note that there is no velocity difference in the manometer, hence the pressure difference,  $\Delta p_m$ , is equal to the pressure due to the height difference of the water,  $\rho g \Delta z$ .

Subsequently, there is no height difference over the fan. Hence, the pressure difference due to the velocity,  $\frac{1}{2} \rho_{air} \Delta v_{fan}^2$ , is equal to the pressure difference,  $\Delta p_{fan}$ .

And finally, it holds that  $\Delta p_{fan} = \Delta p_m$ . Now, solve this for the  $\Delta v_{fan}$  and assume that the velocity in front of the fan is zero (holds if you draw your control volume correctly).

Hint: Be aware that you are working with two different densities. Do not mix them up.

430



Power in fluid dynamics is expressed as  $P = \Delta p Q$ . Both  $\Delta p$  and  $Q$  are obtained at the first part of this exercise.

$Q =$      $\text{m}^3/\text{s}$

$P =$      $\text{W}$

Abb. 2: Beispiel für eine automatische Rückmeldung bei falschen Antworten auf digitale Übungen in Cirrus.

Wir testeten die erste Version des Online-Kurses an einer Gruppe von sechs Studenten, die die Prüfung mehrmals nicht bestanden. Sie gaben Feedback und bekamen direkt nach diesem Test eine zusätzliche Prüfung angeboten. Die meisten Rückmeldungen waren positiv und in einigen Fällen schlugen sie sogar besseres Videomaterial vor als von den Lehrassistenten ausgewählt. Sie alle bestanden die ihnen angebotene Zusatzprüfung mit bemerkenswert guten Noten.

Dies zeigte, dass der Online-Kurs gut auf die Prüfung vorbereitet und in diesem Sinne eines der Kriterien für eine konstruktive Ausrichtung erfüllt [2]. Die Studierenden, die an der Prüfung teilnahmen, konnten jedoch aufgrund ihrer geringen Anzahl gut überwacht werden und waren alle sehr motiviert wegen der zusätzlichen Möglichkeit, den Kurs zu bestehen, der für die meisten von ihnen die letzte Hürde zum Abschluss ihres Bachelorstudiums war.

Wir wussten, dass für die normale Gruppe von Studenten der Anreiz, während des Kurses am Ball zu bleiben, nicht so hoch sein würde. Daher entschieden wir uns, eine Bewertungsmethode zu entwickeln, die die Studenten dazu zwingt, schon lange vor der Prüfung Zeit für den Kurs aufzuwenden, ohne den Nachteil von Zwischentests, dass ein schlechtes Ergebnis nicht repariert werden kann [4].

Wir haben eine Lösung in Form von sogenannten Fortschrittstests gefunden. Während des Kurses müssen die Studenten drei Fortschrittstests machen, die digital in Cirrus angeboten werden. Jeder Test kann beliebig oft gemacht werden, jedoch innerhalb einer begrenzten Zeitspanne von etwa einer Woche. Bei falschen Antworten gibt es ein automatisches Feedback in Form eines Verweises auf die entsprechende Theorie. Die Studenten benötigen für jeden der drei Tests eine Punktzahl von 80 % oder mehr, um die Note für die Abschlussprüfung zu erhalten. Sie können gemeinsam an den Tests arbeiten, aber es werden Zufallszahlen verwendet, was das Kopieren von Antworten sinnlos macht. Der erste Fortschrittstest beginnt bereits in der ersten Woche des Kurses und bezieht sich auf die im Kurs geforderten mathematischen Vorkenntnisse. Der zweite Fortschrittstest bezieht sich auf die Vor-

lesungen 2-5 und der dritte und letzte Fortschrittstest auf die grundlegenden Mechanismen der Wärmeübertragung und der stationären und instationären Wärmeleitung. Jeder Test besteht aus zehn Fragen. Die meisten davon sind numerische Fragen und ein paar andere Multiple-Choice-Fragen. Der erste Test enthält auch eine Reihe von mathematischen Fragen, bei denen die Antwort eine Formel ist. Diese Art von Fragen ist jedoch recht fehleranfällig; so sollten z. B. Multiplikationszeichen zwischen zwei Symbolen nicht vergessen werden.

Diese Methode der Bewertung ist nicht in Übereinstimmung mit den Vorschriften des Bachelor-Kollegs. Deshalb haben wir um Erlaubnis für diesen Piloten gebeten und auch den Prüfungsausschuss unseres Fachbereichs und die Studenten im Programmausschuss konsultiert, die alle mit diesem Piloten einverstanden waren.

Das erste Mal war das neue System im Frühjahr 2019 im Einsatz, also ein Jahr vor Beginn der Corona-Pandemie. Unser Hauptziel war eine Verbesserung der Erfolgsrate des Kurses. Die Erfolgsrate kann auf verschiedene Weise definiert werden, aber egal welche Definition wir verwendeten, die Steigerung der Erfolgsrate war signifikant. Die Erfolgsquote aller eingeschriebenen Studenten stieg von 34 % in den Jahren 2017 und 2018 auf 50 % im Jahr 2019. Eine ganze Reihe von eingeschriebenen Studenten entscheidet sich, den Kurs auf ein späteres Jahr zu verschieben. Daher ist es besser, die Erfolgsquote aller Studenten zu betrachten, die einen ernsthaften Versuch in der Prüfung unternommen haben (Punktzahl von 15% oder mehr). Diese Zahl stieg von 48% auf 70%.

Die Verteilung der Prüfungsnoten ist in Abbildung 3 für die Jahre 2017-2019 dargestellt. Die Noten reichen von 0 bis 10, wobei 10 das Maximum ist und 6 zum Bestehen des Kurses ausreicht. Die Abbildung zeigt, dass die Verteilung der Noten im Jahr 2019 eine Form hat, die einer Normalverteilung näher kommt. Das fast völlige Fehlen von sehr niedrigen Noten im Jahr 2019 hat einen anderen Grund, aber dies hat keinen Einfluss auf die Schlussfolgerung zu

den Erfolgsquoten, da die sehr niedrigen Noten bei den Erfolgsquoten nicht berücksichtigt werden.

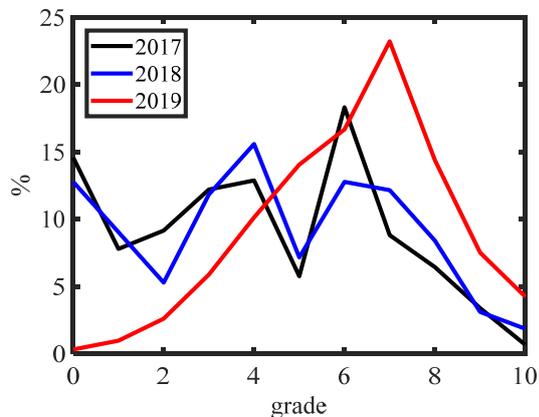


Abb. 3: Verteilung der Noten der ersten Prüfung von Heat and Flow in den Jahren 2017-2019. Zum Bestehen des Kurses ist eine Mindestnote von 6 erforderlich.

Studenten, die die Anforderungen der Fortschrittsprüfungen nicht bestanden haben, konnten sie in den Wochen zwischen der ersten Prüfung und ihrer Wiederholung erneut machen. Nur ein Student nahm an der ersten Prüfung teil, ohne die Anforderungen zu erfüllen. Er bestand die Anforderungen später und erhielt dann sein Prüfungsergebnis. Einige weitere Studenten nahmen nur an der Wiederholungsprüfung teil und machten die Fortschrittstests nach der ersten Prüfung.

Bei der Standardevaluation des Kurses war eine bemerkenswerte Beobachtung, dass die Studenten angaben, dass sie weniger Zeit für den Kurs gebraucht haben als in den Jahren zuvor. Dies zeigt deutlich, dass die Fortschrittstests den Studierenden helfen, die Lernziele des Kurses zu erreichen. Die Evaluation zeigte auch, dass die Studierenden mit dem Feedback, das die Lernfortschrittstests bieten, zufrieden sind (Note 3,8 auf einer Skala von 1-5). Die Fortschrittstests helfen den Studierenden nicht nur zu wissen, was sie lernen sollen, sondern sie führen auch zu einer besseren Verteilung des Arbeitspensums über die Zeit.

Die Ergebnisse unseres Pilotprojekts haben die Dozenten anderer Kurse dazu angeregt, in ihren Kursen ebenfalls von Zwischenprüfungen auf digitale Fortschrittstests umzustellen. Derzeit verwenden alle Hauptkurse in Maschinenbau im ersten Jahr und ein weiterer Kurs

im zweiten Jahr diese Bewertungsmethode, und ein Kurs im dritten Jahr wird im nächsten Studienjahr folgen.

Die Details des Systems der Fortschrittsprüfungen unterscheiden sich von Kurs zu Kurs, wie zum Beispiel die Anzahl der Tests und die Kriterien, die zum Bestehen verwendet werden. In naher Zukunft werden wir vorschlagen, die Vorschriften des Bachelor-Kollegs so anzupassen, dass Fortschrittsprüfungen für alle Kurse erlaubt sind. Mehrere andere Institute zeigten ihr Interesse an diesem System, da es eine bessere Methode zu sein scheint, die Studenten während der Zeit, in der ein Kurs läuft, zu beschäftigen und es nicht zu Prokrastinationsverhalten führt.

### 3. Heat and Flow während der Corona-Pandemie

Als die Corona-Pandemie im März 2020 die Niederlande erreichte und die Abriegelung angekündigt wurde, beschloss die Leitung unserer Universität, den gesamten Lehrbetrieb während einer Woche ausfallen zu lassen, um den Lehrkräften Zeit zu geben, ihre Kurse auf ein Online-Format umzustellen. Für einige Kurse, die experimentelle Einrichtungen benötigten, war dies keine leichte Aufgabe, aber für alle Kurse, die von unserem Institut organisiert wurden, wurde eine akzeptable Lösung gefunden, zum Beispiel durch die Verwendung und Analyse von experimentellen Ergebnissen aus einem früheren Jahr, anstatt neue Experimente durchzuführen.

Viele Dozenten entschieden sich, von zu Hause aus zu unterrichten, entweder mit Microsoft Teams oder dem Lernmanagementsystem Canvas. Andere nutzten die noch vorhandenen Livestream-Möglichkeiten in den Hörsälen am Campus oder nahmen ihre Vorlesungen im Studio am Campus oder zu Hause auf.

Ein größeres Problem war es, eine Lösung für die Klausuren zu finden, die bereits drei Wochen nach Beginn der Sperrung angesetzt waren. Für einige Kurse, insbesondere solche mit einer geringen Anzahl von Studierenden, war es möglich, die schriftliche Prüfung durch eine Hausarbeit zu ersetzen. Für Kurse mit 100 oder mehr Studenten und in Kursen, in denen Mathematik eine wichtige Rolle spielt, ist dies auf-

grund des enormen Arbeitsaufwands zur Benotung der Aufgaben oder aufgrund der Lernziele des Kurses keine Lösung.

Daher entschied man sich, in Fällen, in denen andere Lösungen nicht möglich sind, für Online-Proctored-Prüfungen. Online-Proctoring ist nicht nur wegen der Datenschutzbestimmungen ein heikles Thema, sondern der Universität fehlte auch jegliche Erfahrung in größerem Umfang. Innerhalb kürzester Zeit wurde eine Firma gefunden, die Online-Proctoring anbietet, das unseren Datenschutzbestimmungen entspricht [5]. Außerdem wurden mit den Studierenden im Hochschulrat Richtlinien vereinbart, die die meisten Einwände gegen Online-Proctoring ausräumen. Zum Beispiel kann sich ein Student für ein Opt-out entscheiden und bekommt in diesem Fall eine alternative Prüfung auf dem Campus angeboten. Proteste gegen Online-Proctoring, wie sie an mehreren anderen Universitäten des Landes stattfanden, blieben in Eindhoven daher aus.

Online-Proctoring bedeutet, dass die Webcam eingeschaltet ist und alle Bilder aufgezeichnet und gespeichert werden. Außerdem werden alle Aktivitäten am Computer überwacht und je nach den Einstellungen der Prüfung sind einige Dinge nicht erlaubt, z. B. die Verwendung eines Webbrowsers für andere Websites als die Prüfung. Abweichungen vom normalen Verhalten werden statistisch erfasst und können später anhand der aufgezeichneten Bilder im Detail untersucht werden. Für diese Aufgabe stand ein Team von Personen zur Verfügung. Zusätzlich muss sich der Student zu Beginn der Prüfung ausweisen, es wird ein Raumschirm mit Hilfe der Webcam durchgeführt und die Studenten müssen den Inhalt ihres Tisches zeigen, um zu überprüfen, dass nur erlaubte Gegenstände vorhanden sind. Die erlaubten Gegenstände hängen von der Prüfung ab und werden vom verantwortlichen Dozenten des Kurses festgelegt, z. B. ein Taschenrechner, ein Buch, leere Blätter usw.

Dennoch traten einige Probleme während der Prüfungen auf, insbesondere in den Fällen, in denen die Studenten Dateien mit ihren Lösungen hochladen mussten, und einige Prüfungen litten unter technischen Problemen aufgrund der sehr großen Anzahl von Studenten. In zwei oder drei Fällen wurde eine zusätzliche Prüfung ein paar Wochen später angesetzt.

Der Kurs Heat and Flow konnte von Erfahrungen aus anderen Kursen profitieren, da er erst nach diesen ersten Prüfungen in der Coronazeit, Ende April, beginnt.

Es war sicherlich von Vorteil, dass wir eine komplette Online-Version des Kurses hatten, die bereits im Vorjahr getestet worden war. Wir entschieden jedoch, dass diese Online-Version nicht ausreicht, da es auch eine Gruppe von Studenten mit einem anderen Lernstil gibt, die viel mehr vom synchronen Lernen profitieren. Daher haben wir neben der Online-Version auch Vorlesungen, Unterrichtseinheiten und angeleitete Selbstlerneinheiten in gewohnter Weise vorgesehen. Außerdem konnten sich die Studenten die aufgezeichneten Vorlesungen des Vorjahres ansehen, allerdings waren diese in niederländischer Sprache, während ab 2020 auch eine Reihe internationaler Studenten den Kurs besuchen.

Die Online-Vorlesungen wurden von zu Hause aus in MS Teams gehalten. Die Studenten konnten über die Chat-Funktion oder am Ende jeder Vorlesung Fragen stellen, indem sie ihr Mikrofon öffneten. Die Kapazität von MS Teams ist mit 300 Personen geringer als die Anzahl der eingeschriebenen Studenten, was aber kein Problem darstellte, da eine große Anzahl von Studenten die Vorlesungen nicht live verfolgt. Das Fehlen einer Tafel machte es notwendig, fast alles mit Hilfe von Folien zu erklären, was eine weitaus weniger effektive Methode ist, um längere Ableitungen und Beispiele zu erklären.

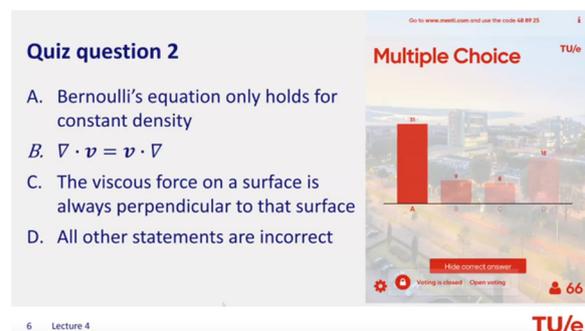


Abb. 4: Beispiel für eine Mentimeterfrage, die während der Live-Online-Vorlesungen verwendet wurde.

Um die Interaktion während der Vorlesungen zu erhöhen, stellten wir früher Multiple-Choice-Fragen, auf die die Studenten durch

Heben der Hand antworteten. Wir ersetzen dies durch Mentimeterfragen (siehe Abbildung 4) [6], was sich als noch effektivere Art der Interaktion erwies.

Die Anzahl der Studenten, die die Vorlesungen besuchten, nahm wie üblich mit der Zeit ab, beginnend mit fast 200 in der ersten Vorlesung und fallend auf etwa 100 in der letzten Vorlesung. Die Vorlesungen wurden aufgezeichnet und den Studenten in einem privaten Kanal in YouTube zur Verfügung gestellt. Die Anzahl der Aufrufe lag zwischen 100 und 200, aber die durchschnittliche Dauer der Aufrufe ist viel kürzer als die Dauer der Vorlesung.

Für die Unterrichtssitzungen habe ich ein Whiteboard gekauft, mit dem ich die Übungen besser erklären konnte als mit Folien. Allerdings fokussiert die Webcam nicht auf die reflektierende Oberfläche des Whiteboards und ich musste eine meiner Hände benutzen, um die Webcam auf die richtige Stelle zu fokussieren (siehe Abbildung 5). Die Größe des Whiteboards ist viel kleiner als die einer Tafel im Hörsaal, was auch Auswirkungen auf die Art und Weise hat, wie man Übungen erklärt. MS Teams hat die Funktion, das Bild meiner Webcam bildschirmfüllend zu zeigen, aber das ist bei den Aufnahmen nicht der Fall. Glücklicherweise war zum Zeitpunkt des Kurses die Anzahl der angezeigten Bildschirme in den Aufnahmen auf vier begrenzt, so dass der Text noch gut lesbar war.

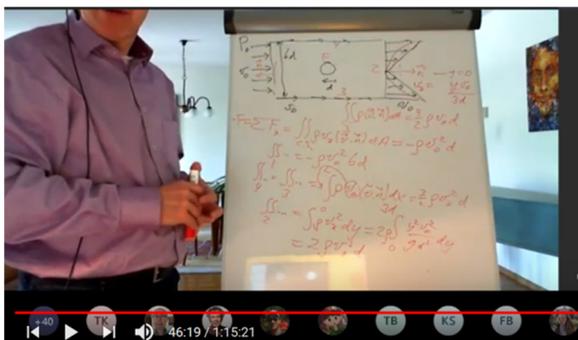


Abb. 5: Whiteboard, das während der Unterrichtssitzungen verwendet wurde. Die Abbildung zeigt eine Aufzeichnung der MS Teams-Sitzung der Unterweisung. Siehe auch <https://youtu.be/59BLi94VFms>

Das größte Problem war das GSS. Wir haben dieses auch in MS-Teams organisiert und in der Regel standen 6 Personen zur Beantwortung der Fragen zur Verfügung. Allerdings war

die Anzahl der Fragen so gering, dass die meisten Lehrassistenten kaum beschäftigt waren. Außerdem hatten wir zu diesem Zeitpunkt noch keine guten Lösungen für das Schreiben oder Zeichnen auf einem Whiteboard.

Die Prüfung des Kurses war auf den 1. Juli angesetzt, als der Campus gerade dabei war, die Laboraktivitäten für die Doktoranden und MSc-Studenten aufzunehmen und die Mitarbeiter einen Tag pro Woche im Büro arbeiten durften. Alle anderen Aktivitäten, einschließlich Besprechungen und Prüfungen, waren noch online. Für die Prüfung eines solchen Kurses war die einzige Option eine Online-Prüfung mit Aufsicht.

Aufgrund der Erfahrungen mit den Prüfungen des letzten Quartals haben wir uns entschieden, die Upload-Funktion nicht zu verwenden, sondern die Fragen so zu organisieren, dass die Antwort digital gegeben werden konnte. Wie in den Vorjahren bestand die Prüfung aus zwei Arten von Fragen. Die Hälfte der Zeit wurde für Multiple-Choice- und numerische Fragen verwendet, bei denen nur die Antwort gegeben werden sollte. In dem von uns verwendeten System, Ans Delft [7], werden diese Fragen automatisch benotet. Der Rest der Prüfung bestand aus zwei größeren Übungen mit Mehrfachfragen. Die abzutippenden Gleichungen konnten symbolisch angegeben werden, zum Beispiel alpha für den griechischen Buchstaben  $\alpha$  und  $\int_0^1 f(x) dx$  für den griechischen Buchstaben  $\alpha$  und  $\int_0^1 f(x) dx$ . Die Studenten konnten das System und diese Art, Gleichungen zu schreiben, in der Woche vor der Prüfung testen.

Die Prüfung unterschied sich in zwei weiteren Aspekten von früheren Jahren. Im Hinblick auf eine notwendige Gesundheitspause wurde die Prüfung in zwei Teile zu je 90 Minuten mit einer fünfzehnminütigen Pause dazwischen aufgeteilt. Außerdem erlaubten wir die Verwendung des Buches oder anderer Materialien auf Papier, während wir normalerweise nur eine Liste mit den wichtigsten Formeln zur Verfügung stellen. Der Grund für diese Änderung war, die Möglichkeiten zum Schummeln zu reduzieren. Ein Nachteil ist, dass Klausuren mit offenem Buch normalerweise schwieriger sind, da die Beispiele aus dem Buch nicht verwendet werden können. Nur ein Student machte von der Ausnahmeregelung Gebrauch

und machte die gleiche Prüfung auf Papier auf dem Campus. Seine Ergebnisse wurden in Ans Delft hochgeladen, um auf dieselbe Weise wie die Ergebnisse der anderen Studenten benotet zu werden.

Der Einsatz der digitalen Auswertung hat große Vorteile im Prozess nach der Prüfung. Erstens: Statt eines riesigen Papierstapels aller Einzelprüfungen, der einige Stunden benötigt, um alles zu sortieren und sicherzustellen, dass keine Prüfung verloren gegangen ist, stehen alle Ergebnisse direkt nach der Prüfung zur Verfügung und sind nach Student und Frage geordnet. Multiple-Choice- und numerische Fragen werden automatisch benotet und für andere Fragen können Benotungskriterien festgelegt werden, was eine gute Garantie für eine einheitliche Benotung ist und den Benotungsprozess beschleunigt. Außerdem ist es möglich, die Benotung durch mehrere Personen gleichzeitig durchzuführen.

Nachdem die Benotung abgeschlossen ist, können die Studenten ihre Prüfung während eines festgelegten Zeitraums einsehen und sehen, welche Fehler sie gemacht haben und wie ihre Note ermittelt wurde. Wenn sie Fragen zur Benotung haben, können sie diese im selben System stellen und die Person, die diese Prüfung benotet hat, erhält eine Benachrichtigung. Wir haben festgestellt, dass die Anzahl der Studenten, die die Möglichkeit zur Einsichtnahme in ihre Prüfung genutzt haben, weitaus größer ist als bei einer Papierprüfung.

Nach der Prüfung beschwerten sich die Studenten, dass die Aufteilung der Fragen auf die beiden Teile nicht gut war. Die Multiple-Choice-Fragen benötigten viel weniger Zeit als die offenen Fragen. Deshalb haben wir in der Wiederholungsprüfung die Fragen nach dem Thema aufgeteilt: Teil 1 über Strömung und Teil 2 über Wärme, wobei beide Teile Multiple-Choice-Fragen und eine offene Übung hatten.

Während der Prüfung gab es keine technischen Probleme, obwohl einige Studenten automatisch ausgeschlossen wurden, da sie versuchten, etwas zu tun, was nicht erlaubt war. Nach der Prüfung wurden keine Abweichungen vom normalen Verhalten festgestellt.

Die Ergebnisse der Prüfung waren nicht so gut wie im Jahr zuvor, aber deutlich besser als in

den Vorjahren. Die Erfolgsquote aller Studenten, die während der Prüfung einen ernsthaften Versuch unternahmen, lag bei 61 %, während die Verteilung der Noten mit dem Vorjahr vergleichbar war (siehe Abbildung 6). Eine bessere Verteilung der Aufgaben auf die beiden Teile der Prüfung hätte wahrscheinlich zu einer höheren Erfolgsquote geführt. Außerdem wird die sehr geringe Teilnahme an dem GSS, was die beste Vorbereitung auf die Prüfung ist, sicherlich die Ergebnisse beeinflusst haben, was ein wichtiger Punkt für Verbesserungen in der Zukunft ist.

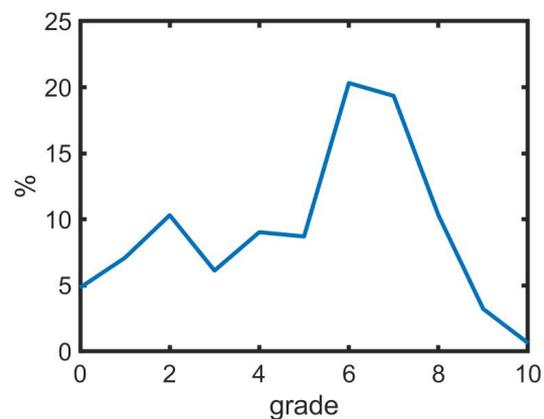


Abb. 6: Verteilung der Noten der ersten Klausur von Heat and Flow im Jahr 2020. Zum Bestehen des Kurses ist eine Mindestnote von 6 erforderlich.

Die Evaluation des Kurses, die immer direkt nach der Prüfung in digitaler Form durchgeführt wird, ergab, dass die Studenten einen Studienführer zu schätzen gewusst hätten, um ihren Weg durch das vorhandene Kursmaterial zu wählen. Es ist so viel Material verfügbar, dass sie einen Leitfaden benötigen, der verschiedene Möglichkeiten bietet, das Thema zu studieren. Wir haben dies bei der Einrichtung des nächsten Studienjahres berücksichtigt. Darüber hinaus gab es einige Beschwerden über die Prüfung, insbesondere über die Art und Weise, wie Gleichungen einzugeben sind, und über die Zeit, die benötigt wird, um die Prüfung zu beenden.

In einer der Vorlesungen habe ich auch das Mentimeter genutzt, um Fragen zum Aufbau des Kurses und der Prüfung zu stellen. Auf einer Skala von 1-5 erreichte die Frage "Sind Sie mit dieser Art des Unterrichts zufrieden?" den

Wert 4, was angesichts der Umstände zufriedenstellend ist. Bei der Frage nach den Prüfungen gaben 96 % der Studenten an, dass sie eine Online-Prüfung mit Proctoring zum normalen Termin einer auf den November verschobenen Prüfung auf dem Campus vorziehen.

#### 4. Akademisches Jahr 2020-2021

Zu Beginn des akademischen Jahres 2020-2021 hatte sich die Coronasituation so weit verbessert, dass die Studenten wieder Unterricht auf dem Campus haben durften, allerdings nur in kleineren Gruppen und unter Einhaltung eines Abstands von mindestens 1,5 m. Vor allem experimentelles Arbeiten, Konstruieren und Testen waren in kleinen Gruppen erlaubt, aber auch GSS-Sitzungen konnten für kleine Gruppen organisiert werden. Für jeden Hörsaal wurde eine maximale Anzahl von Studenten festgelegt, die in der Regel etwa ein Fünftel der normalen Kapazität beträgt. Zu dieser Zeit waren Vorlesungen auf dem Campus nicht erlaubt, da dies als ineffiziente Art der Wissensvermittlung angesehen wurde.

Diese Situation der gelockerten Corona-Maßnahmen hielt jedoch nicht lange an. Ab Dezember stieg die Zahl der Infektionen und Krankenhausaufenthalte so stark an, dass der gesamte Unterricht auf dem Campus bis auf wenige Praktika wieder verboten wurde. Prüfungen auf dem Campus waren jedoch in den meisten Fällen möglich, mit einer Ausnahme für die größten Kurse, für die kein geeigneter Raum zur Verfügung stand.

Während dieser Zeit wurden Experimente durchgeführt, um Wege zu finden, Online-GSS-Sitzungen so zu organisieren, dass die Beteiligung der Studenten steigt. Das Institut kaufte eine Reihe von Schreibtablets für die Lehrassistenten, um das Erklären der Übungen, das Schreiben von Formeln und das Zeichnen von Bildern zu erleichtern. Erfahrungen aus dem Erstsemesterkurs Analysis, der von ca. 2000 Studenten besucht wird, zeigten, dass das Engagement der Studenten durch die Arbeit in kleinen Gruppen mit einem persönlichen Tutor, der eine direktere und persönlichere Interaktion mit den Studenten in seiner Gruppe(n) hat, zunahm.

Zum Zeitpunkt des Starts von Heat and Flow, Ende April 2021, war die Lehre im kleinen Rahmen auf dem Campus wieder möglich und wir haben uns entschieden, die Vorlesungen und die Unterrichtssitzungen in einem Hörsaal für eine sehr begrenzte Anzahl von Studenten zu halten, während die anderen dies über einen Livestream verfolgen können. Die per Livestream übertragenen Sitzungen werden ebenfalls gespeichert und können später jederzeit angesehen werden.

Wie im Jahr zuvor können die nicht anwesenden Studenten die Chatfunktion in MS Teams für Fragen nutzen und Fragen in Mentimeter werden zur verstärkten Interaktion genutzt. Obwohl die Anzahl der Studenten, die an den Vorlesungen teilnehmen, gering ist, sind diejenigen, die es tun, sehr zufrieden mit den erhöhten Möglichkeiten zur Interaktion und profitieren von den geringeren Ablenkungsmöglichkeiten im Hörsaal im Vergleich zu der Situation zu Hause. Ein Problem, mit dem der Dozent bei einer Kombination aus Präsenzveranstaltung und Livestream zu kämpfen hat, ist, dass der Livestream eine Verzögerungszeit von 20 Sekunden hat. Diese ist notwendig, um den Videostream in das richtige, qualitativ hochwertige Format zu bringen. Diese Verzögerung muss insbesondere bei den Mentimeterfragen berücksichtigt werden. Auch ist eine direkte Interaktion mit den Studenten, die den Livestream per Sprache verfolgen, im Gegensatz zu den MS Teams Vorlesungen des Vorjahres nicht möglich.

Da Vorlesungen auf dem Campus noch nicht erlaubt sind, haben wir uns für das Format des so genannten Studio Classroom entschieden, das eine Mischung aus Vorlesung, Unterricht und kleinen, von den Studenten gemachten Übungen ist. Studierende, die dabei sein wollen, müssen sich für jede Sitzung, die sie besuchen wollen, in unserem Lernmanagementsystem anmelden. In der vierstündigen Sitzung einmal pro Woche ist nur Platz für 20 Studenten, während in der zweistündigen Sitzung 50 Studenten zugelassen sind. Die Erfahrung im ersten Teil dieses akademischen Jahres hat uns gelehrt, dass die Studenten es vorziehen, für eine längere Dauer auf dem Campus zu sein. Bei einer zweistündigen Sitzung ist die Reisezeit manchmal länger als die tatsächlich auf dem Campus verbrachte Zeit. Das ist der

Grund, warum die meisten On-Campus-Sitzungen in Blöcken von vier Stunden stattfinden.

Das geführte Online-Selbststudium ist folgendermaßen organisiert. Die Teilnehmer können zwischen zwei Arten der Teilnahme wählen. Sie können sich entweder für die Teilnahme in einer kleinen Gruppe von fünf Studenten mit einem persönlichen Tutor anmelden, oder sie können an einer großen Gruppe teilnehmen. Bei der ersten Option wird von ihnen erwartet, dass sie fast jedes Mal teilnehmen. In jeder Sitzung erklärt der Tutor eine der Übungen im Detail und regt die Studenten dazu an, gemeinsam an den anderen Übungen zu arbeiten. Um dies zu erleichtern, haben wir 13 Lehrassistenten eingestellt, von denen jeder für eine oder zwei Gruppen verantwortlich ist. Die Tutoren nahmen an einem kurzen Kurs teil, um Methoden zur Steigerung des studentischen Engagements zu erlernen. Für unseren Kurs gaben 25 % der Studenten an, dass sie an einer Kleingruppe teilnehmen möchten, und ein ähnlicher Prozentsatz hatte eine Präferenz für die Großgruppe. Die Anzahl der Fragen in der großen Gruppe ist sehr gering. Die meisten Studenten in der großen Gruppe arbeiten individuell und sind in der Lage, die Übungen mit Hilfe des Online-Materials zu lösen.

Natürlich ist die Zahl der Lehrassistenten deutlich höher als in anderen Jahren. Die Universität hat das nötige Geld bereitgestellt, um diese Art des Unterrichts als eine der Maßnahmen zur Bewältigung der Folgen der Corona-Pandemie zu ermöglichen.

Zum Zeitpunkt des Schreibens befinden wir uns in der Mitte des Kurses und die Teilnahme an der Online-GSS ist immer noch recht gut. Die Studenten, die sich für die Teilnahme an einer Kleingruppe angemeldet haben, sind in der Regel fast jede Woche dabei und arbeiten bis zum Ende der Sitzung, das am Freitagnachmittag um 17:15 Uhr ist.

Glücklicherweise kann und wird die Prüfung auf dem Campus abgehalten werden. Nur für Studenten, die aus Corona-Gründen nicht an der Prüfung auf dem Campus teilnehmen können, wird eine Online-Prüfung mit Proctor organisiert. Diese Prüfung ist die gleiche wie für die anderen Studenten und wird zur gleichen Zeit abgehalten. Die Prüfung ist nicht mehr in

zwei Teile aufgeteilt. Den Studenten ist es erlaubt, während der Klausur eine Toilettenpause zu machen. Gültige Gründe für diese Art von Prüfung sind medizinische Beschwerden, die mit Corona in Zusammenhang stehen könnten, die Zugehörigkeit zu einer Risikogruppe oder der Aufenthalt in Quarantäne. Internationale Studenten, die sich entschieden haben, in ihr Heimatland zurückzukehren, haben nicht die Möglichkeit einer Online-Prüfung, da von den Studenten erwartet wird, dass sie für verschiedene Bildungsaktivitäten, einschließlich Prüfungen, auf den Campus kommen können.

Die Vorteile des digitalen Assessments in Ans Delft haben uns dazu bewogen, dasselbe System auch für die Prüfungen auf dem Campus zu verwenden. Die Prüfungen werden nicht direkt in digitaler Form abgelegt, da dies die Verwendung von Gleichungen erschweren würde. Stattdessen werden die Klausuren ausgedruckt, wobei nach jeder Frage ausreichend Platz für die Antworten bleibt. Nach der Prüfung werden alle Papiere eingescannt und in Ans Delft hochgeladen. Multiple-Choice-Fragen werden weiterhin automatisch benotet und für alle anderen Fragetypen können Benotungskriterien angewendet werden. Die Vorteile der synchronen Benotung durch mehrere Personen und die digitale Einsichtnahme in die Prüfung durch die Studenten bleiben erhalten. Auch der Verwaltungsaufwand wird stark reduziert, da das System weiß, wo sich die Antworten auf alle Fragen befinden und es möglich ist, alle Antworten auf eine Frage in fortlaufender Reihenfolge zu benoten. Nur für den Fall, dass ein Student mehr Platz zur Beantwortung benötigt als von uns vorgesehen, muss die Person, die die Benotung vornimmt, nach der Antwort suchen.

## 5. Schlussfolgerungen

In den letzten Jahren wurde der Kurs Heat and Flow auf verschiedene Weise angepasst, mit dem Ziel, die Erfolgsquote zu erhöhen, ohne jedoch die Lernziele und das Niveau der Prüfung zu verändern. Unter Berücksichtigung der unterschiedlichen Lernstile der Studenten wurde die Möglichkeit geschaffen, das Kursmaterial auf verschiedene Weise zu lernen.

Studenten, die es vorziehen, individuell zur gewünschten Zeit zu lernen, können nun eine Online-Version des Kurses nutzen, die aus einer Reihe von kurzen Text- und kleinen Videovorlesungen, einer Reihe von Schritt-für-Schritt aufgezeichneten Lösungen zu ausgewählten Beispielübungen und einer Reihe von Online-Übungen mit automatischem Feedback bei falschen Antworten besteht. Studenten, die es vorziehen, an Vorlesungen und Unterrichts- und Übungssitzungen teilzunehmen, können dies weiterhin tun.

Um sicherzustellen, dass die Studenten bereits vor der Prüfung mit dem Lernen beginnen, wurde eine Methode mit digitalen Fortschritts-tests entwickelt. Während des Quartals, in dem der Kurs unterrichtet wird, müssen die Studenten eine Anzahl dieser Fortschritts-tests mit ausreichendem Ergebnis machen, um die Endnote für den Kurs zu erhalten. Die Anzahl der Versuche der Fortschritts-tests ist unbegrenzt, aber innerhalb einer begrenzten Zeit. Dieses System zusammen mit der Verwendung der Online-Version des Kurses führte zu einer signifikanten Erhöhung der Erfolgsquote und wurde seitdem auf eine Reihe anderer Kurse innerhalb des Instituts übertragen.

Im Jahr 2020 führte die Corona-Pandemie zu einem Lockdown, bei dem der Unterricht auf dem Campus nicht erlaubt war. Dennoch wurde die duale Art des Lernens, sowohl synchron als auch asynchron, beibehalten, indem die Vorlesungen und Unterrichtseinheiten vollständig online in MS Teams durchgeführt wurden. Schriftliche Prüfungen wurden durch Online-Prüfungen ersetzt. Die Erfolgsquote war zwar geringer als im Jahr zuvor, aber immer noch deutlich höher als vor der Einführung der Progress Tests.

Abgesehen von den Fortschritts-tests als Methode, um die Studenten zum rechtzeitigen Lernen zu ermutigen, ist die Art und Weise, wie man am besten Sitzungen organisiert, in denen die Studenten Übungen machen, eine Lektion, die während der Corona-Pandemie gelernt wurde. Das wichtigste Element dieser Sitzungen ist die Möglichkeit, Feedback zu erhalten, neben der Möglichkeit, die Übungen in kleinen Gruppen von Studenten gemeinsam zu bearbeiten. Die Methode, diese Übungssitzungen in sehr kleinen Gruppen von etwa fünf

Studenten mit jeweils einem persönlichen Tutor zu organisieren, schien gut zu funktionieren, zumindest für die Studenten, die das Bedürfnis haben, auf diese Weise zu arbeiten. Der Tutor spielt eine wichtige Rolle, indem er die Gruppe zur Zusammenarbeit anregt und jedes Treffen mit der Erläuterung einer der Übungen beginnt. Diese Methode ist jedoch nicht sehr kosteneffektiv, da viele Tutoren für große Kurse benötigt werden. Die Kosten können reduziert werden, indem ein Tutor zwei Gruppen zugewiesen wird. Außerdem werden weniger Tutoren benötigt, wenn man die Studenten vor Beginn des Kurses wählen lässt, ob sie an einer Kleingruppe teilnehmen wollen oder nicht.

Der Fachbereich hat festgestellt, dass in der Zeit der Pandemie der Studienerfolg der Studenten im Allgemeinen nicht von anderen Jahren abweicht. Das ist zwar auf den ersten Blick bemerkenswert, erklärt sich aber aus der Tatsache, dass das Studium eines der wenigen Dinge ist, die noch möglich sind. Viele andere Aktivitäten, an denen die Studenten normalerweise teilnehmen, wurden gestrichen, zum Beispiel Gruppensport, Veranstaltungen von Studenten- und Studienverbänden und Nebenjobs in Kneipen und Restaurants. Auch für die An- und Abreise zur Universität wird weniger Zeit aufgewendet, da (fast) alle Lehrveranstaltungen von zu Hause aus verfolgt werden können. Die Durchschnittsnoten und Bestehensquoten der Kurse sind sehr ähnlich wie in anderen Jahren, und auch der Prozentsatz der Studenten im ersten Jahr, die die Voraussetzungen für den Eintritt in das zweite Jahr erfüllen, ist unverändert.

Das heißt aber nicht, dass Studenten nicht unter der Corona-Pandemie leiden. Abgesehen von den Corona-Infektionen, die im typischen Alter eines Studenten meist nur milde Folgen haben, leiden viele Studenten unter Einsamkeit und Perspektivlosigkeit. Vor allem die Gruppe der internationalen Studierenden, die im September 2020 immatrikuliert wurde, hatte keine ernsthafte Möglichkeit, sich einzulernen und ausreichend Kontakte zu anderen Studierenden zu knüpfen. Mehrere von ihnen zogen zurück in ihr Herkunftsland, was schwerwiegende Folgen für ihr Studium haben könnte, da bei mehreren Gelegenheiten die Teilnahme an Lehrveranstaltungen auf dem

Campus obligatorisch ist, insbesondere bei Praktika und schriftlichen Prüfungen. Aber auch andere Studenten haben psychische Probleme. Die Studienberater, die die Studierenden bei Problemen an die Studierendenpsychologen verweisen können, berichten, dass sie viel mehr Beratungsanfragen von Studierenden erhalten als in anderen Jahren.

Eine Umfrage unter Studienanfängern im Maschinenbau ergab, dass sich fast 2/3 von ihnen manchmal oder oft einsam fühlen. Mehr als 50 % gaben an, dass die Arbeitsbelastung des Studiums wegen des Online-Studiums und der Einsamkeit zu hoch ist, obwohl fast alle von ihnen trotzdem das gleiche Studium gewählt hätten.

Schließlich ist Online-Proctoring eine nützliche Methode, um schriftliche Prüfungen zu organisieren, wenn gut auf die Datenschutzbestimmungen geachtet wird. Zu diesem Zweck sollten die Studierenden gut konsultiert und in den Prozess der Einrichtung von Online-Proctoring mit einbezogen werden. Außerdem ist es sehr wichtig, den Studierenden die Möglichkeit zu geben, mit dieser Art von Prüfungen zu üben. Wenn Studierende Zeichnungen anfertigen oder eine große Anzahl von mathematischen Gleichungen schreiben müssen, ist eine Online-Proctored-Prüfung nur möglich, wenn die Studierenden ihre schriftlichen Arbeiten einscannen und hochladen können. Das Hochladen führt oft zu Problemen, besonders bei Prüfungen mit einer großen Anzahl von Studenten. Diese Probleme können vermieden werden, indem die Prüfungen auf dem Campus für fast alle Studenten sicher organisiert werden. In diesem Fall müssen nur diejenigen, die Coronabeschwerden haben, von der Online-Prüfung Gebrauch machen.

Eine Lektion, die während der Corona-Pandemie im Zusammenhang mit Prüfungen gelernt wurde, ist, dass ein Online-Prüfungssystem große Vorteile im Prozess der Benotung und Einsichtnahme der Prüfung durch die Studenten nach der Benotung hat. Es kann nicht nur viel Zeit durch die reduzierte Administration gewonnen werden, sondern auch eine konsistente Benotung wird leicht ermöglicht.

## Danksagung

Ich danke dem zweiten Dozenten des Kurses Heat and Flow, Camilo Rindt, für die fruchtbare Zusammenarbeit zum Thema dieser Arbeit, dem Dozentenbetreuer unseres Instituts, Rik Slakhorst, für seine Unterstützung, und einer Reihe von Studenten, die zur Entwicklung des Online-Kursmaterials und der Bewertungswerkzeuge beigetragen haben.

## Referenzen

- [1] J.R. Welty, G.L. Rorrer, D.G. Foster, Fundamentals of momentum, heat and mass transfer, International student version, sixth edition, Wiley, Singapore, 2015
- [2] J. Biggs, C. Tang, Teaching for quality learning at university, vierte Auflage, McGraw Hill, New York, 2011
- [3] <https://cirusassessment.com/>
- [4] K. Sambell, L. McDowell, C. Montgomery, Assessment for learning in higher education, Routhledge, New York, 2013
- [5] <https://proctorio.com/>
- [6] <https://www.mentimeter.com>
- [7] <https://secure.ans-delft.nl/landing>





# Lehre an Schulen und Hochschulen in Zeiten von Corona – Ein Erfahrungsbericht aus Sicht der Physikdidaktik

K. Falconer, S. Hoffmann, A. Schadschneider\*

*Institut für Physikdidaktik, Mathematisch-Naturwissenschaftliche Fakultät, Universität zu Köln*

## Abstract

Die Einschränkungen in der Präsenzlehre sind insbesondere für experimentelle Wissenschaften wie die Physik eine besondere Herausforderung. In diesem Beitrag wollen wir einige Hilfsmittel und Konzepte vorstellen, die sich in der Ausbildung von angehenden Physiklehrer\*innen bewährt haben. Wir werden getrennt auf die verschiedenen Veranstaltungsformen (Vorlesungen, Seminare, Praktika) eingehen und diskutieren, wie sie in einem Online-Format umgesetzt werden können. Tools wie Zoom, Ilias, Mural etc. können dabei insbesondere kooperative Lernformen unterstützen, die in der Online-Lehre besonders nützlich sind, um ein Mindestmaß an sozialer Interaktion zu gewährleisten. Außerdem stellen wir Konzepte vor, die zu einer reflektierteren Auseinandersetzung mit den Inhalten der Veranstaltung führen. Schließlich werden die Probleme bei Online-Prüfungen diskutiert, bei denen ein Kompromiss zwischen bestmöglicher Überwachung und der Wahrung der Privatsphäre gefunden werden muss. Hier schlagen wir mögliche Lösungen vor, die sich bereits in der Praxis bewährt haben.

The limitations of face-to-face teaching are a particular challenge for experimental sciences such as physics. In this paper, we will present some tools and methods that have proven successful in the preparation of prospective physics teachers. We will look separately at the different types of courses (lectures, seminars, practical labs) and discuss how they can be implemented in an online format. Tools such as Zoom, Ilias, Mural etc. can support cooperative learning groups in particular, which are especially useful in online teaching to ensure a minimum of social interaction. We also introduce methods that lead to students' more reflective engagement with the content of the course. Finally, we discuss the problems of online examinations, where a compromise has to be found between the best possible supervision and the preservation of privacy. Here we suggest possible solutions that have already proven themselves in practice.

\*Corresponding author: [as@thp.uni-koeln.de](mailto:as@thp.uni-koeln.de)

## 1. Einleitung

Die Notwendigkeit zur Online-Lehre stellt Schule und Hochschule vor enorme Herausforderungen. Gleichzeitig bietet sie (nicht nur) für Didaktiker die Chance, Ideen und Konzepte in einem großen Maßstab zu testen. In diesem Beitrag soll an einigen Beispielen aus diesem großen Experiment diskutiert werden, welche Chancen aber auch Risiken dies birgt.

Eine wichtige Frage ist die nach der geeigneten Veranstaltungsform. Vorlesungen lassen sich nicht 1-zu-1 in ein Online-Format übersetzen. Welche Möglichkeiten gibt es hier? Und wie kann man die Studierenden bzw. Schüler\*innen aktivieren?

Besondere Herausforderungen bestehen für die experimentellen Wissenschaften, insbesondere wenn durch die Randbedingungen Präsenz in Laboren nicht möglich ist. Hier sind neue Ideen gefragt, wenn man diese Praktika interessant, lehrreich und sicher durchführen möchte.

Schließlich stellt sich die Frage nach der Zukunft der Lehre in der Post-Corona-Zeit! Wird wieder alles wie vorher? Gibt es Neuerungen, die sich bewährt haben und die auch nach Corona den Lehrbetrieb bereichern werden?

## 2. Technische Vorbemerkungen

Der Erfolg von Online-Lehre hängt natürlich wesentlich von den technischen Randbedingungen ab. Auf die damit verbundenen Probleme (z.B. Qualität der Internetverbindung, Datenschutz etc.) soll hier nur am Rande eingegangen werden.

Die Universität zu Köln (UzK) hat sich hinsichtlich der Präsenzlehre während der Corona-Krise relativ konservativ positioniert, so dass die Lehre seit März 2020 fast ausschließlich online durchgeführt werden konnte. Um hier die technischen Voraussetzungen für Mitarbeiter und Studierende zu schaffen, hat die UzK 50000 Zoom-Lizenzen erworben. Dadurch konnten mit dem Hersteller günstige Konditionen ausgehandelt werden, gerade im Hinblick auf die Datenschutzbestimmungen. So werden die Daten nur auf Servern innerhalb der EU verarbeitet.

Ein weiterer Grund für die Entscheidung für Zoom waren die guten Erfahrungen, die am Institut für Physikdidaktik bereits seit mehreren Jahren gemacht wurden. Dadurch konnten Mitarbeiter\*innen auch als Ausbilder\*innen für universitätsinterne Fortbildungen in der Zoom-Nutzung eingesetzt werden.

Bereits vor der pandemiebedingten Aussetzung der Präsenzlehre haben wir mobile Whiteboards (ca. 80 x 60 cm große kunststoffbeschichtete und mit Filzschreibern beschreibbare Holztafeln) für Gruppenarbeiten in Seminaren, Vorlesungen und Laboren für formatives Assessment verwendet. *Formatives Assessment* ist die kontinuierliche Überprüfung und Erhebung des Wissensstandes des Lernenden im Lernprozess. Für den Dozenten bietet es eine Möglichkeit, den Stand des Verständnisses der Studenten für die Materialien zu ermitteln. Gleichzeitig ist es ein Werkzeug, um die Beurteilung des eigenen Unterrichts- und Lehrplanmaterials zu erleichtern. Die formative Bewertung besteht also nicht nur darin, zu prüfen, ob die Studierenden richtig liegen, sondern soll gleichzeitig die zugrunde liegenden Vorstellungen und Kompetenzen der Studierenden untersuchen. Eine sehr anschauliche Einführung und Diskussion der Vor- und Nachteile des formativen Assessments findet man in [1].

Mit den oben angesprochenen Whiteboards konnten Dozenten auf einen Blick sehen, welches Verständnis die Studierenden entwickelt hatten. Nach der Implementierung von Online-Kursen haben wir versucht, die in Zoom integrierten Whiteboards zu verwenden. Während die Whiteboards für Diskussionszwecke nützlich waren, war es nicht einfach, alle Boards auf einen Blick zu sehen und Boards zu organisieren und dokumentieren. Nach der Erprobung verschiedener Alternativen wählten wir *Mural* [2] als Ersatz für die physischen Whiteboards aus. Wir haben festgestellt, dass die großen Vorlesungen in Zoom Break Out Rooms (BORs) unterteilt werden können und dass der Dozent mit Hilfe von vervielfältigten Gruppen-Murals in Echtzeit sehen kann, woran die Studierenden arbeiten und welches Verständnis sie erzielen können. Dies ermöglicht auch ein einfaches Teilen von Arbeitsergebnissen durch Studierende in Seminaren, Vorlesungen und

Praktika. Der Echtzeit-Modus erlaubt es, alle Aktivitäten bis hin zu Cursor-/Mausbewegungen aller Studierenden und Lehrenden einzublenden. Dies ist allerdings für alle Beteiligten mit größerer Rechenleistung im Browser auf dem Computer oder auf der Tablet-App verbunden. Dieser Modus kann allerdings deaktiviert werden.

Ein weiteres Tool, das seit vielen Jahren standardmäßig in der Lehre eingesetzt wird, ist die Lernplattform *Ilias* (Integriertes Lern-, Informations- und **A**rbeitskooperations-**S**ystem) [3], mit der internetbasierte Lehr- und

Lernmaterialien erstellt und verfügbar gemacht werden können. Sie bietet vielfältige Möglichkeiten von der Planung von Veranstaltungen bis hin zur Lernfortschrittskontrolle mit verschiedenen Testformaten. Außerdem wird die Kommunikation mit den Studierenden über E-Mail, Chats oder Foren unterstützt. Diese Plattform ist den Studierenden sehr vertraut, was den Übergang zu Online-Formaten deutlich erleichtert hat.

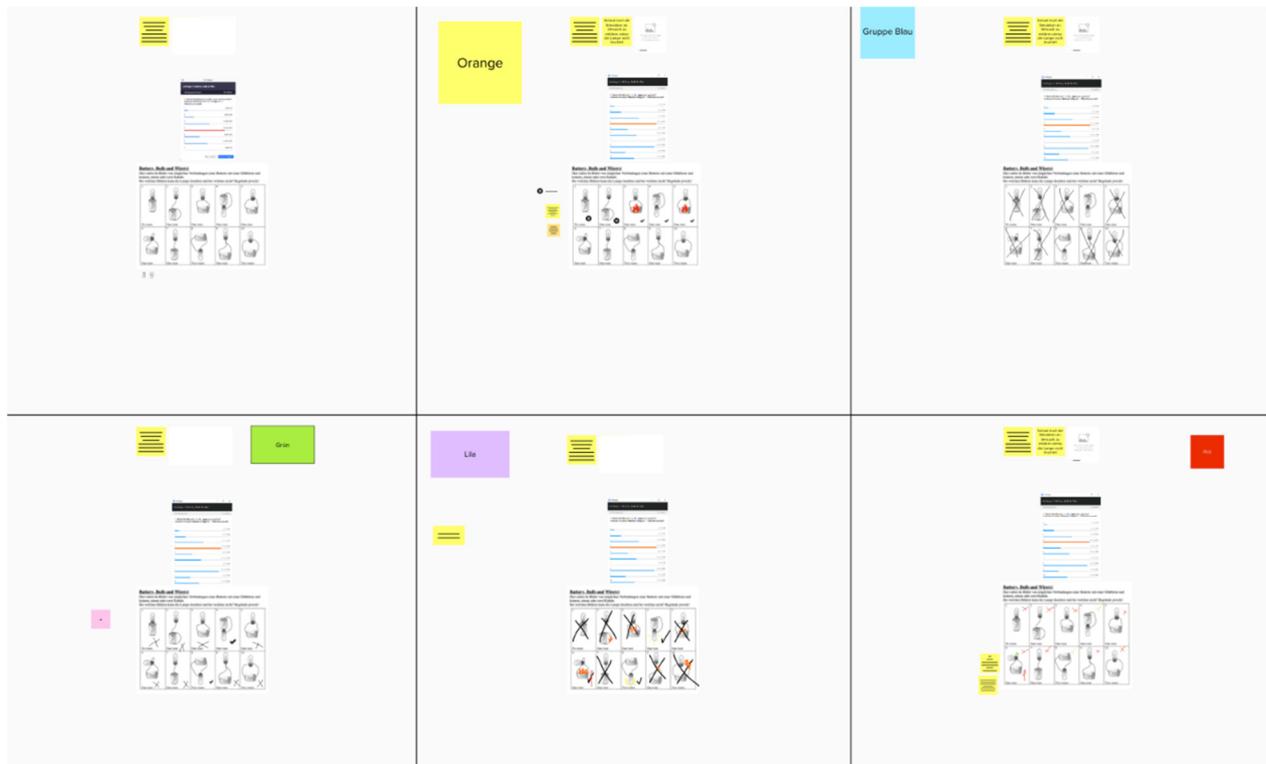


Abb. 1: Einsatz von Murals in einem Didaktik-Seminar: Studierende entwickeln in Gruppen ein Verständnis für einfache elektrische Schaltungen. Die Abbildung zeigt die Ansicht des Lehrenden. Jedes Feld stellt das Mural einer Gruppe (bzw. eines Breakout-Rooms) dar. Die Lehrenden haben daher den Überblick über die Aktivitäten aller Gruppen und können ggfs. unterstützend eingreifen. Ein vergrößerter Ausschnitt ist in Abb. 2 dargestellt.

### 3. Vorlesungen

Vorlesungen sind das zentrale Veranstaltungsformat an Hochschulen. Für die Realisierung im Rahmen der Online-Lehre gibt es zahlreiche Optionen. Die einfachste Möglichkeit besteht natürlich darin, so wenig wie möglich zu ändern. Die Vorlesung findet dann live via Zoom statt, wobei die Dozierenden wahlweise in einem Hörsaal vor einer Tafel stehen oder vom Home Office aus z.B. mit

einer Powerpoint-Präsentation arbeiten. Der offensichtliche Vorteil ist, dass hier (außer den technischen Randbedingungen) nicht viel gegenüber den klassischen Vorlesungen verändert werden muss. Nachteilig wirkt sich aber aus, dass die Kommunikation zwischen den Dozenten und den Studierenden noch schwieriger wird. Aus Sicht der Dozierenden fehlt vor allem das unmittelbare Feedback über Mimik oder Gestik. Daher lässt es sich nur sehr schwer abschätzen, wie gut die Vor-

lesung „ankommt“. Dies wird weiter durch die Tatsache verstärkt, dass die meisten Zuhörer\*innen die Kameras abschalten und man daher in Zoom nur auf schwarze Kacheln schaut. Es fehlt jegliches Feedback von der Zuhörerschaft. Fragen werden kaum gestellt, da dies den Vortragsfluss unterbricht. Die Funktionen in Zoom („Hand heben“) sind hier keine wirkliche Hilfe, da man diese oft nicht im Auge behalten kann.

Ein erster Schritt weg von der Live-Vorlesung über das Internet sind Vorlesungsaufzeichnungen. In der einfachsten Varianten sind es im wesentlichen Live-Vorlesungen, die aufgezeichnet und idealerweise noch editiert werden. Aus didaktischer Sicht sollte die Länge der üblichen Aufmerksamkeitsspanne angepasst sein. Mehrere kurze Videos, idealerweise mit einem thematisch abgeschlossenen Inhalt, sind effektiver als eine 90-minütige Aufzeichnung. Dieser Effekt wird noch verstärkt, wenn sich an ein solches kurzes Video eine angepasste Übung anschließt, die das Verständnis weiter vertieft.

Vorlesungsvideos sind in Befragungen von den Studierenden sehr gut bewertet worden. Als Hauptvorteil wird dabei ein individuelles Lerntempo angesehen. So lassen sich Teile der Vorlesung leicht öfter ansehen, was besonders bei sehr „dichten“ Präsentationen wichtig ist. Ein großes Problem, gerade bei den Live-Vorlesungen, ist aber die mangelnde Aktivierung der Studierenden. Hier sollten immer wieder Phasen eingebaut werden, in denen sie selbst aktiv werden müssen, sei es in Diskussionsrunden oder mit kleineren Aufgaben.

Eine vollkommen andere Herangehensweise ist der *flipped* oder *inverted classroom*. Hierbei werden die klassischen Rollen von (Präsenz-)Vorlesung und selbstständig zu bearbeitenden Übungen (in der Regel als Hausaufgaben) vertauscht. Die Inhalte der Vorlesung werden z.B. über ein Skript zur Verfügung gestellt. Die Zeit, in der üblicherweise die Vorlesung stattgefunden hätte, wird dann für Fragen, Diskussion und Bearbeitung von Übungsaufgaben genutzt. Dies erleichtert das Erkennen von grundlegenden Verständnisproblemen. Das Konzept lässt sich auch sehr gut mit Vorlesungsaufzeichnungen kombinieren.

Wie kann man gewährleisten, dass die Studierenden regelmäßig das Skript bzw. die Vorlesungsvideos ansehen? Als ein geeignetes Mittel haben sich hier Tests erwiesen, die sich z.B. in Ilias einfach realisieren lassen. Ilias bietet eine Testumgebung mit unterschiedlichen Fragentypen an, z.B. Single- oder Multiple-Choice, Zuordnungs-, Lückentextfragen oder auch Fragen mit Freitextantworten. Die Testauswertung geschieht automatisch (was aber bei Freitextantworten eher nicht zu empfehlen ist). Daher erhalten die Studierenden unmittelbar nach Testende ein Feedback.

Solche Tests lassen sich sehr gut zur Inhalts-sicherung einsetzen. So gibt es zu jedem Kapitel des Skripts (mindestens) einen Test, wobei sich die Fragen alleine mit dem Skript beantworten lassen. Im Schnitt sollten hier 1-2 Fragen pro Seite des Skriptes gestellt werden. Durch eine Deadline für die Bearbeitung lässt sich sicherstellen, dass die Studierenden „am Ball bleiben“ und nicht den Anschluss an die Vorlesung verlieren. Außerdem sollen die Fragen der Orientierung der Studierenden dienen. Anhand von Skripten oder Büchern ist es für Anfänger oft sehr schwer erkennbar, was wirklich wichtig und was eher Beiwerk ist. Dies lässt sich durch geeignete Fragen etwas besser steuern. Für die Vergabe der Credit Points ist dann u.a. das Bestehen aller Tests ein Kriterium. Durch eine hohe Mindestpunktzahl (mindestens 75%) für das Bestehen kann man auch dafür sorgen, dass dieser nicht „zufällig“ bestanden werden kann. Dies sollte aber durch die Möglichkeit, einen Test (mehrfach) zu wiederholen, flankiert werden.

Die Erfahrung hat gezeigt, dass sich die Studierenden - trotz bestandener Tests - nur oberflächlich mit den vorzubereitenden Inhalten auseinandergesetzt haben. Oftmals wird gerade genug getan, um den Test bestehen zu können. Daher haben wir im zweiten Online-Semester diese Tests durch ein neues Hilfsmittel ersetzt bzw. ergänzt, das eine *reflektierte* Auseinandersetzung mit den Inhalten fördert. Die Studierenden mussten dabei eine Art *Logbuch (Reading Log)* [4,5] führen, bei dem u.a. gewisse Leitfragen zu beantworten waren. In der ersten Version wurde hierzu Reading Logs, die bereits seit Jahren erfolgreich an amerikanischen Hochschulen

eingesetzt werden, an die Gegebenheiten einer deutschen Hochschule angepasst.

Die Studierenden sollen den vorzubereitenden Teil des Skripts (mindestens) zweimal lesen. Nach dem ersten Lesedurchgang sollen dann die wesentlichen Inhalte in sehr kurzer Form stichwortartig oder durch Skizzen etc. zusammengefasst werden. Außerdem werden in einem Glossar die neu aufgetauchten Begriffe und Größen und ihre Definition oder eine Beschreibung zusammengefasst. Um zu einer reflektierteren Beschäftigung mit den Inhalten zu gelangen, sollen außerdem offene Fragen notiert werden, die sich beim Lesen ergeben haben. Dies soll den Blickwinkel für den zweiten Lesedurchlauf fokussieren. Nach dem zweiten Lesen sollen dann noch einmal die drei wichtigsten neuen Ideen aufgeführt werden. Weiterhin soll das neue Wissen in einen größeren Kontext eingeordnet werden, z.B. über mögliche Anwendungen oder bereits bekannte Ergebnisse aus anderen Bereichen. Abschließend sollen die Studierenden kurz diskutieren, welche neuen Einsichten sich durch das nochmalige Lesen ergeben haben und ob weiterführende Fragen bestehen, die man in der Vorlesung diskutieren sollte. Außerdem soll noch die für das Lesen und Ausfüllen des Logbuchs benötigte Zeit notiert werden.

Die Logbücher sind am Tag vor der Vorlesung über Ilias einzureichen. Die Studierenden erhalten (in der Regel) noch vor der Veranstaltung ein Feedback zu ihrem Logbuch. Im Sinne des Just-in-Time-Teaching [6] wird in der Vorlesung auf die eingereichten Logbücher eingegangen. Man erhält durch dieses Vorgehen einen sehr guten Überblick darüber, ob die Studierenden wirklich die wesentlichen Inhalte erkannt und verstanden haben. Es wird vor allem versucht, auf die Fragen einzugehen, um die Sinnhaftigkeit der Logbücher zu illustrieren.

#### 4. Übungen und Praktika

Übungen leben i.a. sehr stark von den Interaktionen der Studierenden untereinander

und mit dem Übungsleiter bzw. Betreuer. Dies kann online nur schwer erreicht werden.

Eine Möglichkeit hierzu ist die Arbeit in Kleingruppen, z.B. in Breakout Rooms (BORs) innerhalb von Zoom Meetings. Die Betreuer wechseln dabei regelmäßig zwischen den Räumen um Fragen zu beantworten und zu sicherzustellen, dass zielgerichtet gearbeitet wird. Gerade in den Lehramtsstudiengängen hat es sich bewährt, dass dabei komplementäre Aufgaben in den BORs bearbeitet werden. Alle Studierenden kommen dann immer wieder in der Hauptsitzung zusammen, um ihre Ergebnisse vorzustellen und zu diskutieren. Dies führt auch zur notwendigen Abwechslung und verbessert die Aufmerksamkeit, da immer wieder neue Impulse gegeben werden.

Übungselemente können auch direkt in Vorlesungen eingebaut werden. Dies liefert eine unmittelbare Rückmeldung über mögliche Verständnisprobleme. Gleichzeitig werden die Studierenden aktiviert und bleiben nicht nur passiv in ihrer Rolle als Zuhörer. Z.B. können Multiple Choice Fragen für ein formatives Assessment in Präsenzveranstaltungen benutzt werden. Hierzu haben wir auch schon früher in Präsenzveranstaltungen Software wie ILLIAS-Live-Votings, *Plickers* [7] oder *Kahoot* [8] eingesetzt. Es gibt bereits zahlreiche Konzept- und Anwendungsfragen in Multiple-Choice-Formaten (Konzept-Tests [9]).

In den Online-Kursen konnten einige dieser Tools ebenso verwendet werden. Darüber hinaus nutzen wir die Umfrage-Funktion von Zoom (Abb. 2), die den Vorteil hat, dass sie in das Zoom-Userinterface integriert ist und sich automatisch für die Studierenden im Vordergrund öffnet. Nachteil ist allerdings, dass keine Abbildungen in Fragen oder Antworten eingefügt werden können. Der Zoom-Chat erwies sich ebenso häufig als schnelles Mittel für ein individuelles Feedback.

Die Plattform *Mural* bietet einen so genannten „Private Mode“, in dem Studierende nicht länger sehen, welche Änderungen andere Lehrende und Studierende vornehmen. Dadurch können individuelle Vorhersagen abgefragt und später diskutiert werden.

Lila

Schaut euch die Ergebnisse an. Versucht als Gruppe zu klären warum die Lampe angeht oder nicht.

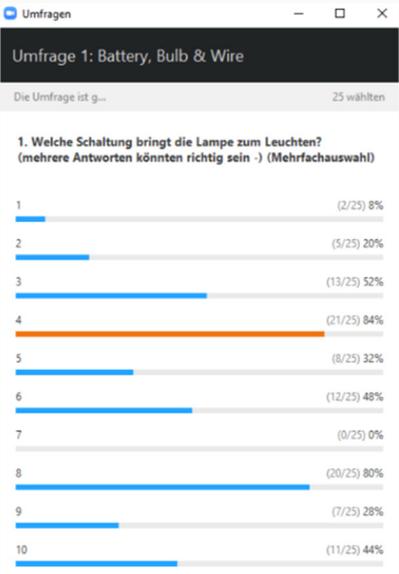
Schaut euch die Simulation an. Versucht zu erklären wieso die Lampe nicht leuchtet



You can't see this image because it comes from a private source.

Colorado



Option	Wahlungen	Prozent
1	2/25	8%
2	5/25	20%
3	13/25	52%
4	21/25	84%
5	8/25	32%
6	12/25	48%
7	0/25	0%
8	20/25	80%
9	7/25	28%
10	11/25	44%

**Battery, Bulb and Wire(s)**

Hier siehst du Bilder von möglichen Verbindungen einer Batterie mit einer Glühlampe und keinem, einem oder zwei Kabeln. Bei welchen Bildern kann die Lampe leuchten und bei welchen nicht? Begründe jeweils!

1  No wires	2  One wire	3  One wire	4  One wire	5  One wire
6  One wire	7  One wire	8  Two wires	9  One wire	10  Two wires

Abb. 2: Dieser vergrößerte Ausschnitt aus Abb. 1 zeigt die Bearbeitung der Aufgabe „Welche Schaltung bringt die Glühlampe zum Leuchten? Halten Sie Ihre Vorhersagen in Zeichnungen fest und überprüfen diese mit der PhET-Simulation „Stromkreise schalten: Gleichstrom“ [10].“ durch eine Studentengruppe in einem Mural. Die hervorgehobene Abbildung zeigt Details der Bearbeitung einer Gruppe, z.B. auf virtuellen Post-It Zetteln festgehaltene Kommentare und das Ergebnis einer Zoom-Umfrage (links), die als Diskussionsgrundlage dient und das Ergebnis der anschließenden Diskussionen.

Praktika sind vermutlich am stärksten von den Einschränkungen für Präsenzveranstaltungen betroffen. Gerade die notwendigen Erfahrungen im Umgang mit Geräten lassen sich eigentlich nur in Präsenzveranstaltungen vermitteln. Wenn eingeschränkte Präsenz möglich ist, kann man sich mit verschiedenen Notlösungen behelfen. Z.B. ist eine Art „Schichtbetrieb“ möglich, bei der die Studierenden einzeln statt in Kleingruppen Versuche durchführen. Dies ist allerdings mit sehr starken Belastungen für die Betreuer verbunden. Daher wurden zum Teil Versuche mit einem Gruppenmitglied im Labor und 2-3 weiteren, über Zoom zugeschalteten Studierenden, durchgeführt. Hier muss man allerdings dafür sorgen, dass diese genügend sinnvolle Tätigkeiten zur Unterstützung haben und nicht nur Zuschauer sind. Die Auswertung

der Versuchsergebnisse geschieht dann wie im Präsenzbetrieb.

Eine alternative Herangehensweise versucht die Kreativität der Studierenden zu nutzen und sie in eine geeignete Bahn zu lenken. Man kann z.B. relativ allgemeine Aufgaben vergeben, die dann mit den jeweils zur Verfügung stehenden Mitteln (z.B. im Haushalt) zu lösen sind. Die Studierenden müssen dann die Experimente selbst konzipieren statt, wie leider oft in Praktika üblich, an fertig aufgebauten Versuchen zu arbeiten. Bei solchen Experimenten lassen sich sehr gut die Möglichkeiten moderner Smartphones oder Tablets nutzen, die mit einer Vielzahl an Sensoren ausgestattet sind. Diese können mit einer Software wie *phyphox* [11] ausgelesen werden. Mit Apps wie *Video Physics* [12] lassen sich Bewegungen filmen und auswerten. Dies sind nur zwei Beispiele für die Möglichkeiten,

die die Verwendung von Smartphones bietet. Gerade für Schüler\*innen ist das sehr attraktiv, da man damit Beispiele aus der unmittelbaren Lebenswelt bearbeiten kann.

Eine weitere Möglichkeit, die aber in der Regel eher eine Ergänzung denn Ersatz für reale Versuche sein wird, ist die Verwendung von Simulationen. Für die Naturwissenschaften, insbesondere die Physik, ist hier *PhET* [13] sehr empfehlenswert. Diese Plattform wurde vor fast 20 Jahren vom Physiknobelpreisträger Carl Wieman gegründet und umfasst mittlerweile mehr als 150 Simulationen mit fast 3000 Anwendungsbeispielen von Praktikern aus Schule und Hochschule. Neben Simulationen aus dem Bereich der Physik gibt es auch solche zur Chemie, Mathematik, Biologie und den Geowissenschaften. Für die Physikausbildung an der Hochschule sind die Apps zu elektrischen Schaltkreisen oder zur Optik sehr hilfreich, da sie durch ihre Gestaltung konzeptionell sehr nahe an realen Versuchen sind. Man kann „echte“ Messungen durchführen, z.B. an einfachen Schaltungen (Abb. 3).

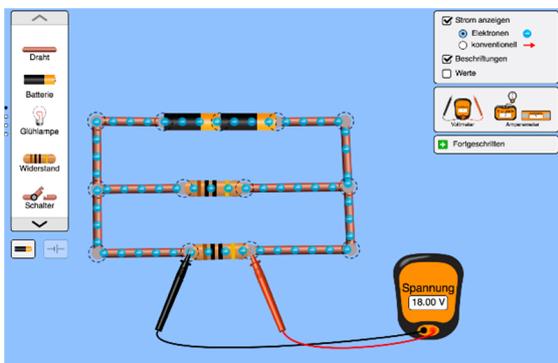


Abb. 3: PhET-App zu Gleichstromkreisen [10]

Eine Alternative, die für Studierende sehr attraktiv ist, ist das Arbeiten mit programmierbaren Robotern. Hier haben wir gute Erfahrungen mit den Robotern („Codey Rocky“) von *Makeblock* [14] gemacht (Abb. 4). Diese lassen sich mit der einfachen Programmiersprache *Scratch* [15], die am MIT speziell für jüngere Kinder entwickelt wurde, programmieren. Die Roboter lassen sich mit zahlreichen Sensoren ausstatten und ermöglichen so die Durchführung von physikalischen Projekten. Ein konkretes Beispiel werden wir in Abschnitt 6 vorstellen.



Abb. 4: Ein programmierbarer CodeyRocky Roboter von Makeblock. Die Roboter sind beweglich und können mit verschiedenen Sensoren ausgestattet werden.

## 5. Prüfungen

Zum Studium gehören immer auch Prüfungen. Um größere Verzögerung zu vermeiden, ist es natürlich nicht möglich, ein Jahr oder mehr auf jegliche Prüfungstätigkeit zu verzichten.

Gute Erfahrungen haben alle Beteiligten mit mündlichen Prüfungen via Zoom (und anderen Videokonferenzsystemen) gemacht. Der Ablauf ist hier relativ ähnlich zu dem einer Präsenzprüfung. Plattformen wie Ilias stellen oft Möglichkeiten für elektronische Tests zur Verfügung (siehe oben im Abschnitt „Vorlesungen“), in der Regel mit der Option für eine automatische Auswertung von Multiple Choice Tests. Dies erscheint auf den ersten Blick sehr praktisch, ist aber mit zahlreichen Gefahren verbunden. Die Qualität solcher Tests für die Leistungsüberprüfung steht und fällt mit der Qualität der Fragen und insbesondere der Distraktoren, also der angebotenen falschen Antworten. Um einen guten und aussagekräftigen Multiple Choice Test zu erstellen, muss man bereits eine sehr gute Vorstellung von den Präkonzepten („Fehlvorstellungen“) der Studierenden haben. Man muss also die möglichen Fehler antizipieren und die Antworten dementsprechend wählen. In vielen Bereichen der Physik sind Präkonzepte sehr gut untersucht, z.B. in der Mechanik und der Elektrizität.

Die Durchführung klassischer Klausuren in Online-Formaten ist zwangsläufig mit großen Problemen behaftet, insbesondere durch

den Konflikt zwischen der notwendigen Überwachung und dem Schutz der Privatsphäre. Es gibt aber auch hier Möglichkeiten, diesen Spagat zu bewältigen. Dabei ist aber zu beachten, dass die Studierenden die Möglichkeiten moderner Medien sehr gut kennen und für sich zu nutzen wissen. Dies hat in weniger gut konzipierten Online-Klausuren zu groß angelegten Täuschungsversuchen geführt [16]. Solche Täuschungen, z.B. durch Kommunikation der Teilnehmer\*innen untereinander (inklusive einer „Aufteilung“ der Aufgaben [17]) sind auch in Formaten wie *Open-Book Klausuren* möglich, bei denen die Nutzung externer Hilfsmittel wie Bücher und/oder Internetquellen erlaubt sind.

In Abstimmung mit dem Justitiariat der Universität zu Köln haben wir ein Format entwickelt, das die Durchführung von Klausuren ermöglicht, bei gleichzeitiger Videoüberwachung der Teilnehmer\*innen im Rahmen der rechtlichen Möglichkeiten. Eine solche Überwachung ist möglich, wenn nur eine Kamera verwendet wird und der Bildausschnitt die Privatsphäre wahrt [17]. Zur Kontrolle vor der Prüfung oder in Verdachtsfällen ist auch ein schneller Kameraschwenk durch den Raum erlaubt. Ein illustratives Beispiel ist in Abb. 5 gezeigt. Zur Videoübertragung wird in der Regel ein Smartphone verwendet, das heute praktisch alle Studierenden besitzen. Es wird so angebracht, dass es einen Blick über die Schulter des Klausurteilnehmers erlaubt, wobei stets die Hände und der Bildschirm des Rechners, auf dem Aufgaben zur Verfügung gestellt werden, zu sehen sind. Für die Halterung des Smartphones gibt es viele kreative Ideen, die sich Haushaltsgegenstände zu Nutze machen (Abb. 6).

Zur Durchführung der Klausur werden die Teilnehmer\*innen auf BORs verteilt, wobei jedem BOR neben einem Teilnehmer noch eine Aufsichtsperson zugeordnet wird.

Diese Aufteilung erlaubt es, neben dem Video auch den Ton übertragen zu lassen, ohne dass dadurch andere Teilnehmer\*innen gestört werden. Dies verhindert die Kommunikation mit anderen Personen, die sich ggfs.

im gleichen Raum befinden und unerlaubte Unterstützung geben. Außerdem können leicht Rückfragen gestellt werden. Mikrofon und Lautsprecher auf Seiten der Klausurteilnehmer sind permanent angeschaltet, damit Fragen und Hinweise der Aufsichtspersonen gehört werden. Die Aufsichtspersonen schalten ihre Mikrofone nur bei Bedarf ein, da sie mit mehreren Geräten mehrere BORs gleichzeitig überwachen.



Abb. 5: Erlaubte Form der Videoüberwachung bei Online-Klausuren über die Kamera eines Mobiltelefons.

Natürlich bietet auch dieses Verfahren keine 100%ige Sicherheit gegenüber Täuschungsversuchen. Das ist aber auch gar nicht wünschenswert! Prinzipiell sollten die Online-Klausuren eine Sicherheit bieten, die mit der bei den klassischen Präsenzklausuren vergleichbar ist.

Wir haben solche Klausuren im vergangenen Semester mehrfach erfolgreich durchgeführt. Die Studierenden waren dabei sehr kooperativ und zeigten volles Verständnis für die Maßnahmen. Technische Probleme sind dabei nur sehr selten aufgetreten. Sie waren etwa so häufig wie bei klassischen Klausuren, wo z.B. Störungen im Nahverkehr öfter dazu führen, dass Studierende Klausuren verspätet beginnen oder gar ganz versäumen. In den gemäß dem oben beschriebenen Verfahren durchgeführten Klausuren kam es außerdem zu keinen offensichtlichen Täuschungsversuchen.

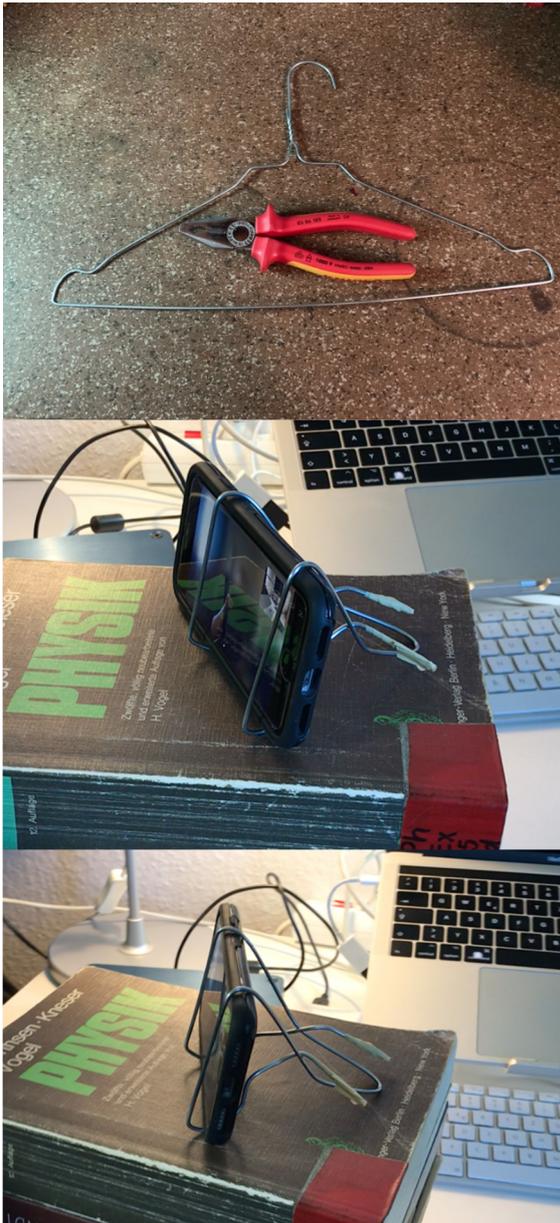


Abb. 6: Ausschnitt aus den Hinweisen für Klausurteilnehmer\*innen mit kreativen Lösungsvorschlägen für die selbstgebaute Halterung eines Smartphones als Kamera. Weitere Ideen finden sich z.B. in YouTube Videos.

## 6. Konkrete Beispiele

Im Folgenden möchten wir an einigen konkreten Beispielen demonstrieren, wie sich oftmals nicht erwartete positive Ergebnisse durch Online Lehre erzielen lassen.

In der Veranstaltung „Mathematische Methoden“ lernen angehende Physik-Lehrer\*innen an Haupt-, Real- und Gesamtschulen das notwendige mathematische Rüstzeug für das Studium. In diesem Fall geht es nur unwesentlich über den üblichen Stoff in einem Mathematik-Leistungskurs hinaus (den aber in der Regel nur ein kleiner Teil der Teilnehmer\*innen besucht hat!). Diese Veranstaltung wird schon seit vielen Jahren im Inverted

Classroom Format durchgeführt, mit durchwachsenen Ergebnissen.

Bei der Umstellung auf ein Online Format wird in BORs mit maximal 5 Personen gearbeitet. In jedem Raum ist ein Studierender als Tutor dafür verantwortlich, dass alle Aufgaben besprochen und alle Probleme geklärt werden. Hilfskräfte stehen als Mentoren bereit, um aufkommende Fragen zu beantworten und sonstige Hilfestellungen zu geben. Es zeigt sich, dass die Studierenden in einem solchen Format viel fokussierter arbeiten und der übliche Schwund in der Beteiligung im Laufe des Semesters deutlich geringer ist als in der Präsenzvariante. So hat an der Ab-

schlussklausur ein deutlich höherer Prozentsatz der Studierenden teilgenommen als dies in der Präsenzvariante der Fall. Dies hatte keinen Einfluss auf die Bestehensquote, die sogar leicht besser war im Vergleich zu den vergangenen Jahren.

In einem Seminar über die Nutzung von Medien im Physikunterricht führen wir die Studierenden in die objektorientierte Programmierung mit *Scratch* [15] ein. Scratch ist eine kostenlose, für Kinder und Jugendliche leicht zugängliche Programmierumgebung, die auf der ganzen Welt verwendet wird. Die Studierenden erstellten in Gruppen einfache individuelle Programme in Scratch, um den Umgang mit dem Tool zu erlernen und die beim Programmieren verwendeten Objekte zu verstehen. Als Transferaufgabe wurde den Studierenden später im Semester der Roboter *Codey Rocky* (siehe Abb. 4) gezeigt, der mit mBlock5 programmiert werden kann. Die mBlock-Programmierungsumgebung unterstützt

sowohl eine Scratch-basierte als auch eine Python-basierte Version von mBlock. Beide Programmiersprachen sind kostenlos über die mBlock-Website erhältlich [18]. Die Transferaufgabe beinhaltete eine Programmier-Challenge, in der die Studierenden in Programmiererteams gegeneinander antraten.

Die Programmier-Aufgabe wurde zunächst im Plenum der Veranstaltung vorgestellt (Abb. 7). In der restlichen Seminarsitzung konnten die Studierenden Teile Ihrer Programme in BORs des Zoom-Veranstaltungsmeeetings ausprobieren, in dem sie die Programm-Dateien per Zoom-Chat an die Seminarbetreuer übermittelten. Die Betreuer spielten die Programme auf die im Labor vorhandenen Codey Rocky Roboter und führten die Programme live in ZOOM aus, so dass die Studierenden genaueres Feedback zur Wirkungsweise Ihrer Programmteile erhielten und somit zielgerichtet Änderungen am Code vornehmen konnten.

**Challenge:**

Schreiben Sie ein Programm, das die Folgen einer langen Sommerdürre für so viele Pflanzen wie möglich löst.  
Gießen Sie die Pflanzen nach einem bestimmten Plan.

Dazu erhalten Sie die folgenden Informationen:

- Messdaten für die Bewegung des Codey Rocky's, die SuS für Sie aufgenommen haben
- Messdaten für die Betankung des Wasser-Reservoirs des Codey Rocky's, die SuS für Sie aufgenommen haben
- City Map:

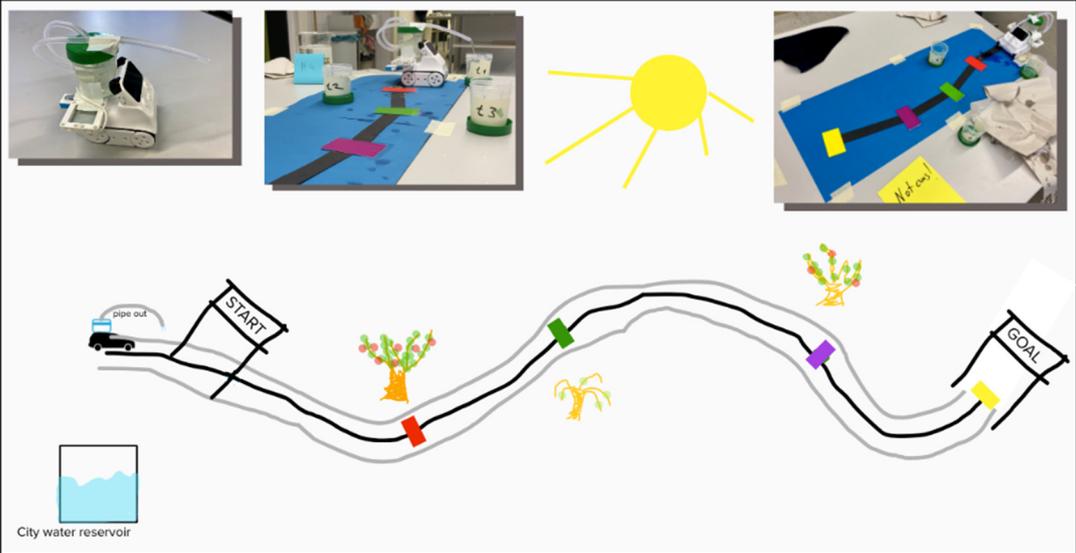


Abb. 7: Programmier-Challenge: Steckbrief der zu lösenden Aufgabe; zum Gießen modifizierter Codey-Rocky; Teststrecke; Durchführung der Challenge live in ZOOM.

Basierend auf diesen Tests hatten die Teams zwei Wochen Zeit, die Challenge-Programme fertigzustellen und einzureichen. Die fünf fertigen Programme der Gruppen wurden vor der Seminarsitzung auf fünf verschiedene Codey Rockys aufgespielt und konnten live im Zoom-Veranstaltungsmeeting gegeneinander antreten. Für den zweiten Teil des Semesters konnten sich einige Projektgruppen einen Codey Rocky und Materialien für die Erstellung ihres Projekts ausleihen.

### 7. Was wird bleiben?

Werden wir nach dem Ende der Pandemie wieder zu den alten Formen zurückkehren? Wir denken nicht, denn viele Kolleg\*innen haben in der Krise neue Unterrichtsformen (inverted classroom etc.) und deren Vorteile für sich entdeckt! Dies wird sich sicher auch in der zukünftigen Präsenzlehre widerspiegeln. Vorlesungsaufzeichnungen sind gerade bei den Studierenden beliebt, da sie ein individuelles Lerntempo unterstützen. Dieses Tool wird uns erhalten bleiben, da auch an vielen Hochschulen aufgerüstet wurde, um die technischen Voraussetzungen dafür zu schaffen. Allerdings sollten die Dozenten darauf achten, dass nicht in jedem Jahr die alten Aufzeichnungen aus dem Schrank geholt werden, sondern die Veranstaltungen immer weiterentwickelt werden. Insgesamt erwarten wir, dass die Präsenzlehre weiter sehr wichtig bleibt, aber bewusster und zielgerichteter angewendet werden wird. Formate aus der Online-Lehre werden auch weiterhin eine Rolle spielen, aber in vielen Fällen eher als Ergänzung denn als Hauptunterrichtsform.

Aus unserer Sicht wird sich die Qualität der Lehre als Folge der Online-Lehre insgesamt verbessern! Dies liegt vor allem daran, dass sich viele Dozierende und Lehrer\*innen mit neuen Lehrkonzepten auseinandersetzen mussten und deren Vorteile bei der konkreten Umsetzungen erfahren haben. Auf der anderen Seite hat die Online-Lehre aber auch gezeigt, wie wichtig soziale Interaktionen zwischen den Studierenden und mit den Lehrenden sind.

### Literatur

- [1] P. Greutmann: 19 *Techniken des „Formative Assessment“* (2019) in [https://blog.hslu.ch/e-bausteine/files/2019/07/Greutmann\\_Formatives-Assessment-Techniken-Allgemein\\_Genehmigung.pdf](https://blog.hslu.ch/e-bausteine/files/2019/07/Greutmann_Formatives-Assessment-Techniken-Allgemein_Genehmigung.pdf)
- [2] <https://www.mural.co>
- [3] <https://www.ilias.de/>
- [4] S. Carroll, S. Beyerlein, M. Ford, D.K. Apple: *The Learning Assessment Journal as a tool for structured reflection in process education*. Technology-Based Re-Engineering Engineering Education Proceedings of Frontiers in Education FIE'96 26th Annual Conference, pp. 310-313 (1996)
- [5] D. Maclsaac (SUNY Buffalo State College): persönliche Mitteilung
- [6] G.M. Novak, E.T. Patterson, A.D. Garvin, W. Christian: *Just-In-Time Teaching: Blending Active Learning With Web Technology* (Prentice Hall Series in Educational Innovation, 1999)
- [7] <https://get.plickers.com>
- [8] <https://kahoot.com>
- [9] C.H. Crouch, E. Mazur: Peer instruction: Ten years of experience and results. *American Journal of Physics*, 69(9), 970-977 (2001)
- [10] [https://phet.colorado.edu/sims/html/circuit-construction-kit-dc/latest/circuit-construction-kit-dc\\_de.html](https://phet.colorado.edu/sims/html/circuit-construction-kit-dc/latest/circuit-construction-kit-dc_de.html)
- [11] <https://phyphox.org/de/home-de/>
- [12] <https://www.vernier.com/product/video-physics-for-ios/>
- [13] <https://phet.colorado.edu/>
- [14] <https://education.makeblock.com/>
- [15] <https://scratch.mit.edu/>
- [16] [https://www.t-online.de/region/koeln/news/id\\_89534636/koeln-verbotenes-team-work-onlinepruefungen-erleichtern-betrug-an-der-uni.html](https://www.t-online.de/region/koeln/news/id_89534636/koeln-verbotenes-team-work-onlinepruefungen-erleichtern-betrug-an-der-uni.html)
- [17] <https://www.spiegel.de/panorama/bildung/gerichtsentscheidungen-studenten-in-kiel-und-hagen-muessen-online-ueberwachung-bei-pruefungen-dulden-a-ffdbfddd-c26f-421b-a6ff-788cb8f7d29a>
- [18] <http://www.mblock.cc/software/>





## (Wissenschafts-)Kultur der Digitalität

A. Lasch

*Professur für germanistische Linguistik und Sprachgeschichte, Institut für Germanistik, Fakultät SLK, TU Dresden*

### Abstract

Die Rede von der „Kultur der Digitalität“ ([7] Stalder 2019) sorgt in Universitäten regelmäßig für Unruhe. Der Titel löst dann Irritationen aus, wenn damit die Implikation verbunden ist, dass von einem Umbruch, von einer Ablösung auszugehen ist, dessen Folge es sei, dass die Universität, wie wir sie kennen, fortan nicht mehr existiere. Das Gegenteil ist der Fall – denn, wenn man das eine tun kann, bedeutet es nicht zugleich, dass man das andere lassen muss ([1] Lasch 2020). In meinem kurzen Beitrag möchte ich deshalb (1) das Konzept erläutern, es (2) auf unsere *Comunitas* Universität übertragen und (3) ein Projekt vorstellen, das sich konsequenterweise genau dann etablieren kann, wenn man Universität als *Universitas* in einem umfassenden Sinn als Institution einer „(Wissenschafts-)Kultur der Digitalität“ versteht ([2] Lasch & Schoop 2021): „virTUos“ (Virtuelles Lehren und Lernen an der TU Dresden im Open Source-Kontext).

Talking about a "digital culture" ([7] Stalder 2019, also: the digital condition) regularly causes a stir in universities. The phrase causes irritation insofar as it implies that there is an upheaval, a replacement, the consequence of which is that the university as we know it will henceforth cease to exist. The opposite is true - because if you can do one thing, it does not mean at the same time that you have to leave the other ([1] Lasch 2020). In my short contribution, I would therefore like to (1) explain this phrase, (2) apply it to our *comunitas* university, and (3) present a project that can be established precisely when university as *universitas* is understood in a comprehensive sense as an institution of a "(scientific) digital culture" ([2] Lasch & Schoop 2021): "virTUos" (Virtual Teaching and Learning at the TU Dresden in an Open Source Context).

\*Corresponding author: [alexander.lasch@tu-dresden.de](mailto:alexander.lasch@tu-dresden.de)

## 1. Kultur der Digitalität

In einer *Kultur der Digitalität* (nach [7] Stalder 2019) zu leben, bedeutet, dass sich Transformationen und Verwerfungen von Formen des gesellschaftlichen Umgangs mit Wissen nicht erst andeuten, sondern *bereits Realität* sind. Damit stehen etablierte Prozesse der Wissensaneignung, der Hervorbringung und Kommunikation von Wissen sowie der Status von Wissen selbst und Formen seiner adäquaten Weitergabe zur Disposition. Die Frage, was Wissen sei und wem es gehöre, war noch nie so offen wie heute. Ein Rückzug auf eine vordigitale Kultur jedenfalls ist keine Option. Wenn diese Option also ausscheidet, bleibt nur die Frage, *wie* man sich zum aktuell sich vollziehenden Transformationsprozess verhält und *ob* und *wie* man ihn mitgestalten möchte. Ich bin der Auffassung, dass Universitäten als Akteur:innen in diesem Prozess auftreten und sich positionieren müssen.

Stalder spricht von drei zentralen Merkmalen, die eine Kultur der Digitalität prägen, und die alte kulturelle Ordnungen zum Einsturz bringen: *Referentialität*, *Gemeinschaftlichkeit* und *Algorithmizität*. Unsere Gesellschaft und ihre Institutionen, so Stalder, stehen am Scheideweg: „Unser Handeln bestimmt, ob wir in einer postdemokratischen Welt der Überwachung und der Wissensmonopole oder in einer Kultur der Commons und der Partizipation leben werden.“ ([7] Stalder 2019, Klappentext) Mit *Referentialität* spricht Stalder an, dass sich Wissen (als Herrschaftswissen) nicht mehr hegemonial besitzen, verschließen, verwalten und verbuchen oder wie ein Schatz hüten lässt, sondern ganz unabhängig (z.B. von Diskursen über Urheberrecht) verfügbar und neu referentialisiert wird. Durch digitale Praktiken wird dieser Prozess, der in Kulturtechniken wie Kopie und Collage längst bekannt und benannt ist, drastisch beschleunigt: „Kulturelle Werke aller Art werden in einem umfassenden, praktischen Sinn frei verfügbar, trotz bestehender rechtlicher und technischer Einschränkungen.“ ([7] Stalder 2019: 112) Ähnlich katalysatorisch wirken Gemeinschaften im digitalen Raum, die er mit dem Prinzip der *Gemeinschaftlichkeit* adressiert. Stalder betont, dass neue epistemische communities of practice, in denen Wissen auf eine neue Art, auf alternativen Wegen und

Praxisfeldern prozessiert wird, in Konkurrenz treten zu den etablierten Institutionen und Gemeinschaften der vordigitalen Kultur. „Sie [sc. communities of practice als epistemische Gemeinschaften] entstehen in einem Praxisfeld, geprägt durch informellen, aber strukturierten Austausch, sind fokussiert auf die Generierung neuer Wissens- und Handlungsmöglichkeiten und werden zusammengehalten durch die reflexive Interpretation der eigenen Praxis. Speziell der letzte Punkt [...] macht die zentrale Rolle der gemeinschaftlichen Formation aus.“ ([7] Stalder 2019: 136). Und *Algorithmizität* ist Kennzeichnen von Techniken, die uns sowohl vollkommen neue Erschließungs- und Analyse-möglichkeiten wie Produktionsweisen eröffnen, uns aber auch vor neue Herausforderungen stellen, die unsere eingeübten kulturellen Praxen relativieren: „Tätigkeiten, die noch vor Kurzem unzweifelhaft der menschlichen Intelligenz vorbehalten schienen, beispielsweise das Verfassen von Texten oder die Inhaltsanalyse von Bildern, übernehmen inzwischen immer häufiger Maschinen.“ ([7] Stalder 2019: 173)

Besonders der letzte Aspekt sollte uns Ansporn sein und uns immer wieder zu denken darüber geben, dass ein konsequenter Abschluss nach außen und ein Festhalten an etablierten Formen des Wissenstransfers zu einer Verfestigung der Institutionen führen wird, die sich seit Jahrhunderten der Erarbeitung, Bewahrung und Weitergabe von Wissen verschrieben haben, nicht zu ihrer Vitalisierung.

## 2. Universitäten in der Wissensgesellschaft des 21. Jahrhunderts

Wir sehen uns also, als eine *Communitas*, deren wichtigstes Merkmal sei, Wissen zu schaffen und zu prozessieren, kulturellen Prozessen ausgesetzt, die unseren institutionalisierten Umgang mit Wissen permanent herausfordern. Eine Universität ist, im Kern, eine (hoch-)mittelalterliche Institution. Auch die jüngeren Universitäten der Bundesrepublik der 1970er Jahre oder die Gründungen und Erweiterungen in den Neuen Ländern nach 1990 haben Ordnungen und dieses Verständnis übernommen. Eine Universität ist eine selbstverwaltete

Communitas, eine im Wortsinne *universelle Gemeinschaft* des Forschens, Lehrens und Lernens. Eine Universität schafft hybride und volatile Formen des Wissens: Es ist im Selbstbild immer dies, vorläufig. Interessanterweise korreliert dies in besonderer Weise mit den Prinzipien, die Stalder für eine Kultur der Digitalität ausmacht, in die Universitäten als Institutionen längst gestellt sind. Sie tragen nicht nur die Traditionen ererbter Vergemeinschaftung und bringen neue Communities hervor, von denen Stalder spricht, sondern sie tragen auch die damit einhergehenden Konflikte innen und nach außen aus: „Die alten Ordnungen, in denen kulturelles Material bisher gefiltert, organisiert und zugänglich gemacht wurde [...], können diesen Strom weder im Kleinen noch im Großen kanalisieren. Sie fungieren kaum mehr als Gatekeeper zwischen den Bereichen, die einst mit ihrer Hilfe als ‚privat‘ und ‚öffentlich‘ definiert wurden.“ ([7] Stalder 2019: 114) Welche Chancen eröffnen sich, wenn wir Universitäten *wieder* als Orte denken, in denen nie nur *ein Weg* der richtige war? Ausgangsbeobachtung, und diese wurde im letzten Jahr besonders in den Vordergrund gerückt, ist, dass technologieskeptische Debatten verdecken, sich mit der Frage auseinandersetzen, was Universität sein kann und will. Dabei geht es um viel mehr (vgl. [1] Lasch 2020: 241-244):

- Partizipation: Universitäten sind Orte des Austauschs, an denen nicht nur gemeinsam gearbeitet, sondern auch Gemeinschaft gemeinsam gestaltet wird.
- Transparenz: Wir legen Wert auf Nachvollziehbarkeit. Wie können Forschungsdaten so generiert werden, dass ihre Genese transparent ist? Wie ist die Interpretation von Forschungsdaten zu gestalten, damit sie nicht hermetisch ist?
- Sichtbarkeit: Wie können Forschungsdaten und -ergebnisse sichtbar gemacht werden? Wie kann man Lehre öffnen? Wie kann man sichtbare Forschungsdaten und Lehr- und Lernmaterial oder Ergebnisse der Lehre freigeben und dennoch schützen?
- Vernetztheit: Wie können Daten und Ergebnisse aus Forschung und Lehre effektiv relationiert werden? Wie kann man dies im akademischen Verständnis verankern?

- Freigebigkeit: Welchen Status haben unsere Daten? Wie kann man von ihnen gemeinsam profitieren? Wie fördert man in der akademischen Bildung die Bereitschaft zu teilen?
- Zusammenarbeit: Welche Forschungsdaten und -ergebnisse und welche Lehr- und Lerninhalte können gemeinsam erarbeitet werden? Wie kann man in Forschung und Lehre zur Kollaboration motivieren?
- Zielorientierung: Welche Zielvorstellungen können nur bzw. effektiver durch kollaboratives Arbeiten erreicht werden? Können neue Zielvorstellungen (für die eigene oder gemeinsame Arbeit) durch Kollaboration entstehen? Wie und wo können Zielstellungen expliziert werden?
- Werteorientierung: Wie können wir in Forschung und Lehre für diese Prinzipien werben?

Die Antworten auf diese Frage laufen alle hier zusammen: *Openness*. Drei Beispiele möchte ich noch im Detail in diesem Abschnitt vorstellen, die ich als Ausdruck einer *Wissenschaftskultur der Digitalität* verstehen möchte und die mit je unterschiedlicher Gewichtung den genannten Prinzipien verpflichtet sind. Das eine ist, exemplarisch, das Blog [Lingdrafts. Linguistische Werkstattberichte](#). Das andere sind *Open Educational Resources* (OER). Das dritte sind *kollaborative Projekte* mit Studierenden. Wie ich vor der Vorstellung des Projektvorhabens *virtUos* (Abschnitt 3) zu zeigen versuche, ist es vor allem das Handlungsfeld der akademischen Hochschullehre, das uns gestalterische Freiheiten eröffnet.

## 2.1 Lingdrafts

Mit *Lingdrafts* haben wir mit interessierten Wissenschaftler:innen ohne Berücksichtigung von Statusgruppenunterschieden gemeinsam vor zwei Jahren ein Blogprojekt aufgesetzt, um uns *an der Schnittstelle zur Öffentlichkeit* zu positionieren, unsere Forschungsfragen *sichtbar* vorzustellen und *Anschluss* an tagesaktuelle Themen zu suchen. Unser Redaktionsteam ist mittlerweile bunt und groß, kommuniziert via Messenger und vor allem auf *Augenhöhe*. Es ist ein echtes *Gemeinschaftsprojekt*, eine dieser

epistemischen *communities of practice*, von denen Stalder spricht. Blogkommunikation zeichnet sich durch Visibilität, Aktualität, Reziprozität und Resonanz, Hybridität und Volatilität sowie eine spezifische Medialität aus (vgl. [1] Lasch 2020: 238). Sie läuft damit den etablierten akademischen Vermittlungspraktiken entgegen, folgt zum anderen aber den eben skizzierten Prinzipien der neuen communities. Wir können in einer Wissenschaftskultur der Digitalität also die Formen mitentwickeln und Möglichkeiten ausschöpfen, Wissen auf alternativem Weg zu prozessieren – *in* der *Communitas* Universität. Wir sind uns sicher, dass es der richtige Weg ist, neue Impulse in die Diskussionen unserer Universitäten zu tragen, wie es gerade auch mit diesem Beitrag geschieht.

## 2.2 Open Educational Resources (OER)

Teilhabe und Nachnutzung im gemeinsamen Verfolgen von Zielen gelingt vor allem dann gut, wenn man *freigiebig Inhalte miteinander teilt*, ohne Zugewinninteresse. Genau das ist Anliegen von *Open Educational Resources* (OER). Zwei Herausforderungen sind damit verbunden: Welche Inhalte darf man als OER bereitstellen und wie kann eine Qualitätssicherung realisiert werden? Beide Fragen berühren unsere Institution Universität im Kern: Wie machen wir unser vorläufig erarbeitetes Wissen sicht-, nutz- und kommunikativ anschließbar? Gleiches gilt für *Open Access* (OA), dem Modus, in welchem dieser Artikel erscheint, und generell *Open Educational Practices* (OEP). Um die OER-Diskussion an unserer Universität auf einer belastbaren Basis zu stellen, wurde mit interessierten Wissenschaftler:innen des Bereichs Geistes- und Sozialwissenschaften (GSW) und der Sächsischen Landesbibliothek – Staats- und Universitätsbibliothek Dresden (SLUB) ein [OER-Display](#) realisiert, das nicht nur OER erklärt, sondern auch Best Practices vorstellt. Wichtiges Element ist eine OER-Beratung, die alle Mitarbeiter:innen und auch Studierende in Anspruch nehmen können. Weiterbildungsangebote des Zentrums für interdisziplinäres Lernen und Lehren (ZiLL) flankieren diese Bemühungen.

## 2.3 Kollaboratives Arbeiten

In der Praxis kann das *kollaborative Arbeiten mit Studierenden*, das dritte Beispiel, neue Potentiale offenlegen. Prof. Dr. Simon Meier-Vieracker vom Lehrstuhl für Angewandte Linguistik am Institut für Germanistik bspw. treibt, wie ich, Formen offener Wissenschaftskultur massiv voran. Er bloggt „[fußballlinguistisch](#)“, ist auf Twitter, Instagram und TikTok aktiv. Er produziert Vid- und Podcasts, die er offen zugänglich hält. Mit Studierenden entstehen Wikis und Podcasts – wie selbstverständlich, auf Augenhöhe. Viele dieser linguistischen Inhalte sind OER und liegen auf erwähntem Display, andere nicht. Einige besprechen wir auf *Lingdrafts*, andere nicht. Und wir sind im Moment damit beschäftigt, Sammlungen anzulegen (z.B. unter [TelekollegLinguistik](#)), die die Vielfalt der Angebote dokumentieren und die (auch als neue Formen der Wissenschaftskommunikation) *Schnittstellen zur Öffentlichkeit* etablieren, ohne dass wir dabei den Anspruch vorantreiben, dass die Angebote bitte dann auch von Öffentlichkeit(en) wahrgenommen werden dürfen (vgl. zu dieser Erwartungshaltung im Kontext von Blogkommunikation [1] Lasch 2020: 239).



Abb. 1: Lernen in offenen Communities unter den Vorzeichen der (Wissenschafts-)Kultur der Digitalität. CC BY 4.0 International.

Es sind Experimentierräume, die wir bespielen, um Vorläufiges zu zeigen und auch evaluieren zu lassen: Ich nutze dafür seit mehreren Jahren Formulare, mit denen jederzeit anonymes Feedback durch Studierende ermöglicht wird. Seit dem Wintersemester 2020 habe ich mich dazu entschlossen, dieses Feedback aus Gründen der Transparenz [öffentlich zu stellen](#). Das Feedback fließt direkt in die Formulierung von

Zielsetzungen ein, in deren Mittelpunkt die Bemühung steht, für die Idee einer offenen Communities Universität zu begeistern, in der zusammen, übereinander, voneinander und miteinander gelernt wird.

Offenheit ist nicht zu verordnen. Offenheit muss gemeinsam erarbeitet werden. Unsere Hochschulen sahen sich im letzten Jahr unter den Vorzeichen der Pandemie vor massive Herausforderungen gestellt, allen wurde viel und manchmal über die Maßen viel abverlangt. Wir haben viel gelernt und es ist zu hoffen, dass sich manche hochschuldidaktische Entwicklung verstetigt. Für die mittelfristige Verankerung digitaler Prüfungsformate lohnt sich der Einsatz, ebenso wie für die stärkere Verzahnung von Institutionen mit vergleichbaren Anliegen in der Sache (in Dresden sind das die TU Dresden, TUD, die Dresden International University, DIU, die SLUB, und die Carus Akademie am Universitätsklinikum Carl Gustav Carus Dresden, CA/UKD). Digital gestützte Hochschullehre soll in Zukunft immer möglich sein, wo sie didaktisch angezeigt ist. Das kann auch bis hin zu Distanzformaten reichen, um bspw. Blended Learning-Formate curricular zu verankern. So sind internationale Lehr-, Lern- und Forschungsk Kooperationen leichter und in vielen Fällen überhaupt erst sinnvoll möglich, sondern es können Barrieren abgesenkt werden, die vorher eine Partizipation an an Universitäten prozessiertem Wissen unnötig erschwerten.

### 3. virTUos

Wie ich versucht habe zu zeigen, bringt vor allem die akademische Lehre ideale Bedingungen mit, um mit neuen Formen der Kollaboration, der Dokumentation und Präsentation zu experimentieren. Diese Erfahrungen und die konsequente Weiterentwicklung von digital gestützten Formaten stehen jetzt an der TUD in Kooperation mit der DIU, SLUB und der CA/UKD im inter- und transdisziplinären Lehr- und Lernprojekt [virTUos](#) (Virtuelles Lehren und Lernen an der TU Dresden im Open Source-Kontext) im Fokus, das ich stellvertretend für alle Projektbeteiligten – Henriette Greulich, Simon Meier-Vieracker, Antje Neuhoﬀ, Stefan Odenbach, Ingo Röder, Beatrice Schlegel & Eric Schoop – vorstellen darf.



Abb. 2: virTUos. CC BY 4.0 International.

virTUos ist eines von 139 Projektvorhaben, das ab Mitte 2020 von der Stiftung Innovation in der Hochschullehre in der Initiative „[Hochschullehre durch Digitalisierung stärken](#)“ über insgesamt drei Jahre gefördert wird, um Veränderungs- und Gestaltungsmöglichkeiten einer digital gestützten Hochschullehre einen institutionellen Rahmen geben zu können.

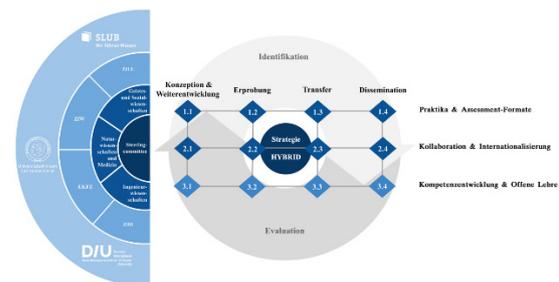


Abb. 3: virTUos-Struktur. links: Orchestriertes Zusammenwirken der virTUos-Fachbereiche, Support- und Transferpartner:innen. rechts: Projektmatrix mit Arbeitspaketen, die sich drei Handlungsfeldern (Zeilen) und vier Projektschritten (Spalten) zuordnen lassen und deren Ergebnisse in einer universitätsweiten Strategie HYBRID integriert und implementiert werden. Eine hochauflösende Variante der Struktur ist [hier](#) einzusehen. CC BY 4.0 International.

Denn bisher sind die Ideen und Umsetzungen, wie in Abschnitt 2 an drei Beispielen skizziert, weitgehend insular ohne Verankerung in Curricula und Ordnungen. Dabei kann hybrides Lehren und Lernen eine Säule einer kollaborativen Hochschulentwicklungsstrategie auf den Handlungsfeldern *Praktika & Assessment-Formate* (vgl. exemplarisch [3] Pfeiffer u. a. 2018), *Kollaboration* (exemplarisch [2] Lasch & Schoop 2021) & *Internationalisierung* (exemplarisch [6] Schoop, Clauss & Safavi 2019) sowie *Kompetenzentwicklung* (vgl. bspw. [5] Röhle,

Horneff & Willemer 2021) & *Offene Lehre* (vgl. [4] Redecker & Punie 2017) sein.

Studierende begleiten und gestalten einen Prozess mit, in dem neuartige Lehr- und Lernszenarien durch interdisziplinäre *agile Innovationsteams* (vgl. Abb. 4) aus Maschinenwesen, Medizin, Sprachwissenschaft und Wirtschaftswissenschaften mit je konkreten Projektvorhaben getestet, erprobt und ständig weiterentwickelt werden.

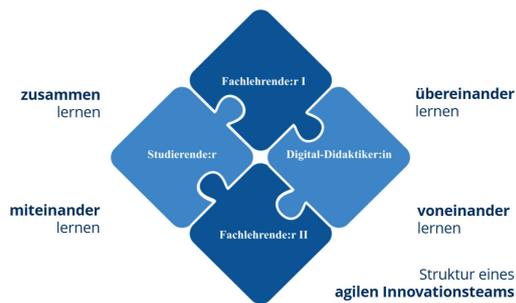


Abb. 4: Struktur eines agilen Innovationsteams. CC BY 4.0 International.

Konzepte Offener Lehre als OEP werden interdisziplinär erarbeitet und hochschulübergreifend weiterentwickelt und genutzt (DIU und CA/UKD); Ergebnisse sind als OER nachnutzbar (SLUB). Ein *Integrationsteam* koordiniert Skalierung sowie Transfer und entwickelt in der *Strategie HYBRID* die Verzahnung zentraler und dezentraler Supportstrukturen, zu denen das ZiLL, das Zentrum für Weiterbildung (ZfW), das Zentrum für Informationstechnik und Hochleistungsrechnen (ZIH) sowie das Else Kröner-Fresenius-Zentrum für Digitale Gesundheit (EKFZ) gehören, entlang der Anforderungen für Studiengangsentwicklung und prüfungsrechtliche Auslegung. Um die innovativen Ideen an der Universität sichtbar zu machen, ist die institutionelle Verankerung und Realisierung der in *virTUos* erarbeiteten Lösungen in enger Absprache mit der Universitätsleitung erforderlich. So kann ein relevanter Beitrag zur universitätsweiten Harmonisierung digitaler Lehr- und Lern-Ansätze geleistet werden, was gleichzeitig die strukturelle Voraussetzung dafür darstellt, dass eine Kultur digitalen Lernens auf den anvisierten Handlungsfeldern gestärkt und für eine (Wissenschafts-)Kultur der Digitalität geworben wird.

## Literatur

- [1] Lasch A (2020): Partizipationswunsch oder Prokrastinationsverdacht? Wissenschaftsvermittlung auf Blogs. In: Marx K, Lobin H & Schmidt A (Hg.): *Deutsch in Sozialen Medien. Interaktiv – multimodal – vielfältig* (Jahrbuch des IDS 2019). Berlin, Boston: De Gruyter, 233-245. DOI: <https://doi.org/10.1515/9783110679885-012>.
- [2] Lasch A & Schoop E (2021): Beispiele des kollaborativen Lernens im virtuellen Raum und Ausblick einer Lernkultur der Digitalität. In: *Zukunft Bildung. Fachimpulse der virtuellen Bildungskonferenz 2020* (Microsoft Envision Education 2020). 63-72. [Online verfügbar](#).
- [3] Pfeiffer M et al. (2018): IMHOTEP: virtual reality framework for surgical applications. In: *IJCARS 13*, 741–748. DOI: <https://doi.org/10.1007/s11548-018-1730-x>.
- [4] Redecker C & Punie Y (2017): *European Framework for the Digital Competence of Educators* (DigCompEdu). Luxembourg. DOI: <https://doi.org/10.2760/159770>.
- [5] Röhle A, Horneff H & Willemer MC (2021): *Praktische Lehre im Medizinstudium in Zeiten von COVID-19. Bericht über die COVID-19-bedingte Umgestaltung der peergestützten Lehre im Skillslab mithilfe eines Inverted Classroom Formats*. In: *GMS J Med Educ* 38(1). DOI: <https://doi.org/10.3205/zma001398>.
- [6] Schoop E, Clauss A & Safavi A (2020): [A Framework to Boost Virtual Exchange through International Virtual Collaborative Learning](#): The German-Iranian Example. In: *Virtual Exchange Borderless Mobility between the European Higher Education Area and Regions Beyond*. Bonn. Stand: 15.02.2021.
- [7] Stalder F (2019). *Kultur der Digitalität*. Berlin: Suhrkamp.



# Der Mix macht's – Asynchron, synchron, *inverted* ... von der Folienvertonung bis zum Experiment

B. Kruppke

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

## Abstract

Die Übertragung klassischer Präsenz-Lehre in den digitalen Raum erfordert durch die veränderten technischen Randbedingungen meist zwangsläufig eine Auseinandersetzung mit den Lernzielen und den Methoden der Lehrveranstaltung. Im Zuge dessen wurden die Erfahrungen der zunächst erfolgten Umstellung auf asynchron bereitgestellte kommentierte PowerPoint-Präsentationen bis hin zu einem anschließend testweise durchgeführten dreiteiligen Vorlesungskonzept reflektiert. Dieses Konzept sieht eine Kombination aus 1.) asynchronen Vorlesungen mit kommentierten Präsentationen, 2.) synchrone Vorlesungen mit „klassischer“ Erläuterung von vorbereiteten Präsentationsfolien als *Webmeetings* und 3.) Vorlesungen nach dem Prinzip des *Inverted Classrooms* vor. Die Evaluation der verschiedenen Vorlesungsformen durch ein und dieselbe Gruppe an Studierenden zeigte eine selbstkritische Wahrnehmung des *Inverted Classrooms* als geeignetes Element zur selbstständigen, semesterbegleitenden und tiefgreifenden Beschäftigung mit den Lehrinhalten. Die weiterhin vollzogene Adaptierung einer Experimentalvorlesung im digitalen Raum belegte die Bedeutung von *Audience-Response*-Systemen zur Förderung der studentischen Wahrnehmung aktiv Einfluss auf die Veranstaltung nehmen zu können.

The transfer of conventional face-to-face teaching into the digital space usually requires an assessment of the learning objectives as well as the methods used owing to the changed technical boundary conditions. In this context, the experiences of the transition to asynchronously provided audio annotated PowerPoint presentations and a three-part lecture concept, which was subsequently implemented on a test basis, were reflected upon. This three-part concept combines 1.) asynchronous lectures with annotated presentations, 2.) synchronous lectures with "conventional" explanations of prepared presentation slides as web meetings and 3.) lectures according to the inverted classroom principle. The evaluation of these different lecture types by one and the same group of students showed a self-critical perception of the inverted classroom as a suitable element for independent, semester-accompanying and profound engagement with the course content. Furthermore, the adaptation of an experimental lecture in the digital space proved the importance of audience response systems to support student perception of actively influencing the lecture and experiments.

\*Corresponding author: Benjamin.Kruppke@tu-dresden.de

## 1. Einleitung

Die Rahmenbedingungen klassischer Lehrformate mit einem Hörsaal, einer Tafel und einer Projektionsfläche sowie der unmittelbaren verbalen und nonverbalen Interaktion zwischen Lehrenden und Studierenden lassen sich nicht eins zu eins im digitalen Raum etablieren. Damit ist zumindest eine Auseinandersetzung mit den technischen Bedingungen und Möglichkeiten erforderlich, die wiederum ein breites Spektrum didaktischer Methoden samt deren Anpassung an die nicht-präsenzgebundene Lehre eröffnen. Im Zuge der Einbindung neuer Methoden, die besonders die Motivation, Aufmerksamkeit und die Interaktion mit den Studierenden adressieren ist es ratsam, die gewohnten Vorlesungs-, Seminar- und Praktikumsabläufe zu überdenken und gegebenenfalls auch die Lernziele neu zu formulieren. So sollte für die aktuelle Generation der Studierenden der sichere Umgang mit Webkommunikationsplattformen, Webpräsentationen und digitalen Gruppenmeetings essentieller Bestandteil des Lerngegenstands sein. Auch die Kenntnis und der Umgang mit *Audience Response Systemen* und webbasierten *Tools* für das Austauschen von Ideen, Fragen etc. wird als selbstverständlich vorausgesetzt und sollte somit Gegenstand der Hochschulausbildung sein.

Im Rahmen der Lehrveranstaltungsanpassung an den digitalen Raum wurden verschiedene Konzepte vergleichend durchgeführt und anhand der eigenen Reflexion sowie der studentischen Rückmeldung evaluiert. Die im Folgenden betrachteten Lehrveranstaltungskonzepte sind 1.) asynchrone Vorlesungen mit kommentierten Präsentationen und daraus erstellten Videos, 2.) synchrone Vorlesungen mit der „klassischen“ Erläuterung vorbereiteter Präsentationsfolien als *Webmeetings* und 3.) Vorlesungen nach dem Prinzip des *Inverted Classrooms* mit individuell bearbeitbaren Selbstlernaufträgen für die Studierenden und anschließenden Konsultationen zur Klärung von Fragen und der Vertiefung der fachlichen Inhalte.

Zusätzlich zu den Erfahrungen bezüglich der digitalen Umsetzung von Vorlesungen wird die Übertragung von praktischen Lehreinheiten

vorgestellt und diskutiert. Die hierbei auftretende Frage, ob und wie ein Laborpraktikum durch ein synchrones Anschauungspraktikum ersetzt werden kann und wie sich die studentische Wahrnehmung einer solchen *Live-Experimentalvorlesung* gestaltet, wird abschließend erörtert.

## 2. Rahmenbedingungen

Die Erkenntnisse und Verbesserungsvorschläge basieren vorrangig auf dem studentischen Feedback und den persönlichen Einschätzungen zu den folgenden Modulen:

### Angewandte Biomechanik

- Asynchron-digitale Vorlesung & Seminar
- Synchron-digitale Konsultationen
- 8. Semester
- Teilnehmer:innen (Sommersemester 2020): 17

### Dentale Werkstoffe

- Asynchron- und synchron-digitale Vorlesung & synchrone Experimentalvorlesung
- 9. Semester (Werkstoffwissenschaft)
- Teilnehmer:innen (Wintersemester 2020/21): 18

Die präsentierten studentischen Kommentare und Evaluationsergebnisse wurden anonym im Rahmen von Halbzeit- bzw. Abschlussequationen innerhalb der Module unter Nutzung der ONYX-Testumgebung in der Online-Plattform für Akademisches Lehren und Lernen (<https://bildungsportal.sachsen.de/opal/>; OPAL) gesammelt. Die Fragen konnten zum Teil mit Freitexteingaben sowie *single-choice* Bewertungen beantwortet werden.

## 3. Dreiteiliges Vorlesungskonzept

Die Durchführung unterschiedlicher Lehrveranstaltungsmethoden im Rahmen eines Moduls (hier am Beispiel der Vorlesung Dentale Werkstoffe, Tabelle 1) wurde gewählt, um mittels der Lehrevaluation von derselben Gruppe Studierender eine Rückmeldung zum Ablauf und der Durchführung der Lehrveranstaltungen im digitalen Raum zu erhalten. Auch der wechselnde Ablauf der verschiedenen Vorlesungsmethoden wurde im Voraus festgelegt, um während des Semesters auf Änderungshinweise und erste Erfahrungen unmittelbar

reagieren zu können. Daraus ergab sich beispielsweise auf Wunsch der Studierenden die Häufung synchroner Veranstaltungen in der

zweiten Semesterhälfte und der Wechsel der *Webmeeting*-Plattform.

Tabelle 1: Ablauf der Vorlesung Dentale Werkstoffe mit den verwendeten Tools u. Plattformen

Nr.	Vorlesungsmethode	Tools	Plattform
	Begrüßungsvideo und Erwartungsabfrage	Video gemeinsame Wortwolke	OPAL / Videocampus Sachsen Answergarden.ch
VL 1	Asynchrone Vorlesung (Ablauf: <i>Inverted Classroom</i> ) Aufaktexperiment	kommentierte PowerPoint* pdf-Datei; Video	OPAL / Videocampus Sachsen padlet.com
VL 2	<i>Inverted Classroom</i>	Lernerfolgsfragen	OPAL (ONYX-Test)
VL 3	<i>Inverted Classroom</i>	Live-Konsultation	Zoom
VL 4	Asynchrone Vorlesung		
VL 5	Asynchrone Vorlesung		
VL 6	Asynchrone Vorlesung	kommentierte PowerPoint*	OPAL / Videocampus Sachsen
VL 7	Asynchrone Vorlesung		
VL 8	Synchron-digitale Experimentalvorlesung und Halbzeitevaluation	Live-Vorlesung; geteilte Pinnwand und Fragebogen	Zoom; padlet.com OPAL (ONYX)
VL 9	Synchron-digitale Vorlesung Evaluationsauswertung	Live-Vorlesung Forum	Zoom OPAL
VL 10	<i>Inverted Classroom</i>		
VL 11	<i>Inverted Classroom</i>	Live-Konsultation; geteiltes Whiteboard	BigBlueButton
VL 12	<i>Inverted Classroom</i>		
VL 13	Synchron-digitale Vorlesung Abschlussevaluation	Live-Vorlesung	BigBlueButton OPAL (ONYX)
	Zusammenfassung	kommentierte PowerPoint*	OPAL / Videocampus Sachsen

\* auf Wunsch der Studierenden als Videofile abgespeichert und über Videocampus Sachsen im OPAL-Kurs eingebunden

### 3.1 Asynchrone Vorlesungen (kommentierte PowerPoint-Präsentationen und Videos)

Um die Studierenden vor dem Upload der ersten Vorlesung zu begrüßen und ihnen den Ablauf nahezubringen, wurden für die Veranstaltungen Videos aufgenommen (jeweils ca. 15 min, Abb. 1). Es wurden sowohl eine Übersicht der fachlichen Inhalte, als auch organisatorische Details zum Seminarablauf, den Begleitarbeiten und deren Bewertungsgrundlagen erläutert.

Die Videos wurden vor dem Semesterstart im OPAL-Kurs veröffentlicht und waren dort nach Einschreibung in den Kurs abrufbar.

Mit dem Begrüßungsvideo ist der Vorteil verbunden, dass es bereits vor dem Semester-

start individuell von den Studierenden abrufbar ist und ein persönlicher Bezug zum Vorlesenden hergestellt werden kann, was durch eine kommentierte *PowerPoint*-Präsentation zum Einstieg und Kennenlernen nur in eingeschränktem Maße möglich wäre. Damit soll die Hürde für Rückfragen gesenkt und die Verbindung zur Lehrperson gestärkt werden.



Abb. 1: Zwei exemplarische Standbilder des Begrüßungsvideos; links via Zoom (mit virtuellem Hintergrund) aufgenommen und rechts eine pptx-Präsentation zur Erläuterung des Semesterablaufs und der inhaltlichen Gliederung

Der Zeitaufwand zur Erstellung der Videos ist vergleichsweise gering, womit auch für mehrere Module eine Aktualisierung vor jedem Semesterstart umsetzbar ist. Als Nachteil sollte angemerkt werden, dass das Bereitstellen des Videos bereits vor dem Semesterstart suggeriert, die Studierenden müssten sich ein Video anschauen, was nicht für die künstliche Verlängerung des Semesters genutzt werden sollte. Weiterhin gibt es im Rahmen dieser Begrüßungsform kein direktes Feedback der Studierenden, wie es beispielsweise durch ein synchrones *Webmeeting* zu Beginn des Semesters möglich wäre.

Nach der asynchronen Begrüßung durch das Video wurden zunächst (im Rahmen des Moduls Biomechanik; Sommersemester 2020) ausschließlich kommentierte Präsentationen für die asynchrone Durchführung der Vorlesungen aufgezeichnet und via OPAL zum Download bereitgestellt. Dies wurde von den Studierenden positiv aufgenommen: „*Ich finde es sehr gut, dass ich mir durch die vertonten Folien alles bei Bedarf mehrfach anhören kann.*“

„*Besonders gut gefallen hat mir, dass die (...) Präsentationen vertont waren.*“

Die Lehrevaluation ergab weiterhin, dass die technische Umsetzung von 71 % der Studie-

renden bezüglich der Sprachqualität als gut sowie der Grad der anregenden Sprache der Lehrenden als überwiegend zutreffend bewertet wurde. Zudem wurde der Hinweis übermittelt, dass die Vorlesenden das Zeitraster der Universität streng einhalten sollten, da: „*die Menge, die es dann nachzuholen gab, (...) zwischenzeitlich zu hoch (war)*“. Auf Bitte der Studierenden wurden die zunächst als kommentierte *PowerPoint*-Präsentationen und pdf-Datei bereitgestellten Vorlesungen (ab dem Wintersemester 2020/21) als Videos abgespeichert, über Videocampus Sachsen (<https://videocampus.sachsen.de/>) hochgeladen und direkt in den OPAL-Kurs eingebunden (Abb. 2). Diese Lösung bereitete die geringsten Kompatibilitätsprobleme für Windows-, Linux- und Mac-Nutzer.

Die Evaluation und Reflexion der asynchronen Lehrpräsentationen zur Vermittlung und zum Umfang des fachlichen Inhaltes legen nahe, dass ein mehrfaches Anhören (bzw. die Möglichkeit dazu) die von Studierenden wahrgenommene Lehrstofffülle steigert. Nach eigener Einschätzung des Autors muss das in Lehrveranstaltungen übliche Überhören von Inhalten bei asynchronen Formaten als aktiver Prozess erlernt und akzeptiert werden. Im Fluss einer

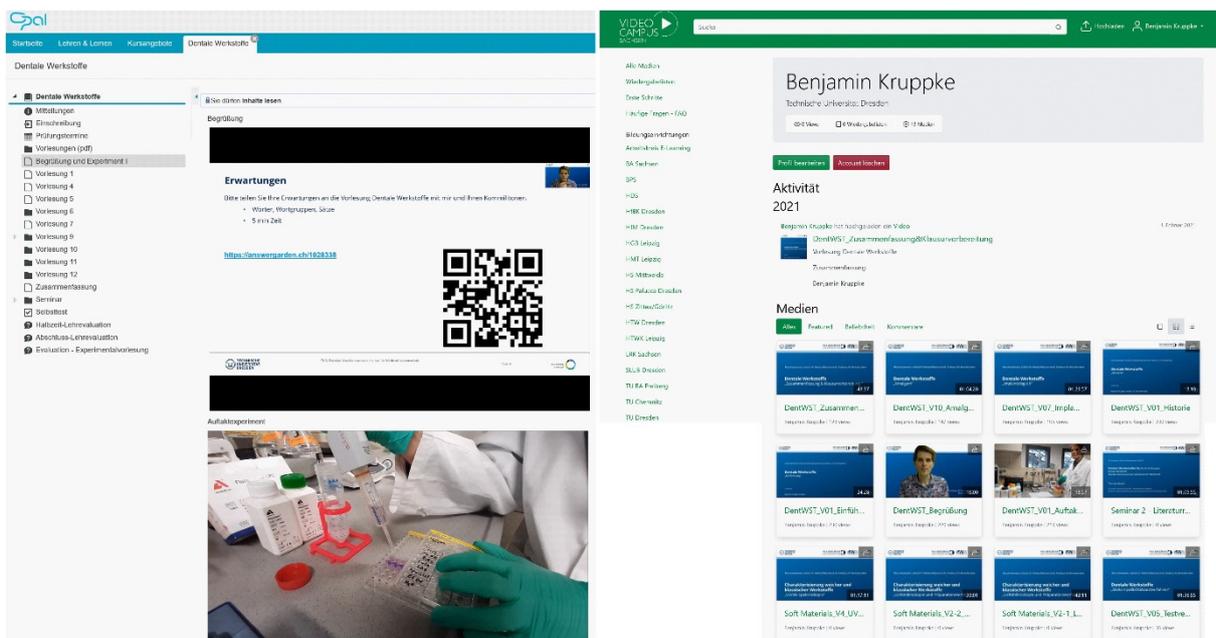


Abb. 2: Webseiten: OPAL-Kurs Dentale Werkstoffe mit einer Einzelseite und zwei darin eingebetteten Videos (links); die Videos werden über Videocampus Sachsen (rechts) gehostet und sind dort nach dem Upload und der Konvertierung in der Medienbibliothek abrufbar.

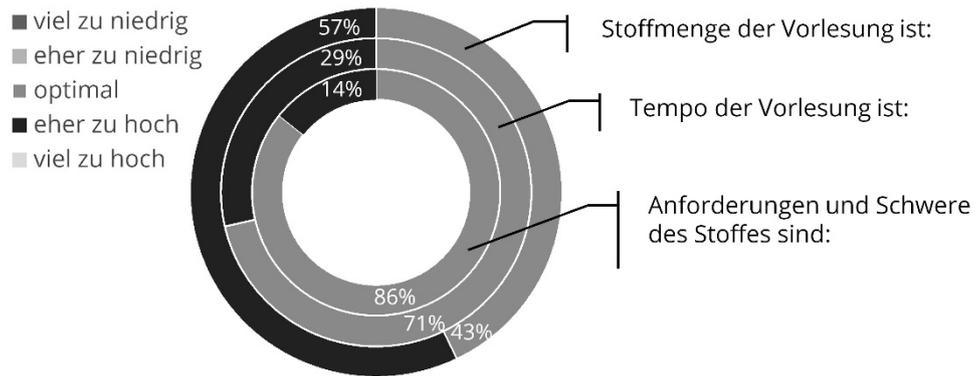


Abb. 3: Evaluationsergebnis zur vorwiegend asynchronen Vorlesung im Modul „Angewandte Biomechanik“

Präsenzvorlesung ist diese Fähigkeit zum aktiven Überhören nicht notwendig, da sie sich natürlicherweise durch abschweifen in Gedanken oder die Ablenkungen durch Handy und Kommilitonen etc. ergibt. Somit erfordert die asynchrone Lehrveranstaltung eine selbstbewusste Einschätzung durch Studierende mit einem gewissen Mut zur Lücke. Dies gleicht sich zum Teil dadurch aus, dass die Kommentierung von PowerPoint-Folien weniger stark zu Wiederholungen und Variationen von Erläuterungen durch den Dozenten anregen. Auch die fehlenden fragenden Gesichter der Studierenden tragen dazu bei, dass die in Präsenz zur erneuten Erklärung oder einer ergänzenden Anekdote führenden Wiederholungen ausbleiben. Durch die geringere Tendenz zu Wiederholungen wird jedoch die Stoffdichte erhöht. Dies zeigte sich in der Evaluation, in der 57 % der Studierenden die Stoffmenge und 28 % das Tempo als eher zu hoch einschätzen (Abb. 3).

Zu den Vorteilen der asynchronen Veranstaltungen zählen somit die Möglichkeit zum wiederholten Abspielen, der geringe technische Aufwand und die Nachhaltigkeit des Vertonens, da leicht einzelne Folien ausgetauscht, neu kommentiert oder aktualisiert werden können. Dieser Vorteil wird durch die Erstellung von Videos etwas geschmälert, da die Aktualisierung einen etwas größeren Aufwand darstellt. Dennoch ermöglichen die asynchronen Veranstaltungen eine sehr flexible Vorbereitung der einzelnen Vorlesungen und Bereitstellung via OPAL.

Zu den Nachteilen asynchroner Lehre zählen zweifelsfrei die Neigung zu einer zu hohen

Stoffmenge und einem zu hohen Tempo durch die Vermeidung von variierten Erläuterung. Das gesteigerte Maß an Präzision, dass beim Einsprechen einer solch dauerhaft verfügbaren Lehrveranstaltung erforderlich ist steigert den Arbeitsaufwand für den Lehrenden. Aus der Sicht der Studierenden ermöglicht die asynchrone Veranstaltung zudem leicht das Aufschieben der Lehrinhalte und kann zu einer Minderung der Vor- und Nachbereitung führen, da die Vorlesungen dauerhaft – also auch unmittelbar im Rahmen der Prüfungsvorbereitung – verfügbar sind/scheinen.

### 3.2 Synchroner Vorlesungen („klassisch“)

Um die Studierenden zu motivieren, sich über das gesamte Semester hinweg mit dem Modul zu beschäftigen und ein Aufschieben aktiv zu vermeiden, wurden synchrone Vorlesungen durchgeführt.

Zunächst wurden vereinzelte synchrone Konsultationen (via Zoom) angeboten, die zum Zeitpunkt der regulären Vorlesung zusätzlich zur Veröffentlichung einer kommentierten PowerPoint-Präsentation stattfanden. Die Sorgen aufgrund womöglich mangelnder Verbindungsqualität, Teilnahmebereitschaft der Studierenden, der zeitlichen Bindung durch ein synchrones Webmeeting mit den Studierenden oder ähnlichem wurden nicht bestätigt. Im Gegenteil konnte eine große Beteiligung und sogar Nachfrage nach Konsultationen und synchronen Vorlesungen verzeichnet werden. Dies führte im Wintersemester 2020/21 im Modul Dentale Werkstoffe gemäß Tabelle 1 zum gehäuftem Einsatz synchroner Vorlesungen.

Die Beurteilung aus der Sicht der Studierenden war grundsätzlich positiv: „*Ich fand es sehr hilfreich, dass wir in Live-Gesprächen die Möglichkeit hatten, direkt Fragen zu stellen.*“. Es wurde aber auch selbstkritisch angemerkt, dass durch die Anonymität der asynchronen aber auch der synchronen Veranstaltungen (bei letzteren, wenn Ton und Bild durch Studierende abgeschaltet sind) der Druck zur Vorbereitung auf die Veranstaltung wegfällt. Hieraus entwickelte sich die Idee zur stärkeren Einbindung der Studierenden in die Lehrveranstaltungsvorbereitung (siehe 3.3 *Inverted Classroom*).

Im Rahmen der synchronen Onlinevorlesungen wurden *PowerPoint*-Präsentationen live erläutert und gelegentlich Verständnisfragen an das Auditorium gerichtet. Zunächst wurde *Zoom* als *Webmeeting*-Plattform genutzt. Auf Grund von Datenschutzbedenken der Studierenden wurde im Verlauf des Moduls Dentale Werkstoffe auf *BigBlueButton* umgestellt. Da letztere keine Möglichkeit hat die Veranstaltung aufzuzeichnen, trat der klassische Vorlesungscharakter etwas stärker hervor. Die damit einhergehende „Vergänglichkeit“ der Lehrveranstaltung wurde jedoch nicht durch die Studierenden bemängelt. Weiterhin wurden die Folien als pdf-Datei bereitgestellt.

Ein Vorteil von *BigBlueButton* ist der Mehrbenutzermodus, der mit einer leeren Folie einer hochgeladenen Präsentation als gemeinsames „*Whiteboard*“ genutzt werden kann. Dies wurde zur Aktivierung der Studierenden genutzt. Das gemeinsame Füllen von Tabellen, das parallele Notieren von Reaktionsabläufen, etc. senkte spürbar die Hürde zur Beteiligung, womit das in der Gruppe Notierte anschließend ohne große Verzögerungen per Mikrofonzuschaltung einzelner Studierender erläutert werden konnte. Ratsam ist es für den Mehrbenutzermodus eine pdf-Datei vorzubereiten und hochzuladen, sodass bereits Überschriften und leere Seiten bzw. leere Tabellen o. ä. vorhanden sind. Auch eine kurze Notiz zur jeweils aktuellen Aufgabe ist für die Studierenden hilfreich.

### 3.3 Synchroner Vorlesungen als *Inverted Classroom*

Durch die positive studentische Rückmeldung zu den synchronen Vorlesungen und in Folge des geäußerten Wunsches verstärkt Konsultationen anzubieten, schien die Methode des *Inverted Classrooms* für die synchronen Lehrveranstaltungen im digitalen Raum sinnvoll.

Vielfach wurde der Mehrwert der *Inverted* oder *Flipped Classrooms* in der Literatur erläutert, da diese die Selbstlernphase durch vorbereitete Lehrimpulse in Form von Videos, vertonten Vorlesungen, Manuskripten oder Vorbereitungsfragen mit der Vorlesung als Konsultations- und Vertiefungselement verbinden [1,2]. So kann die zuweilen herausfordernde und frustrierende Nachbereitung von klassischen Vorlesungen durch eine Konsultation ersetzt werden, die von einer Dozentin oder einem Dozenten geleitet wird. Hierbei profitieren alle Studierenden von den Fragen einzelner Kommilitonen. Dieser Ablauf zeichnet sich durch die Schaffung einer inklusiven Lernumgebung aus, die aktiv Lernhürden mindern soll [3]. Ein positiver, wenn auch nicht dauerhafter Effekt auf das kritische Denken und auf Gruppenarbeiten wurde für den *Inverted Classroom* bereits nachgewiesen, der durch eine verstärkte Nutzung der Methode verstetigt werden könnte [4].

Für den *Inverted Classroom* im Modul Dentale Werkstoffe wurde jeweils eine Vorbereitungsaufgabe ausgeben, die im Selbststudium zwischen zwei Lehrveranstaltungen zu erarbeiten war. Hierzu wurden pdf-Dateien per OPAL bereitgestellt, die bis zu drei Themenkomplexe zur Vorbereitung beinhalteten. Besonders wichtig scheint hierbei vor allem eine sehr genau formulierte und thematisch stark eingegrenzte Aufgabenstellung ggf. mit geeigneten Literaturangaben zu sein. Es sollten vorrangig niedrige Lernstufen (Wissen, Verstehen) entsprechend der Bloom'schen Taxonomie der Lernziele adressiert werden [5,6].

Die höheren Lernstufen (Anwenden, Analyse, Synthese, Bewertung) sollten Bestandteil der synchronen Lehrveranstaltungen sein. Im Rahmen der synchronen Lehrveranstaltungen sollte zunächst auf Fragen eingegangen wer

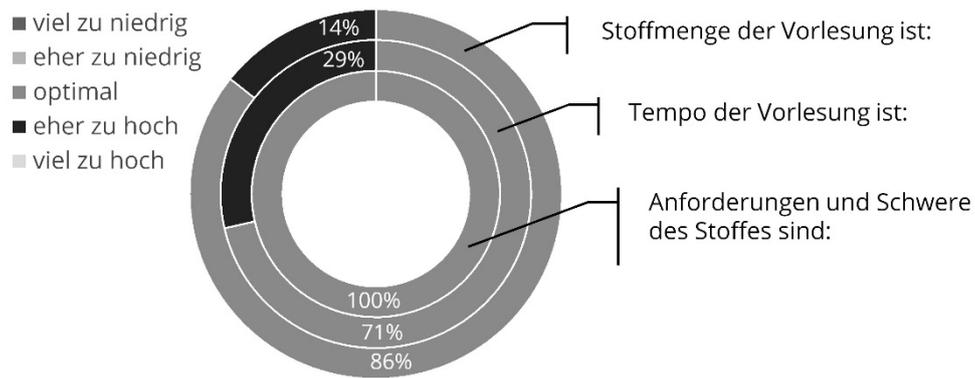


Abb. 4: Evaluationsergebnis nach Kombination verschiedener Vorlesungsmethoden im Modul „Dentale Werkstoffe“

den, die sich aus der Bearbeitung der Aufgaben ergeben haben. Um alle Studierenden auf den „gleichen Wissensstand“ zu bringen, wurde dementsprechend zunächst eine Vorbereitungsaufgabe von einer Studentin bzw. einem Studenten vorgestellt und die recherchierten Inhalte präsentiert. Ergänzungen fügten weitere Studierende an. Anschließend wurden vertiefte Zusammenhänge erläutert und mit ausgewählten *PowerPoint*-Folien visualisiert. Der Abweichung von der recht starren Reihenfolge einer klassischen Vorlesung kann durch das Aufgreifen und Besprechen der weiteren Vorbereitungsaufgaben nach demselben Schema entgegengewirkt werden.

Ein im OPAL-Kurs angelegtes Forum, in dem sich Studierende gegenseitig mit Fragen und Lösungen helfen sollten wurde trotz mehrfacher Hinweise kaum genutzt. Dieser Umstand konnte auch trotz der Formulierung eines Arbeitsauftrages zur gegenseitigen Kommentierung der Beiträge im Forum nicht geändert werden.

In Folge der verschiedenen Lehrveranstaltungsformen wurde eine Evaluation durchgeführt, die die studentische Einschätzung zur Stoffmenge, dem Tempo und der Anforderungen des Stoffes erfragte (Abb. 4). Hierbei ergab die studentische Einschätzung in allen Punkten eine mehrheitlich optimale Bewertung.

Auch die Frage nach der Strukturierung der Veranstaltung (Ist ein roter Faden erkennbar?) wurde mit 71,4 % „trifft völlig zu“ und 28,6 % „trifft überwiegend zu“ beantwortet. Somit scheinen der mehrfache Wechsel der Vorlesungsmethode sowie der Umstieg auf eine an-

dere *Webmeeting*-Plattform keinen nachteiligen Einfluss auf die Nachvollziehbarkeit und Strukturierung gehabt zu haben.

#### 4. Experimentalvorlesung

Um den Studierenden einen praktischen Aspekt im digitalen Semester zu bieten wurde das üblicherweise mit den Studierenden im Hörsaal durchgeführte Auftaktexperiment erweitert und eine Experimentalvorlesung zur Semesterhälfte durchgeführt [7].

Eine frühere Untersuchung im Rahmen der Professur für Biomaterialien beschäftigte sich mit der Aktivierung von Studienbewerbern durch ein internetbasiertes *Blended-Learning*-Modul, wobei gezeigt wurde, dass es möglich ist, besonders qualifizierte und motivierte Studierende für einen biomedizinischen Studiengang an einer Universität zu begeistern [8]. Im Unterschied dazu ergab sich nun die Frage, ob und wie die Aktivierung von Studierenden im digitalen Raum erfolgen kann, die bereits mit der universitären Lernsituation vertraut sind, da im Gegensatz zur klassischen und eher einseitigen Vorlesung nun eine aktive Partizipation der Studierenden im Rahmen der Vorlesung (als Rückmeldung für den Dozierenden) gewünscht war.

Als Impuls und zur Motivation der Studierenden wurde in der 1. Vorlesung des Moduls Dentale Werkstoffe mittels einer digitalen Pinnwand ([www.padlet.com](http://www.padlet.com)) eine Ideensammlung angestoßen, in der Versuchsparameter und Analysemethoden zur Untersuchung der Zahnhartsubstanz durch die Studierenden vorgeschlagen wurden (Abb. 5).

Die webbasierten Pinnwände wurden im Vorfeld der Experimentalvorlesung erstellt, um den Studierenden die Möglichkeit zu geben, direktes Feedback oder Vorschläge zu den Experimenten und deren Auswertung zu geben. Der Aufbau der Pinnwände wurde an die entsprechenden Experimente angepasst (freie Notizzettel, Spalten, Zeitstrahl). Beispielsweise wurde eine Pinnwand als Erwartungsabfrage eines Experiments von den Studierenden gefüllt, während die Vorbereitung eines weiteren Experimentes erfolgte [7].

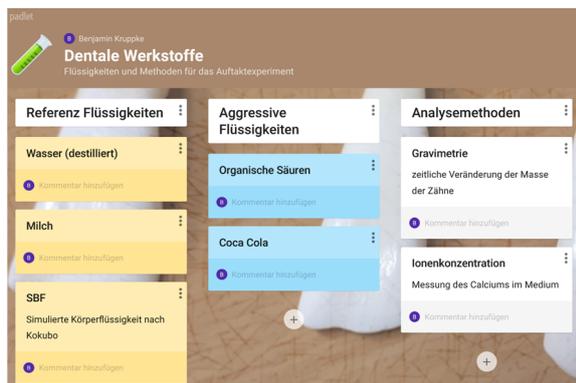


Abb. 5: Exemplarische Sammlung von Notizen auf einer digitalen Pinnwand – Webbasierte asynchrone Möglichkeit zum Sammeln von Vorschlägen via padlet.com

Eine weitere Pinnwand wurde für eine Erwartungsabfrage als Zeitstrahl angelegt, um entlang der vorgegebenen Achse die Reihenfolge des elektrochemischen Potentials verschiedener untersuchter Metalle zu visualisieren. Die Studierenden konnten die Padlets über einen QR-Code (auf PowerPoint-Folien) oder einen Hyperlink (gepostet im Zoom-Chat) zum entsprechenden Zeitpunkt aufrufen.

Die Vorteile solcher *Audience-Response-Systeme* (z. B. Padlet) wurden in der Literatur bereits umfangreich beschrieben, wobei der Gruppencharakter des gewählten *Webtools* grundsätzlich dazu beitragen kann, die Angst vor einer falschen Antwort zu reduzieren [9]. Zudem ist die unmittelbare gegenseitige Rückmeldung (*Peer-Feedback*), die nicht direkt an den Dozenten gerichtet ist, als besonders förderliches Element digitaler Kurse erwiesen [10]. Auch im Hinblick auf Inklusion und Senkung von Lernbarrieren für Menschen mit Behinderungen sind digitale Pinnwände ein beliebtes und positiv evaluiertes Mittel [11,12].

Die mittels der asynchron gefüllten Pinnwand eingebrachten Vorschläge (Abb. 5), ergänzt um etablierte Methoden aus dem Vorjahr, wurden in das Experiment aufgenommen. Der Auftakt des Experimentes wurde mittels Video dokumentiert und den Studierenden via OPAL zugänglich gemacht. Diesem asynchronen Start des Experimentes schloss sich (nach einer 7-wöchigen Auslagerungsphase des Experimentes) dessen Auswertung im Rahmen einer synchronen Experimentalvorlesung an, deren Verlauf und Evaluation mit der detaillierten Beschreibung der materialwissenschaftlichen Experimente publiziert wurde [7].

Als kurze zusammenfassende Betrachtung lässt sich der Ablauf und die studentische Wahrnehmung der Experimentalvorlesung wie folgt beschreiben. Neben ausgewählten weiteren Versuchen erfolgte die Auswertung des Auftaktversuchs während der synchron-digitalen Experimentalvorlesung. Diese wurde aus dem Labor der Professur Biomaterialien via *Zoom* übertragen und mittels des *Logitech Group* Konferenzsystems (bewegliche und programmierbare HD-Kamera mit 10x optischer Vergrößerung; Mikrophon & Lautsprecher sowie 2 Erweiterungsmikrofonen) übertragen.

Im Labor eignete sich die Trennung der Bereiche (Technik, Experiment, Vorbereitung; Abb. 6), um einen übersichtlichen Arbeitsbereich für die Studierenden abzufilmen. Das Abspeichern von bis zu fünf Kamerapositionen und Vergrößerungen trug für eine kontinuierliche Übertragung mit reibungslosem Wechsel zwischen Detailaufnahmen von Experimenten, Totalen für Begrüßung und Erläuterungen und Halbtotale für den Arbeitsbereich, etc. bei.

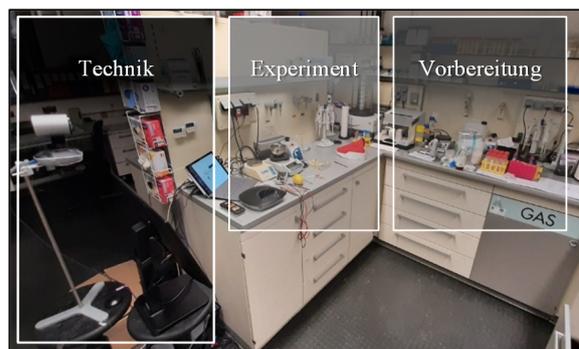


Abb. 6: Fotografie des Labors mit Aufteilung der drei Arbeitsbereiche (nach [7]).

Die Nutzung eines externen Monitors für die Kontrolle des *Webmeetings* und des Hauptmonitors z.B. für erklärenden *PowerPoint*-Folien oder live durchgeführte Umfragen ist sehr zu empfehlen.

Während der Experimentalvorlesung wurden Erwartungsabfragen zu den einzelnen Versuchen durchgeführt und die Studierenden konnten ihre Hypothesen direkt per Mikrofon oder mittels der digitalen Pinnwände erläutern. Dadurch kam ein reger Austausch zustande und die Studierenden stimmten für eine Verlängerung der Veranstaltung, um alle Experimente live miterleben zu können.

## 5. Lehrevaluation und Reflexion

Von besonderem Interesse war die Evaluation des *Inverted Classrooms* im Vergleich zu den beiden etablierten Methoden in Form der asynchronen Vorlesungen (eingesprochene Präsentationen) und der synchronen Vorlesungen (live Erläuterung von Folien im *Webmeeting*). Der Vergleich wurde als Freitext innerhalb der Evaluation von 7 Studierenden (von insgesamt 18 Studierenden, die an der abschließenden Prüfung teilnahmen) wie folgt beschrieben:

*„Mit dem Inverted Classroom war es leichter, die Sachverhalte zu verstehen, weil man sich selber reindenken musste, aber der Aufwand im Vorfeld war nicht unerheblich.“*

*„Die Online-Präsenzvorlesung ist meiner Meinung nach viel angenehmer und ich konnte mir in dieser die Inhalte besser verinnerlichen.“*

*„Am besten finde ich synchrone Onlinevorlesungen. Für mich ist das wie die klassische Vorlesung aber am gemütlichen Schreibtisch und nicht auf den harten Holzbänken. Aber auch der Inverted Classroom hat definitiv Vorteile. An der Umsetzung muss vielleicht noch ein bisschen gefeilt werden, damit der Vorbereitungsaufwand ausgeglichen [wird.]“*

*„Ich [finde] das Konzept des Inverted Classroom sehr gut. Die Fachinhalte lassen sich im Vergleich zur normalen Vorlesung besser verinnerlichen. Bei der Wahl eines gemischten Konzeptes [...] würde ich den Großteil der Inverted Classrooms [an den] Anfang oder in die Mitte des Semesters legen [...].“*

*„Ich bin kein Freund des Inverted Classroom. Sobald wieder Präsenzvorlesungen möglich sind, sollte auf Onlineveranstaltungen verzichtet werden. Kleine Vorbereitungsaufgaben zur Vorlesung sind trotzdem sinnvoll.“*

*„Für mich ist es leichter, Fachinhalte mit dem Inverted Classroom zu verinnerlichen, weil ich: a) gezwungen bin, mich wirklich mit dem Thema zu befassen und das nicht erst eine Woche vor der Prüfung. b) nicht so leicht abschweifen kann wie in einer normalen Vorlesung. Außerdem bietet der Inverted Classroom eine bessere Möglichkeit, um entstehende Fragen zu klären.“*

*„Das Konzept vom Inverted Classroom ergibt für mich total Sinn. Studierende sollten in der Lage sein, sich ganz grundlegendes Wissen á la "nenne" oder "zeichne" selbst zu erarbeiten, um später die Zeit mit dem Dozenten effektiv für komplexere Zusammenhänge zu nutzen.“*

Die positive Rückmeldung zum Konzept und zur Umsetzung des *Inverted Classrooms* (trotz seiner erstmaligen Umsetzung) sollte zu einer stärkeren Nutzung animieren. Dies ist vor allem vor dem Hintergrund des sowieso notwendigen Aufwandes zu sehen, der für die Transformation von Lehrveranstaltungen vom Hörsaal in den digitalen Raum einzuplanen ist.

Die zweite didaktische Herausforderung bei der Überführung klassischer Lehrformate in den digitalen Raum betraf das praktische Element, dass in eine Experimentalvorlesung mit aktivierenden Methoden überführt wurde. Hierbei stellte sich die Frage, was den Studierenden der Experimentalvorlesung besonders gut gefallen hat:

*„Definitiv, dass es sie überhaupt gab. Der praktische Bezug hat wirklich Spaß gemacht, selbst wenn er online war. Eine solche Vorlesung sollte in viel mehr Modulen durchgeführt werden.“*

*„Der Wille Experimente trotz Online-Situation möglich zu machen. Das Setting im Labor. Die Veranschaulichung von Vorlesungsinhalten am praktischen Beispiel.“*

*„Die Experimente waren sehr gut strukturiert und die Lerninhalte sympathisch vermittelt. Das Verhältnis Experiment und Erläuterung war optimal. Man konnte gut folgen und das wird noch lange im Gedächtnis bleiben. [...] Diese verschiedenen vorgeprogrammieren Kamera-Einstellungen machen tatsächlich einen Assistenten überflüssig, zeigt*

*aber auch wie gut der gesamte Ablauf im Vornherein durchdacht wurde.“*

Die Frage, was den Studierenden an der Experimentalvorlesung nicht gut gefallen hat, wurde wie folgt beantwortet:

*„Ich fand sie wirklich gut, keine Kritikpunkte.“*

*„Ich kann nichts Negatives über die Vorlesung sagen.“*

*„Der Zeitdruck, wodurch zu wenig Zeit für das Verständnis und zum Nachvollziehen blieb. Vielleicht lieber 1-2 Experimente weniger machen.“*

Die überwiegend positive Einschätzung der Studierenden rechtfertigt den deutlich höheren Zeitaufwand und die Neuplanung der Experimente für die Umsetzung im digitalen Raum. Die Experimente stellen (trotz der Durchführung durch eine Dozentin/einen Dozenten) in der Wahrnehmung der Studierenden einen Mehrwert dar und sind auch aus der Sicht des Lehrenden mit vielen wichtigen Lernzielen zu verknüpfen.

Natürlich bleibt das Erlernen von Handgriffen und das Verhalten im Labor unterrepräsentiert, doch mit Hilfe der *Audience-Response-Systeme* kann eine indirekte und direkte Einflussnahme auf die live durchgeführten Experimente genommen werden. Dadurch kamen die Studierenden unter anderem zu dem Urteil: *„Man hatte das Gefühl "live" vor Ort gewesen zu sein.“*

In diesem Zusammenhang ist zu berücksichtigen, dass viele Praktika im Ingenieurstudium ohnehin in Gruppen durchgeführt werden, was bedeutet, dass nur ein Teil der Studierenden aktiv an der Durchführung der Experimente beteiligt ist, während andere den Ablauf beobachten. Die Aufmerksamkeit der Studierenden während der Videoübertragung aufrechtzuerhalten gelang ebenfalls durch die abwechslungsreiche Durchführung der Experimentalvorlesung mit den Segmenten der Interaktion, Durchführung und Auswertung.

Dies lässt sich anhand der Bewertung des Verhältnisses von experimentellen Sequenzen zu Sequenzen zum naturwissenschaftlichen Hintergrund schlussfolgern. So wurde die Auswahl der Experimente und das Verhältnis von Experimenten zu Erklärungen von 50 % der Studierenden als sehr gut, von 33,3 % als gut, aber mit zu vielen Erklärungen, und von 16,7 %

der Studierenden als gut, aber mit zu vielen Experimenten bewertet. Die Bewertung der Beteiligung der Studierenden mittels Padlet, Chat, Umfragen und Feedback per Mikrofon wurde von 50 % der Studierenden als sehr gut und 50 % als gut bewertet.

Als Bewertung der *Audience-Response-Systeme* aus der Sicht des Vorlesenden, ist es notwendig das pädagogische Ziel im Blick zu behalten, was im vorliegenden Fall bedeutet, dass die Studierenden sich selbst Teil des experimentellen Ablaufs wahrnehmen sollten. Somit sollten die Systeme nicht im Sinne eines spaßigen und anonymen Werkzeugs eingesetzt werden, was sich als Ergebnis anderer Forschungsarbeiten gezeigt hat [13,14]. Dies wurde mit einem engen Bezug der Abfragen zum experimentellen Ablauf gewährleistet, wobei möglichst offene Fragestellungen, die zu Kommentaren oder Diskussionen anregen, formuliert wurden. Somit wurde ein rein abstimmungsorientierter Einsatz der *Audience-Response-Systeme* vermieden. Damit konnte eine hohe Beteiligung verzeichnet werden, die in vorausgehenden Präsenzveranstaltungen nicht beobachtet wurde. Dies bestätigt eine hohe Attraktivität von synchronen Vorlesungen im digitalen Raum einerseits in Abgrenzung zu Präsenzveranstaltungen und andererseits vor allem gegenüber aufgezeichneten Vorlesungen, was auch in weiteren Studien gezeigt wurde [15–17]. Hierbei sollte beachtet werden, dass Studierende gerne auf aufgezeichnete Vorlesungen zurückgreifen, um sich auf Prüfungen vorzubereiten oder verpasste Vorlesungen nachzuholen, aber dass sie in den meisten Studien den Zugang zu synchronen online Vorlesungen präferieren [16].

## 6. Lessons Learned

Abschließend lassen sich die Lektionen aus der Übertragung konventioneller Präsenzvorlesungen in den digitalen Raum unter den drei Gesichtspunkten Technik, Lehrmethodik und Studierende wie folgt zusammenfassen:

### Technik

- Externes qualitativ hochwertiges Mikrofon für klare Sprachaufzeichnung ohne Übersteuern oder Störgeräusche (z.B. auna CM600 USB - Kondensator Mikrofon)

- Flexibles und steuerbares Kamerasystem und mehrere Mikrofone (z.B. Logitech Group) oder Lavaliermikrofon für Experimentalvorlesungen bieten Bewegungsfreiheit und Abwechslung für Zuschauer
- Sprechpausen bei Folienwechsel in PowerPoint, damit alle Kommentare vollständig abgespielt werden
- Videos per Upload auf Videocampus Sachsen hochgeladen und in den OPAL-Kurs eingebunden, bieten Studierenden höchste Plattformkompatibilität (besser als vertonte (und ggf. passwortgeschützte) PowerPoint-Präsentationen)
- Begrenzung der Onlinetools auf einen asynchronen Kommunikationskanal (z.B. gemeinsame digitale Pinnwand) und einen synchronen Kommunikationskanal (z.B. Chat oder Abstimmung) dient der Übersicht und Fokussierung auf didaktisch zweckmäßigen Einsatz
- Weniger ist mehr ... Konzentration auf Methoden, Formate und Techniken, die einem selber Freude bereiten, das überträgt sich auch im digitalen Raum auf Studierende.

#### Lehrmethodik

- Aufschieben des Hörens von asynchron bereitgestellten Vorlesungen durch Aufgaben (Lernerfolgsfragen z.B. mit Onyx oder zeitnahe und regelmäßige Konsultationen mit gezielten Verständnisfragen) vermeiden
- Synchrone Veranstaltungen fördern die kontinuierliche Beschäftigung mit Lehrinhalten
- Studierende bei Konsultationen mit Aufgaben konfrontieren, die Reaktionen erfordern – Kein: „Gibt's Verständnisfragen?“
- Forum zur gegenseitigen Hilfe unter den Studierenden eignet sich nicht für kleine Gruppen (hier: 20 Studierende)
- Aufgaben/Selbstlernaufträge im *Inverted Classroom* sehr genau formulieren
- Stoffmenge überprüfen/reduzieren
- Zeigen statt sagen (in Vorlesung und mit Experimenten, auch im digitalen Raum) oder noch besser:
- Selbst erarbeiten lassen und gemeinsam erklären statt präsentieren.

#### Studierende

- *Inverted Classroom* bedeutet spürbar höheren Aufwand für Studierende – dies muss beachtet und gewürdigt werden (Selbstlernaufgaben als Ausgangspunkt in Lehrveranstaltungen).
- Digitale Experimentalvorlesungen können trotz reiner Demonstration einen unmittelbaren Blick auf das Geschehen ermöglichen, was als „näher am Ort des Geschehens sein“ wahrgenommen werden kann.
- Mitarbeit steigt, wenn zuvor Gruppen aktiviert werden (gemeinsame Pinnwand oder geteiltes „Whiteboard“)
- Sehr gute Prüfungsergebnisse bestätigen intensive Auseinandersetzung mit asynchron bereitgestellten Materialien
- Engagement und Offenheit wird honoriert, womit noch optimierbare Konzepte toleriert werden.
- Studierende empfehlen im Umgang mit Erstsemestler:innen in rein digitalen Semestern: „*INFORMATIONEN sind das wichtigste*“, „*zur digitalen Durchführung empfehle ich (...) wöchentliche Live-Konferenzen*“ und „*unterstützen Sie den Austausch von Telefonnummern und Email-Adressen*“.

#### **7. Fazit**

Zusammenfassend lässt sich die Kombination aus einem Lehrkonzept, dass auf den digitalen Raum angepasst ist, und den entsprechenden technischen Rahmenbedingungen als Fundament für eine gelungene Onlinelehre bewerten. Hierbei helfen aktivierende Methoden, um die Distanz zwischen den Dozent:innen und den Studierenden sowie auch die Distanz zwischen den Studierenden zu überwinden und die Kommunikationsbereitschaft zu erhöhen. Die Umsetzung mit *Audience-Response-Systemen* sollte dem jeweiligen Lernziel folgen, was mit konkreten aber offenen Fragen oder Aufgaben umgesetzt werden kann.

Die Aktivierung der Studierenden im Rahmen des *Inverted Classroom* erfordert eine konzeptionelle Überarbeitung der Lehrveranstaltungen, kann aber die Lernbereitschaft über das Semester fördern und stimuliert das Hinterfragen von Lehrinhalten durch eigenständig erarbeitete Vorkenntnisse.

Im Ergebnis scheint es so, dass statt der vollständigen Überführung von Präsenz-Lehre in ein starres Online-Konzept, eine Kombination aus verschiedenen Vorlesungskonzepten im digitalen Raum besonders empfehlenswert ist. Auf diese Weise können viele Lerntypen angesprochen bzw. Veranstaltungsvorlieben berücksichtigt werden und die Flexibilität erlaubt die Anpassung der Veranstaltung an die Komplexität, Aktualität und Zugänglichkeit der zu vermittelnden Inhalte.

Zukünftig scheint die Kombination verschiedener Lehrveranstaltungs-konzepte und Kommunikationsformen durchaus von einem großen Teil der Studierenden bevorzugt zu sein, wobei abschließend auf den hohen Stellenwert der Präsenz-Lehre zu verwiesen ist (Abb. 7).

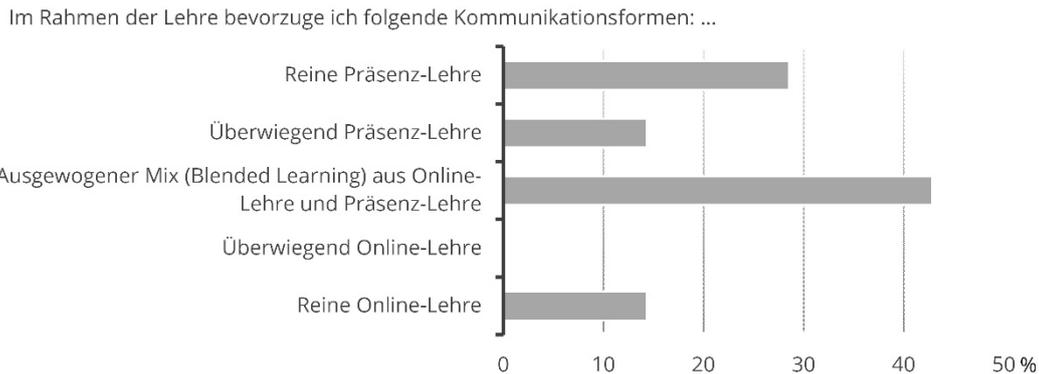


Abb. 7: Evaluationsergebnis zur Online-Lehre versus Präsenz-Lehre im Modul Dentale Werkstoffe nach Durchführung des dreiteiligen Vorlesungskonzeptes

## Danksagung

Im Rahmen der Lehrveranstaltungsplanung danke ich Herrn Professor Dr. Hans-Peter Wiesmann, Herrn Dr. Thomas Hanke, Frau Dr. Ute Bergmann und Frau Dr. Christiane Heinemann für die kollegiale Unterstützung und den regen Austausch. Frau Celine Guder danke ich für die Unterstützung bei der Lehrveranstaltungs-durchführung.

## Literatur

- [1] A. Roehl, S.L. Reddy, G.J. Shannon, The Flipped Classroom: An Opportunity To Engage Millennial Students Through Active Learning Strategies, *J. Fam. Consum. Sci.* 105 (2013) 44–49. <https://doi.org/10.14307/jfcs105.2.12>.
- [2] N.T.T. Thai, B. De Wever, M. Valcke, The impact of a flipped classroom design on learning performance in higher education: Looking for the best “blend” of lectures and guiding questions with feedback, *Comput. Educ.* 107 (2017) 113–126. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2017.01.003>.
- [3] M.J. Lage, G.J. Platt, M. Treglia, Inverting the classroom: A gateway to creating an inclusive learning environment, *J. Econ. Educ.* 31 (2000) 30–43. <https://doi.org/10.1080/00220480009596759>.
- [4] E.A. Van Vliet, J.C. Winnips, N. Brouwer, Flipped-class pedagogy enhances student metacognition and collaborative-learning strategies in higher education but effect does not persist, *CBE Life Sci. Educ.* 14 (2015) 1–10. <https://doi.org/10.1187/cbe.14-09-0141>.
- [5] J. Conklin, A Taxonomy for Learning, Teaching, and Assessing: A Revision of Bloom’s Taxonomy of Educational Objectives, *Educ. Horizons.* 83 (2021) 154–159. <http://www.jstor.org/stable/42926529>.
- [6] B.S. Bloom, D.R. Krathwohl, B.B. Masia, Bloom taxonomy of educational objectives, in: Allyn and Bacon, Pearson Education, 1984.
- [7] 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>.
- [8] C. Klümper, J. Neunzehn, U. Wegmann, B. Kruppke, U. Joos, H.-P.H.P. Wiesmann, Development and evaluation of an internet-based blended-learning module in biomedicine for university applicants -- Education as a challenge for the future --, *Head Face Med.* 12 (2016) 1–8. <https://doi.org/10.1186/s13005-016-0112-2>.
- [9] R.H. Kay, A. LeSage, A strategic assessment of audience response systems used in higher education, *Australas. J. Educ. Technol.* 25 (2009) 235–249. <https://doi.org/10.14742/ajet.1152>.
- [10] F. Bry, V. Gehlen-Baum, A. Pohl, Promoting Awareness and Participation in Large Class Lectures: the Digital Backchannel Backstage, *IADIS Int. Conf. e-Soc-*

- ciety 2011. (2011) 27–34. <http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/summary?doi=10.1.1.225.7804>.
- [11] D. DeWitt, N. Alias, Z. Ibrahim, N.K. Shing, S.M.M. Rashid, Design of a Learning Module for the Deaf in a Higher Education Institution Using Padlet, *Procedia - Soc. Behav. Sci.* 176 (2015) 220–226. <https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2015.01.464>.
- [12] D. Dewitt, N. Alias, S. Siraj, Collaborative learning: Interactive debates using Padlet in a higher education institution, *Turkish Online J. Educ. Technol.* 2015 (2015) 88–95.
- [13] K.C. Good, Audience Response Systems in higher education courses: A critical review of the literature, *Int. J. Instr. Technol. Distance Learn.* 10 (2013) 23–38.
- [14] R. Wood, S. Shirazi, A systematic review of audience response systems for teaching and learning in higher education: The student experience, *Comput. Educ.* 153 (2020) 103896. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2020.103896>.
- [15] S. Cardall, E. Krupat, M. Ulrich, Live Lecture Versus Video-Recorded Lecture: Are Students Voting With Their Feet?, *Acad. Med.* 83 (2008) 1174–1178. <https://doi.org/10.1097/ACM0b013e31818c6902>.
- [16] A. Karnad, Student use of recorded lectures, London, 2013. [http://eprints.lse.ac.uk/50929/1/Karnad\\_Student\\_use\\_recorded\\_2013\\_author.pdf](http://eprints.lse.ac.uk/50929/1/Karnad_Student_use_recorded_2013_author.pdf).
- [17] D.C. Simcock, W.H. Chua, M. Hekman, M.T. Levin, S. Brown, A survey of first-year biology student opinions regarding live lectures and recorded lectures as learning tools, *Adv. Physiol. Educ.* 41 (2017) 69–76. <https://doi.org/10.1152/advan.00117.2016>.





# Digitale Lehre und Prüfung im Grundlagenfach Maschinenelemente

T. Rosenlöcher\*, B. Schlecht

*Lehrstuhl Maschinenelemente, Institut für Maschinenelemente und Maschinenkonstruktion, Fakultät Maschinenwesen,  
Technische Universität Dresden*

## Abstract

In Vorlesungen, Übungen und auch Praktika steht neben der Vermittlung von Wissen mit Hilfe von Tafelbildern, Folien und Präsentationen das kontinuierliche Einholen einer Rückmeldung von den Studierenden im Mittelpunkt, über die man als Lehrender bewerten kann, inwieweit die Ausführungen durch die Zuhörer auch verstanden wurden. Im Seminarraum ist dies ohne Einschränkungen möglich. Bei großen Vorlesungen können in den meisten Fällen nur die ersten Reihen für ein solches Feedback einbezogen werden. In drei Semestern der Lehre über verschiedene digitale Wege musste schlagartig akzeptiert werden, dass eine Rückmeldung zu den Lehrveranstaltungen nicht direkt und zumeist erst mit Evaluationen am Ende des Semesters durch die Studierenden gegeben werden. Die Überführung bewährter Lernkonzepte in einen Lehrbetrieb ohne Präsenzunterricht unter den ungünstigen zeitlichen wie auch technischen Randbedingungen erforderte enorme Anstrengungen, erwies sich jedoch auch als eine wirksame Antriebskraft, die Art und Weise zu Lehren und die Bedürfnisse der Studierenden aus einem anderen Blickwinkel zu sehen.

In lectures, exercises and practical courses, the focus is not only on imparting knowledge with the help of blackboards, slides and presentations, but also on continuously obtaining feedback from the students, which the teacher can use to assess the extent to which the audience has understood the explanations. This is possible without restrictions in the seminar room. In large lectures, in most cases only the first rows can be included for such feedback. In three semesters of teaching via various digital channels, it had to be abruptly accepted that feedback by the students on courses is not given directly and mostly only with evaluations at the end of the semester. The transfer of proven learning concepts into a teaching mode without face-to-face teaching under the unfavourable time as well as technical boundary conditions required enormous efforts, but also proved to be an effective driving force to see the way of teaching and the needs of the students from a different perspective.

\*Corresponding author: [thomas.rosenloecher@tu-dresden.de](mailto:thomas.rosenloecher@tu-dresden.de)

## 1. Einleitung

Lehren ohne Hörsaal und Seminarraum über die Dauer mehrerer Semester! Diese Herausforderung stand vor dem Frühjahr des Jahres 2020 nie zur Diskussion. Wie auch in vielen anderen Kursen, bedarf die Vermittlung des Lehrinhaltes im Präsenzstudium eines abgestimmten Konzeptes zwischen Vorlesungen, Übungen und gegebenenfalls Praktika, was aufgrund der begrenzten zeitlichen Kapazitäten auch nicht immer gelingt. Die plötzliche Notwendigkeit, bewährte Unterrichtsformen in kürzester Zeit in einem vollkommen neuen Format bereitzustellen und dabei nur die vorhandenen und nicht dafür vorgesehenen technischen Möglichkeiten zu nutzen, erforderte im Frühjahr 2020 eine vollständige Umstellung des ansonsten gut eingespielten Semesterablaufes.

## 2. Das Studienjahr in Präsenz

Im zweiten Studienjahr werden den fast 500 eingeschriebenen Studentinnen und Studenten des Studienganges Maschinenbau im Rahmen der Vorlesungen (3 SWS) und Übungen (2 SWS) die Grundlagen im Fach Maschinenelemente vermittelt. Aufbauend auf der Festigkeitslehre lernen die Studierenden das Vorgehen zur Gestaltung und Dimensionierung von Wellen, Welle-Nabe-Verbindungen, Schrauben, Federn, Kupplungen, Wälzlagern, Gleitlagern und Verzahnungen kennen (Abb. 1).

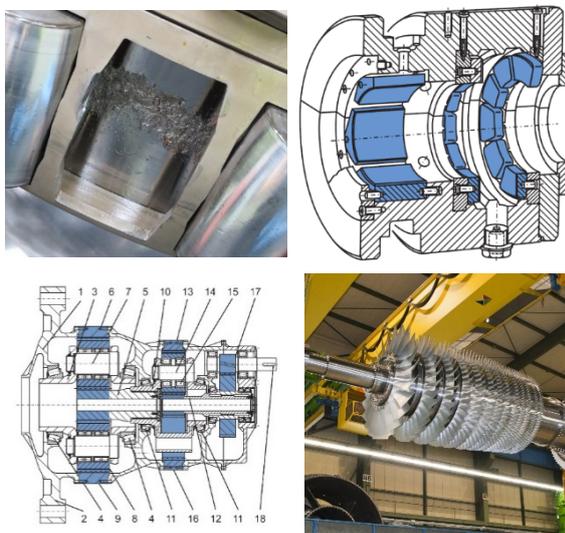


Abb. 1: Maschinenelemente – Einsatzbeispiele

Mit Hilfe von Präsentationen wird der Lehrinhalt den Studierenden erläutert und die Folien werden bei Bedarf durch Anmerkungen und Skizzen ergänzt. Die Unterlagen zur Vorlesung stehen in dem Lernmanagementsystem OPAL zum Herunterladen bereit. In den einzelnen Themengebieten wird anhand von verschiedenen Anwendungsbeispielen fortwährend der Bezug zur praktischen Anwendung des Erlernen hergestellt.

In den wöchentlichen Übungen werden die Auslegung und die Nachrechnung von Maschinenelementen anhand von verschiedenen Aufgaben und Anschauungsobjekten zu Beginn jeder Stunde ausführlich durch Mitarbeiter des Lehrstuhls erklärt und durch die Studierenden selbstständig mit Hilfe der Übungsleiter und Tutoren geübt (Abb. 2).



Abb. 2: Modell eines einstufigen Getriebes

Dabei dienen die Mitschriften der Studierenden zur Dokumentation des Lösungsweges, zur Prüfungsvorbereitung und zur Bearbeitung der Prüfungsaufgaben, da die Unterlagen während des Rechenteils der Prüfung genutzt werden können. Bei der Erläuterung der Übungsaufgaben werden die einzelnen Arbeitsschritte daher sukzessiv erklärt und aufgeschrieben, so dass beim eigenständigen Berechnen der Lösungen die Handhabung der Normen und Richtlinien geübt und die Ergebnisse dokumentiert werden können. Für die Übungen werden die 14 Seminargruppen in 12 Übungsgruppen eingeteilt, so dass Tutoren und Übungsleiter auf individuelle Fragestellungen der Studierenden eingehen können. In den Übungen erfolgt auch die Betreuung des Semesterbeleges, in dem die Studierenden

selbständig auf Grundlage der zu berechnenden Lasten verschiedene Maschinenelemente auslegen, erforderliche Normteile auswählen und in einer Baugruppe zusammenführen müssen. Am Ende des Studienjahres sind dann technische Freihandzeichnungen und CAD-Zeichnungen der Baugruppe und der Einzelteile sowie die Berechnungsunterlagen einzureichen.

Ergänzend zu den Vorlesungen und Übungen, wird in jedem Sommersemester das Vorrechnen angeboten. In neun Veranstaltungen werden weitere Übungsaufgaben für alle Studierenden im Hörsaal Schritt für Schritt gelöst und der Rechenweg sowie die Handhabung von Formeln, Tabellen und Schaubildern ausführlich erläutert (Abb. 3). Auch die während der Lehrveranstaltung selbständig erstellten Mitschriften sollen als Grundlage und zur Vorbereitung der Prüfung dienen.



Abb. 3: Vorrechnen im Fach Maschinenelemente

Für die Studiengänge Mechatronik, Regenerative Energiesysteme, Wirtschaftswissenschaft und Textil- und Konfektionstechnik wird der Lehrinhalt des Faches Maschinenelemente in komprimierter Form vermittelt. Dazu werden wöchentliche Vorlesungen und Übungen angeboten. Die Vorkenntnisse der Studierenden sind in Abhängigkeit von der Studienrichtung teilweise verschieden und der Lehrumfang, den die Studierenden des Maschinenbaus über die Dauer von zwei Semestern erlernen, muss in stark gekürzter Form in nur einem Semester vermittelt werden. Daraus ergibt sich vor allem für die Übungen die Notwendigkeit, das Vorgehen zum Lösen der Aufgaben systematisch zu lehren.

Die Studierenden der Studienrichtung Allgemeiner und Konstruktiver Maschinenbau belegen im 5. Semester das Modul „Mechanische

Antriebe“. In dem Modul sind mit der Prüfungsordnung 2019 das Fach Antriebselemente und der Konstruktionsbeleg zusammengefasst. Im Rahmen von wöchentlichen Vorlesungen und 6 Übungen erlernen die Studierenden im Fach Antriebselemente die Grundlagen zur Gestaltung, Auslegung und Berechnung von Umlaufrädergetrieben, speziellen hochübersetzenden Getrieben, mehrstufigen Getrieben, Hüllgetrieben, stufenlosen Getrieben und Schaltgetrieben (Abb. 4). Die zweite Modulleistung erlangen die Studierenden durch die Anfertigung einer Belegarbeit, in der sie ein komplexes Antriebssystem dimensionieren und konstruktiv umsetzen. Die wöchentlichen Konsultationen dienen zur Belegausgabe, der Vermittlung des Vorgehens zur Bearbeitung und der individuellen Diskussion von Lösungsansätzen mit den Studierenden.



Abb. 4: Stirn- und Planetenradgetriebe

Ergänzend bietet der Lehrstuhl den Studierenden des 5. Semesters in den Modulen „Erweiterte Grundlagen im Maschinenbau“ und „Grundlagen der Verbrennungsmotoren und Antriebssysteme“ die Vorlesung Antriebssysteme an. In den wöchentlichen Veranstaltungen werden das Zusammenwirken von An- und Abtriebsmaschinen, die Eigenschaften und Einsatzmöglichkeiten unterschiedlicher Kupplungsarten und die Möglichkeiten der Schwingungsanalyse den Studierenden vermittelt (Abb. 5). Die Anwendbarkeit des im Studium bereits erlernten Wissens auf verschiedene Fragestellungen der Antriebstechnik und die Möglichkeiten der Dimensionierung von Antriebsstrangkomponenten mit Hilfe händischer Berechnungen werden den Studierenden in Vorrechnenübungen während der regulären Vorlesungszeiten vorgestellt. Neben der Betreuung der Studierenden in den aufgeführten Lehrveranstaltungen begleiten die Mitarbeiter des Lehrstuhls im Jahr durchschnittlich

20 Projektarbeiten im Fachpraktikum, 10 Projektarbeiten im Forschungspraktikum und 20 Diplomarbeiten.



Abb. 5: „Antriebssystem“ Schaufelradbagger

### 3. Online-Lehre über drei Semester

Im Winter- und Sommersemester werden durch den Lehrstuhl Maschinenelemente im regulären Lehrbetrieb Vorlesungen im Umfang von 9 bzw. 11 Semesterwochenstunden und die Übungsbetreuung in 33 bzw. 29 Semesterwochenstunden angeboten. Mit Rücksicht auf die zeitlichen und technischen Möglichkeiten der Studentinnen und Studenten und mit dem Ziel, den vollumfänglichen Lehrinhalt in allen Kursen anzubieten, werden im Laufe der Semester alle Materialien zu den Lehrveranstaltungen rechtzeitig über OPAL zur Verfügung gestellt. Informationen zu den Lehrveranstaltungen werden vor jeder Vorlesungswoche über OPAL an die Studierenden gesendet und stehen über das gesamte Semester auch im OPAL zur Verfügung. Die Durchführung der Lehre unter den geänderten Randbedingungen soll im Folgenden für die verschiedenen Lehrveranstaltungen näher erläutert werden.

Für die Vermittlung des Lehrinhaltes im Rahmen der Vorlesung Maschinenelemente und Antriebssysteme ist es sehr hilfreich, dass alle Vorlesungsunterlagen bereits als PowerPoint Folien vorliegen und damit die Grundlage für die digitale Lehre in diesen Fächern bilden können. In der Vorlesung im Fach Antriebselemente dienen die handschriftlichen Skripte aus dem Wintersemester 2019/20 als Vorlage. In Abhängigkeit vom Inhalt der Veranstaltung sind Abschnitte in unterschiedlichem Umfang in der Vorlage nicht enthalten, um ein besseres

Verständnis für komplizierte Sachverhalte durch ein selbstständiges Mitschreiben zu erzielen. Diese Mitschriften werden den Studierenden vor der Vorlesung zur Verfügung gestellt und in den Veranstaltungen dann die bereits vorhandenen Passagen präsentiert, diskutiert und fehlende Formeln, Diagramme und Texte ergänzt. Neben den Mitschriften werden Sachverhalte mit Hilfe von Modellen und einem Visualizer sowie durch Videos und Präsentationen erläutert (Abb. 6 bis 8). Im Gegensatz zum Sommersemester 2020, in dem die Vorlesungen als vertonte PowerPoint Präsentationen über OPAL zur Verfügung gestellt wurden, finden seit dem Wintersemester 2020/21 alle Vorlesungen in GoToMeeting mit dem Videobild des jeweiligen Dozenten statt. Die Aufzeichnung der Lehrveranstaltungen kann direkt in GoToMeeting komfortabel und gut komprimiert erfolgen. Die Videos zu den Vorlesungen werden nach der Konvertierung im VideoCampus im Laufe der aktuellen Woche im OPAL veröffentlicht. Die Folien zu den Vorlesungen können als PDF-Datei im OPAL zusätzlich heruntergeladen werden.



Abb. 6: Aufzeichnung der Übungsanleitung im Sommersemester 2020

Die Anzahl der Teilnehmer während der regulären Veranstaltungszeiten entspricht etwa 30 bis 50 % der im OPAL eingeschriebenen Studierenden, jedoch werden die Mitschnitte der Vorlesungen im VideoCampus intensiv genutzt. Fragen und Hinweise während der Vorlesungen über den Chat sind eher selten, ausgenommen es treten technische Schwierigkeiten auf. Vor allem zu Beginn 2021 war dies bei

der Nutzung von GoToMeeting der Fall. Verbindungsabbrüche, schlechte Ton- und auch Bildqualität erlaubten zeitweise keinen reibungslosen Ablauf der Lehrveranstaltung. Zum Ende des Semesters und im Sommersemester traten die beschriebenen Probleme aber nur noch sporadisch auf und störten den Lehrbetrieb kaum.



Abb. 7: Modell zur Veranschaulichung unterschiedlicher Planetenradgetriebe

Zum selbständigen Bearbeiten der Übungsaufgaben im Fach Maschinenelemente wird den Studierenden zu Beginn jeder Woche ein Video bereitgestellt, in dem Schritt für Schritt das Vorgehen zum Lösen der Fragestellung erläutert ist. Die im Sommersemester zur Aufzeichnung genutzte und als Visualizer umfunktionierte Videokamera inklusive Beleuchtung wurde durch ein beschreibbares Convertible ersetzt und die Videos mit OBS aufgezeichnet (Abb. 6). Die Nachbearbeitung der Videos dient zur Beseitigung von Versprechern und ermöglicht den zeitlichen Umfang der Anleitung einzukürzen. In den Konsultationen zum Fach Maschinenelemente werden die Fragen zu den Anleitungsvideos durch mehrere Mitarbeiter und Tutoren zu den regulären Veranstaltungszeiten beantwortet.

Die Studierenden hoben die lockere Stimmung in den Konsultationen bei gleichzeitig guter fachlicher Betreuung hervor, kamen mit den Videoanleitungen größtenteils gut zurecht, wünschten sich aber auch die Bereitstellung der Videos bereits vor der eigentlichen Vorlesungswoche, individuellere Betreuung in kleineren Gruppen und das Hintergrundwissen

zur Übung bereits in der Vorlesung gehört zu haben.

Zur Übung im Fach Antriebsselemente werden ebenfalls Anleitungsvideos und Konsultationen angeboten. In der ersten Hälfte der Konsultation haben die Studierenden Zeit, sich das Anleitungsvideo anzuschauen und dabei bereits Ihre Fragen zu stellen. Im zweiten Teil werden die Lösungen zu den Aufgaben vorgestellt und weitere Fragen zum Lösungsweg diskutiert. Die digitale Umsetzung der Lehre im Fach Antriebsselemente wurde von den Studierenden positiv bewertet, gleichzeitig aber auch der Wunsch geäußert, Unterlagen und Videos mit mehr Vorlaufzeit herunterladen zu können.

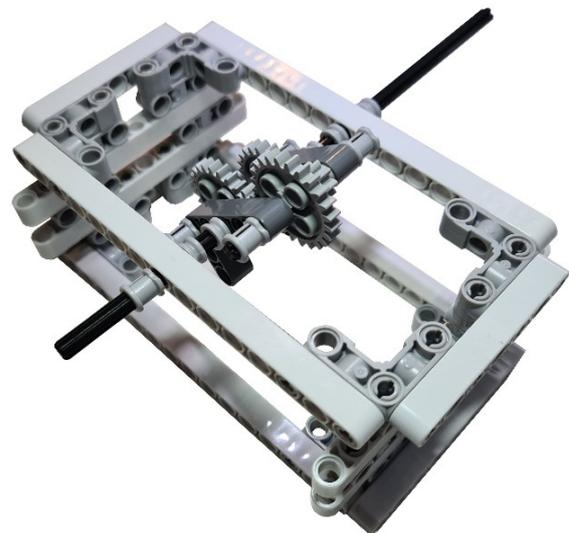


Abb. 8: Modell zur Erläuterung der Selbsthemmung

Zum Konstruktionsbeleg und zu den Belegen in Maschinenelemente und Konstruktionslehre werden ebenfalls Konsultationen angeboten und im OPAL jeweils Foren zur Diskussion von Fragen zum Beleg eingerichtet. Auch wenn eine höhere Teilnehmerzahl wünschenswert und zum Erreichen besserer Ergebnisse sicher hilfreich wäre, werden zu den Abgabeterminen verhältnismäßig viele Belege abgegeben.

#### 4. Leistungskontrolle und Prüfungen in Präsenz und Online

Am Ende des Sommersemesters werden im Rahmen der Übung und zur Vorbereitung der Prüfung die vermittelten Lehrinhalte durch

eine Leistungskontrolle abgefragt. Die Prüfung mit einer Dauer von 4 Stunden besteht aus zwei Teilen. In den ersten zwei Stunden müssen die Studierenden ohne Unterlagen eine technische Zeichnung anfertigen und Fragen zum Lehrinhalt beantworten. Im zweiten Teil der Prüfung können dann alle Unterlagen zum Lösen der gestellten Berechnungsaufgaben verwendet werden.

Nach anfänglichen Bedenken gegenüber einer digitalen Durchführung der Leistungskontrolle und Prüfung und den ersten Versuchen, einen Test in OPAL aufzusetzen, waren vor allem die Möglichkeiten der automatisierten Korrektur ausschlaggebend, die Leistungskontrolle digital durchzuführen. Durch die Beteiligung aller Mitarbeiter bei der Formulierung der Fragen, entstand eine umfangreiche Aufgabensammlung, die als Grundlage für die Erstellung der Leistungskontrolle diente. Bei der Durchführung des Tests zum ersten Termin im Sommersemester 2020 ergaben sich vielfältige Probleme. Diese waren zum Teil auf die Überlastung des Systems, aber auch auf fehlerhafte Einstellungen und die erteilten Zugangsberechtigungen zurückzuführen. Die zweite Leistungskontrolle verlief nach den gesammelten Erfahrungen des ersten Versuches nahezu problemlos, so dass die Vorbereitungen zur digitalen Prüfung im Sommersemester 2020 anliefen.

In der verkürzten dreistündigen Prüfung mussten die Studierenden händisch Zeichnungen erstellen, digitalisieren und in OPALexam hochladen, Fragen beantworten und Berechnungsaufgaben lösen. OPALexam war bei der Durchführung der Prüfung überlastet, eine Bedienung im Browser war nur mit Verzögerungen möglich und Prüfungsleistungen wurden zum Teil nicht abgespeichert. Eine eher misslungene digitale Prüfung beendet damit eine recht gut gelungene Vorlesungszeit im Sommersemester 2020.

Nach den negativen Erfahrungen in der vorangegangenen Prüfungsperiode und den Diskussionen zu gerechten Prüfungsbedingungen während der ersten „Lessons Learned“ Konferenz, war zu Beginn des Wintersemesters 2020/21 die nochmalige Durchführung von Prüfungen in OPALexam nicht vorgesehen. Der Aufwand zur Vorbereitung der Prüfungen

und die enormen technischen Schwierigkeiten bei der Durchführung konnten aus damaliger Sicht die Zeitersparnis bei der Bewertung nicht aufwiegen.

Da zum Jahreswechsel nicht abzusehen war, ob eine Durchführung von Präsenzprüfungen überhaupt möglich ist, musste die Entscheidung zur Prüfungsdurchführung dann doch revidiert werden. Mit Hilfe engagierter Mitarbeiter wurden vier digitale Prüfungen mit einer Prüfungsdauer von 60, 90, 120 und 180 min neu erarbeitet bzw. vorhandene Fragen überarbeitet und konnten fristgerecht dem ZiLL zur Überprüfung freigegeben werden. Zu drei der vier Prüfungen wurden Probeklausuren ohne Terminbindung angeboten. Die Studierenden konnten frei wählen, wann Sie den Test zum Prüfen der eigenen technischen Voraussetzungen und zum Kennenlernen der verschiedenen Antwortmöglichkeiten durchführen. Im Fach Antriebsselemente wurde eine Probeklausur zum angebotenen Termin in OPALexam durchgeführt und parallel in BigBlueButton betreut. Sowohl die Art der Fragestellungen in dem Multiple-Choice-Test wie auch die Eingabemöglichkeiten in den Berechnungsaufgaben sollten die Studierenden im Rahmen des Tests kennenlernen. Rückmeldungen zu Problemen bei der Testdurchführung gab es nicht, die Möglichkeit der Probeklausur wurde aber auch nicht von allen eingeschriebenen Studierenden wahrgenommen.

Bei der Durchführung der Prüfungen in OPALexam gab es in der Prüfungsperiode im Wintersemester 2020/21 nahezu keine technischen Schwierigkeiten. Nur wenigen Studierenden musste nach Verbindungsproblemen ein Neustart des Tests ermöglicht werden. Die Betreuung der Prüfung erfolgte in kleineren Gruppen mit Hilfe von BigBlueButton und im Notfall über Telefon. Beschwerden zur Prüfung gab es bzgl. der verfügbaren Zeit zur Bearbeitung von Fragen. Diese reichte nicht aus, um alle Fragen in den Unterlagen nachzuschlagen. Eine Vielzahl von Studierenden, die bereits im letzten Semester Erfahrungen mit digitalen Prüfungen sammeln konnten, schienen aber gut mit den Aufgaben zurechtzukommen, das Hochladen von Zeichnungen funktionierte gut und die Notenverteilung ist mit Prüfungen in Präsenz vergleichbar.



# Gestaltungsmöglichkeiten für online Unterricht bei der Montage biegeweicher Materialien

Y. Kyosev

<sup>1</sup> Professur Entwicklung und Montage von textilen Produkte, Institut für Textilmaschinen und Textile Hochleistungswerkstofftechnik (ITM), Fakultät Maschinenwesen, TU Dresden

## Abstract

In diesem Beitrag wird ein Erfahrungsbericht über die Umsetzung der Online-Lehre und eine konkrete Aufgabenstellung während des COVID-Semesters in den Jahren 2020 und 2021 vorgestellt. Die Montage von flexiblen Materialien beinhaltet viele manuelle Tätigkeiten, die bisher von den Studierenden während der Praktika selbst durchgeführt werden konnten. Gezeigt werden zwei Aufgaben zur Online-Unterstützung der Lehre durch die Programmierung einer 3D-Visualisierung der Stichtypen und der Dokumentation der Montagevorgänge durch Video oder Bild- und Textreihen. Die Erfahrungen zeigten, dass diese Visualisierungsvarianten den Personalaufwand etwas reduzieren können, aber das Mitführen eines Abspielgerätes (Tablet) von jedem Studenten während des Praktikums erfordern. Die Erfahrungen aus den beiden Aufgaben sollen auch für die Zukunft genutzt werden, um den Studenten mehr eigenständige Aufgaben anzubieten.

This paper presents an experience report on the implementation of online teaching and a concrete task during the COVID semester in 2020 and 2021. The assembly of flexible materials involves many manual operations, which until now could be performed by the students themselves during the practical courses. Shown are two tasks for online support of teaching by programming 3D visualisation of stitch types and documentation of assembly operations by video or series of images and texts. The experience showed that these visualisation variants can reduce the staff input a little, but require carrying a playback device (tablet) from each student during the practical. The experiences from the two tasks will also be used for the future to offer the students more independent tasks.

\*Corresponding author: [yordan.kyosev@tu-dresden.de](mailto:yordan.kyosev@tu-dresden.de)

## 1. Einführung

In der Veranstaltung "Maschinen und Verfahren der Konfektionstechnik" lernen die Studenten die Funktionsweise und die Konstruktion der Maschinen zum Fügen von biegeweichen Materialien. Während die Nicht-eingeweihten der Konfektionstechnik nur das Nähen von billigen T-Shirts verstehen, wissen die Fachleute, dass die wissenschaftliche Aufbereitung dieses Faches ein multidisziplinäres tieferes Wissen aus mehreren Fächern erfordert. Die Optimierung eines Nähprozesses für die Verbindung von Bauteilen aus Hochleistungsfasern, sowie das automatische Nähen menschlicher Haut fängt mit der kinematischen Analyse von Getrieben mit komplexen räumlichen Bewegungen an. Die Bewegungsgesetze sind dann nur der erste Schritt für die Analyse der Interaktion zwischen den Maschinenelementen und dem bewegten viskoelastischen eindimensionalen Material – der Nähfaden, der 100 mal in der Sekunde gezogen, dann gebogen, geknickt, durch Reibung erhitzt und am Ende wieder entspannt wird.

Auch komplex ist die Gestaltung der textilen Montage – die biegeweichen Stoffe müssen für einzelne Prozesse an den richtigen Stellen gefaltet werden, dann als mehrere Lagen an der Maschine zusammen geführt und danach umgefaltet, aufgedreht, thermofixiert usw. werden. Bevor ein Ingenieur so einen Prozess zu robotisieren oder zumindest teilweise zu automatisieren anfängt, müssen erstmal diese Schritte vollständig verstanden sein. In den vor-Covid Zeiten im Präsenz-Betrieb wurden diese Fähigkeiten als praktische Übungen direkt an den Näh- und Schweißmaschinen und den Bügelautomaten beigebracht. Wie schon Aristoteles wusste [2] und die Pädagogen bestätigen – die Wahrscheinlichkeit des Behaltens beim Selbermachen liegt bei 90%, weil hierbei gleichzeitig mehrere Kanäle – Sehen, Hören, Tasten angesprochen werden.

Diese Arbeit stellt einige Probleme vor, die bei der Vorbereitung von einzelnen Inhalten für das Distanz-Selbstlernen, welches nötig war um die Präsenzzeiten und die Anzahl der Personen in den Laboren im Rahmen der zulässigen Begrenzungen zu halten, aufgetreten sind.

## 2. Typische Aufgaben

Eine der Aufgaben der Montage ist das Erlernen der Fadenüberkreuzungen (Stichtypen). Neben dem meist bekannte Doppelsteppstich, der auf Haushaltsnäähmaschinen läuft und auch für Verbindungsnahte in der Industrie überwiegend eingesetzt wird, gibt es noch zahlreiche komplexere Stichtypen, unterteilt in mehreren Klassen. In Abb. 1 ist z.B. ein Überdeckkettenstich, so wie in den üblichen Büchern, dargestellt.

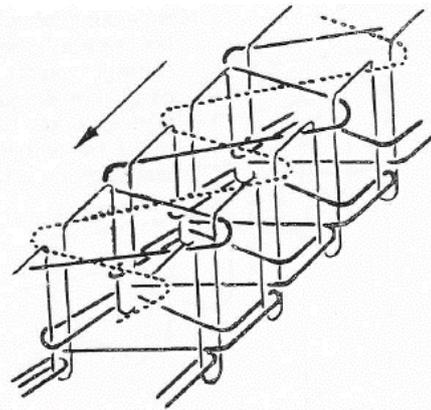


Abb. 1: Überdeckkettenstich [1]

Sitzt man auf der Nähmaschine und erzeugt an dieser selber diesen Stichtyp, sind die Bewegungen der einzelnen Organe klar und auch das Endprodukt von oben und unten sichtbar. Der gleiche Effekt ist schwer durch eine Zeichnung zu erzielen.

Die Hauptaufgabe des Praktikums ist das Erlernen des Zusammennähens eines ganzen Produktes wie z.B. Hemd, Laptop Tasche, Sitzbezug oder ähnliches. Bei dieser Aufgabe muss eine längere Reihenfolge von räumlichen Bewegungen beider Hände mit mindestens je 3 deren Finger und deren Zusammenspiel mit Stoffen und Maschinenerfolgen. Dies wird im Präsenzbetrieb durch "zeigen" und "wiederholen lassen" realisiert.

## 3. Basis für die Implementierung Dokuwiki – das "Lernstudio"

OPAL ist ein mächtiges Tool für Regelung des Zugangs zu einem Stoff und Datenspeicher. Die eingebauten Wikis und Lernmodule waren zu Beginn der COVID-Zeit nicht für serielle Bearbeitung von großen Mengen von Bildern und

Materialien geeignet. Um auf das Semester "Lehre ohne Hörsaal" immer noch zeitlich gut vorbereitet zu sein, kam nach mehrwöchigen Kampf mit Opal die spontane Entscheidung des Autors, auf dem Webspaces der Professur, welche als ein DokuWiki [3] läuft, ein zweites Wiki zu installieren und dort die Inhalte zu gestalten. Somit wurde das "Lernstudio der Professur Entwicklung und Montage von textilen Produkten" geboren.

Warum Dokuwiki als Wiki? Die Entscheidung wurde schon vor Jahren, auf Basis der Wikimatrix [4] und Tests mit MediaWiki, TWiki, PHP Wiki, WordPress und Joomla intern getroffen.

Gründe dafür:

- es ist frei-zugänglich und open source
- es ist klein und fein (3,6 MB Installation)
- es braucht nur PHP und keine SQL-Datenbank, somit läuft es auf dem Webspaces der TUD
- es nutzt reine Textdateien für die Beiträge, auf die auch im Falle eines theoretischen Absturzes weiter direkt zugegriffen werden kann und die dann noch verwendbar sind
- es liefert ein einfaches Backup aller Daten
- eine einfache Wiederherstellung durch Entpacken des Backups aus dem Ordner ist möglich
- es hat Namespaces (Ordner) mit der Möglichkeit Zugriffsrechte zu regeln
- es erlaubt das Einbetten von YouTube Videos
- es hat eine einfach zu erlernende Syntax
- es sind mehrere Plug-Ins vorhanden
- HTML, Latex auch PowerPoint (durch VBA Script) lassen sich durch pandoc [5] in Dokuwiki Format konvertieren
- Der Autor pflegt schon mehrere solcher Wikis und hat Erfahrungen damit. Somit ist die Erstellung von Unterrichtsmaterialien schnell realisierbar.

#### 4. Stichtypen virtuell darstellen

Um das aktive Verstehen des Lernmaterials: Überkreuzung der Nähfäden, nach dem Prinzip "selber machen", zu ermöglichen wurde die folgende Aufgabe konzipiert: Jeder Student bekommt einen individuellen Stichtyp, zudem

soll ein parametrisches 3D Model in Python erstellt werden. Für die 3D Datensatz-Visualisierung wird vom Autor ein frei zugänglicher Viewer zur Verfügung gestellt. Zum Abschluss der Aufgabe sollen die Fadenlängen berechnet werden. Bei ca. 15 Studenten gab es keine Probleme die individualisierten Aufgaben zu verteilen, nach der ersten ZOOM-Unterrichtseinheit zu diesem Thema zeigte sich jedoch:

Lesson Learned 1: Die Studenten im 8. Semester haben zwar "schon mal" programmiert (und die Informatik Prüfung in C# bestanden), aber richtig algorithmisches Denken können sie nicht aufweisen.

Lesson Learned 2: Von den Programmierungseinheiten, im ersten Semester, ist nicht viel Wissen behalten worden, da scheinbar kaum jemand der verehrten Kollegen danach fragt oder es pflegt.

Als Ergebnis wurden die folgenden Inhalte als "Schritt für Schritt Einleitung – Python für Beginners" (Abb.2), "Naht-Bild als 3D Projektion, die Koordinaten werden parametrisch beschrieben und in Python kodiert" im Lernstudio vorbereitet. Es wurde eine einfach zu installierende und "pflegeleichte" Umgebung "Thonny" [6] gefunden.

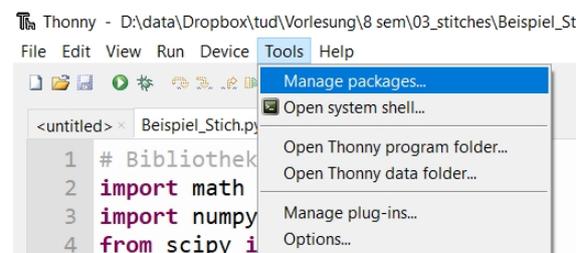


Abb. 2: Bild aus der Schritt für Schritt Anleitung für Thonny

Nach zwei Einheiten je 90 Minuten und einer zusätzlichen Demonstration der Schritt für Schritt Anleitung, kam der "Aha Effekt" bei den Studenten mit den ersten bunten Bildern als Ergebnis, wie in Abb. 3.

Der Versuch die Studenten allein die Länge des Fadens bestimmen zu lassen, scheiterte. Hierbei haben die Hinweise über numerische Integration oder den Pythagoras im Raum und "Schleife" nicht wirklich geholfen. In weiteren Zoom-Meetings wurde die Algorithmik abgehandelt, wie man mit einer Schleife durch die

Koordinaten geht und wie Abstände addiert werden.

Lesson Learned 3: Die mit "Handy in der Tasche" geborene Generation kann immer noch nicht das Gelernte in Mathematik, Numerische Verfahren und Informatik praktisch anwenden.

Die meisten Studenten fanden die Wiki Inhalte mit Bildern und ausführlichen Erklärungen (es ist ein Elektronisches Handbuch) angenehmer zu nutzen als aufgenommene Videos, weil sie die Inhalte mit ihrer eigenen Geschwindigkeit durchgehen konnten.

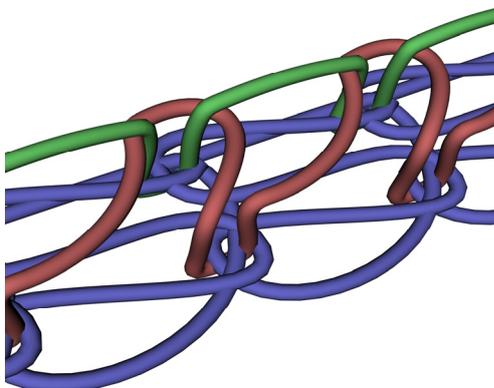


Abb. 3: Generiertes 3D Bild auf Basis eines parametrischen Modells des Studenten K.H.

Lesson Learned 4: Text mit Erklärungen ist besser zu folgen, die kleine Datenmenge liegt bei einer Größe ca. 2-3 MB pro Unterrichtseinheit. Lesson Learned 5: Wiederaufnahme der Vorlesung wird trotzdem gewünscht.

Trotzdem haben einige Studenten gebeten, die aufgenommenen Inhalte mit Erklärungen über ZOOM zusätzlich zur Verfügung zu stellen. (Datenmenge x00 MB pro Unterrichtseinheit)

## 5. Montagetechnologie

Die Technologie der Montage von einzelnen Produkten in der Industrie wird für 4 gelernte "Operatoren von Nähmaschinen" als Tabelle mit Maschinentypen und kurzen Operationsbeschreibungen geliefert, natürlich ergänzt mit Bildmaterial, wie in Abb. 4 dargestellt. Dort werden die Querschnitte an den Verbindungsstellen und die dazu gehörigen Nähte dargestellt.

Das Bild in Abb. 4 zeigt zwar den "fertigen Zustand" der Verbindungsstellen, aber nicht die Reihenfolge der Hand oder Maschinenbewegungen, mit denen die weichen Textilien gebogen, geführt und genäht werden. Auf Basis dieses Bilds per ZOOM mehr zu erklären ist sinnlos.

Eine Alternative, was viele Leute begeistert, sind die Videos auf YouTube (Abb. 5). Praktisch zu realisieren bedeutet es, dass man sich zu Hause eine Nähmaschine beschafft oder ausleiht, den Rechner daneben stellt und sich jeden einzelnen Schritt anschaut, das Video unterbricht und es dann selber praktisch wiederholt.

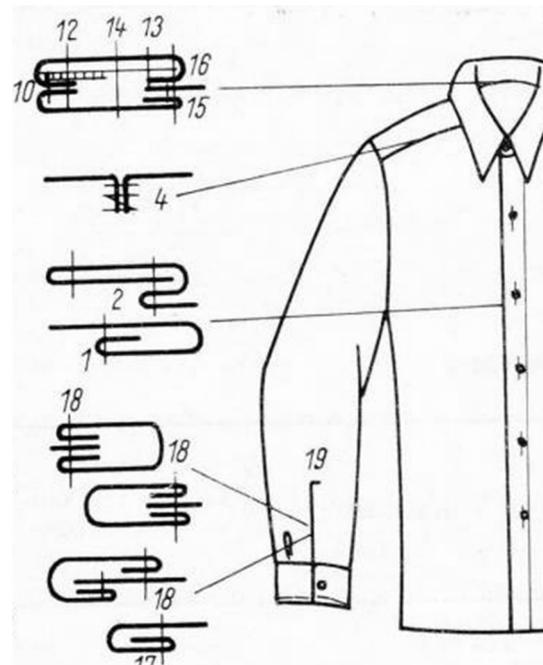


Abb. 4: Auszug aus der Reihenfolge für die Montage eines Hemdes [1]



Abb 5. YouTube Video zum Erstellen einer Tasche <https://www.youtube.com/watch?v=Zx4yKzfRrus>

Prinzipiell zeigt sich dies als eine gute Lösung, wenn man die lästige Werbung in YouTube überwinden möchte. Durch die Nutzung des neu gestalteten Video-Campus Sachsen [7] ist dieses Problem gelöst und zusätzlich sind die Autorenrechte und der Zugang sehr professionell geregelt.

Einige Nachteile haben die Videos als Medium trotzdem – man kann sich nicht das ganze im schnellen Durchgang übersichtlich anschauen und sich dann auf gezielte Stellen konzentrieren und sie erfordern trotzdem viel Datenvolumen, gute Internet-Verbindung und viel Vorbereitungsarbeit im Aufnahme und Videoschnitt.

Aus diesem Grund wurde nach alternativen Varianten gesucht, wie z.B. bildliche Darstellung der einzelnen Operationen, mit etwas Text, wie sich es in ein klassisches Buch gehört (Abb. 6).

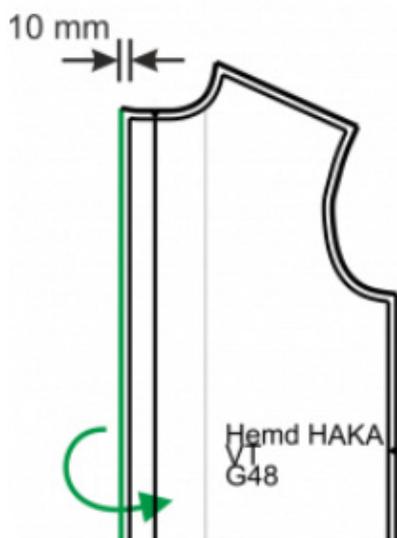


Abb 6. Darstellung einer Operation bei der Fertigung

Diese Variante erforderte deutlich weniger Speicherplatz, ist etwas klarer als einzelne Querschnittsbilder und ermöglicht schnelle Durchsicht und Vertiefung an einzelnen Stellen. Vom Aufwand her ist diese Variante nicht schneller als die Fertigung eines Videos – hier musste auch ein Mitarbeiter einige Tagen mit CorelDraw die Diagramme bearbeiten.

Die Testphase mit ca. 15 Studenten im ersten Durchlauf hat diese Darstellung als nicht so richtig hilfreich gefunden. Bei der Rückfrage über die Gründe wurde erläutert, dass das

Problem nicht bei der Darstellung sondern an der Anwendung lag – hier wurden die Studenten gebeten, sich die Reihenfolge anzuschauen und zu Hause "trocken" zu üben (was natürlich nicht geschah), um danach während des Praktikums mit weniger Erklärungen vorwärts zu kommen. Wie führende Augmented Reality Anwender müsste man hier – ob YouTube Video oder Bilder als Bildserie - ein AR Glass oder zumindest ein Tablet oder Laptop neben die Nähmaschinen stellen damit es einen Effekt hat.

An diese Möglichkeit wurde auch gedacht, allerdings stellte sich das Problem heraus, dass:

a) aus Platzgründen kein Laptop gerade neben die Maschine passt

b) es technologisch sinnvoll ist, dass der Student sein Tablet/Screen/Laptop mit sich führt und die nächsten Schritte ansieht.

Diese letzte Option ist in Planung und wird in der näheren Zukunft getestet, weil es auch in normalen Zeiten eine dynamischere Gestaltung der Praktika ermöglicht, wo jeder Student mit seiner eigenen Geschwindigkeit die Aufgaben bearbeiten kann.

## 8. Zusammenfassung

Die Einführung der Programmierung von 3D-Nähten hat nur teilweise die praktische Übung ersetzt, hat aber auch dazu geführt, dass die Studenten Methoden für Darstellung der Nähte gelernt haben und diese Darstellungen später direkt für FEM Berechnung verwenden können. Diese Einheit wird auch in nach-Covid Zeiten fortgesetzt.

Die Darstellung der Technologie der Fertigung als Video oder Reihe von Bildern mit Erklärungen ist möglich, allerdings erfordert deren Anwendung dass diese Inhalte auf einem tragbaren Tablett direkt neben der Maschine mitgenommen werden. Diese Implementierung wird auch in der Zukunft getestet und weiterentwickelt um den Betreuungsaufwand zu optimieren und mehr Individualisierung bei den praktischen Einheiten zu schaffen.

Mails wie diese " ich habe viel gelernt und fand die Aufgaben super, hat mir Spaß gemacht. :)" (A.G.,13.08.2020) haben meine schon mehr als 20-jährige Lehrererfahrung bestätigt, dass der

Weg ein mit individuellen Aufgaben begleitendes Semester zu gestalten, und diese prüfungsrelevant zu honorieren - richtig gewesen ist.

## 8. Danksagung

Herzlichen Dank an Frau Claudia Neumann SG 7.5 und dem Websupport Team für die kompetente Beratung und schnelle Regelung des Webspaces der Professur, wo das Lernstudio implementiert wurde.

## Literatur

- [1] Endre, N., Ferenc, T., Ruhaipari kezekönyv, Muszak-Könyvkiado, Budaperst, 1979
- [2] Knoll, Michael, Vom Aristoteles zu Dewey. Zum Ursprung der Maxime "learning by doing", <https://www.mi-knoll.de/128401.html>
- [3] [www.dokuwiki.org](http://www.dokuwiki.org)
- [4] [www.wikimatrix.org](http://www.wikimatrix.org)
- [5] [www.pandoc.org](http://www.pandoc.org)
- [6] [www.thonny.org](http://www.thonny.org)
- [7] <https://videocampus.sachsen.de/>



## Das Praktische im Virtuellen – digitale Lehre am ILK

M. Kuhtz\*, R. Kupfer, C. Kirvel, A. Hornig, N. Modler, M. Gude

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

### Abstract

Die Umstellung der Lehre am Institut für Leichtbau und Kunststofftechnik von Präsenz- zum Digitalangebot stellte Lehrende wie Studierende gleichermaßen vor enorme Herausforderungen. Um ein hohes Niveau der studentischen Ausbildung zu erreichen, wurde ein umfassendes Lehr-Lern-Konzept entwickelt. Dieses Konzept umfasst vier Aspekte der digitalen Lehre: neben *Lernen und Lehren* sind auch die Bereiche *Beraten und Begleiten*, *Prüfen und Bewerten* sowie *Evaluieren und Feedback* für eine erfolgreiche Durchführung der Lehre von wesentlicher Bedeutung. Mit diesem umfassenden Ansatz wurde die Entwicklung der jeweiligen digitalen Lehr-Lern-Formate für sehr unterschiedliche Lehrveranstaltungen ermöglicht. So wird die konkrete Umsetzung mit den angewandten Methoden sowohl für eine eher theoretisch-analytische als auch für eine eher technologieorientierte Lehrveranstaltung vorgestellt.

Converting teaching at the Institute of Lightweight Engineering and Polymer Technology from face-to-face into a digital concept posed enormous challenges for lecturers and students alike. In order to achieve a high level of student education, a comprehensive teaching-learning concept was developed. This concept comprises four aspects of digital teaching: in addition to learning and teaching, the areas of advising and accompanying, examining and assessing, as well as evaluating and providing feedback are also essential for a successful implementation strategy. This comprehensive approach enabled the development of the respective digital teaching-learning formats for very different courses. Thus, implementation results with the applied methods are presented for both, a theoretical-analytical and a technology-oriented course.

\*Corresponding author: [moritz.kuhtz@tu-dresden.de](mailto:moritz.kuhtz@tu-dresden.de)

## 1. Umstellung der Lehre am ILK

Wie die meisten Institute der TU Dresden (TUD) war auch das Institut für Leichtbau und Kunststofftechnik (ILK) gezwungen, sein komplettes (Präsenz-) Lehrangebot mit mehr als 15 Lehrveranstaltungen in den digitalen Raum zu verlegen. Zusätzlich zu der Herausforderung, Inhalte geeignet aufzubereiten, mussten diese auch bereitgestellt werden. Im Umgang mit der Lernplattform OPAL besteht seit 2014 Erfahrung, wobei es meist vorrangig für die Bereitstellung von Skripten und organisatorischen Informationen genutzt wurde.

Neben dem Erfordernis auf digitale Räume zurückzugreifen, die in größerem Umfang und Kapazität erst im Laufe der ersten Semesterwochen bereitstanden, gab es auch den Anspruch, den Lehrstoff in Videoformaten bereitzustellen. Hiermit sollte den Studierenden die Möglichkeit gegeben werden, die intensiv frequentierten Zeitfenster mit teils hoher Serverauslastung zu meiden und Lehrmaterial nach eigener Zeitvorstellung zum Selbststudium herunterzuladen bzw. zu streamen. Für die Bereitstellung von Filmdateien, die einerseits sehr groß sein und zudem unterschiedliche Formate haben können, steht eine zentrale Videoplattform zur Verfügung. Vor der Einführung des *Videocampus Sachsen* (VCS, ab WiSe2020/21) wurde an der TUD der Streaming-Dienst MAGMA genutzt. Für den Großteil der Dozenten war der Umgang mit MAGMA neu und ungewohnt. Videodateien werden durch den Anbieter hochgeladen, müssen dann aber vom System noch optimiert werden, damit sie systemunabhängig und nach Möglichkeit flüssig abgespielt werden können. Durch das unvermittelt große Upload-Aufkommen zu Semesterbeginn und die erforderlichen Transcodier-Prozesse kam es mitunter zu Wartezeiten von mehreren Tagen, bevor die Lehrvideos verfügbar waren. Einige Dozenten behelfen sich mit Provisorien, indem sie die Dateien etwa über Ihren dienstlichen Cloudstore bereitstellten oder die Speicherkapazität von OPAL (1 GB) bis zur Erschöpfung ausreizten. Mit der Einführung der neuen Videoplattform (VCS) haben sich Wartezeit verkürzt und Bedienung vereinfacht. Nachteilig ist hingegen, die eigenen Videodateien nicht

mehr strukturiert in Ordner ablegen zu können. Auf eine Nutzung privater Dienste wie etwa *Youtube* oder *Vimeo* wurde am ILK verzichtet.

Es war zudem erforderlich, die Kommunikation mit den Studierenden grundlegend zu ändern. Wurden vor der „Digitalisierung“ alle Absprachen bzw. Ankündigungen zu Lehrmaterial, Terminänderungen, SHK-Anwerbungen u. ä. im Wesentlichen mündlich während der Lehrveranstaltungen gemacht, stand danach nur noch der digitale Weg zur Verfügung. Naheliegender hat sich die Fakultät hierfür auf die Nutzung von OPAL festgelegt und prominent auf der Homepage sowie über E-Mail-Verteiler - insbesondere an Studierende gerichtet - darauf hingewiesen. Dazu wurde ein Katalog aller Lehrveranstaltungen mit den zugehörigen Internetadressen der OPAL-Kurse angelegt. Für ältere Semester mag der Zugriff auf OPAL gewohnt sein, Studienanfängern fehlt die Erfahrung im Umgang damit. Mit Bereitstellung der virtuellen Adressen und der Ankündigung, alle Kommunikation zu den Lehrveranstaltungen laufe einzig über die OPAL-Kurse, konnten Art und Weise, wie Lehrmaterial und längerfristige Informationen dauerhaft verfügbar gemacht werden, an der Fakultät mithin auch am ILK vereinheitlicht werden.

So wurde mit OPAL eine zentrale, wenn auch nur virtuelle, Anlaufstelle etabliert, über die wichtige Nachrichten an Studierende und auch Lehrende schnell und breit gestreut werden können.

## 2. Dimensionen digitaler Lehre

Das Sommersemester 2020 stellte Studierende der Studienrichtung Leichtbau und Mitarbeiter:innen des Instituts für Leichtbau und Kunststofftechnik insbesondere in der praktischen Ausbildung vor enorme Herausforderungen. Im Gegensatz zu Vorlesungen, die nach einer Gewöhnungsphase aber mit erhöhtem Aufwand in den digitalen Raum verlegt werden konnten, bedarf es bei der Vorbereitung, Durchführung und Nachbereitung digitaler Übungen und Praktika gänzlich neuer didaktisch-methodischer Lern-Lehr-Konzepte. Die dabei gesammelten Erfahrungen wurden meist wochenweise genutzt, um die Lehr-Lern-Konzepte iterativ zu verbessern. Dabei wurden

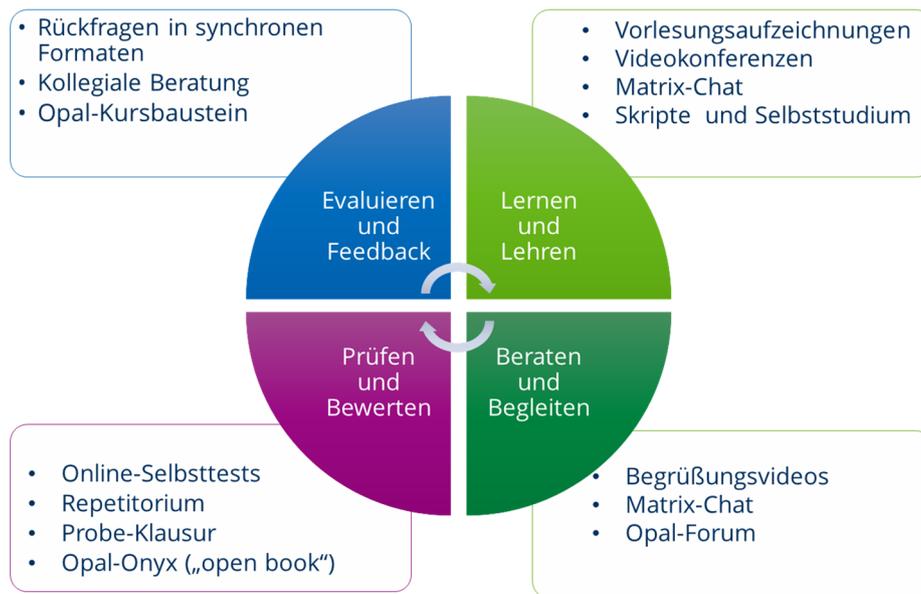


Abb. 1: Dimensionen der am ILK erprobten digitalen Lehr-Lern-Formate mit exemplarischen Anwendungsfeldern

insbesondere vier Aspekte der digitalen Lehre fokussiert:

- 1. Lehren und Lernen,
- 2. Beraten und Begleiten,
- 3. Prüfen und Bewerten sowie
- 4. Evaluieren und Feedback.

Abbildung 1 gibt einen Überblick zu den Dimensionen der am ILK erprobten Lehr-Lern-Formate mit jeweils exemplarischen Anwendungen.

Zu Beginn des Semesters konzentrierten sich die Aktivitäten im Bereich des Lehrens und Lernen. Hier standen die Aktivitäten zur Digitalisierung der Vorlesungs-, Übungs- und Praktikumsunterlagen sowie der Aufbau digitaler Kommunikationskanäle im Fokus der Aktivitäten.

Für eine erfolgreiche Lehre ist der Austausch zwischen den Studierenden sowie zwischen Studierenden und Lehrenden wesentlich. Die semesterbegleitende Beratung und Begleitung erfolgte über unterschiedliche Kanäle, die es auch im Lauf des Semesters zu erproben galt. In der Rückschau ist diese Dimension der digitalen Lehre noch stark auszubauen.

Die Umstellung der Prüfungen auf teilweise digitale OPAL-ONYX-Prüfungen wurde durch semesterbegleitende Selbsttests und eine Probe-

Klausur unterstützt, sodass inhaltliche und technische Herausforderungen für Studierende und Lehrende gleichermaßen angegangen werden konnte.

Ein wichtiger Baustein zur stetigen Verbesserung der Lehre, ob digital oder analog, ist das konstruktive Feedback der Studierenden. Dieses wurde wann immer möglich durch direkte Lehrende-Lernende-Gespräche eingeholt.

Darüber hinaus wurden die OPAL-Evaluationsbausteine der Fakultät Maschinenwesen eingesetzt. Dabei ist festzustellen, dass verhältnismäßig wenige Studierende die Chance ergreifen, um ihre Einschätzung zu den umgesetzten Lehr-Lern-Konzepten wiederzugeben. Hier muss die Aktivierung der Studierenden in den kommenden Semestern erhöht werden.

Exemplarisch werden im Folgenden die gesammelten Erkenntnisse zu den Lehr-Lern-Konzepten im digitalen Sommersemester 2020 anhand zweier Lehrveranstaltungen (LV) im achten Fachsemester vor- und gegenübergestellt: So werden die angewandten Methoden sowohl für eine eher theoretisch-analytische LV wie etwa „Berechnung von Faserverbundstrukturen 1“ (BerFVS1) mit 79 Studierenden als auch für eine eher technologieorientierte LV wie etwa „Kunststoffverarbeitung“ (KV) mit 103 eingeschriebenen Studierenden betrachtet.

### 3. Lehren und Lernen

In beiden LV wurden die Vorlesungsfolien der Präsenzveranstaltungen mittels der Funktion Audioaufnahme besprochen und den Studierenden als Video und PDF-Skript wöchentlich zur Verfügung gestellt. In der LV KV wurde im Sommersemester 2020 zudem mit interaktiven PowerPoint-Formaten experimentiert, bei denen verschiedene Bereiche der Folien erst nach Knopfdruck sukzessive besprochen werden und sich damit auch einzelne Erklärungen wiederholen ließen. Hierfür gab es grundsätzlich positives Feedback. Für einen intuitiven und fehlerfreien Ablauf war jedoch ein hoher Programmieraufwand erforderlich, weshalb dieses Format nur punktuell eingesetzt werden konnte. Sehr positiv wurde auch der Einsatz von Videos und Stifteingaben während der Vorlesung bewertet. Während die Vorlesungen zunächst als PowerPoint-Slideshow bereitgestellt wurden, erfolgte später die Umstellung auf ein Videoformat. Hierfür waren Rückmeldungen der Studierenden ausschlaggebend, dass einerseits nicht jeder über Microsoft PowerPoint verfügt und es sich andererseits in Videos einfacher navigieren lässt. Die bereitgestellten Skripte verfügten anfangs über eine Bearbeitungssperre mittels Passwortschutz, welche auf Bitten der Studierenden später dahingehend gelockert wurde, dass auch im elektronischen PDF-Dokument Kommentare und Markierungen möglich waren.

Um die Studierenden stärker zur aktiven Kommunikation anzuregen, werden im Sommersemester 2021 die Vorlesungsvideos um eine Konsultation ergänzt, welche jeweils zu Beginn der Unterrichtsstunde stattfindet und die Möglichkeit eröffnet, Fragen zum Stoff der vergangenen Wochen zu stellen. Damit sich die Studierenden aktiv auf diese Konsultation vorbereiten können, werden nach jeder Vorlesung Selbsttests in OPAL bereitgestellt, welche mit ca. 5-6 Fragen im Stil der späteren Prüfung auf Inhalte der Vorlesung eingehen. Dieses Vorgehen stößt insbesondere bei den aktiven Studierenden auf reges Interesse und ermöglicht den Lehrenden die Erfassung des aktuellen Wissensstands. Den Studierenden hilft es dabei konkrete Fragen zu formulieren. Zu den ersten Konsultationen im Sommersemester 2021 gibt es sehr positive Rückmeldungen,

allerdings nehmen nur ca. 10-15 % der eingeschriebenen Studierenden daran teil.

Die Übungsausgaben im Fach *BerFVS1* wurden in ähnlicher Weise über das Bildungsportal OPAL bereitgestellt. Zum Zeitraum der geplanten Übungsstunde konnten die Studierenden Fragen über den fachspezifischen Matrix-Chat stellen, um die Aufgaben eigenständig zu lösen. Im Anschluss wurden die Musterlösungen veröffentlicht, um den Studierenden die Möglichkeit zu geben, ihre Lösungen ggfs. zu überarbeiten. Das Formulieren und Beantwortung der Fragen gestaltete sich umständlich und wurde daher nur vereinzelt genutzt. Um die Aktivierung der Studierenden zu verbessern, wurden ab der vierten Übungseinheit synchrone Videokonferenzen mittels *Zoom* angeboten. Technisch liefen die Veranstaltungen einwandfrei und dennoch war die passive und aktive Beteiligung mit etwa 20 respektive 5 Personen eher gering. Möglicherweise war auch der Zeitpunkt der Veranstaltung (Fr. 1.DS) für viele Studierende unattraktiv. Im weiteren Verlauf der Übungseinheiten sollte eine kleine Programmieraufgabe absolviert werden. Hier wurden die Musterlösung sowie der Test der Software als Video bereitgestellt.

Obwohl Vorlesungsvideos und -skripte sowie Übungsaufgaben und -lösungen wöchentlich bereitgestellt wurden, erfolgte das Abrufen bzw. Anschauen der Unterlagen eher diskontinuierlich. Abbildung 2 zeigt die Anzahl der Zugriffe auf den Opal-Baustein „Lehrmaterialien“, in dem alle Lehrunterlagen zusammengefasst sind, als Verlauf über das Semester. Auffällig ist, dass ab Woche 4 die Zugriffe auf deutlich unter 1 Zugriff pro Studierender und Woche fällt. Hierfür sind mehrere Erklärungen denkbar. Zum einen ist es möglich, dass einige Studierende die Lehrmaterialien nicht genutzt haben. Vielleicht auch weil die Lernphase kurz vor der Prüfung verlegt wurde. Zum anderen ist es auch möglich, dass einige Studierende in einer Woche mehrere Videos geschaut haben. In jedem Fall wurde das Ziel des kontinuierlichen Lernens nicht erreicht. Erst in den Wochen kurz vor der Prüfung steigen die Zugriffszahlen auf etwa den Wert 1 Zugriff pro Studierender und Woche, so dass davon auszugehen ist, dass annähernd alle Studierenden sich auf die Prüfung vorbereitet hatten.

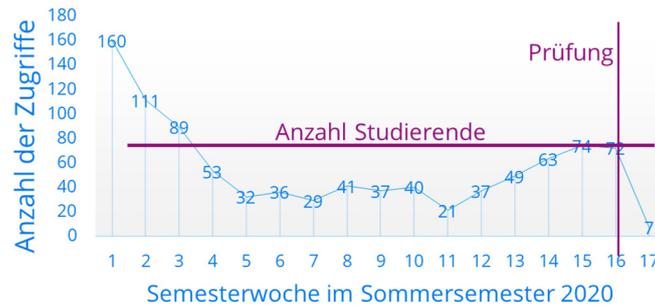


Abb. 2: Anzahl von Zugriffen auf den Opal-Baustein "Lehrmaterialien" im Fach BerFVS1

Im Fach KV übertrafen die wöchentlichen Zugriffszahlen auf die Lehrmaterialien die Anzahl der Kursteilnehmer, so dass hier davon ausgegangen werden kann, dass die Unterlagen entsprechend kontinuierlich studiert wurden. Dafür spricht auch der beobachtete Zugriffsspeak zum jeweiligen Vorlesungstermin. Neben den besprochenen Vorlesungsfolien waren im Rahmen der Lehrveranstaltung auch Praktika vorgesehen, welche die Arbeit an konkreten Geräten und Anlagen umfassen. Diese virtuellen und interaktiven Praktika umfassten in der Regel die Erklärung der Anlage mit ihren Funktionen, Prozessvideos und exemplarische Prozessdatensätze. Jedes Praktikum enthielt darüber hinaus eine oder mehrere Aufgaben. Die virtuellen Praktika wurden im PowerPoint-Kioskmodus erstellt, wobei sich die Lernenden über Schaltflächen im Foliensatz frei bewegen können (siehe Abbildung 3). Jede Folie verfügt über einen Audiokommentar und ist damit potentiell barrierefrei. Im Sommersemester 2021 werden diese interaktiven Dokumente wiederverwendet und um eine Online-Konsultation erweitert.

#### 4. Beraten und Begleiten

In beiden LV wurden verschiedene Formate genutzt, um die Studierende über den Verlauf des Semesters zu begleiten. Im Wesentlichen wurden die Mitteilungsfunktion in Opal und der E-Mail-Versand durch Opal genutzt, um die Studierenden über inhaltliche und organisatorische Sachverhalte zu informieren. Diese Informationen scheinen bei den Studierenden angekommen zu sein; so waren keine Informationsdefizite erkennbar. In der LV *BerFVS1* wurde ein Matrix-Chatraum genutzt, um einen fachlichen Austausch zu ermöglichen. Trotz

mehrfacher Aufforderung der Betreuer aufkommende Fragen zunächst unter den Studierenden zu diskutieren, kam es kaum zum Austausch der Studierenden untereinander. Meist wurde die Beantwortung der Fragen durch den Betreuer abgewartet. Möglicherweise liegt es am eher analytischen Charakter der LV.

Im Gegensatz dazu wurde in der LV KV zunächst das Opal-Forum erprobt, wobei die Zugriffszahlen und Postings eine nur sporadische Nutzung indizieren. Es wagen – wie auch im Präsenzbetrieb – nur wenige Studierende die offene Kommunikation vor der Gruppe. Einige haben den Weg der persönlichen Email gewählt. Die gestellten Fragen wurden dann vom Kursleiter anonymisiert im Forum eingestellt, um das Wissen an alle Studierenden weiter zu geben. Es besteht daher ein großer Bedarf, bestehende Barrieren für die persönliche aber auch für die Gruppenkommunikation zu senken. Erfahrungsgemäß sinkt diese Hemmschwelle im Präsentbetrieb zügig, im Sommersemester finden in der KV daher die Konsultationen statt.

Der Einsatz digitaler Lehr-Lern-Formate bietet sowohl Chancen als auch Risiken für nicht-muttersprachliche Studierende. Auf der einen Seite können Lehrmaterialien individuell bearbeitet werden, und der Einsatz digitaler Übersetzungsmöglichkeiten erleichtert sowohl das Lesende Verstehen als auch das Schreiben wissenschaftlicher Texte. Auf der anderen Seite wird durch die digitale Kommunikation das Hörende Verstehen in synchronen Formaten erschwert und damit einhergehend werden die Studierenden wenig gefordert, sich auf Diskussionen mit den Lehrenden und unter den Studierenden einzulassen.

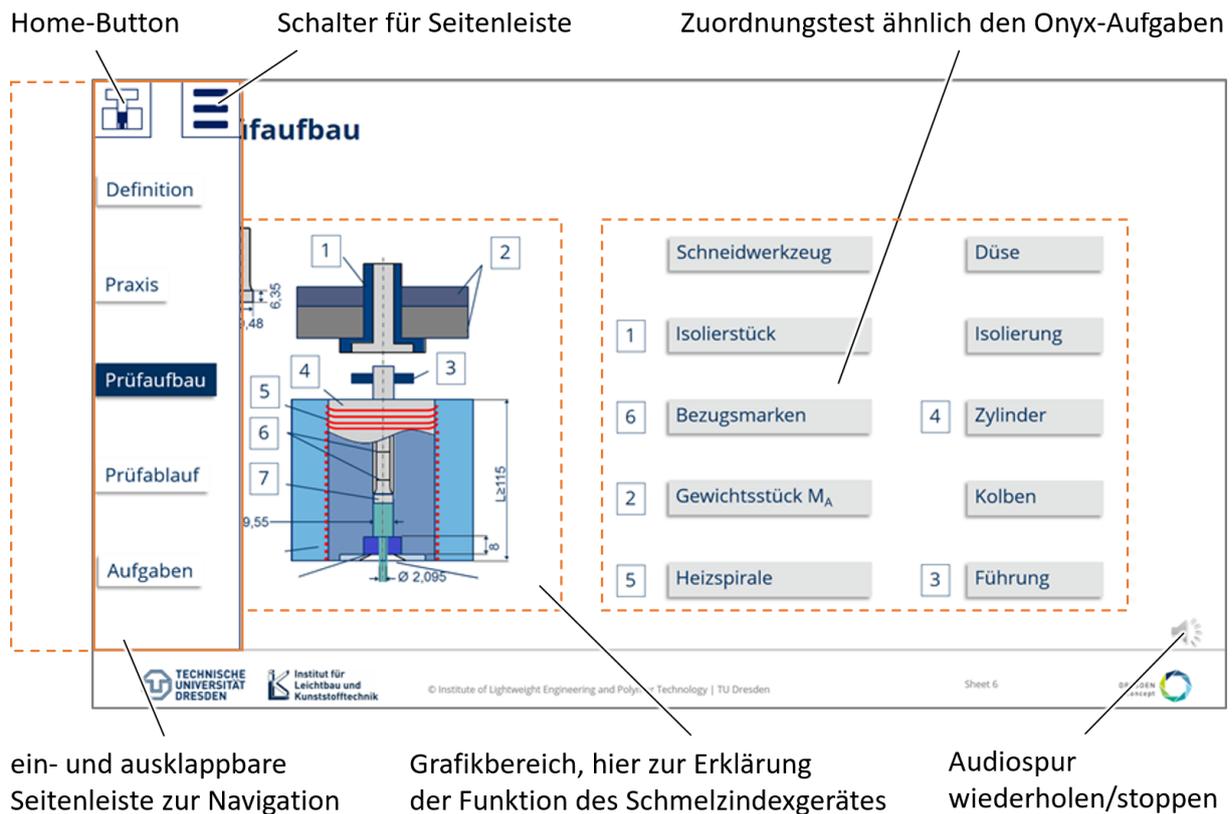


Abb. 3: Screenshot aus dem virtuellen Praktikum "Schmelzindexprüfung". Dargestellt ist ein Zwischentest, in dem die Komponenten zugewordnet werden sollen. Links befindet sich - hier ausgeklappt - der Menübereich.

## 5. Prüfen und Bewerten

Um ein semesterbegleitendes Lernen zu ermöglichen, wurden in *BerFVS1* zwei Selbsttests in Opal-Onyx angeboten, an denen sich die Mehrheit der Studierenden beteiligt hat. Allerdings zeigt auch hier die Auswertung der Zugriffe, dass die Studierenden diese Tests eher zur Prüfungsvorbereitung als zum kontinuierlichen Lernen genutzt haben.

Zur inhaltlichen Vorbereitung der Prüfung wurde ein Repetitorium als synchrone Videokonferenz ohne Aufzeichnung durchgeführt. Neben der Zusammenfassung und Schwerpunktsetzung des Lernstoffes konnten die Studierenden inhaltliche Fragen stellen. Davon wurde in ähnlichem Umfang und ähnlicher fachlicher Tiefe wie in vergangenen Semestern Gebrauch gemacht.

Zur technischen und organisatorischen Vorbereitung der beiden digitalen Prüfungen *BerFVS1* und *KV* sind jeweils eine digitale Probeklausur angeboten worden, die von annähernd allen Studierenden genutzt wurde. Parallel konnten die Studierenden an einem Matrix-

Chat teilnehmen. Hierin wurden Fragestellungen etwa bzgl. Verbindungsunterbrechungen oder allg. organisatorischer Natur moderiert beantwortet und die individuelle digitale Infrastruktur erprobt werden. Dazu gehörte auch das Einpflegen bzw. Hochladen externer, während der Prüfung erstellter Inhalte als Prüfungsleistung, etwa in Form handschriftlicher Aufzeichnungen und Skizzen in Form von Scans.

Die Prüfungen wurden als digitale OPAL-Exam-Prüfungen durchgeführt. Aufgrund der geänderten Rahmenbedingungen wurden die Klausurfragen für *BerFVS1* konzeptionell neu erstellt. Da eine Überprüfung der verwendeten Hilfsmittel nicht möglich war, wurden die Fragen derart modifiziert, dass prinzipiell alle Hilfsmittel zur Verfügung stehen („open book“). Hier wird eine der großen Chancen der digitalen Prüfung gesehen, da zunehmend kompetenzorientiert geprüft werden konnte.

Das Entwerfen der Prüfungsfragen erwies sich als überaus zeitintensiv. Die Zeit zur Beantwortung der Prüfungsfragen wird begrenzt. Zudem sind einerseits offene Fragestellungen,

welche eine freitextbasierte Beantwortung erfordern, zu vermeiden, um das Fachwissen unabhängig von den Sprachkompetenzen der Studierenden bewerten zu können. Andererseits ist das reine Reproduzieren erlernten Wissens entsprechend des oben bereits angesprochenen „open Book“ - Ansatzes ebenfalls nicht sinnvoll. Dafür kamen die folgenden durch Opal-Onyx bereitgestellten Fragenformate schwerpunktmäßig zum Einsatz:

- Auswahl (Single / Multiple Choice): Demonstration des grundlegenden Verständnisses basierend auf Definitionswissen und des Transfers auf übergeordnete Zusammenhänge.
- Hotspot: Überprüfung von Klassifikations- und Identifikationskompetenzen anhand von Abbildungen etwa bzgl. Werkstoffstruktur und Versagensverhalten mittels interaktiven Bildbereichen.
- Lückentext / Numerische Eingabe: zur Überprüfung der Ergebnisse von Berechnungsaufgaben.
- Upload: Möglichkeit zur Bewertung individualisierter Ergebnisse und des Abstraktionsvermögens etwa in Form von Prinzipskizzen und Konstruktionsaufgaben.

Zum einen bestanden bei der Prüfungserstellung große Unsicherheiten, welche OPAL-Einstellungen vorgenommen werden müssen. Zum anderen wurden teils mehrere Versionen einer Frage erstellt, um einen Austausch der Studierenden während der Prüfung zu erschweren. Hierfür konnten auch variablen gesteuerten Aufgabentypen genutzt werden. Um ein vermehrtes Nachschlagen in den Lehrunterlagen zu vermeiden, wurde der Umfang der Fragen erhöht. Auf Bitte der Studierenden wurde der Navigationsbereich in der Prüfung eingeblendet, damit der eigene Prüfungsfortschritt besser eingeschätzt werden kann. Die Sortierung der Fragen erfolgte zufällig, um ein synchrones gemeinsames Bearbeiten zu verhindern. Während der Prüfungszeit stand ein Matrix-Chat für ausschließlich organisatorische Fragen zur Verfügung. Die Studierenden wurden dahingehend belehrt, dass keine inhaltlichen Fragen gestellt werden dürfen. Dieser Chat zu Beginn und nach Ende der Prüfung

stark genutzt wurde. Hier wäre ein permanent im Sichtfeld verbleibender Hinweisbereich für die Prüfenden im Chat-Bereich wünschenswert, um ggf. die Rezeption wichtiger Informationen durch alle Studierenden sicherzustellen. Im Verlauf der Prüfung wird der Chat-Bereich dagegen kaum frequentiert, so dass er als Kommunikationsmedium vom Prüfer an die Studierenden im Prüfungsverlauf nicht geeignet ist.

Die Korrektur der Prüfung erwies sich für den automatisch auswertbaren Teil als vorteilhaft. Die Auswertung der manuell zu bewertenden Fragen verlief ähnlich wie die Korrektur der Präsenzprüfung. Selbstverständlich ist die Lesbarkeit der Antworten deutlich verbessert.

Die Verteilung der Prüfungsergebnisse ist ähnlich der des vergangenen Semesters. Der größte Unterschied ergab sich bei der Anzahl der Note 5. Es haben insgesamt acht Studierende die Prüfung *BerFVS1* nicht bestanden. Das sind deutlich mehr als in den vergangenen Prüfungen. Es ist hierbei davon auszugehen, dass einige Studierende die Regelung des Freiversuchs genutzt haben.

Im Fach *KV* wurde im Sommersemester eine OPAL-ONYX-Prüfung durchgeführt. Zur Vorbereitung erhielten die Studierenden einen Fragenkatalog, der in 100 Fragen durch alle behandelten Themenbereiche der Vorlesung führt. Wer diesen Katalog durcharbeitet, ist somit bestens für die Prüfung vorbereitet. Die Prüfung bestand aus zwei Teilen: einem Überblicksteil, welcher im Wesentlichen Wissen aus dem Fachgebiet abfragt und einem Berechnungsteil, in dem Wissen angewendet und einfache Berechnungen durchgeführt werden sollten. Im Gegensatz zu *BerFVS1* orientierte sich der Fragenteil an den Aufgaben der Vorjahre. Die Fragen wurden randomisiert und in linearer Reihenfolge abgefragt, so dass die Studierenden die ihnen zugewiesene Reihenfolge zwingend einhalten mussten. Um der geänderten Situation Rechnung zu tragen (alle Hilfsmittel verfügbar, Kommunikationsmöglichkeit unter den Geprüften), wurde stärker darauf fokussiert, vorhandenes Wissen zügig abzufragen. Der Aufgabenumfang war deshalb deutlich höher als in den vergangenen Jahren.

Die Prüfungskorrektur ist deutlich zügiger zu erledigen als im klassischen Prüfungsformat.

Allerdings mussten einige Aufgaben manuell nachkorrigiert werden, da die Studierenden Fragen oder Antwortoptionen anders als intendiert interpretierten und es demzufolge bei der automatischen Analyse zu Fehlauswertungen kam. Zudem wurde festgestellt, dass die hohe Fragenanzahl dazu führte, dass die Fragen im Berechnungsteil teils nicht bearbeitet wurden. Zu manchen der Fragen wurden Textblöcke aus dem entsprechenden Vorlesungskapitel in die Antwortfelder kopiert oder abgeschrieben, welche teils nicht zur gestellten Frage passten.

Im Nachgang der Prüfung wurde bei Recherchen auf einschlägigen Plattformen festgestellt, dass für die 100 Fragen aus dem Vorbereitungskatalog fertige Lösungen geteilt wurden, welche allerdings nicht immer korrekt waren. Einige dieser falschen Lösungen wurden auch in der Prüfung genutzt.

Es muss daher davon ausgegangen werden, dass Prüfungsfragen, welche in Online-Prüfungen gestellt werden, danach ebenfalls in entsprechenden Sammlungen geteilt werden. Als Konsequenz ist davon auszugehen, dass der Fragenpool sowohl vielfältiger als auch komplexer werden muss, um einfache copy-paste-Algorithmen beim Prüfen zu vermeiden.

## 6. Evaluieren und Feedback

Eine wesentliche Methode, um den Studierenden Möglichkeiten einzuräumen, sich zur Umsetzung der LV zu äußern, waren Befragungen durch die Betreuer während der Videokonferenzen. Diese Gelegenheit nutzten wenige Studierende. Diese äußerten sich allerdings eher positiv über die Ausgestaltung der LV im digitalen Rahmen.

In beiden LV wurde der von der Fakultät bereitgestellte Opal-Kursbaustein genutzt. Auch hier war die Beteiligung mit 14 % (*BerFVS1*) und 1 % (*KV*) unzureichend für eine abgesicherte repräsentative Auswertung. Ursache hierfür ist möglicherweise, dass im Gegensatz zur Präsenzveranstaltung, bei der extra Zeit für die Evaluation eingeplant ist, weniger Personen an der Evaluation teilnehmen. Vielleicht scheuen einige Studierende den Mehraufwand oder glauben nicht an die „Wirksamkeit“ der Evaluation.

Dennoch soll aber auf einige interessante Ergebnisse für das Fach *BerFVS1* im Folgenden eingegangen werden:

1. Alle Studierende gaben an, dass die Lehrperson zur Rückfragen zur Verfügung steht: Nach dieser Aussage besteht keine Notwendigkeit weitere Kommunikationskanäle aufzubauen.

2. Nur etwa ein Sechstel der Teilnehmenden empfand die bereitgestellten Arbeitsmaterialien sowie die E-Learning-Möglichkeiten wenig hilfreich: Sicherlich gibt es bei der Ausgestaltung der Arbeitsmaterialien immer wieder Verbesserungsmöglichkeiten, aber insgesamt ist dieser Wert nicht schlechter als bei einer Präsenz-LV.

3. Fast alle Studierende gaben an, dass die Zeit für die Beantwortung der Prüfungsfragen zu kurz war: Das Prüfungskonzept ist aufgrund der Verhinderung von Absprachen während der Prüfungszeit auf einen gewissen Zeitdruck ausgerichtet gewesen.

4. 80 % der Teilnehmenden gaben an, regelmäßig die LV vor- und nachzubereiten: Das widerspricht allerdings der Auswertung der Zugriffszahlen. Dies könnte damit erklärt werden, dass vorwiegend genau diese Studierende, die sich wirklich regelmäßig vorbereiten haben, auch an der Evaluation teilgenommen haben.

5. Bei den Freitextantworten wurden Vollständigkeit und Pünktlichkeit der Unterlagen ebenso positiv hervorgehoben wie die Motivation und Erreichbarkeit der Lehrperson. Negativ wurde der Umfang der Prüfung angegeben. Im Fach *KV* kamen im Nachgang der Prüfung per Chat und in den darauf aufbauenden Vorlesungen in den Folgesemestern noch einige Rückmeldungen. Schwerpunkt war hier, dass eine intensivere persönliche Kommunikation gewünscht wird. Allerdings kommen diese Wünsche in der Regel von dem Personenkreis, der auch die Konsultationen aktiv nutzt. Die schweigende Mehrheit lässt sich durch Gesprächsangebote nicht aktivieren. Hierzu müssten gezielte Ansprachen erfolgen, was bei mehr als 100 Einschreibungen kaum realisierbar ist und auch im Präsenzstudium stets eine Herausforderung darstellt.



## Remote Concurrent Engineering aus der Kundenperspektive

C. Bach, C. Drobny, T. Schmiel, M. Tajmar

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

### Abstract

Concurrent Engineering ist ein Ansatz zur Entwicklung komplexer Systeme, der durch eine direkte Kommunikation zwischen den beteiligten Disziplinen gekennzeichnet ist. Diese Interaktion zu erlernen und zu verstehen, welche Informationen zwischen den Disziplinen kommuniziert werden müssen, gehören zu den zentralen Lernzielen der Lehrveranstaltung „Entwurf von Raumfahrzeugen“. Die Studierenden vertreten darin unterschiedliche Disziplinen und arbeiten eine Missionsstudie aus, die von den Lehrenden in Auftrag gegeben wird. Die Lehrenden nehmen somit in der Rolle der Kunden am Entwicklungsprozess teil. Aufgrund der mit der COVID-19-Pandemie einhergehenden Einschränkungen musste die Lehrveranstaltung in ein virtuelles Format übertragen werden. Daraus ergab sich die zentrale didaktische Herausforderung, die Struktur und gewählten Methoden so anzupassen, dass die Missionsstudie, die auf ein Zusammenarbeiten aller Beteiligten angewiesen ist, dennoch durchgeführt werden konnte. Dieser Beitrag erörtert, wie dies durch eine Mischung aus synchroner und asynchroner Lehre erreicht wurde, wie das Lernerlebnis der Studierenden dabei ausfiel und welche Schlussfolgerungen sich für die Weiterentwicklung der Lehrveranstaltung für postpandemische Zeiten ergeben haben.

Concurrent engineering is an approach to the development of complex systems that is characterised by direct communication between the disciplines involved. Learning this interaction and understanding what information needs to be communicated between disciplines are among the central learning objectives of the course "Spacecraft Design". In this course, the students represent different disciplines and work out a mission study that is commissioned by the instructors. The instructors thus participate in the development process in the role of customers. Due to the constraints associated with the COVID-19 pandemic, the course had to be transferred to a virtual format. This resulted in the key didactic challenge of adapting the structure and chosen methods so that the mission study, which relies on all participants working together, could still be conducted. This paper discusses how this was achieved through a mixture of synchronous and asynchronous teaching, how the students' learning experience turned out, and what conclusions emerged for the further development of the course for post-pandemic times.

\*Corresponding author: [christian.bach1@tu-dresden.de](mailto:christian.bach1@tu-dresden.de)

## 1. Einleitung

Der Entwurf von Raumfahrtmissionen und deren Systemen ist bereits in der Vorentwurfs- und Konzeptionsphase eine komplexe Aufgabe. Alle technischen Disziplinen und Teildisziplinen sind bis zu einem gewissen Grad miteinander verbunden, und keine davon kann bei der Entwicklung der gesamten Mission vernachlässigt werden. Klassische, d.h. sequenzielle oder zentralisierte, Entwicklungsansätze erfordern eine große Anzahl von Iterationen und besitzen eine geringe Fehlerresistenz. Um eben diese Nachteile zu vermeiden und Entwicklungszeiten für hochkomplexe Systeme unter Maximierung der Erfolgswahrscheinlichkeiten zu verkürzen, wurde das Concurrent Engineering (CE) entwickelt. [1]

Dieser Entwicklungsansatz, welcher in der Raumfahrt mittlerweile eine zentrale Rolle angenommen hat und für ähnliche Systeme in anderen Branchen eine ebenso hohe Relevanz aufweist, wird den Studierenden der Vertiefungsrichtung Luft- und Raumfahrttechnik des Studienganges Maschinenbau im Rahmen der Lehrveranstaltung „Entwurf von Raumfahrzeugen“ gelehrt. Das zentrale Element dieser Lehrveranstaltung ist ein CE-Workshop, bei dem die Lehrenden die Rolle der Kunden einnehmen und den Studierendenteams einen Designauftrag erteilen.

Dieser Beitrag behandelt die Virtualisierung der Lehrveranstaltung infolge der mit der COVID-19-Pandemie einhergehenden Restriktionen sowie die damit erzielten Erfahrungen. Zunächst werden in Abschnitt 2 der Kontext und die Rahmenbedingungen erörtert. In Abschnitt 3 wird der CE-Ansatz und in Abschnitt 4 die im Rahmen der Lehrveranstaltung genutzte CE-Software Valispace überblickend vorgestellt. Abschnitt 5 beschreibt die Lernziele der Lehrveranstaltung. In Abschnitt 6 werden die didaktischen Herausforderungen diskutiert, deren Lösungsansätze in Abschnitt 7 dargelegt werden. Abschnitt 8 reflektiert den Semesterverlauf, die Prüfungsdurchführung wird gesondert in Abschnitt 9 erörtert. Abschnitt 10 gibt umfassenden Einblick in die durchgeführte Lehrevaluation und schließt mit einem Fazit ab. Der folgende Abschnitt 11 stellt Ver-

besserungsmöglichkeiten vor. Zusammengefasst wird dieser Beitrag in Abschnitt 12, welcher auch einen Ausblick auf die Weiterentwicklung der Lehrveranstaltung enthält.

## 2. Kontext und Rahmenbedingungen

Die Lehrveranstaltung „Entwurf von Raumfahrtmissionen“ ist in das Vertiefungsmodul Raumfahrtsystemtechnik des Diplomstudienganges Maschinenbau, Spezialisierung Luft- und Raumfahrttechnik, eingebettet und findet regulär im 9. Semester statt. Diese Lehrveranstaltung ist eine von zwei Lehrveranstaltungen des genannten Moduls und wird üblicherweise durch eine von der Modulbeschreibung festgelegte Klausurarbeit von 90 Minuten Länge abgeschlossen.

Die Studierenden haben Detailkenntnisse zur Auslegung von Raumfahrtsystemen bereits in Lehrveranstaltungen wie „Energiesysteme für Raumfahrzeuge“ oder „Raumfahrtantriebe“ erworben. Die Lehrveranstaltung bildet chronologisch und thematisch den Abschluss ihrer Lehrveranstaltungen vor der Diplomarbeit. Allerdings tauschen einige Studierende das 9. mit dem 7. Semester, welches für Fachpraktika reserviert ist. Diesen Studierenden fehlt das gesamte Wissen aus dem 8. Semester. Hinzu kommen einige wenige fachfremde Studierende (bspw. aus dem Wirtschaftsingenieurwesen oder Austauschprogrammen wie ERASMUS+), welche nicht zwingend diese Vertiefungsrichtung verfolgen. Vereinzelt nehmen auch Studierende geringerer und höherer Semester teil, wie in Abbildung 1 zu sehen ist. Hierdurch ergibt sich eine heterogene Teilnehmerschaft.

Die Anzahl der Studierenden liegt in der Regel zwischen 30 und 40 Personen, im vorliegenden Semester waren es 32. Wie in Abbildung 2 anhand einer im vorliegenden Semester durchgeführten Evaluation (siehe Abschnitt 10) zu sehen ist, besteht die große Mehrheit der Teilnehmenden aus männlichen Studierenden. Alle Teilnehmenden verfolgten nach eigenen Angaben einen Diplomabschluss. Jedoch unterschieden sich die Gründe zu Teilnahme an der Lehrveranstaltung. Für die meisten Teilnehmenden erfolgte die Auswahl aufgrund des Interesses am Inhalt (siehe Abbildung 3).

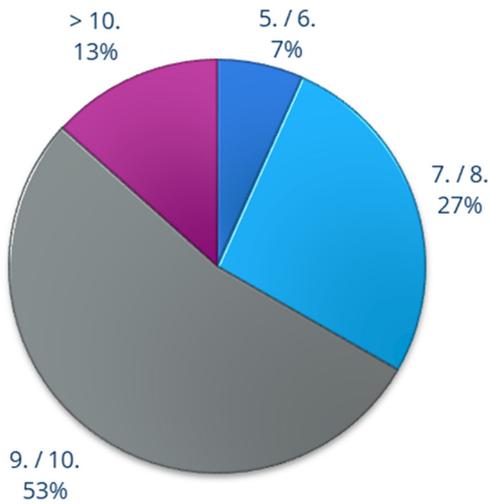


Abb. 1: Verteilung der Teilnehmenden nach Studiensemester

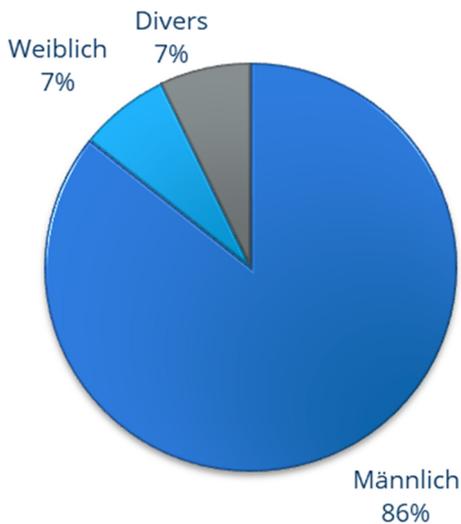


Abb. 2: Verteilung der Teilnehmenden nach Geschlecht

### 3. Concurrent Engineering (CE)

Raumfahrtmissionen und deren technologische Bestandteile sind außerordentlich komplexe Systeme, die von einem engen Zusammenspiel verschiedener Disziplinen gekennzeichnet sind. Die Entwicklung solcher Missionen ist von hohem Aufwand, oftmals extremen Anforderungen und geringer Fehlertoleranz geprägt.

Als Gegenentwurf zu klassischen Entwicklungsansätzen, welche beispielsweise sequenziell (d.h. alle Disziplinen bearbeiten das Design nacheinander) oder zentralisiert (d.h. es

wird parallel gearbeitet, aber alles läuft über eine zentrale Schnittstelle, i.d.R. den Systemingenieur) orientiert sind, wurde das Concurrent Engineering (CE) entwickelt. Es ist durch ein kollaboratives, kooperatives, kollektives und simultanes Entwicklungsumfeld charakterisiert. Dies bedeutet, dass alle Disziplinen parallel und gemeinsam an der Mission arbeiten und sich untereinander austauschen. Dies schließt insbesondere auch die Kunden / Auftraggeber ein, da ein zentrales Ziel des CEs darin besteht, die Kundenzufriedenheit zu erhöhen. [2]

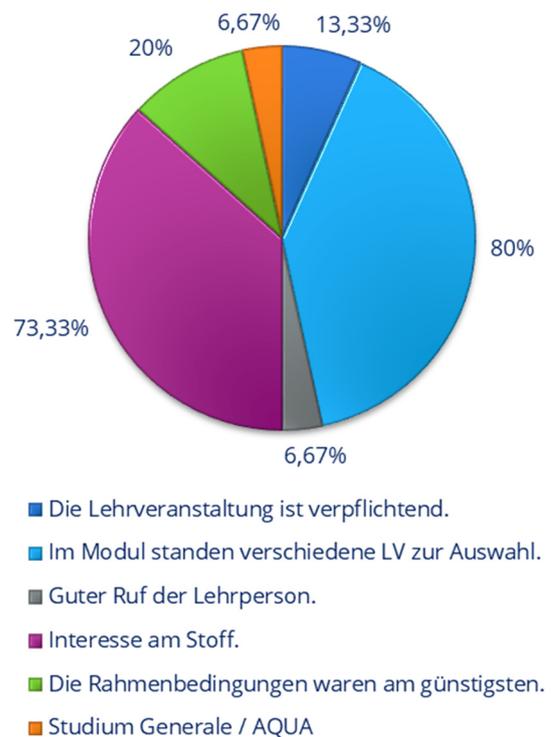


Abb. 3: Motivation der Teilnehmenden an der Lehrveranstaltung (Mehrfachnennungen waren möglich)

Um CE zu ermöglichen, bedarf es mehrerer Elemente. Neben dem zentralen multidisziplinären Team zählen hierzu eine Hardware- und Softwareinfrastruktur (siehe Abschnitt 4), welche die Integration eines Designmodells ermöglicht, sowie ein definierter Prozess. Letzterer gliedert sich in eine Installations-, Vorbereitungs-, Studien- und Nachbereitungsphase. In der Studienphase findet die eigentliche Ausarbeitung statt, welche wiederum in sich abwechselnde Design Sessions und individuelle Arbeiten untergliedert ist. [3]

Die vorliegende Lehrveranstaltung deckt alle Phasen ab, wobei der Hauptanteil auf die Studienphase fällt. Während die Lehrveranstaltung bisher hauptsächlich als geschlossene Designsession strukturiert wurde (d.h. alle Studierenden befanden sich vor Ort in der Einrichtung), erfolgt im vorliegenden Semester eine Umstrukturierung. Dabei werden die individuellen Arbeiten ins Selbststudium verlegt und nur die Design Sessions synchron mit den die Kunden repräsentierenden Lehrpersonen durchgeführt (siehe Abschnitt 7).

#### 4. Valispace Software

Im Laufe des Kurses wurde die webbasierte Software Valispace des deutsch-portugiesischen Start-ups mit gleichen Namen genutzt. Valispace ist eine Softwareunterstützung zur gemeinsamen und gleichzeitigen Entwicklung eines Designs oder Systems von einem multidisziplinären Team.

Die zentrale Idee von Valispace ist die Entwicklung des Designs in einer zentralen Datenbank (engl.: Single Source of Truth). Die Nutzer greifen auf die Datenbank zu und sind in der Lage, Informationen auszulesen, abzulegen und zu verknüpfen. Jede Änderung, die ein beliebiger Nutzer in der Datenbank bewirkt, wird in Echtzeit an alle weiteren Nutzer weitergegeben. Der große Vorteil eines solchen Systems besteht darin, dass alle Nutzer jederzeit Zugriff auf die aktuellen Daten haben. Somit entfällt ein Austausch über Dokumente, welche nur einen definierten Designstand widerspiegeln.

Das Design selbst wird in Valispace in einem Verzeichnisbaum (Product Tree) über die hierarchische Verknüpfung einzelner Komponenten aufgebaut. Neben dem Verzeichnisbaum, welcher das Herzstück des Designs ist, gibt es noch eine Reihe weiterer Funktionen. Insbesondere hervorgehoben sei hier die Implementierung eines Requirement-Managers. Dies erlaubt das automatische Überprüfen des aktuellen Designs gegen festzulegende Randbedingungen. Zudem können Testprozeduren hinterlegt werden. Darüber hinaus unterstützt Valispace zahlreiche Erweiterungen, welche die Entwicklung in einem interdisziplinären Team deutlich vereinfachen können. Beispielformig genannt seien eine vollständige Einheitenrechnung sowie die zeitliche Entwicklung der

einzelnen Parameter über den Verlauf des Designs. Zusätzlich gibt es Funktionen für das Zeitmanagement (Gantt-Chart) des Projektes, die Möglichkeit der Implementierung von Simulationen (bzw. komplexen Berechnungen) mittels einer Octave-GUI sowie der Erstellung von Dokumentationen mit automatisch abgeleiteten Tabellen und Diagrammen. Weiterhin erlaubt Valispace zudem die direkte Kommunikation mit anderen Teilnehmenden der Studie über diverse Kommentar- und Diskussionsfunktionen.

Wenngleich im Rahmen der Lehrveranstaltung bei weitem nicht der volle Funktionsumfang genutzt wird, ist Valispace wichtige Unterstützung in der effizienten Durchführung des CE-Prozesses mit Studierenden. So erlaubt die Browser-basierte Implementierung den Teilnehmenden, von überall auf das aktuelle Design zuzugreifen und dieses mit ihrer entsprechenden Arbeit zu erweitern. Das Arbeiten mit einer „Single Source of Truth“ unterstützt zudem die grundlegenden Aspekte des CEs. Der übersichtliche Aufbau der Software ermöglicht es den Studierenden, die Software auch ohne Vorkenntnisse im Zuge der Lehrveranstaltung effektiv nutzen zu können.

#### 5. Lernziele

Die übergeordneten Lernziele der Lehrveranstaltung lassen sich zunächst wie folgt zusammenfassen:

1. Indem sie Kriterien aufstellen, gewichten und einen Trade-Off durchführen, können die Studierenden Konzepte für Raumfahrtmissionen vergleichend bewerten, um den Lösungsansatz mit der höchsten Erfolgsaussicht zu finden.
2. Indem Sie das in den vorangegangenen Lehrveranstaltungen erlangte Wissen praktisch anwenden und kombinieren, können die Studierenden Raumfahrtmissionen konzeptionieren, um ein Gesamtsystem zur Lösung eines spezifischen ingenieurtechnischen Problems zu entwickeln.
3. Indem sie deren Charakteristiken sowie Vor- und Nachteile kennenlernen, können die Studierenden verschiedene Strategien und Modelle zur Entwicklung technischer

Systeme und können diese einordnen und beurteilen, um diese gezielt und begründet anzuwenden.

Die wesentliche Erweiterung dieser Lernziele im Wintersemester 2020 / 2021 ergibt sich durch die Verlagerung der Lernveranstaltung in den digitalen Raum:

- Indem Sie verschiedene Kooperationswerkzeuge kennenlernen und anwenden, können die Studierenden Möglichkeiten digitaler Zusammenarbeit nutzen, um eine Entwicklungsaufgabe zu lösen, die sie allein nicht bewältigen können.
- Indem Sie verschiedene Werkzeuge virtueller Zusammenarbeit ausnutzen, können die Studierenden Konzepte interplanetarer Raumfahrtmissionen gegeneinander abwägen und unter Anwendung des Concurrent Engineering Modells weiterentwickeln, um die Beschränkungen direkter Interaktion zu umgehen.

Die Studierenden müssen zunächst Möglichkeiten virtueller Zusammenarbeit kennenlernen und erleben, um diese dann gezielt anwenden zu können. Wenngleich dies im vorliegenden Semester auf die pragmatische Umgehung der Kontaktbeschränkungen abzielt, soll Ihnen dies allgemeiner zeigen, wie sie ihre Ziele auch unter widrigen Bedingungen effizient erreichen können.

## 6. Didaktische Herausforderungen

Bisher wurde die Lehrveranstaltung als Blockveranstaltung an 3 kompletten Tagen kurz vor Ende der Vorlesungszeit durchgeführt. Die 3 Tage waren auf einen Zeitraum von 8 Tagen verteilt – Freitag, sowie Freitag und Samstag in der darauffolgenden Woche. Zu Beginn der Veranstaltung wurden die Charakteristiken sowie Vor- und Nachteile von Entwurfsprozessen vermittelt. Besonderer Fokus liegt hierbei auf dem Concurrent Engineering (vgl. Abschnitt 3). Zudem wurden knapp die wichtigsten Grundkenntnisse wiederholt und in die im weiteren Verlauf genutzte Software Valispace (siehe Abschnitt 4) eingeführt.

Die restliche Zeit dient der Durchführung eines Concurrent Engineering Prozesses zur Konzeptionierung eines Raumfahrtsystems (bspw. ei-

ner Marssonde oder eines Mondrovers). Dazu wird von den Lehrpersonen ein Missionsziel ausgegeben und die Rolle des Kunden / Auftraggebers eingenommen. Die Mission wird zunächst von den Studierenden diskutiert und erste Lösungskonzepte postuliert, die anschließend bewertet werden. Die Studierenden teilen wir / sich in verschiedene Rollen / Disziplinen ein. Jede Disziplin entwickelt das entsprechende Subsystem (bspw. zur Energieversorgung oder Kommunikation) bzw. führt die zur entsprechenden Rolle gehörenden Aufgaben durch (bspw. Kosten- oder Risikoanalyse).

Der Concurrent Engineering Prozess ist dadurch geprägt, dass alle Subsysteme parallel entwickelt werden. Da alle Subsysteme und Rollen voneinander abhängig sind, ist der Prozess durch einen extrem hohen Kommunikationsbedarf geprägt. Genau hierin liegt das Hauptlernziel: Die Studierenden sollen verstanden haben, wie die einzelnen Subsysteme, die sie bereits aus anderen Lehrveranstaltungen kennen, miteinander in Verbindung stehen, d.h. welche Schnittstellen es gibt und welche In- und Outputs übermittelt werden müssen. Die Studierenden haben dafür einen großen PC-Pool zur Verfügung und können sich beständig austauschen, während sie ihre Subsysteme detaillieren.

Aufgrund der Beschränkungen infolge der COVID-19-Pandemie war die Lehrveranstaltung im vorliegenden Semester jedoch nicht in Präsenz durchführbar. Dennoch mussten alle Studierenden während der gesamten Bearbeitung erreicht und motiviert werden, da alle Studierenden aufeinander angewiesen sind. Die besondere didaktische Herausforderung besteht somit darin, das bisherige Format in den virtuellen Raum so zu übertragen, dass die Lernziele erreicht werden können. Dies ist deshalb besonders schwierig, weil der Kern der Lehrveranstaltung in der Interaktion zwischen den Studierenden (und Lehrenden) liegt.

## 7. Didaktische Vorgehensweise

Einzig die Einführung (ca. 15 % der Lehrveranstaltung) konnte relativ einfach digitalisiert werden. Hierfür wurden bereits zum Semesterbeginn Screencasts bereitgestellt und eine

den Einführungsteil abschließende Live-Konsultation durchgeführt.

Der Rest der Veranstaltung musste komplett umstrukturiert werden. Unser Ansatz hierfür war, die Veranstaltung auf das gesamte Semester zu strecken. Die eigentliche Aufgabebearbeitung sollte dann im Selbststudium, nach Möglichkeit in Kleingruppen, durchgeführt werden. In regelmäßigen Abständen (alle 2 bis 3 Wochen) trafen Studierende und Lehrende virtuell zusammen, um die Fortschritte zu präsentieren und sich miteinander austauschen.

Um die Organisation handhabbar zu halten und jeder Person die Möglichkeit zu bieten, sich einzubringen, wurde der Kurs in 2 Gruppen aufgeteilt, welche die Designaufgabe parallel zu- und unabhängig voneinander bearbeiteten. Die Gruppeneinteilung und Rollenzuweisung bedurfte besonderer Beachtung und wurde über ein Einschreibungstool im Kurs zur Lehrveranstaltung auf der Lernplattform OPAL realisiert. Dies sollte allen Teilnehmenden die gleichen Chancen bieten, sich die von ihnen präferierte Disziplin zu sichern. Letzte Inhomogenitäten in den Rollenverteilungen innerhalb und zwischen den Teams wurden in der darauffolgenden Live-Konsultation ausgeglichen (z.B. die Besetzung einer zentralen Rolle statt der Doppelbelegung einer anderen). In den Vorjahren wurde mit der Rollenverteilung experimentiert. Teilweise wurde sie vorgegeben, was einige Studierende aus ihrem Komfortbereich zwingt, aber auch zu einer gewissen Demotivation führen kann. Teilweise konnten sich die Studierenden die Rollen aussuchen, wobei Kompromisse für besonders gefragte Rollen gefunden werden mussten. Die Einschreibung über ein Onlinetool umgeht diese Schwierigkeiten größtenteils und stellt die bisher fairste Variante der Rollenzuweisung dar.

Die Größe der Teams betrug jeweils 16 Studierende. Dies wird als eine sehr gute Gruppengröße angesehen, da einerseits alle essenziellen Rollen abgedeckt werden können, andererseits der Kommunikationsaufwand innerhalb des Teams noch beherrschbar bleibt.

Es sei angemerkt, dass nicht alle 15 vorhandenen Rollen besetzt wurden, da manche Rollen als essenziell erachtet werden (z.B. Team Lea-

der), während auf andere im Zweifelsfall verzichtet werden kann oder diese von den anderen Teilnehmenden getragen werden können (z.B. „Integration, Assembly and Verification“). Es wurde, wie auch in Vorjahren, darauf Wert gelegt, besonders kritische Rollen (z.B. Energieversorgung) doppelt zu besetzen, um eine gewisse Redundanz zu schaffen. Grundsätzlich wäre dies bei allen Rollen wünschenswert, jedoch würden hierdurch entsprechend größer ausfallende Teams die Durchführung deutlich erschweren.

Während die Größen der beiden Teams identisch waren, wiesen die Rollenverteilungen leichte Abweichungen auf. Dies lag wiederum daran, dass als nicht essenziell erachtete Rollen entsprechend der Neigungen der Teilnehmenden vergeben werden konnten (so hatte z.B. nur Team A einen Simulationsingenieur). Einerseits erschwert dies natürlich einen direkten Vergleich der von den beiden Teams erzielten Ergebnisse, andererseits lassen sich hierdurch die Auswirkungen unterschiedlicher Rollenbesetzungen untersuchen. Letzteres hat den Vorteil, dass die Bedeutung der (Nicht-)Beteiligung einzelner Rollen den Studierenden visualisiert werden kann.

Für die Kommunikation mit den Kursbetreuern wurde die Nutzung des Videokonferenztools GoToMeeting genutzt. Auch zwischen den Terminen musste den Studierenden eine Austauschplattform bereitgestellt werden. Dies war über die ohnehin zur Zusammenführung aller Daten genutzte Software Valispace möglich. Zudem wurde der OPAL-Kurs mit diversen Elementen (bspw. einem Forum) bereitgestellt. Die Entwicklungsaufgabe wurde durch mehrere Meilensteine untergliedert, um die Studierenden das gesamte Semester über zu einer kontinuierlichen Arbeit motivieren zu können. Diese Meilensteine entsprachen den Iterationsstufen des Designs bzw. dessen Detaillierung und wurden durch die Live-Konsultationen repräsentiert, in denen der jeweils aktuelle Stand den Kunden / Lehrenden präsentiert wurden. Dies ermöglichte es uns, Kommunikations- oder sonstige Probleme in den Selbstlernphasen aufzudecken und die aktive Teilnahme aller beteiligten abzusichern. Zudem gab uns dieser Prozess nicht nur Einblick in die

Fortschritte beider Teams, sondern garantierte auch, dass fehlende Konsistenz in den Ausarbeitungen für uns und die Studierenden sichtbar wurde.

Die Live-Konsultationen mit den einzelnen Teams wurden unabhängig voneinander durchgeführt. Der wesentlichen Gründe hierfür waren, einerseits den zeitlichen Aufwand der Teilnehmenden zu begrenzen und andererseits dem zuletzt präsentierenden Team keinen Vorteil einzuräumen. Dies bedeutet, dass die Teams nicht über die Fortschritte des jeweils anderen Teams informiert wurden. Es ist allerdings möglich, dass sich die Studierenden untereinander auch teamübergreifend ausgetauscht haben. Dies ist nicht zu verhindern und kann auch vorteilhaft sein, wenn zum Beispiel eine Rolle des einen Teams nicht weiterweiß und die entsprechenden Rollenvertreter des anderen Teams um Rat fragen. Dies wurde durch die Bereitstellung einer Übersicht der Teamzusammensetzungen durch die Kursverantwortlichen unterstützt.

## 8. Reflexion des Verlaufs

Es ist festzuhalten, dass die Vorbereitung der Lehrveranstaltung im vorliegenden Semester erwartungsgemäß weit höheren Aufwand bedeutete, als das sonst erforderlich war. Allerdings hat sich dieser Aufwand gelohnt, da die sorgfältige Planung vollständig umgesetzt werden konnte. Zudem erfolgte die eigentliche Durchführung während des Semesters unter vertretbarem Aufwand.

Besonders hervorzuheben ist das durchgängig hohe Engagement der Studierenden. Dies führte zu einem Umfang und Detailgrad der Ergebnisse, welche signifikant über denen der vorherigen Jahrgänge liegt. Dies ist insofern nicht ganz verwunderlich, da den Studierenden auch ein vielfach größerer Zeitraum für die Bearbeitung der Designaufgabe zur Verfügung stand und dieser auch effektiv, bspw. durch wöchentliche Teammeetings, genutzt wurde.

Unklar bleibt allerdings, inwieweit dies auf die äußeren Umstände zurückzuführen ist. Während die Lehrveranstaltung ein deutlich über das übliche Maß hinausgehende Möglichkeit

zur aktiven Einbringung bietet, ist es naheliegend, dass eingeschränkte soziale Interaktionsmöglichkeiten die Motivation der Studierenden zur Teamarbeit noch verstärkt haben.

Ein interessanter Aspekt ergab sich aus der Zweiteilung der Teilnehmerschaft. Dies ermöglichte es, auf die individuellen Wünsche der Teams einzugehen und die Vorgehensweise leicht anzupassen. Dies verdeutlichte, dass relativ kleine Unterschiede in der Durchführung eine Auswirkung haben können. So dienten die zweiwöchentlichen Konsultationen mit den Lehrenden / Kunden bei Team A der reinen Statuspräsentation und -diskussion via GoTo-Meeting. Hingegen bat Team B um die Zusammenlegung der Kundenmeetings aller zwei Wochen mit den ohnehin wöchentlich via Discord stattfindenden Teammeetings. Aus Sicht der Lehrenden funktionierte der ursprüngliche geplante Ansatz, wie er mit Team A durchgeführt wurde, besser, da das Team gezwungen war, sich im Vorfeld genau abzustimmen und auf einen kohärenten Stand zu bringen. Dies ließ mehr Zeit für die Diskussion des Designs und des Entwicklungsprozesses.

## 9. Prüfungsdurchführung

Laut Modulbeschreibung der Prüfungsordnung besteht die Prüfungsleistung für die Lehrveranstaltung aus einer schriftlichen Klausur von 90 Minuten Länge. Aufgrund der mit der Pandemie einhergehenden Einschränkungen wurde im vorliegenden Semester jedoch darum gebeten, die Prüfungen entweder digital durchzuführen oder nach alternativen Prüfungsformen zu suchen. Da die Studierenden ohnehin zum Abschluss ihre Vorgehensweise und erlangten Resultate präsentieren sollten, war es naheliegend, dies in die Prüfungsleistung mit einzubeziehen. Allerdings standen für die Abschlusspräsentationen inklusive Diskussion lediglich 180 Minuten für 32 Studierende zur Verfügung, sodass auf Grundlage der Präsentationen keine verlässliche Einschätzung der Individualleistungen getroffen werden konnte. Aus diesem Grund wurde von den Studierenden ein Abschlussbericht verlangt, dessen Haupttext zwischen 1500 und 3000 Wörtern umfassen sollte. Hauptaugenmerk dieses Abschlussberichts lag auf dem Prozess. So wa-

ren nicht nur Informationen zum Datenaustausch und dem finalen Stand der Ausarbeitung, sondern auch selbstreflektive Elemente zum individuellen Fortschritt und aufgetretenen Problemen in der Ausarbeitung / im Lernprozess gefordert.

Die Prüfungsleistung wurde von fast allen Studierenden sehr gut angenommen und bewältigt. Allein für Team B wurden insgesamt 271 Seiten Berichte eingereicht. Die Qualität der Präsentationen und Berichte war sehr gut. Bis auf eine Ausnahme lagen die Noten im Bereich von 1,0 bis 1,3. In beiden Teams lag der Mittelwert bei 1,2. Abbildung 4 zeigt einen kleinen Ausschnitt des Endergebnisses, ein Rendering des von Team A entwickelten Mondlanders.



Abb. 4: CAD-Rendering des von einem der beiden Teams entwickelten Mondlanders

## 10. Lehrevaluation

Um Rückmeldungen der Studierenden zu ihren Lernerfahrungen zu erhalten, wurden sie bereits zu Beginn des Semesters und danach in regelmäßigen Abständen dazu angehalten, Feedback offen zu kommunizieren. Dieser Bitte wurde allerdings fast nicht nachgekommen. Zusätzlich dazu wurde gegen Ende des Semesters eine von der Fakultät Maschinenwesen bereitgestellte Lehrevaluation in den OPAL-Kurs zur Lehrveranstaltung implementiert. Wenngleich dies aufgrund der direkten Nutzerzuordnung ebenfalls keine anonyme Möglichkeit zur Rückmeldung bietet, nahmen 15 der 32 Studierenden an der Evaluation teil.

Dieser Abschnitt fasst die wesentlichen Ergebnisse der Evaluation zusammen.

Positiv zu werten ist, dass mit 93 % die überwiegende Mehrheit der Studierenden die Ziele der Lehrveranstaltung nachvollziehen konnte (siehe Abbildung 5), dass alle Teilnehmenden einen roten Faden in der Strukturierung der Lehrveranstaltung (siehe Abbildung 6) sowie den direkten Praxisbezug (siehe Abbildung 7) erkennen konnten und das Tempo Veranstaltung als optimal empfanden (siehe Abbildung 8).

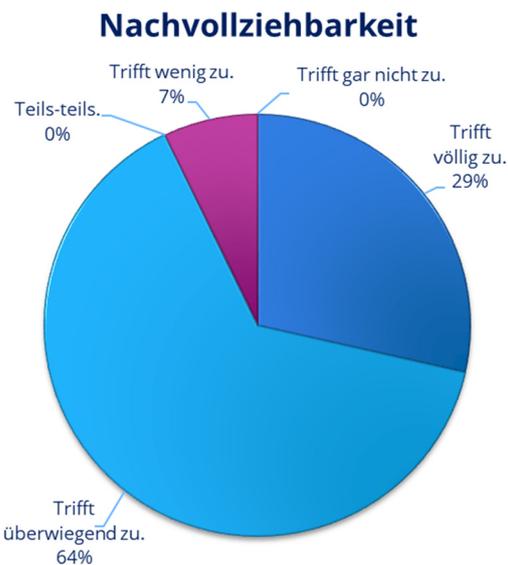


Abb. 5: Antworten zur Aussage „Die Lehrperson stellt die Ziele der Veranstaltung nachvollziehbar dar.“

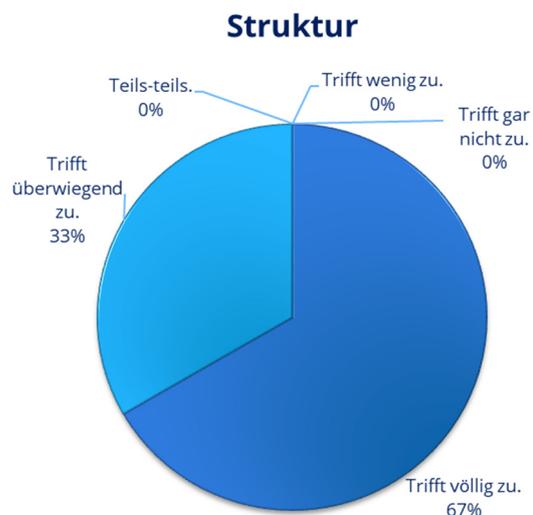


Abb. 6: Antworten zur Aussage „Die Lehrperson strukturiert die Veranstaltung. Es ist ein roter Faden erkennbar.“

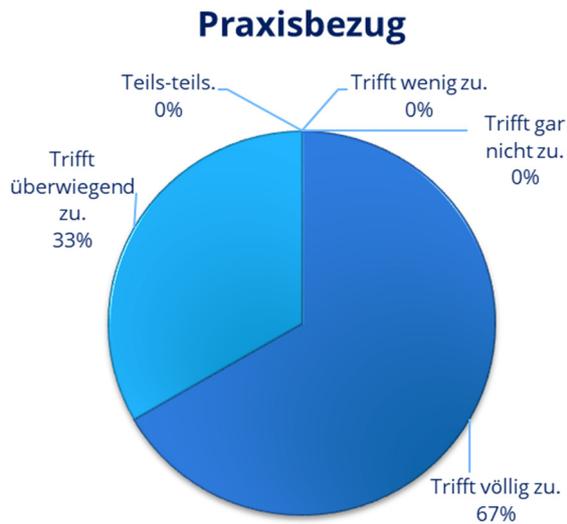


Abb. 7: Antworten zur Aussage „Die Lehrperson stellt einen Bezug zwischen Theorie und Praxis / Anwendungen her.“

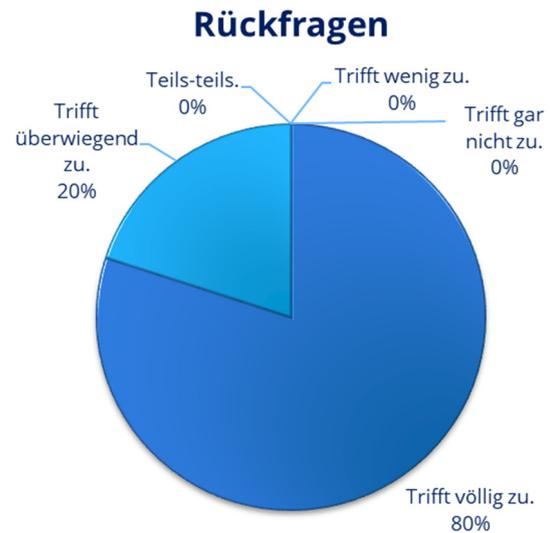


Abb. 9: Antworten zur Aussage „Die Lehrperson steht für Rückfragen zur Verfügung.“

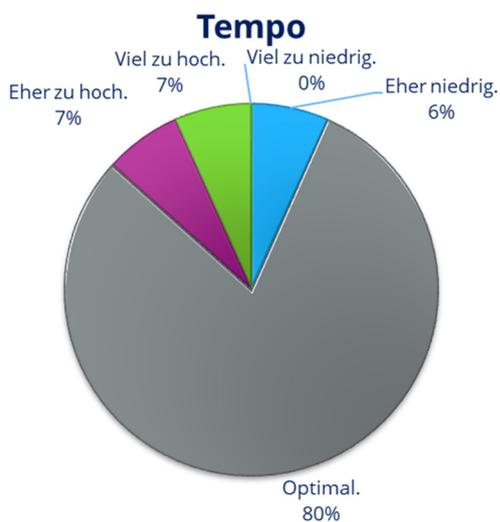


Abb. 8: Antworten zur Aussage „Das Tempo der Veranstaltung ist:“

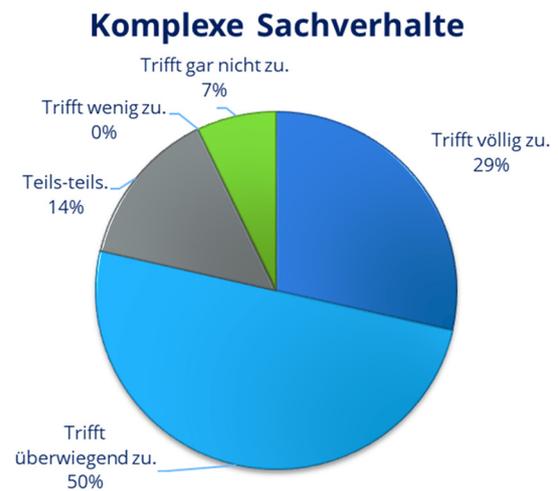


Abb. 10: Antworten zur Aussage „Die Lehrperson kann komplizierte Sachverhalte verständlich machen.“

Zudem fanden alle Teilnehmenden, dass die Lehrpersonen für Rückfragen zur Verfügung standen (siehe Abbildung 9) und 79 % der Studierenden gaben an, dass die Lehrpersonen komplizierte Sachverhalte verständlich machen können. Dies zeigt, dass das didaktische Konzept der umgestalteten Lehrveranstaltung funktioniert hat.

Ein ähnlich überzeugtes Bild ergibt sich hinsichtlich der eingesetzten Medien zur Durchführung der Lehrveranstaltung. So gaben zwei Drittel der Teilnehmenden an, dass die bereitgestellten Arbeitsmaterialien hilfreich waren (siehe Abbildung 11). Hierbei ist zu bemerken,

dass die 13 % der Teilnehmenden, die angegeben haben, dass es keine Arbeitsmaterialien gibt, obwohl z.B. Informationen zu einzelnen Rollen und Literaturempfehlungen kommuniziert wurden, das Ergebnis etwas verzerren. Die verwendeten Präsentationsmedien, also in diesem Fall die bereitgestellten Screencasts und zugehörigen Folien, wurden mit 79-prozentiger Mehrheit ebenfalls als hilfreich eingestuft (siehe Abbildung 12). Weiterhin schätzten alle Teilnehmenden Discord für die Lehrveranstaltung positiv ein (siehe Abbildung 13). Diese Plattform wurde nicht vorgegeben, sondern von den Studierenden selbst für Ihren Austausch gewählt. Es ist somit überlegens-

wert, diese Plattform bewusst mit in die Lehrveranstaltung zu integrieren oder zumindest zukünftigen Teilnehmenden zu empfehlen, die Entscheidung aber letztlich ihnen selbst zu überlassen.

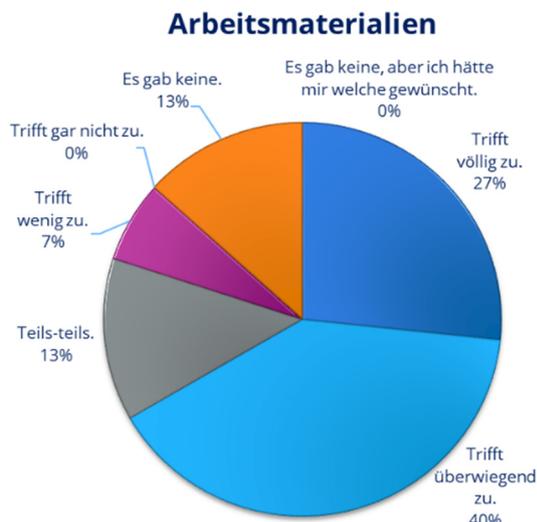


Abb. 11: Antworten zur Aussage „Ich finde die bereitgestellten Arbeitsmaterialien hilfreich (z.B. Handouts, Skripte, Literaturhinweise).“

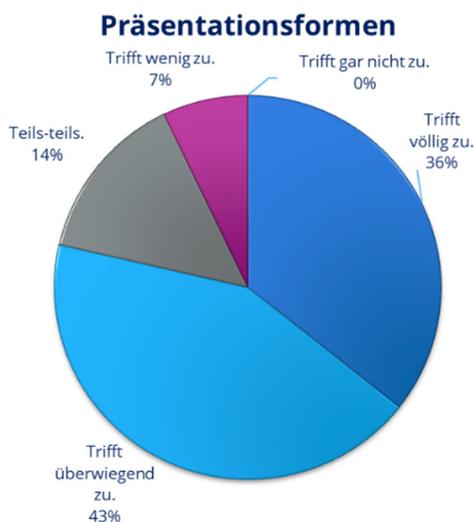


Abb. 12: Antworten zur Aussage „Ich finde die verwendeten Präsentationsmedien hilfreich (z.B. Präsentation, Folien, Anschauungsobjekte).“

Auch in den Bereichen Motivation, Lernempfinden und Praxistransfer zeichnet die Evaluation ein positives Bild der transformierten Lehrveranstaltung. So gaben 93 % der Teilnehmenden an, dass sie durch die Lehrveranstaltung motiviert wurden, sich selbst mit den Inhalten zu beschäftigen

(siehe Abbildung 14). Ein gleich hoher Prozentsatz gab an, dass sie viel durch die Veranstaltung gelernt haben (siehe Abbildung 15) und sich in der Lage fühlen, das erlernte Wissen in der Praxis anzuwenden (siehe Abbildung 16). Gerade letzterer Punkt ist entscheidend, da die Lehrveranstaltung besonderen Wert darauf legt, die Studierenden, die kurz vor Abschluss ihres Studiums stehen, besser auf den Berufsalltag vorzubereiten. Somit verwundert es wenig, dass ganze 87 % der Studierenden angaben, insgesamt mit der Lehrveranstaltung zufrieden gewesen zu sein (siehe Abbildung 17).

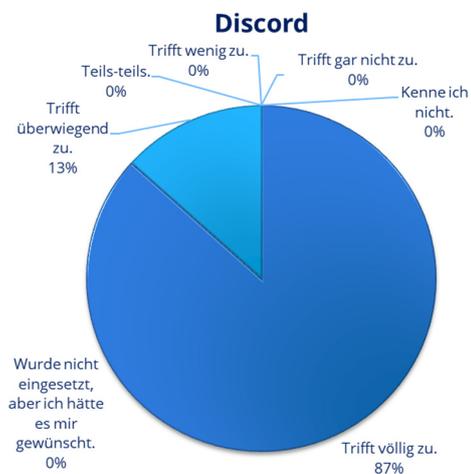


Abb. 13: Antworten zur Aussage „Ich finde das Kommunikationswerkzeug Discord in der Lehre hilfreich.“

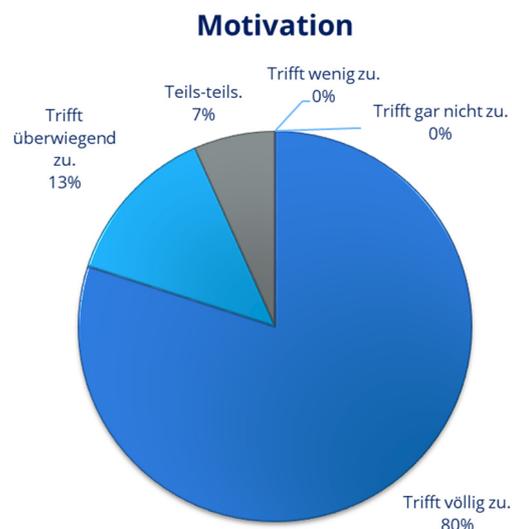


Abb. 14: Antworten zur Aussage „Die Veranstaltung motiviert, sich selbst mit den Inhalten zu beschäftigen.“

### Lernempfinden

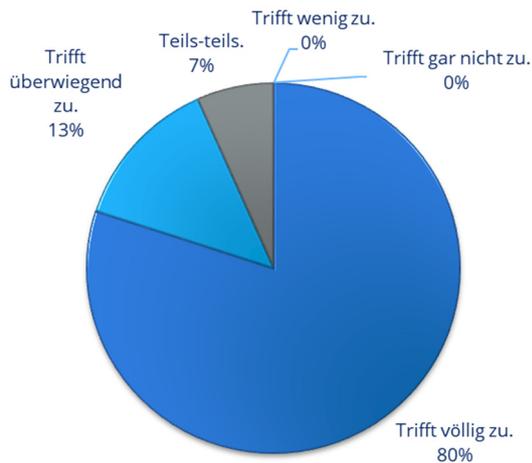


Abb. 15: Antworten zur Aussage „Ich habe viel durch die Veranstaltung gelernt.“

überdurchschnittlich hoch empfunden wurde. So bescheinigten 93 % der Studierenden, dass der Arbeitsaufwand höher ausfiel als bei anderen Lehrveranstaltungen (siehe Abbildung 20). Das sich dies eher auf die Arbeitsmenge, als auf die Schwierigkeit des Stoffes bezieht, zeigt Abbildung 21. Hier gaben 93 % der Teilnehmenden an, dass die Schwere des Stoffes optimal ist. Weitere 7 % fanden sie tendenziell eher zu niedrig. Somit ließe sich der als hoch empfundene Aufwand reduzieren, indem man einen der drei Iterationszyklen entfallen lässt. So entfielen auch eine Live-Konsultation, welche die Studierenden entsprechend vor- und nachbereiten müssen. Die Auswirkungen auf die Lernerfolge müssten in diesem Fall möglichst genau evaluiert werden.

### Praxistransfer

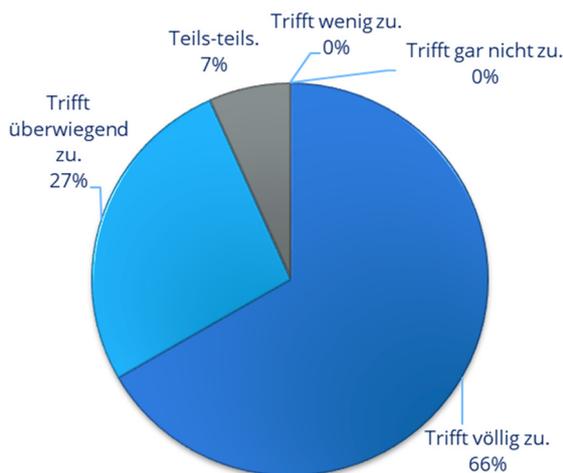


Abb. 16: Antworten zur Aussage „Ich fühle mich in der Lage, das in der Lehrveranstaltung erlernte Wissen in der Praxis anzuwenden.“

### Zufriedenheit

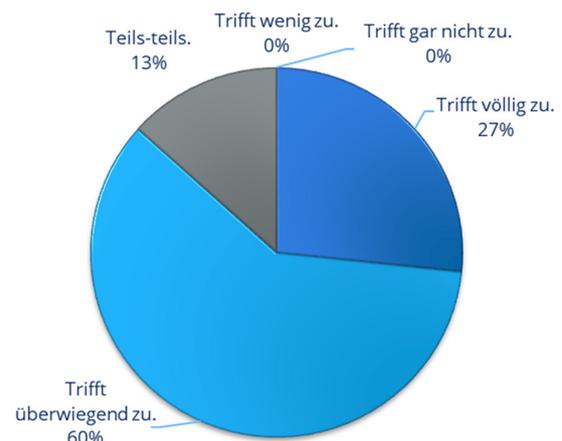


Abb. 17: Antworten zur Aussage „Insgesamt bin ich mit der Veranstaltung zufrieden.“

Ein etwas differenzierteres Bild ergibt sich hinsichtlich der Stoffmenge (siehe Abbildung 18). Zwar gaben zwei Drittel der Teilnehmenden an, die Stoffmenge der Lehrveranstaltung sei optimal, das restliche Drittel empfand die Stoffmenge hingegen als zu hoch. Demnach empfand niemand die Stoffmenge als zu niedrig. Dies deckt sich mit den Angaben zum Vor- und Nachbereitungsaufwand (siehe Abbildung 19). Hier gaben 87 % der Studierenden an, die Lehrveranstaltung regelmäßig vor- und nachzubereiten. Dies ist aufgrund der gewählten Struktur mit festen Meilensteinen auch ganz klar so gewollt. Jedoch geht damit einher, dass der Arbeitsaufwand zumindest subjektiv als

### Stoffmenge

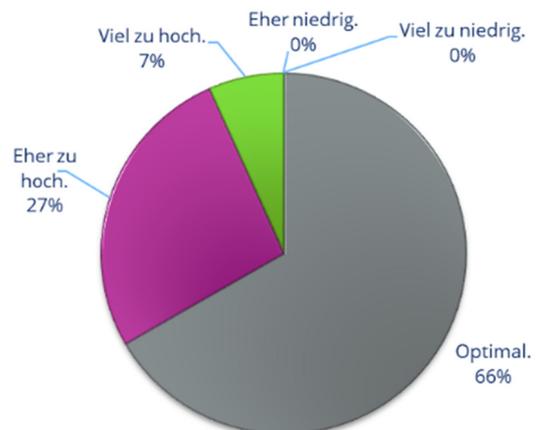


Abb. 18: Antworten zur Aussage „Die Stoffmenge der Veranstaltung ist.“

### Vorbereitung

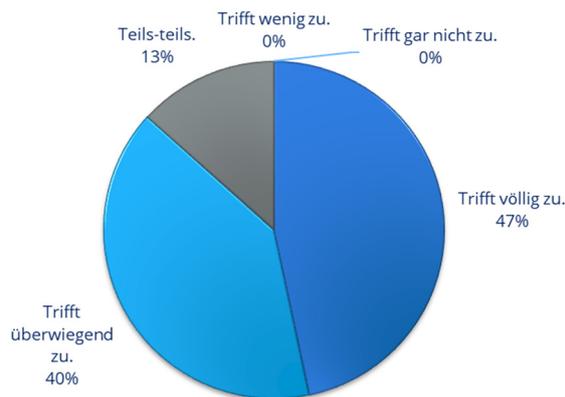


Abb. 19: Antworten zur Aussage „Ich bereite die Veranstaltung regelmäßig vor und nach.“

### Arbeitsaufwand

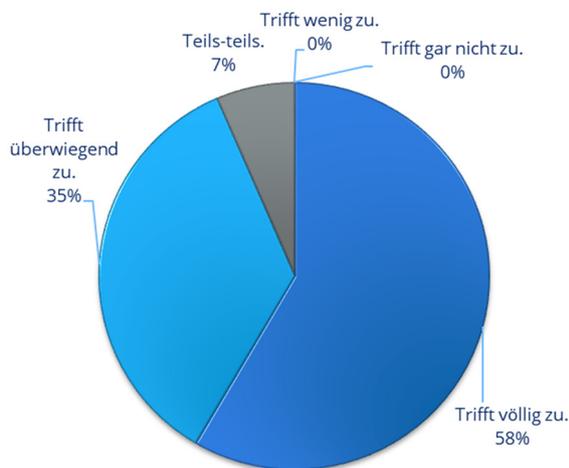


Abb. 20: Antworten zur Aussage „Mein Arbeitsaufwand ist verglichen mit anderen Veranstaltungen hoch.“

### Anforderungen

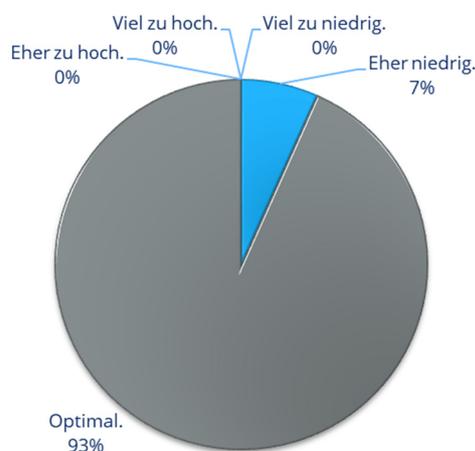


Abb. 21: Antworten zur Aussage „Die Anforderungen sind / die Schwere des Stoffes ist:“

Insgesamt ist festzuhalten, dass die Umstellung der Lehrveranstaltung auf ein virtuelles Format ein voller Erfolg war. In der Tat waren wir mit dem Lehr-Lern-Ergebnis sogar zufriedener als nach den Präsenzveranstaltungen der vorherigen Jahrgänge. Dies schließt die Prüfungsleistung mit ein, welche in dem alternativen Format aus Abschlusspräsentation und -bericht deutlich näher an der Berufsrealität eines Ingenieurs liegt als eine schriftliche Klausur.

## 11. Verbesserungsmöglichkeiten

Wenngleich die Umstrukturierung der Lehrveranstaltung als Erfolg angesehen werden kann, zeigt das Feedback der Studierenden aber auch, dass es noch Verbesserungspotenzial gibt. So wurde deutlich, dass nicht allen der Ablaufplan der Lehrveranstaltung, die sich doch deutlich von anderen Lehrveranstaltungen der Vertiefungsrichtung Luft- und Raumfahrttechnik unterscheidet, klar gewesen ist. Auch kamen nicht alle von Anfang an gut mit ihren Rollen zurecht. Diese Punkte lassen sich, bspw. durch eine eindringlichere Erläuterung der Aufgaben der einzelnen Rollen während der Einführungsveranstaltung, relativ leicht beheben.

Ein weiterer Punkt ist die verwendete Software Valispace, die zwar durchgängig positiv eingeschätzt wurde, aufgrund ihrer beschränkten Performance (insb. hinsichtlich langer Zeiten zur Synchronisierung und Berechnung von Daten) aber nicht voll ausgenutzt werden konnte. Hierzu wurde eine separate Evaluierung durchgeführt, die Gegenstand einer zukünftigen Publikation sein soll.

Ein Nachteil, der dem angewandten Konzept inhärent ist, besteht in dem begrenzten Einblick in die studentischen Lernprozesse während des Semesters. Zwar bieten die zweiwöchigen Konsultationen, in denen alle Studierenden neben ihren Fortschritten auch Probleme aufzeigen sollen, eine Basis. Dennoch ist die Wahrnehmung von Lernschwierigkeiten in Präsenzveranstaltungen direkter und Feedbackschleifen können kürzer gehalten werden.

### 13. Zusammenfassung und Ausblick

Im Rahmen der Lehrveranstaltung „Entwurf von Raumfahrtssystemen“ der Vertiefungsrichtung Luft- und Raumfahrttechnik des Diplomstudiengangs Maschinenbau der TU Dresden wurde ein Concurrent Engineering Workshop zur Konzeption einer Raumfahrtmission erfolgreich in ein virtuelles Format transferiert. Kern der Umstrukturierung, welche aufgrund der mit der COVID-19-Pandemie einhergehenden Einschränkungen erforderlich wurde, war die Streckung der vormals an drei Tagen als Blockveranstaltung durchgeführten Lehrveranstaltung auf das gesamte Semester. Das angewandte Methodenportfolio enthielt Screen-casts zur Vermittlung der Grundlagen zu Beginn der Lehrveranstaltung, die Verlagerung der eigentlichen Ausarbeitung ins Selbststudium sowie regelmäßige Live-Konsultationen mit Kurzpräsentationen der Studierenden. Diese Mischung aus synchronen und asynchronen Elementen führte, gemeinsam mit der Umstellung der Prüfungsleistung von einer schriftlichen Klausur auf eine Kombination aus Abschlussvortrag und -bericht, zum Erfolg der Lehrveranstaltung im vorliegenden Semester, was durch die durchgeführte Lehrevaluation unterstrichen wurde.

Gleichzeitig hat diese erste Iteration konkrete Ansätze für weitere Verbesserungen offenbart. So bemerkten die Studierenden den im Vergleich zu anderen Lehrveranstaltungen hohen Arbeitsaufwand. Dieser ließe sich in Zukunft durch das Weglassen einer Iterationsstufe in der Detaillierung des Missionsdesigns bzw. eine Kürzung dieser reduzieren. Zudem kann die Einführung in die Lehrveranstaltung ausgebaut werden, bspw. durch dedizierte Kurzpräsentationen mit konkreten Beispielszenarien für die Vorstellung der unterschiedlichen Rollen. Dies ist wichtig, um nicht schon zu Beginn Studierende zu verlieren. Denn die Hauptherausforderung, alle Studierenden zu erreichen und zur aktiven Teilnahme zu befähigen, damit die im Sinne des Concurrent Engineering durchgeführte Missionsstudie zum Erfolg geführt werden kann, stellt sich jedes Mal aufs Neue.

Da das virtuelle Format zu einem insgesamt sehr positiven Lehr-Lern-Ergebnis geführt hat, liegt der Ansatz nahe, zukünftig ein hybrides

Format zu entwickeln, welches auf der Struktur des virtuellen Ansatzes, und somit teilweise asynchroner Wissensvermittlung, beruht und diese mit Präsenzveranstaltungen verknüpft. Allen Studierenden wird man es aber auch damit wohl nicht recht machen können, wie das Meinungsbild zu Präsenz- und Onlinelehre in Abbildung 22 zeigt.

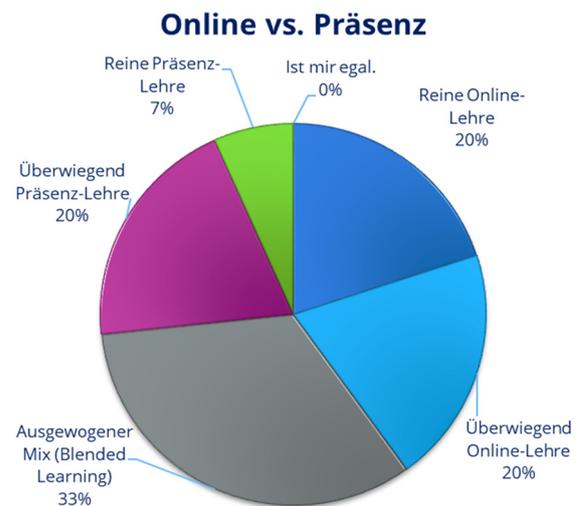


Abb. 22: Antworten zur Aussage „Im Rahmen der Lehre bevorzuge ich folgende Kommunikationsformen:“

### Danksagung

Wir bedanken uns bei allen teilnehmenden Studierenden für ihre Anpassungsfähigkeit, ihr Engagement, ihr Verständnis und ihr Feedback.

### Literatur

- [1] E. Kane Casani und R. M. Metzger: *Reengineering the project design process*, Acta Astronautica, vol. 35, no. 94, pp. 681-689, 1995.
- [2] m. Bandecchi, B. Melton und F. Ongaro: *Concurrent engineering applied to space mission assessment and design*, ESA Bulletin, vol. 99, pp. 34-40, 1999.
- [3] M. Banecchi, B. Melton, B. Gardini und F. Ongaro: *The ESA/ESTEC concurrent design facility*, Proc. EuSEC 2000, vol. 1, pp. 329-336, 2000.





## Selbstdisziplin – Der Schlüssel

C. Thomas, R. Barta

*Bitzer-Professur für Kälte-, Kryo- und Kompressorentchnik, Institut für Energietechnik, Fakultät Maschinenwesen, TU Dresden*

### Abstract

Die Covid19-Pandemie zeigt in allen Ebenen nur allzu deutlich die Stärken aber auch die jeweiligen Schwächen des Bildungssystems auf. Von geschlossenen Kindertageseinrichtungen, Grundschulen, weiterführenden Schulen, Fachhochschulen bis hin zur universitären Ausbildung sind die bildungstechnischen, persönlichen und sozialen Folgen des ausgesetzten Unterrichts bzw. der digitalen Varianten nicht absehbar. In allen Bildungsbereichen schien man nahezu unvorbereitet mit dem digitalen Zeitalter konfrontiert worden zu sein. Das Online-Format als solches schien bisher nicht in das (deutsche) Bildungssystem zu passen. Die Frage nach dem warum stellt sich hier nur allzu offensichtlich, da sowohl Schüler nahezu jeden Alters als auch Studierende täglich privat online sind. Das vorliegende Paper stellt kritische Fragen, wie online-Lehre sinnvoll für Lehrkräfte und Schüler/ Studierende umgesetzt werden kann, wo der Grundstock eines zielführenden online-Unterrichts gelegt werden muss und bei wem welche Zuständigkeiten für eine produktive Ausbildung liegen. Das umfangreiche Angebot an vertonten und visualisierten Kursen ist nur eine Seite der Medaille. Auf der anderen Seite stehen Themen wie Selbstdisziplin und -organisation. Sowohl die kindliche Ausbildung (Grundschule) als auch die Ausbildung an der Universität werden im Rahmen dieser Veröffentlichung aus Sicht der Autoren diskutiert und Kommentare sowie entsprechende Vorschläge zur Optimierung der Ausbildung auf Seiten der Lehrenden und Lernenden unterbreitet.

The Covid19 pandemic clearly showed the strengths and weaknesses of educations systems at all levels. From closed kindergartens, gradeschools and highschoools to universities, the educational, personal and social impacts of the suspended education system are inconceivable. In all areas of education, it was shown that the digital age was nearly completely unprepared to confront these challenges. To date the online format has proven to not fit to the (German) education system. The question that arises is why is this the case, since schoolchildren of almost every age are online privately every day. The following paper poses critical questions such as how online education can be applied in a way that is reasonable for both students and teachers, where the foundation of a purposeful online lecture must be laid and by who do which portions of responsibility for a productive education lay? The extensive offer of recorded and visualized courses is only one side of the coin. On the other side lay topics such as self-discipline and organization. Both the gradeschool and university education are discussed by the authors in this publication, as are corresponding suggestions for optimization of the education from the sides of the teachers and students.

\*Corresponding author: [christiane.thomas@tu-dresden.de](mailto:christiane.thomas@tu-dresden.de)

## 1. Einleitung

Im Rahmen der Vorbereitung der Lessons Learned-Veranstaltungen im Herbst 2020 sowie im Frühjahr 2021 fanden eine Vielzahl an Diskussionen zwischen den Autoren dieser Veröffentlichung statt, warum sich die aktive Teilnahme am Lehr-Lern-Prozess so ruckartig ändert, wenn ein Wechsel von Präsenz- hin zur Online-Lehre stattfindet, ob es in den Bildungssystemen der USA und Deutschlands ähnliche Phänomene gibt und welche Rückschlüsse man für die Zukunft daraus ziehen sollte.

Primäre Fragen sind: Wie lernen wir? Wie fand das Lernen und Lehren früher statt, wie heute und wie sollte der Lernprozess zukünftig begleitet werden?

Die mit der Covid19-Pandemie einhergehenden privaten Herausforderungen spielen selbstverständlich auf der Seite der Lehrer und Dozenten sowie bei den Schülern und Studierenden eine immense Rolle in der Gestaltung der Lehre, des Lernens und auch in der zeitlichen Planung. Auf diesen Bereich soll allerdings im Folgenden nicht tiefer eingegangen werden, da sich hierbei ein zu diverses Bild ergibt, was nicht zwangsläufig zu generellen Aussagen für die zukünftige Lehre führt.

Im Rahmen dieser Veröffentlichung soll evaluiert werden, welche Möglichkeiten die Digitalisierung der Lehre bietet, welche Aufgaben sich daraus für das gesamte Bildungssystem, für die Lehrenden und Lernenden ergeben, vor welchen Problemen wir Dozenten standen und stehen und welche Lösungsansätze sich ergaben. Fokus der Betrachtungen sollen dabei nicht das detaillierte Auflisten und die Erfahrungen mit einzelnen Webmeeting-Portalen oder der Einsatz von spezifischer Soft- und Hardware sein. Vielmehr ging es den Autoren darum, einen Schritt zurückzutreten und das gesamte System der Ausbildung zu betrachten.

Bei der Analyse der Vorbereitung, Durchführung und Nachbereitung der eigenen Lehrveranstaltungen kristallisierte sich bei den Autoren ein zentraler Punkt heraus: Selbstdisziplin. Das mag nun erst einmal verwunderlich klingen. Die Wahl auf diese Begrifflichkeit fiel daher, da sowohl die Umstellung der eigenen

Lehre auf digitale Formate und der damit verbundene Aufwand bzgl. Zeit und auch Kosten auf Seiten der Dozenten, als auch die konstante *aktive* Teilnahme der Studierenden/Schüler auf der anderen Seite des Bildschirms abhängig sind, von der eigenen Selbstdisziplin.

Der Frage, wie Selbstdisziplin im Kontext der Ausbildung getriggert werden kann und wie sie in Zukunft gelehrt bzw. unterstützt werden muss, stellt sich der folgende Artikel.

## 2. Wie Lernen Wir?

Um einer komplexen Frage nach dem „wie lernen wir?“ nachzugehen, ist die Suche nach dem Training der Selbstdisziplin und Selbstorganisation in unserem Bildungssystem ein zentraler Kernpunkt.

Während der jahrelangen schulischen Ausbildung wurden Kinder von einer Lehrkraft im Präsenzunterricht ausgebildet. Für die Kinder ist hier der direkte Kontakt, die Möglichkeit, Fragen direkt zu stellen, nonverbale Kommunikation zu lernen und auch der Vergleich mit Gleichaltrigen möglich.



Abb. 1: Lehrer-Schüler-Kommunikation in Präsenz [1]

Dieses Konzept basiert auf dem Ansatz, dass in jungen Jahren möglichst viel Führung von außen benötigt wird, um den Kindern das „Richtig“ und „Falsch“ beizubringen. Verfolgt man den schulischen Bildungsweg weiter, so wird allerdings schnell deutlich, dass sich trotz des zunehmenden Alters wenig am Führungsstil des Bildungssystems ändert. Der Fokus liegt häufig auf den zu lernenden und abzuprüfenden (prüfbaren) Inhalten und weniger auf dem „Wie“ und „Warum“. Im regulären Präsenzunterricht existiert eine Anwesenheitspflicht, die grundsätzlich nicht in Frage gestellt wird,

ebenso wie klar definierte Aufgaben, die im Unterricht und als Hausaufgabe erfüllt werden müssen. Natürlich steigt der Bedarf für Selbstdisziplin mit Alter. So müssen die Schüler selbst einplanen, wann sie z.B. damit beginnen, ein Gedicht zu lernen oder ein Poster zu gestalten. Allerdings sind bis in die Abschlussjahrgänge stetig ein Lehrer bzw. die Eltern zur Stelle, um die Schüler an ihre Aufgaben während des Schuljahres zu erinnern. Und im Notfall existieren noch diverse Möglichkeiten die „Note wieder auszubügeln“, wenn doch mal etwas schiefeht.

Im Rahmen der Covid19-Pandemie wurde nun aber mehr und mehr deutlich, dass dieses Vorgehen grundsätzlich überdacht werden sollte. Nicht nur die Schüler und Eltern sind in den meisten Fällen maßlos überfordert mit der Ausbildung im digitalen Format, sondern ein ähnliches Bild zeigte sich, vor allem in den ersten Monaten, bei den Studierenden. Das „an die Hand nehmen“ fehlte. Der Tag war lang, die Aufgaben *schienen* auf dem Blatt *eigentlich* überschaubar... wieso also gerade *jetzt* damit anfangen und nicht etwas später?

Unser Bildungssystem muss also daran ansetzen, „Lernenden“ zeitnah eigene Verantwortung zu lehren. Das „Warum“ und das „Wie“ spielen hierbei eine wichtige Rolle, um das Verständnis, die Notwendigkeit und die Vorteile dieser Kehrtwende in einen kausalen Zusammenhang für alle Betroffenen zu rücken.

Das „geführte Lernen“ endet nun aber nicht am Schultor. Hinsichtlich des universitären Bildungssystems ist eine ähnliche Tendenz erkennbar. Vor allen in MINT-Fächern existieren in Deutschland ebenfalls mehr oder weniger feste Stundenpläne mit Lehrveranstaltungen, die den Studierenden ans Herz gelegt werden und die zum Bestehen der entsprechenden Prüfung sowie zum finalen Abschluss benötigt werden. Die Bezeichnung „obligatorisch“ wird allerdings ab dem Eintritt ins „Erwachsenenalter“ scheinbar in einigen Fällen eher frei übersetzt und verstanden. Mit Prüfungen am Ende des Semesters, die in vielen Fällen nahezu 100 % der Endnote ausmachen, kann man sich gut vorstellen, dass diese Prüfungsstrategie allein zur Entwicklung von Selbstdisziplin führen muss. Logische Konsequenz sollte also sein, dass die Studierenden *kontinuierlich und aktiv*

an den Lehrveranstaltungen teilnehmen und – genau wie die Dozenten – selbige vor- und nachbereiten. In der Realität wird allerdings häufig die Aufschiebe-Taktik gewählt. Begriffe wie „Bulimie-Lernen“ mach(t)en hier die Runde, da während des Semesters das aktive Lernen und das Selbststudium in einigen Fällen nahe Null sind, kurz vor der Prüfung allerdings nahezu alle Hebel in Bewegung gesetzt werden, um die fehlende Sachkenntnis auszugleichen.

Ein Bildungssystem muss allerdings mehr beinhalten als Vorlesungen und das Übermitteln von fachlichen Kenntnissen. Es geht nicht nur darum, wie man die korrekte Lösung findet, sondern welchen Weg man aus welchem Grund genommen hat, um eine Lösung zu finden. Deswegen ist ein tieferes Verständnis von der Ursache von Motivation zu finden. Zentraler Ansatz muss sein, wie Motivation durch unsere Bildungssysteme entwickelt und unterstützt werden kann, um eine Strategie bzgl. Lehren und Lernen im Rahmen der Lehre, und speziell der digitalen Lehre in Zeiten der Pandemie, zu finden.



Abb. 2: Dozent-Studierenden-Kommunikation in Präsenz [2]

Nach allem Für und Wider sowie dem Ansatz, ob die Probleme der digitalen Lehrveranstaltungen vom grundsätzlichen bildungspolitischen Ansatz der Herkunftsländer der Autoren herrühren könnten, wurde offensichtlich, dass Selbstdisziplin oder disziplinarische Maßnahmen ein möglicher Schlüssel einer „erfolgreichen“ Lehrveranstaltung zu sein scheinen. Mit dieser Begrifflichkeit ist hierbei nicht ein besonders guter Notenschnitt bei der abschließenden Prüfung anvisiert, sondern eine regelmäßige und interessierte Teilnahme der Auszubildenden sowie ein Verinnerlichen der The-

matik und die *Fähigkeit der Anwendung* des Erlernten. Aber nicht nur auf der Seite der Lernenden muss das Thema Selbstdisziplin beleuchtet werden: ein motivierter Dozent mit frischen Ideen, eine didaktisch wertvolle Aufbereitung des Lehrinhaltes sowie eine fruchtbare Interaktion zwischen dem Dozenten und den Studierenden sind ebenfalls für ein zufriedenstellendes Ergebnis der Ausbildung nötig. Das Erfüllen der Wünsche und Bedürfnisse der Dozenten und der Studierenden sind allerdings im Rahmen einer digitalen Lehrveranstaltung noch schwerer erzielbar als beim Präsenzunterricht. Daher muss der Fokus in der „frühen Ausbildung“ auf selbstinitiativem und aktivem Lernen liegen und selbiges muss durch den „Lehrkörper“ unterstützt werden. Da diese Umstellung ein langer Prozess sein wird, müssen in allen Ebenen des Bildungssystems die Notwendigkeit der Selbstdisziplin, des Selbststudiums und des Hinterfragens von Fakten und Lösungsansätzen gelehrt, aufgefrischt und unterstützt werden.

### **3. Verbindung zwischen Selbstdisziplin und Lehrveranstaltungen während der COVID19-Pandemie**

Betrachten wir nun die oben genannten Fragestellungen und Thesen aus Sicht der Dozenten, ergibt sich folgendes Bild: Die Mehrzahl der Dozenten, die die Lehre als Berufung und nicht nur als Beruf sehen, nehmen in Pandemiezeiten und auch vorher entsprechende Weiterbildungen wahr, setzen sich mit neuen Tools, Programmen, Ansätzen, Hardware und Software auseinander. Die COVID19-Krise stellte damit eine – wenn auch sehr hart erzwungene – Ursache und Möglichkeit für die Weiterentwicklung der Lehre dar. Zum Start des Sommersemesters 2020 mussten pragmatische Lösungen gefunden werden. Die erste Vorlesungswoche stand kurz bevor, das Land war im Lockdown. Demnach wurden seitens der Lehrer und Dozenten erstmal alle bekannten Werkzeuge verwendet und abgewandelt – immer mit Blick darauf, dass es sich hoffentlich um eine kurze Zeit handelt, in der Distanz-Lehre stattfinden muss. Nach einigen Tagen und Wochen in diesem Betrieb wurde allerdings absehbar, dass der Aufwand und die

Qualität der Lehre bei diesem Vorgehen gravierende Folgen für die Bildung mit sich bringen: So wurden teilweise einfach nur die Folien im pdf-Format ins Netz gestellt. Andere Ansätze wie „vertonte Präsentationen mit PowerPoint“ trieben die Lehrenden (die Autoren eingeschlossen) an den Rand des Wahnsinns, da die Qualität der Tonspur nicht zufriedenstellend war und man bei einem kleinen Versprecher oder einem kurzen Stocken, die Folie lieber nochmal von Anfang an eingesprochen hat. Nun kann man sich selbst als Außenstehender gut vorstellen, dass beim dritten, vierten, fünften Anlauf an eine Folie, die Motivation rapide abnimmt. Selbstdisziplin bei den Lehrenden war auch hier zwingend nötig! Die Zeitinvestition zur Vorbereitung nahm rasant zu und es musste nach Lösungen gesucht werden, die Qualität der Lehre wieder zu verbessern und den eigenen wöchentlichen zeitlichen Aufwand wieder zumindest teilweise zu reduzieren. Das wiederum bedeutete: Selbstdisziplin, Selbstinitiative und Selbststudium seitens der Lehrenden: Neue Tools, neue didaktische Ansätze, neue Hardware waren gefragt! Nach mehr als einem Jahr Pandemie sind nun diverse Werkzeuge bekannt, die sich spezifisch für die digitale Lehre eignen und von denen einige mit großer Wahrscheinlichkeit auch bei hybriden Konzepten oder dem von den meisten Dozenten ersehnten Präsenzunterricht zukünftig eingesetzt werden.

Viele solcher Ideen werden weltweit und auch an der TU Dresden umgesetzt. Die Lessons Learned-Veranstaltungen im Herbst 2020 und Frühjahr 2021 zeigten das große Engagement der Dozenten: Die Erfahrungen mit neuen Programmen wie bspw. dem vorlesungsspezifischen Paella-Player [3] wurden in diesem Rahmen geteilt. Ziel dieses Werkzeugs ist, dass sich die Vorlesungserfahrung für den Dozenten sowie die Studenten durch ein vereinfachtes Navigieren zwischen den Folien und dem Video verbessert und einfache Möglichkeiten existieren, um den Bildschirm zu individualisieren. Weitere Ansätze wie die Berichte über den Einsatz von Greenscreen-Technik [4] lieferten wichtige Erkenntnisse bzgl. der Vor- und Nachteile. Mit Hilfe dieser Technologie kann sich der Dozent in den Vortrag selbst integrieren und damit besser mit seinen Lehrinhalten intera-

gieren. Solche Ideen trieben die Weiterentwicklung von Bildung trotz schwieriger Randbedingungen voran und sind Vorbild für den Prozess „Erfindung durch Bedarf“.

Da die Autoren dieses Artikels in den bisherigen „Corona-Semestern“ lediglich im Bereich der Vorlesungen agierten, beschränken sich auch die Erfahrungen hierauf. Nach einer Vielzahl an Überlegungen, getesteten Tools und neuen Ansätzen, entschieden sich die Autoren für den Einsatz der Webmeeting-Plattform Zoom, u.a. aufgrund der Stabilität der Plattform und der Möglichkeit der Aufnahme der Lehrveranstaltung. Dies stellte einen entscheidenden Vorteil im Vergleich zu bspw. BigBlueButton dar, da somit auch die Studierenden Zugang zu den Inhalten hatten, die aufgrund des Lockdowns, Kinderbetreuung etc. nicht an einer synchronen Veranstaltung teilnehmen konnten. Das Einbinden von Videos für eine bessere Erklärung der Vorgänge in den betrachteten Systemen sowie die Möglichkeit des Einsatzes von Umfrage-Tools wie Invote, Kahoot! usw. sind zusätzlich für die „synchron“-Teilnehmer nutzbar und einfacher und stabiler einzubinden als bei anderen Plattformen.

Da Vorlesungen allerdings nur ein Teil des Lehrangebots an der TU Dresden darstellen, waren und sind auch neue Ideen für die Durchführung Praktika ohne Präsenz gefragt. Laborpraktika von der physikalischen Chemie wurden bspw. durch Ideen wie Lab@Home [5] durchgeführt, damit den Studierenden ein tieferes Verständnis von komplexen Sachverhalten nähergebracht werden konnte. Die bisher gemeinsam im PC-Pool durchgeführten Aufgaben wurden nun in die Bearbeitung zu Hause (Lab@Home) überführt, wobei eine direkte Betreuung seitens des Lehrstuhls online eingerichtet wurde. Ein weiteres hervorragendes Beispiel an der TU Dresden stellt eine Veranstaltung im Rahmen eines physikalischen Praktikums dar [6], wobei Maschinen virtuell dargestellt wurden und die Studierenden selbige selbstständig am heimischen Bildschirm aus verschiedenen Winkeln betrachten konnten, was zum besseren Verständnis der Funktionsweise beiträgt. Natürlich ist dieses Vorgehen nicht vergleichbar mit dem tatsächlichen Berühren und Ausprobieren von Komponenten und Maschinen, aber es stellt einen logischen

Zwischenschritt zwischen der gewünschten haptischen Erfahrung und einem Bild als pdf dar.

Die benannten Beispiele zeigen nur einen Bruchteil der an der TU Dresden eingesetzten Tools und Ansätze. Grundsätzlich muss folgendes auf der Seite der Dozenten festgehalten werden:

Der Wille ist da, die Möglichkeiten nahezu unerschöpflich, die Zeit jedoch recht begrenzt.

Nach Gesprächen mit Dozenten und Übungsleitern während der ersten beiden „Corona-Semester“ wurde deutlich, dass in den meisten Fällen die Live-Zuhörerschaft rapide abgenommen hat. Im Vergleich zu den im Bildungsportal OPAL eingetragenen Teilnehmern, gratulierte man sich teilweise intern schon zu 10 % dieser Menge, die an den wöchentlichen Veranstaltungen teilnehmen. Bei all dem Aufwand, der in die Vorbereitung der digitalen Lehre gesteckt wird, gepaart mit der Tatsache, dass die Kameras und Mikrofone der anderen Seite der Bildschirme während der Vorlesung zumeist dunkel und stumm sind, ist der Frustrationsgrad auch auf der Seite der Lehrenden fortschreitend. Bzgl. der reduzierten Teilnahme an der synchronen Veranstaltung scheint ein wichtiger Punkt im Vordergrund zu stehen: Wird die live gehaltene Vorlesung anschließend digital zur Verfügung gestellt (inkl. Ton und Bild) oder nicht.

Fragen, die sich den Autoren hierbei stellen sind die folgenden: Genügt es den Studierenden, vertonte Lehrveranstaltungen anzuhören und zu sehen? Gefällt den Studierenden genau dieser offline-Lehrbetrieb sogar besser als der Präsenzunterricht?

Nach Rücksprachen mit einzelnen Studierenden kristallisierte sich die freie zeitliche Einteilung des „Anhörens“ der Lehrinhalte als maßgeblicher Grund heraus. Sind es demnach evtl. nur (bzw. schwerpunktmäßig) die Dozenten, die sich die Lehre im Hörsaal zurückwünschen? Und: Wie kann man die aktive Teilnahme der Studierenden an der Online-Lehre erhöhen, um eine *aktive* Lehrerfahrung bei den Studierenden hervorzurufen und das „Bulimie-Lernen“ zu reduzieren?

Augenscheinlich wird eine Vielzahl an Methoden der digitalen Lehre an der TU Dresden angeboten. Selbige können aber das aktive und

gemeinsame Lernen der Studierenden und das Begleiten durch den Dozenten im Rahmen der Lehrveranstaltungen und auch darüber hinaus nicht ersetzen. Das regelmäßige Arbeiten seitens der Studierenden muss angestrebt werden. Wissen kann nicht sinnvoll und langfristig innerhalb weniger Tage erlangt werden. Das heißt, es müssen Wege gefunden werden, wie der Prozess des Lernens über das gesamte Semester hinweg gefördert und auch gefordert werden kann.

Betrachtet man nun nochmal den eigenen Bildungsweg, die eigene Schulzeit, so gab es prinzipiell zwei Möglichkeiten, warum eine Aufgabe durchgeführt wurde: Entweder war das Bewusstsein vorhanden, dass es nötig ist, den einen oder anderen Lehrinhalt zu verstehen und anwenden zu können – was beinhaltet, dass der kausale Zusammenhang bis hin zum eigenen Nutzen des Erlernten bekannt ist. Oder es bestand eine klare Forderung inkl. einer direkt damit verbundenen Konsequenz/ Sanktion, falls die Aufgabe nicht erfüllt wurde.

Im ersten – natürlich angestrebten Fall – ist es die Aufgabe des Lehrkörpers darzustellen, warum eine Aufgabe durchgeführt werden sollte und was das Ziel der Lehrveranstaltung und der abschließenden Prüfung ist. Allerdings muss hier hervorgehoben werden, dass es sich bei den Teilnehmern einer universitären Lehrveranstaltung um junge Erwachsene handelt, die ihren Studiengang selbst gewählt haben und bestrebt sein sollten – also intrinsisch motiviert – nicht nur an den Veranstaltungen teilzunehmen, sondern *aktiv* daran teilzunehmen. Hier müsste im Grunde zu einem weitaus früheren Zeitpunkt, am besten im Kindesalter, der kausale Zusammenhang zwischen Lernen, eigenem Einsatz von Zeit und Ressourcen und eigener (beruflicher) Zielstellung gelegt werden.

Kommt dieser Weg nicht an, so ist natürlich auch der zweite genannte Weg eine Möglichkeit: Konsequenzen ziehen in Form von „Zwischenprüfungen“. Selbige können nun sein, dass das Teilnehmen an einer Lehrveranstaltung als verpflichtend definiert und geprüft wird. Somit wird den Studierenden, die mehr Struktur und Führung benötigen, eine entsprechende Hilfestellung angeboten und alle Teilnehmer könn(t)en regelmäßig die Inhalte der

Lehrveranstaltungen diskutieren. Ein weiterer Schritt zum regelmäßigen Lernen sind – nach dem schulischen Vorbild - Hausaufgaben, oder Quizze während der Lehrveranstaltung, die ein Teil der Modulnote ausmachen. Diese Ansätze werden im universitären System in Deutschland eher wenig gelebt. In anderen Ländern, beispielsweise im Heimatland einer der Autoren dieses Artikels, den USA, werden diese Ideen regelmäßig umgesetzt.

Natürlich gibt es bei den benannten Ansätzen stets Vor- und Nachteile, die vorsichtig betrachtet werden müssen. Allerdings bedarf eine Situation wie wir sie während der COVID19-Pandemie vorfinden so vieler Ideen, Vorschläge und alternativer Ansätze wie möglich.

Vor allem im Hinblick auf das Thema Selbstdisziplin ist der zweite, in diesem Abschnitt genannte Ansatz aus Sicht der Autoren langfristig der „Falsche“. Man bindet so die Studierenden zwar an das eigene Fach, allerdings muss im Bildungssystem grundsätzlich wieder klargemacht werden, dass es sich bei der Ausbildung um ein Privileg handelt, das nicht jedem Menschen ermöglicht wird, und der eigene Drang nach Fort- und Weiterbildung und beruflichem Erfolg seitens der Dozenten unterstützt wird und es keine Strafe ist, an Lehrveranstaltungen teilzunehmen.

#### 4. Vorschläge und Diskussion: Was ist sinnvoll und nützlich?

In Gesprächen mit einzelnen Studierenden sowie auch schriftlichen Rückmeldungen wurde deutlich, dass *„einfache pdfs ohne Kommentare wenig hilfreich“* sind und bei den Studierenden als *„unmotiviert“* seitens der Lehrperson betrachtet werden. Vertonte Varianten oder aufgenommene Lehrveranstaltungen sind hingegen hochgeschätzt. Die Qualität der Aufnahme, die Anzahl der eingebauten Gimmicks, auf die wir Lehrpersonen so stolz sind (aufgrund der Menge an Zeit und des schönen didaktischen Ansatzes), scheint hierbei eher weniger wichtig zu sein. Hauptsache, es ist *„etwas da, was erklärend hinzu kommt“*.

Auf die Nachfrage, warum die Kameras seitens der Studierenden ausgeschaltet werden, kam eine für die Autoren verblüffende, aber den-

noch recht logische Antwort. „Wir sehen Sie ja und haben damit Kontakt. Dass das für Sie komisch ist, hätten wir nicht gedacht“. Dem Wunsch, die Kameras einzuschalten, um besser zu interagieren, kommen einzelne Teilnehmer nach, allerdings gilt auch hier, dass jede Stunde daran erneut erinnert werden muss. Zielstellung für die digitale Lehre sollte allerdings eher die *gemeinsame* Lehrveranstaltung sein – sowohl inhaltlich, als auch visuell und akustisch (siehe Abb. 3).



Abb. 3: Teilnehmer International Refrigeration and Compressor Course, TU Dresden, 2020

Im Selbsttest, wie vertonte PowerPoint-Lehrveranstaltungen „zu verarbeiten“ sind, die nicht live besucht werden, kamen die Autoren zu dem Schluss, dass 90 Minuten konzentriertes Zuhören nicht möglich ist – die Gedanken driften ab, wenn keine Fragen gestellt werden, die eine Antwort erfordern und kein dringend benötigter Medienwechsel stattfindet. Denn das Medium – trotz der liebevoll aufbereiteten Videos, Animationen, eingesetzten Tablets, usw. – ist und bleibt das mp4/ppsx-Format. Auf Nachfrage bei den Studierenden wird genannt, dass die Lehrveranstaltungen „schneller abgepielt“ werden und bei „interessanten Dingen“ die Geschwindigkeit wieder angepasst wird. Nachvollziehbar? Durchaus. Zielführend im Hinblick auf die Tiefe des verstandenen Lehrstoffes? Wohl kaum.

Eine Alternative zu 90-minütigen Blockvorlesungen sind kürzere Mitschnitte. Versucht wurden zum einen 60-minütige Vorlesungen mit anschließender Diskussions- und Fragemöglichkeit. Das Ergebnis war, dass wenige bis keine Fragen gestellt wurden und die Veranstaltung wenige Minuten später beendet werden konnte. Lehrblöcke von 15 min sind

durchaus möglich, um dem Geschehen konzentriert zu folgen. Die Frage nach der Reduktion des Lehrinhaltes steht jedoch im Raum. Selbst bei drei 15 min-Lehrveranstaltungen, verbleiben 45 min des früheren Lehrstoffes. Einfache Möglichkeit: Selbststudium! Das führt uns erneut zum Punkt der Selbstdisziplin. Wenn in Pandemiezeiten „Hausaufgaben“ gegeben werden, die wir liebevoll „Selbststudium“ in der Erwachsenenbildung nennen: Wie werden diese erfüllt? Ernüchternde Resultate sind in einigen Fällen vermutlich vorprogrammiert. Die Frage ist nur, warum war das in der Schule möglich und ist heute so schwierig? Ein unbehelligtes Semester und eine finale Prüfung scheinen hier das Problem zu sein. Kurze Tests, am besten unangekündigt, scheinen eine mögliche Lösung. Das Problem scheint dabei die DPO zu sein: Eine Prüfung, keine geforderte aktive Teilnahme an der Lehrveranstaltung, Ende. Die Studierenden sind mit Ihrer (vorhandenen oder nicht vorhandenen) Selbstdisziplin alleingelassen. Ist das hilfreich? Für eine Seite, beide Seiten oder am Ende doch für gar keine?

Vielleicht sind Ansätze, wie in Abb. 4 aufgeführt, sinnvoll, für einen Start in die Vorlesung.



Abb. 4: Adaption von Meeting-Zielen für Vorlesungen [7]

Denken wir an die Vielzahl an Online-Meetings, die Tag für Tag stattfinden und wie schnell man „nebenher mal schnell“ noch eine E-Mail schreibt. Selbstdisziplin ist auch hier erneut in den Vordergrund zu rücken. Einen neuen Ansatz, der im kommenden Sommersemester ganz oben auf der „trial and error“-Liste steht, ist der Vorschlag, sich zwei zu erfüllende Ziele

für die jeweilige Lehrveranstaltung auszusuchen, wie bspw. „Kamera an“ und „mindestens eine Frage in den Chat gestellt“. Die Ziele aus Abb. 4 sind hierbei selbstverständlich plakativ zu sehen und sollten entsprechend angepasst werden.

Ziel der Lehre war für uns immer ein begleitendes Lehren und Lernen. Die Kommunikation ist mit schwarzen Bildschirmen im Zoom-Call gleich null. Disziplinarische Maßnahmen, und sei es nur ein kleines Quizz, offiziell (zumindest in den Modulen der Autoren) nicht möglich, es sei denn, man geht den Weg einer Änderung der Prüfungsordnung. Das Einbinden kleiner Kniffe wie Multiple Choice Fragen in die Vorlesung werden von den Teilnehmern (die, die synchron teilnehmen) wertgeschätzt und absolviert. Diskutieren möchten dann aber relativ wenige über die gelieferten Antworten. Vielleicht ist mit gemeinschaftlich gesteckten Zielen (Kamera an, Frage gestellt, ...) und einer noch größeren Offenheit der Lehrperson gegenüber den Studierenden bzgl. des (nicht-inhaltlichen) Ablaufs der Veranstaltung eine Verbesserung der digitalen Lehre möglich. Die Praxis zeigt aber auch hier, dass von einigen Teilnehmern die Bitten erfüllt werden, aber sich dann doch das gewohnte Bild der „schwarzen Bildschirme“ über das Semester wiedereinstellt.

Bei den internen Diskussionen zur Lehre zwischen den Autoren zum Thema Selbstdisziplin wurde stets auch die Verbindung zum eigenen „Zeitmanagement“ geschlagen. Jeder von uns hat hier seine Stärken und Schwächen. Einen inneren Schweinehund haben wir alle. Die Frage ist nur, wie können wir die Studierenden (und uns selbst) besser lehren, mit diesem umzugehen?

Der Vorschlag der Autoren ist hier evtl. für einige zu strikt, soll aber genau deshalb zur Diskussion gestellt werden:

Ein obligatorischer Kurs zu Selbstdisziplin, ein „How-To“ (Online-)Mitarbeiten und Zeitmanagement für alle Studierenden zum Studienbeginn bzw. nächsten Semesterstart mit anschließender Prüfung an Fallbeispielen. Und um einen Schritt weiter zu gehen: die Integration dieser „Schulungen“ auch in den schulischen Alltag, damit die Ursachen und Wege zu

einem frühen Zeitpunkt geklärt werden können.



Abb. 5: Selbstdisziplin [8]

Der Mehrwert einer solchen Veranstaltung wird seitens der Autoren als sehr hoch eingeschätzt – nicht nur für das Studium, sondern auch für das spätere Berufs- und Privatleben.

## 5. Zusammenfassung

Der vorliegende Artikel wurde nach einem Jahr voller Wissensgewinn hinsichtlich neuer Soft- und Hardware und den daraus resultierenden Erfahrungen geschrieben. Neue Kniffe, Videoschnitt-Programme, Tablets, Online-Meeting-Tools, Beleuchtung, Vertonung, vorteilhafte Videoeinstellungen, Dos and Don'ts wurden kennengelernt und getestet – neben den alltäglichen Aufgaben. All das war nur möglich, mit einer gehörigen Portion an Enthusiasmus und Selbstdisziplin, die eine Vielzahl an Dozenten und Studierenden auch besitzen. Beide „Seiten“ benötigen ab und an einen Anstoß für eine gute und zufriedenstellende Lehrveranstaltung. Und eine Solche ist aus Sicht der Autoren nur möglich, wenn der Dozent nicht ins große „Off“ spricht, sondern der reguläre Betrieb und eine *aktive Teilnahme* so gut wie möglich in das digitale Format überführt wird. Wir hoffen, dass diese Stellungnahme keinen zu negativen Tenor aufweist. Der Unterschied zwischen Wunsch und Realität musste im vergangenen Jahr mehrmals hinterfragt werden. Nicht jedes Tool, das die Dozenten begeistert,

ruft diesen Enthusiasmus bei den Studierenden hervor bzw. ist fraglich, ob der Aufwand und der Nutzen für die Teilnehmer sichtbar wird und größere Erfolge erzielt. Dieser Artikel teilt damit vermutlich mehr die eigenen „Lessons Learned“ der Autoren: vom Kennenlernen der eigenen Frustrationsschwellen, unglaublichen und nicht erwarteten Aha-Erlebnissen über die Nutzung völlig neuer Ansätze bis zum Erblicken des „Lichts am Ende des Tunnels“.

Als abschließende Worte und Verbindung zur These und zum Aufruf nach mehr Selbstdisziplin und Selbstorganisation, sei allen Teilnehmern einer Lehrveranstaltung – Dozent oder Studierender – nochmal die Bedeutung des Wortes „studieren“ ins Gedächtnis gerufen. Sowohl Lehrende als auch Lernende sind, aus Sicht der Autoren, stets als Studierende (studens - lateinisch) zu betrachten, denn sie sollten nach Wissen und Weiterbildung gemäß der Wortdefinition „streben“ und sich um den eigenen Fortschritt und den der anderen „bemühen“.

## Literatur

- [1] HEROLÉ, „Herolé Ratgeber,“ [Online]. Available: <https://www.herole.de/blog/wp-content/uploads/schueler-im-klassenzimmer.jpg>. [Zugriff am 01 03 2021].
- [2] Forschung & Lehre, „Forschung & Lehre,“ [Online]. Available: [https://www.forschung-und-lehre.de/fileadmin/user\\_upload/Rubriken/Politik/2018/6-18/Professor\\_c\\_mauritius-images\\_Keyston\\_Gaetan-Bally\\_06039086.jpg](https://www.forschung-und-lehre.de/fileadmin/user_upload/Rubriken/Politik/2018/6-18/Professor_c_mauritius-images_Keyston_Gaetan-Bally_06039086.jpg). [Zugriff am 01 03 2021].
- [3] Stelzer, R. (2021). „Online-Vorlesungen mit dem Pella-Player, „ *Lessons Learned II – Spin Offs digitaler Lehrerfahrten*“, TU-Dresden, März 2021.
- [4] Beitelschmidt, M., Bernstein, D., Bieber, J. und Schuster, M. (2021). „Produktion von Vorlesungsvideos mit Greenscreen-Technik, „ *Lessons Learned II – Spin Offs digitaler Lehrerfahrten*“, TU-Dresden, März 2021.
- [5] Röder, F., und Schwierz, R. (2021). „Virtuelles Physikalisches Praktikum an der TU Dresden für Studierende der Physik, „ *Lessons Learned II – Spin Offs digitaler Lehrerfahrten*“, TU-Dresden, März 2021.
- [6] Kampmann, S., Bodesheim, D., Croy, A., Gutierrez, R., Dianat, A. und Cuniberti, G. (2021). „Virtuelle PC Pools für Computerübungen in der materialwissenschaft, „ *Lessons Learned II – Spin Offs digitaler Lehrerfahrten*“, TU-Dresden, März 2021.
- [7] karrierebibel, „karrierebibel,“ [Online]. Available: <https://karrierebibel.de/wp-content/uploads/2017/04/Meeting-Sticker-Meetingitis.jpg>. [Zugriff am 02 03 2020].
- [8] einfachtaeglich, „einfachtaeglich,“ [Online]. Available: <https://einfachtaeglich.de/wp-content/uploads/2019/07/8-Tipps-wie-du-deine-selbstdisziplin-st%C3%A4rken-und-trainieren-kannst-1024x1024.png>. [Zugriff am 02 03 2020].





# Konzepte für eine vorteilhafte Lehre unter Pandemiebedingungen

K. Eckert<sup>1,2</sup>, S. Heitkam<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup> Professur für Transportprozesse an Grenzflächen, Institut für Verfahrenstechnik und Umwelttechnik, Fakultät Maschinenwesen, TU Dresden

<sup>2</sup> Institut für Fluidodynamik, Helmholtz-Zentrum Dresden-Rossendorf

## Abstract

In diesem Report wollen wir aufzeigen, wie Lehre unter Pandemiebedingungen nicht nur bewältigt wurde, sondern tatsächlich zu einem Mehrwert für die Studierenden geführt hat. Dazu analysieren und vergleichen wir unsere Erfahrungen aus drei Lehrveranstaltungen. Alle Veranstaltungen wurden vollständig virtuell und live gehalten und abschließend von den Studierenden evaluiert. Das positive Feedback wird Einfluss in die zukünftige Gestaltung dieser Veranstaltungen auch nach Bewältigung der Pandemie haben.

In this report, we want to show how teaching under pandemic conditions was not only managed, but actually led to added value for the students. To this end, we analyse and compare our experiences from three courses. All courses were held completely virtually and live and were finally evaluated by the students. The positive feedback will have an influence on the future design of these events, even after the pandemic has been overcome.

\*Corresponding author: [kerstin.eckert@tu-dresden.de](mailto:kerstin.eckert@tu-dresden.de)

## 1. Einleitung

Im SoSe2020 und WiSe2020/21 wurden durch unseren Lehrstuhl im Rahmen des wahlobligatorischen Moduls VNT-36 (K. Eckert) die Vorlesungen Fest-Fluid-Stoffaustauschprozesse (FF-SAP) und Produkt- und Produktionsintegrierter Umweltschutz (PIUS) gehalten. Außerdem wurde die fakultative Vorlesung „Bubbles, Foam and Froth“ (BFF, S. Heitkam) erstmals angeboten.

In FF-SAP legen wir die physikalisch-technischen Grundlagen für relevante Prozesse der Ressourcengewinnung (u.a. elektro- und hydrometallurgische Prozesse, Nitrifikation in Belebtschlammbecken, Festbettadsorption oder Partikelseparation) und des Recyclings (z.B. De-Inking-Flotation für Altpapier). Die PIUS-Vorlesung, die bis letztes Jahr von Dr. Brummack gehalten wurde, haben wir komplett neu aufgesetzt, um sie besser mit FF-SAP zu verlinken. PIUS widmet sich neben Umweltschutzstrategien wichtigen Aspekten der Kreislaufwirtschaft wie Ressourcenschonung und Nachhaltigkeit; hinzu kommt die Öko-Bilanzierung. Das Hauptziel unserer PIUS-Vorlesung besteht darin, die Studierenden zu einem kritischen und ideologiefreien Durchdringen von Problemen an der Schnittstelle Umweltschutz und Gesellschaft/Wirtschaft zu befähigen, Grundlagen vermitteln und dabei die im Projekt verwendeten Methoden und Ergebnisse in die Lehre einbringen.

Die Vorlesung BFF war rein fakultativ. Sie entstand in Anbindung an die Emmy-Noether Nachwuchsgruppe zum Thema „Fluidynamik von Schäumen“, die seit Mai 2020 am Institut verankert ist. Die Vorlesung soll Interesse für Schäume wecken, Grundlagen vermitteln und dabei die im Projekt verwendeten Methoden und Ergebnisse in die Lehre einbringen.

## 2. Umsetzung

Alle Vorlesungen wurden zu der im Vorlesungsplan angekündigten Zeit per GoToMeeting bzw. Zoom unter Nutzung von PowerPoint gehalten. Hinzukam alle 2 Wochen eine Rechenübung, angegliedert vorrangig an FF-SAP. Die aufgezeichneten Vorlesungen haben wir danach auf die ZIH-Cloud gelegt und die Vorle-

sung-PDFs vor der Vorlesung auf OPAL gestellt. Die Modulprüfungen, die nach aktueller PO beide mündlich abzunehmen waren, haben wir als Präsenzprüfung abgenommen.

Als „Stiftmenschen“, die Vorlesungen über Tablett-PC live entwickeln, haben uns die Digitalsemester anfänglich vor erhebliche Probleme gestellt, da wir das Gefühl hatten, die Studierenden „schlafen“ uns vor dem PC ein, wenn wir diese Konzept beibehalten. Daher ist das ganze Semester, wie bei sicher allen, viel Zeit in die Digitalisierung der Vorlesungen geflossen. Prinzipiell hat die dafür erforderliche Überarbeitung und Präzisierung der Vorlesung FF-SAP jedoch gut getan. Mit Schrecken haben wir jedoch festgestellt, dass wir dadurch deutlich schneller sind als bei der bisherigen Präsenzlehre. Gegengesteuert haben wir mit vier Maßnahmen: (i) Sachverhalte länger erklärt und (ii) meistens 15-20 min Wiederholung der vorangegangenen Vorlesung anbieten. (iii) Zusätzliche Rechenaufgaben vorsehen, die bei verfügbarer Zeit bearbeitet werden können und so einen flexiblen Puffer bilden. (iv) Besondere Mühe haben wir uns gegeben, Vorlesungsinhalte mit aktuellen Forschungsthemen unseres Lehrstuhls bzw. unserer Abteilung am HZDR zu verknüpfen. Das ist auf Anklang gestoßen und hat uns aktuell enorm viele Beleg-ArbeiterInnen beschert.

Die Vorlesung BFF verfolgt verschiedene Ziele und adressiert verschiedene Hörerkreise: den Studierenden der Verfahrenstechnik und Naturstofftechnik soll die Vorlesung das sehr spezielle aber hoch relevante Thema „Schäume“ näher zu bringen. Des Weiteren sollen Studierende aller Fachrichtungen für Schaum begeistert werden und so als zukünftige Hilfskräfte oder Mitarbeiter gewonnen werden. Mir ihr sollten hier neben den Studierenden der Verfahrenstechnik auch Promovierende in den Ingenieurwissenschaften angesprochen werden. Viele internationale Promovierende verspüren einen Mangel an englischsprachigen Lehrveranstaltungen an der TU Dresden, insbesondere im Bereich der Strömungsmechanik. Da Promovierende entsprechende Lehrveranstaltungen benötigen, um ihr Rigorosem abzulegen, sollte mit der fakultativen Vorlesung BFF eine englischsprachige Alternative geschaffen werden.

Da die Vorlesung im Wintersemester 2020/21 pandemiebedingt sowieso virtuell stattfinden musste, entstand der Gedanke die Vorlesung auch Studierenden und Promovierenden an anderen Universitäten zugänglich zu machen. Daher wurde die Vorlesungsankündigung über fachspezifische Emailverteiler und in entsprechenden Fachforen publiziert. Da aktuell europaweit keine vergleichbare Vorlesung angeboten wird, fand das Angebot insbesondere bei Promovierenden in Schaum-verbunden Themen gutes Interesse. In mindestens drei Fällen wurden Promovierende explizit von ihrem PI aufgefordert teilzunehmen. Insgesamt nahmen anfangs ca. 30 Hörer teil. Davon waren laut einer Mentimeter-Umfrage [1] zu Beginn ca. 20 % Studierende der TU Dresden, 30% Promovierende der TU Dresden und anderer Dresdner Forschungsinstitute sowie 50% externe Wissenschaftler und Wissenschaftlerinnen. Die Teilnehmerzahl reduzierte sich im Verlauf des Semesters auf ca. 20, wobei vor allem Studierende der TU Dresden verloren gingen. Hier könnte eventuell durch Laborpraktika in Präsenz entgegengewirkt werden.

Problematisch an einer öffentlichen Ankündigung war die Zugangskontrolle. Ohne Zugangskontrolle bestand die Gefahr eines Missbrauchs oder einer Störung der Veranstaltung. Daher wurde der Link zum Zoom-Meeting nur auf Email-Anfrage individuell verteilt. Dieses Verfahren hat sich bewährt, denn es kam zu keinerlei Störungen.

Problematisch war auch die Organisation des Kurses über OPAL. Zwar konnten externe Personen hier mittels Passwort die Vorlesungsfolien herunterladen, jedoch konnten sie sich nicht in den Kurs einschreiben und auch nicht in den Foren aktiv sein.

Der Inhalt der Vorlesung BFF basierte im Wesentlichen auf drei Säulen. Erstens wurden naturwissenschaftliche Zusammenhänge vermittelt. Zweitens wurden Rechenaufgaben diskutiert, um die erlernten Zusammenhänge zu verinnerlichen. Und drittens wurden Beispiele für die Anwendung des Erlernten in akademischer und industrieller Praxis erläutert.

Diese Säulen wurden für das virtuelle Format angepasst.

Säule 1: Schäume sind generell ein sehr interdisziplinäres Forschungsfeld. Sie vereinen phy-

sikalische, chemische, mathematische und ingenieurwissenschaftliche Ansätze. Da 50% der Hörer externe Wissenschaftler und Wissenschaftlerinnen waren, gab es auch hier eine gewisse Streuung der Ausbildung. Eine Mentimeter-Umfrage zu Beginn ergab einen Anteil von 70% aus den Ingenieurwissenschaften, 20 % aus der Physik und 10% aus der Chemie.

Aufgrund dieser Verteilung wurden nur wenige Vorkenntnisse vorausgesetzt. Stattdessen wurden fachspezifische Grundlagen umfangreich eingeführt bzw. wiederholt. In einer Präsenzveranstaltung hätte man hier vermutlich mehr Grundlagen vorausgesetzt und dann basierend auf dem unmittelbaren Feedback der Studierenden weitere Erläuterungen eingefügt. Basierend auf dem Feedback der Studierenden (Abbildung 1) konnten alle Hörer dem Inhalt gut folgen.

Säule 2: Die naturwissenschaftlichen Grundlagen wurden in jeder Veranstaltung mit 1-2 Rechenübungen untermauert. Diese wurden im Mittelteil der Veranstaltung durchgeführt um eine Pause zu erzeugen und die Hörer zu aktivieren.

Verglichen mit Rechenübungen in Präsenz gab es dabei sehr wenig Rückfragen oder Diskussionen. Vermutlich war es den Studierenden unangenehm, Fehler oder Unwissenheit für alle sichtbar zu präsentieren. Stattdessen gab es lediglich einen Wettbewerb, wer zuerst das richtige Ergebnis in den Chat schrieb. Hier sollte in zukünftigen Veranstaltungen eine Möglichkeit für anonyme Fragen geschaffen werden, z.B. über Mentimeter.

Säule 3: Da die Vorlesung ursprünglich für Studierende der Verfahrenstechnik konzipiert war, lag ein Schwerpunkt auf der praktischen Anwendung der naturwissenschaftlichen Grundlagen. Dazu wurden in jeder Veranstaltung themenbezogene aktuelle Messtechniken oder Simulationsmethoden diskutiert. An geeigneten Stellen wurde auch auf Wissenslücken und die Verbindung zur eigenen Forschung hingewiesen. Aufgrund der Teilnahme externer Wissenschaftler führte insbesondere Säule 3 zu sehr interessanten Diskussionen im Anschluss an die Veranstaltungen. Diese Diskussionen waren eine große Bereicherung,

denn sie demonstrierten allen Zuhörenden, wie komplex und vielfältig Schaumforschung ist. Falls in zukünftigen Veranstaltungen keine externen Gäste mehr teilnehmen können, sollen stattdessen Gastredner eingeladen oder virtuell eingebunden werden um diese Vielfältigkeit zu demonstrieren.

Wie bei der Vorlesung BBF eben skizziert, war es auch bei PIUS erforderlich, neue Wege zu gehen. Die gesamte PIUS-Vorlesung war ein intellektuelles Abenteuer, das mich (KE) das ganze Semester am Rotieren gehalten hat. Ich habe selten in einem Semester, neben Fachbüchern so viele Bücher zu aktuellen Themen gelesen und in eine Vorlesung eingebaut. Ein wirklich empfehlenswertes Buch, das ich mir erlaube zu zitieren, ist das von Christian Berg [2].

Da es im Unterschied zu FF-SAP bei PIUS kein vorgefertigtes Gerüst gab, an das man sich halten konnte, wurde nach folgenden Konzept verfahren.

(i) Wichtig war es, die Studierenden in der „Corona-Isolierung“ zu aktivieren. Das wurde durch Einbeziehung aktueller, auch politischer Themen und ab und an provokanter Thesen versucht. Großer Wert wurde darauf gelegt, die Studierenden aktiv zu einer Meinungsbildung anzutörnen. Nach der Vorlesung gab es in GoToMeeting immer noch eine ca. 10-15 min Nach-Session, wo mit interessierten Studierenden gemeinsam Probleme diskutiert wurden.

(ii) Nach dem Motto „warum sollen nur wir uns mit den Mühen der Digitalisierung herumschlagen“ gab es im ersten Drittel der Vorlesungsreihe ein Podcast-Projekt. Hier wurden die Studierenden angeregt, sich wichtigen, vorlesungsrelevanten Problemen, z.B. Wirtschaftswachstum vs. Nachhaltigkeit, von mehreren Seiten kritisch zu nähern und zu einer Meinungsbildung zu kommen. Das wurde von 2/3 der Studierenden aktiv angenommen und es wurden in 2er, 3er und 4er Gruppen sehr schöne Beiträge mittels Audacity produziert. Diese wurden in den Upload-Ordner des OPAL-Kurses hochgeladen und waren so auch den anderen zugänglich. In einer lockeren Abendsitzung, die von den Studierenden selber angeregt wurde, sind wir die Podcasts

nochmal durchgegangen. Die Podcasts wurden insgesamt als gewinnbringendes Unternehmen von allen angesehen: Die Studierenden fanden die Auseinandersetzung mit den Themen spannend und hatten Spaß in der Produktion mit Audacity und wir konnten etwas gegen die Corona-Isolation tun. Wir hatten die Chance zu sehen, wie unsere Studierenden ticken und waren sehr angetan von der Tiefe der Auseinandersetzung.

(iii) Die PIUS-Vorlesung beinhaltete auch Diskussionen zu Nachhaltigkeitskonzepten (wie Effizienz/Suffizienz/Konsistenz etc.), was auch eine Auseinandersetzung mit dem individuellen Lebensstil einschloss. Fakultativ gab es das Angebot, alles mal zu durchforsten, um den individuellen CO<sub>2</sub>-Fussabdruck zu berechnen. Hier haben so gut wie alle freiwillig mitgemacht und ihre Ergebnisse auf OPAL hochgeladen.

(iv) Life cycle assessment, d.h. Ökobilanzierung spielt mittlerweile in vielen Projekten eine Rolle. Uns war es daher wichtig, eine Einführung in das Thema gekoppelt mit einer praktischen Softwareübung mit freier Software (OpenLCA) anzubieten. Dieses Projekt hatte einen Umfang von 4 Vorlesungen: Einführung, Installationshinweise, und drei Übungsblöcke. In den Übungsblöcken gab es von uns formulierte Fragestellungen, die die Studierenden selbstständig untersuchen sollten. Ausgangspunkt war das offizielle OpenLCA Tutorial zur Mineralwasserflaschen-Bewertung (Vorteil: gut dokumentiert, allen zugänglich). Dieses haben wir schrittweise um komplexere Fragestellungen (z.B. unterschiedliche Transportwege, Mehrfachbefüllungen etc.) erweitert. Diese 3 Blöcke, die eine free-style Variante einschlossen (sprich eine Fragestellung, die sich die Studierenden selber ausdenken sollten), waren im Zeitfenster der letzten 3 Vorlesungen (Juni/Juli) zu bearbeiten. Während dieser Zeit war der GoToMeeting-Kanal geöffnet und die Studierenden konnten Probleme mit uns diskutieren. Die gefundenen Lösungen waren auf OPAL hochzuladen.

Die uns ursprünglich von der Prüfungskommission genehmigte Variante, die OpenLCA-Lösungen zu 30% in der Prüfungsleistung einfließen zu lassen, haben wir am Ende doch

nicht genutzt. Zu ungleich waren die technischen und sozialen Voraussetzungen bei den Studierenden. Es haben jedoch fast alle bei dem Projekt mitgemacht. 90% haben mindestens einen Block geschafft; 70% haben Lösungen zu allen drei Blöcken hochgeladen.

### 3. Unser Fazit

Trotz des hohen zeitlichen Aufwands haben wir die Semester als gewinnbringend angesehen. Sehr positiv überrascht waren wir von den mündlichen Prüfungsergebnissen. In FF-SAP waren keinerlei Unterschiede zu den letzten Jahren festzustellen. Besonders begeistert waren wir von den PIUS-Prüfungen. Es war eine Freude, die hohe Zahl von klug und kritisch argumentierenden Studierenden zu erleben.

Folgende Dinge sehen wir bei VNT-36 als verbesserungswürdig an: (i) Übungen in GoTo-Meeting sind ein schwieriges Unterfangen. Bei Präsenzübungen trauen sich die Studierenden immer mehr zu fragen; bei GoToMeeting eher weniger. Dann spricht man ins Mikro, ohne Studierende zu sehen, was wenig Spaß machte. Daher haben wir die Übungen meistens als Vorrechenübung gehalten mit einigen Fragen live aus dem Auditorium oder per Chat. Hier sind wir an einem Austausch zur Optimierung sehr interessiert. (ii) Die PDFs mussten aus Zeitgründen immer ohne weitere Bearbeitung, d.h. ohne bewusst gesetzte Lücken, hochgeladen werden. Hier fehlt noch eine effiziente Lösung. (iii) In einigen Vorlesungen wurde Mentimeter zur Aktivierung und zum Testen des Wissens bei konkreten Fragestellungen eingesetzt. Das hätte hier noch öfter erfolgen sollen. Aber es fehlte zum einen die Zeit für die Vorbereitung; zum anderen war der Leistungsumfang der kostenfreien Version deutlich weniger komfortabel als früher. Als Alternative bietet sich z.B. [umfrageonline.com](https://www.umfrageonline.com) an.

### 4. Feedback von den Studierenden

Nach Abschluss der letzten Veranstaltung erfolgte eine anonyme Evaluierung der Vorlesung BFF. Abbildung 1 zeigt die Resultate.

Es ist zu erkennen, dass alle Teilnehmer den

Inhalt der Vorlesung interessant fanden. Die meisten Teilnehmer fanden den Umfang angemessen und konnten der Vorlesung auch digital gut folgen. Die online durchgeführten Übungsaufgaben bewerteten alle Teilnehmer

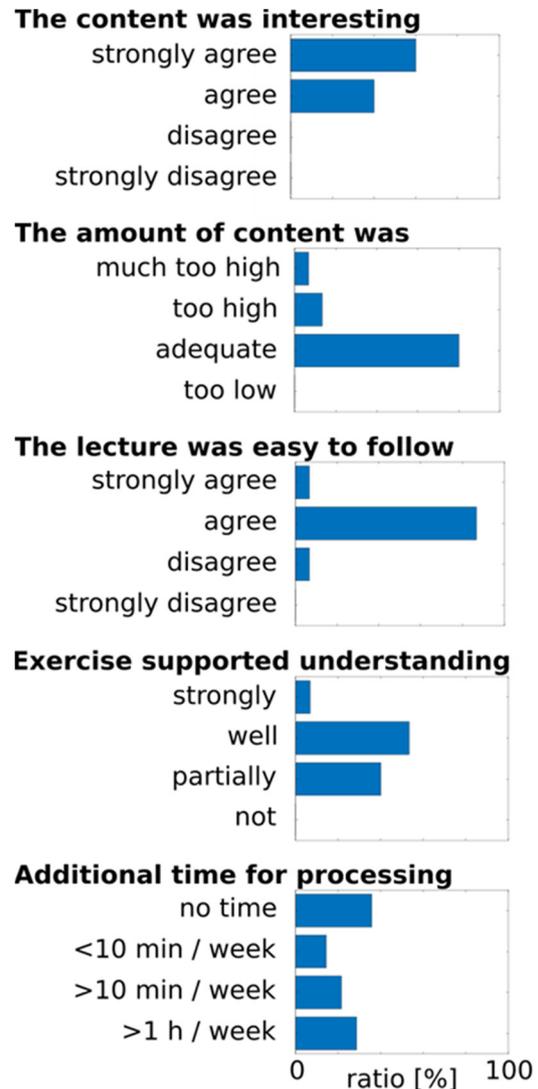


Abb. 1: Anonyme Evaluation der Vorlesung BFF im Wintersemester 20/21

als hilfreich. Diese Punkte sprechen für eine erfolgreiche Umsetzung der virtuellen Veranstaltung mit dem gewählten Format. Allerdings verwendeten 50% der Teilnehmer weniger als 10 Minuten pro Woche, teilweise sogar überhaupt keine Zeit für die Vor- und Nachbereitung der Veranstaltung. Das könnte an der fakultativen Natur der Veranstaltung liegen, aber eventuell auch an einem Gefühl der Anonymität im virtuellen Raum. Schlechte Vorbereitung der Studierenden fällt nicht auf.

Die Vorlesung FF-SAP war in der offiziellen Lehrveranstaltungsevaluation und wurde mit einer Gesamtnote von 1.27 bewertet, was uns sehr gefreut hat. Die verbliebenen Kritiken (ab und an bessere Strukturierung, mehr Prüfungsfragen in die Kapitel direkt einbauen, Quiz am Anfang) versuchen wir umzusetzen.

Ebenso motivierend war das spontane Feedback mehrerer Studierender nach der mündlichen PIUS-Prüfung. Sie hätten selten so viele spannende Diskussionen untereinander zu Themen einer Vorlesung geführt wie in diesem Semester.

Das bestärkt uns, wissenschaftliche Inhalte ab und an verknüpft mit aktuellen und z.T. politischen Fragestellungen anzubieten, um dadurch die Studierenden zu aktiver Stellungnahme und Meinungsbildung anzuregen.

### 5. Ausblick auf ein hybrides Lehrangebot

Wir können uns vorstellen, einige der Vorlesungen auf 30 min Online-Video zu einem bestimmten Thema zu verkürzen. Die frei gewordene Zeit würden wir zum einen dafür einsetzen, dass die Studierenden über das Problem nachdenken müssen und Lösungen dafür finden sollen. Zum anderen für einen Konsultations- und Diskussionstermin, bei dem die aufgetretenen Fragen und gefundenen Lösungen diskutiert werden.

Im Bereich der Schäume existiert scheinbar Europaweit keine dezidierte Vorlesung. Aufgrund des sehr positiven Feedbacks der internationalen Studierenden und Promovierenden auf die Vorlesung BFF könnte die Vorlesung auch zukünftig virtuell und offen durchgeführt werden. Alternativ wäre auch ein Livestream aus dem Hörsaal denkbar. Neben dem reinen Lehrauftrag würde das auch stark der internationalen Vernetzung und dem studentischen Austausch dienen. Jedoch soll für Studierende in Präsenz zukünftig ein Laborpraktikum in Präsenz angegliedert werden.

### Danksagung

Ein herzlicher Dank geht zum einen an Dr. K. Schwarzenberger für die OPAL-Unterstützung der Vorlesung und für die Übernahme des Vorlesungsblocks zur Entschwefelung sowie an

unseren Tutor, Robin Wolf, für die effektive Unterstützung der Übungen zur Ökobilanzierung. Zum anderen danken wir allen Studierenden im Recycling-Modul 2020 für ihr enormes Interesse und Engagement, das die Vorlesungen auch für mich zu einem inspirierenden Erlebnis hat werden lassen.

### Literatur

- [1] <https://www.mentimeter.com>
- [2] Christian Berg, Ist Nachhaltigkeit utopisch? Der neue Bericht an den Club of Rome, oe-kom-Verlag (2020)



## Vorstellung und studentische Evaluation digitaler Lernformate in zwei methodischen Grundlagenfächern der Mechanik

D. Bernstein, M. Schuster, M. Beitelschmidt

*Professur für Dynamik und Mechanismentechnik, Institut für Festkörpermechanik, Fakultät Maschinenwesen, TU Dresden*

Die pandemiebedingte Umstellung der Präsenzlehre auf digitale Lernformate brachte vor allem für die Studierenden große Herausforderungen mit sich. Die beiden vorgestellten, methodischen Grundlagenfächer der Mechanik wurden vollständig digital angeboten. Zur Stoffvermittlung wurden aufgezeichnete Lehrvideos und zur Fragenbeantwortung vor allem Übungsforen eingesetzt. Mithilfe von Umfragen unter allen Prüfungsteilnehmenden wurden die eingesetzten Lernformate evaluiert. Es zeigt sich dabei, dass aufgezeichnete Vorlesungsvideos gegenüber Präsenzvorlesungen von den Studierenden als hilfreicher wahrgenommen werden. Als Vorteil wird dabei die Möglichkeit zum Anhalten und Wiederholen der Vorlesungsvideos genannt. Das Übungsforum wird zwar als eher hilfreich bewertet, jedoch nicht als adäquater Ersatz zur Präsenzübung eingeschätzt. Laut den studentischen Kommentaren spielt die direkte und unmittelbare Kommunikation in der Präsenzübung eine wichtige Rolle, die in einem Forum nicht erreicht werden kann. Die beste Bewertung unter den Lernformen erzielten kurze Einführungsvideos in die Thematik und Aufgaben der Übungen.

The pandemic-induced migration of classroom teaching to digital learning formats brought great challenges, especially for the students. The two presented methodical subjects in basic mechanics were offered completely digitally. Recorded teaching videos were used to convey the course content and mainly exercise forums were used to answer questions. The learning formats used were evaluated with the help of surveys among all examination participants. The results show that the students prefer recorded lecture videos over classroom lectures. The possibility of pausing and repeating the lecture videos was named as an advantage. The exercise forum is rated as helpful, but not as an adequate substitute for the classroom exercise. According to the student comments, direct and immediate communication plays an important role in the classroom exercise, which cannot be achieved in a forum. The best rating among the teaching formats was achieved by short introduction videos on the topic and tasks of the exercises.

\*Corresponding author: [david.bernstein@tu-dresden.de](mailto:david.bernstein@tu-dresden.de)

## 1. Einführung

Die durch die Corona-Pandemie bedingte Verlagerung des universitären Lehrbetriebs über mehrere Semester hinweg vom Hörsaal in den digitalen Raum hat vor allem für die Studierenden große Herausforderungen mit sich gebracht. Insbesondere in rechenintensiven Fächern wie der Technischen Mechanik ist die Vermittlung grundlegender Methoden in Präsenzübungen ein wesentlicher Bestandteil des normalen Kursprogramms. Dieser Artikel beschäftigt sich mit der Umsetzung der digitalen Lehre in zwei Fächern der Professur für Dynamik und Mechanismentechnik an der TU Dresden im Sommersemester 2020 und der Bewertung der umgesetzten Lernformate durch alle Studierenden, die an der entsprechenden schriftlichen Prüfung teilgenommen haben.

## 2. Vorstellung der Lehrveranstaltungen

Die Lehrveranstaltung *Technische Mechanik Kinematik und Kinetik* (TMKK) ist eine Pflichtveranstaltung mit 3 Semesterwochenstunden (SWS) Vorlesung und 2 SWS Übung im Diplom- und Bachelorstudiengang Maschinenbau im 4. Semester. In Präsenzsemestern finden die Übungen in Gruppen von 20 bis 60 Studierenden statt. Der Hörerkreis der englischsprachigen Lehrveranstaltung *Kinematik und Kinetik der Mehrkörpersysteme* (MKS) besteht vor allem aus Studierenden der Studiengänge Maschinenbau in der Vertiefungsrichtung Simulationmethoden im Maschinenbau (MB-SIM), Mechatronik (MT) und Computational Modelling and Simulation (CMS). Die Studierenden nehmen regulär an 2 SWS Vorlesung und 2 SWS Übung teil. Darüber hinaus besuchen Studierende der Maschinenbau-Vertiefungsrichtung Verarbeitungs- und Textilmaschinenbau (MB-VTMB) mit jeweils 1 SWS Vorlesung und Übung regulär den halben Kursinhalt. Es handelt sich für die Diplomstudiengänge (MB-SIM, MB-VTMB, MT) um eine Wahlpflichtveranstaltung im Hauptstudium.

## 3. Digitale Lernformate in der TMKK

In der Lehrveranstaltung TMKK standen Vorlesungsaufzeichnungen zur Verfügung, die von

der AG Fernstudium der Fakultät Maschinenwesen an der TU Dresden 2015 im regulären Vorlesungsbetrieb im Hörsaal aufgezeichnet wurden. Die jeweiligen Vorlesungsvideos wurden in der entsprechenden Semesterwoche auf der sächsischen Lernplattform OPAL unter Nutzung des Videoservers MAGMA freigeschaltet. Der Vorlesungsstoff wird darin hauptsächlich unter Nutzung eines Tablet-Computers handschriftlich vermittelt (siehe Abbildung 1).

Für die jeweiligen Übungen wurden ausführliche Einführungsfolien, Hinweise zur Lösung der einzelnen Aufgaben und ausführliche Lösungen der Übungsaufgaben zur Verfügung gestellt. Die ersten beiden Übungseinführungen sind darüber hinaus auf Video aufgezeichnet worden, was aus Kapazitätsgründen des Lehrpersonals für die weiteren Einführungen nicht fortgeführt wurde. Fragen zu den Übungsaufgaben und zur Prüfungsvorbereitung konnten in einem OPAL-Forum gestellt werden. Für jede Übung wurde ein separates Forum eingerichtet. Es wurden ca. alle zwei Wochen Online-Konsultationen angeboten, wobei dieses Angebot lediglich von durchschnittlich 5 Studierenden genutzt wurde.

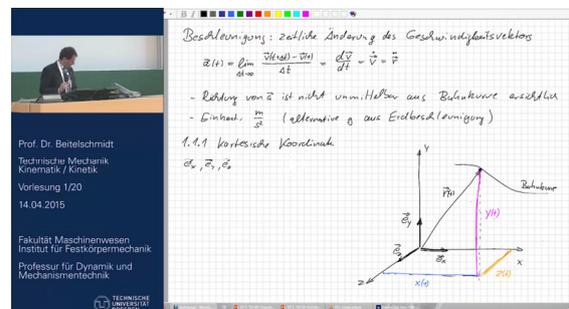


Abb. 1: Vorlesung TMKK, Aufnahme der AG Fernstudium der Fakultät Maschinenwesen an der TU Dresden.

## 4. Digitale Lernformate in der MKS

Die Vorlesungen der Lehrveranstaltung MKS sind als Wechsel aus Folien-Vortrag und handschriftlichem Tablet-Vortrag konzipiert. Die Vorlesungsvideos (siehe Abbildung 2) wurden während des Semesters aufgezeichnet. Die tatsächliche Videodauer ist aufgrund fehlender Rückfragen und spontaner zusätzlicher Erläuterungen kürzer als die übliche Vorlesungszeit von 90 Minuten.

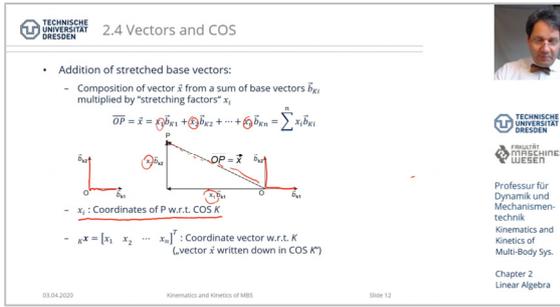


Abb. 2: Vorlesung MKS, handschriftlich ergänzte Folie, Aufnahme mit OBS Studio.

Im Zuge der Umstellung auf eine englischsprachige Veranstaltung wurden im Vorjahr folienbasierte, ca. zehnmütige Einführungs-videos (Intro-Videos) für alle Übungen produziert (siehe Abbildung 3). Zur Beantwortung von Fragen zu den Übungen und Musterklausuren wurde wie in der TMKK das OPAL-Forum genutzt.

Den Abschluss der Lehrveranstaltung bildet ein Simulationskomplex, der im digitalen Semester teilweise in Präsenz stattfand, allerdings unter sehr geringer Teilnahme. Ziel des Simulationskomplex ist die Programmierung einer Mehrkörpersimulation in der kommerziellen Software MATLAB. In Vorbereitung auf die Prüfung fand eine Online- und eine Präsenz-Konsultation statt.

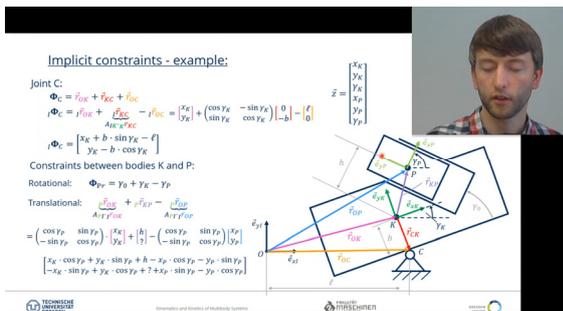


Abb. 3: Übungseinführung MKS, Beispielrechnung auf Powerpoint-Folie, Aufnahme mit OBS Studio

## 5. Evaluation der Lehrveranstaltungen

Zur Erhebung einer umfassenden Lehr-Evaluation wurde am Ende der jeweiligen schriftlichen Präsenzprüfung eine anonyme Umfrage mit ca. 20 Fragen und Kommentarfeldern unter allen Prüfungsteilnehmern durchgeführt. So liegen für die Lehrveranstaltung TMKK 338 und für die MKS 70 ausgefüllte Umfragen vor. Aus dem Vorjahr liegen für die MKS weitere 52

ausgefüllte Umfragen mit teilweise identischer Fragestellung vor, was einen Vergleich mit dem Präsenzsemester erlaubt.

In den Diagrammen zur Veranstaltung TMKK ist der Anteil der Studierenden orange gekennzeichnet, die die Prüfung wiederholt geschrieben haben und damit die Veranstaltung erstmalig bereits in einem regulären Präsenzsemester besucht haben. Dabei handelt es sich um 16% der Prüfungsteilnehmenden. In der Veranstaltung MKS wird in die Studierenden-gruppen Maschinenbau-SIM/Mechatronik (blau), CMS (orange) und Maschinenbau-VTMB (gelb) unterschieden. Aufgrund vernachlässigbarer Durchfallquoten spielt hier der Anteil an Prüfungswiederholenden eine untergeordnete Rolle.

Prüfungsversuch:		<input type="radio"/> Erstversuch	<input type="radio"/> Zweit- oder Drittversuch					
Muttersprache:		<input type="radio"/> Deutsch	<input type="radio"/> Andere					
Aussage	Bitte bewerten Sie nur Aussagen, zu denen Sie aussagefähig sind!	Trifft voll zu	Trifft zu	Teils/Teils	Trifft kaum zu	Trifft nicht zu	Keine Aussage möglich	
Ich konnte der Vorlesung inhaltlich sehr gut folgen.		<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
Ich konnte den Video-Vorlesungen besser folgen, als „normalen“ Vorlesungen in Präsenz.		<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
Ich habe die Videos zur Vorlesung in der jeweils vorgesehenen Woche angeschaut.		<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
Ich hatte technische Probleme, die Videos anzuschauen.		<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
Die Einführungen und Lösungen zu den Übungen waren sehr hilfreich für mich.		<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
Ich habe die Übungsaufgaben in der jeweils vorgesehenen Woche bearbeitet.		<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
Ich habe mich regelmäßig mit Kommilitonen über Vorlesung bzw. Übung ausgetauscht.		<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
Das Übungsforum war für mich sehr hilfreich zur Bearbeitung der Übungsaufgaben.		<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
Ich hatte technische Probleme bei der Teilnahme an den Online-Konsultationen.		<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
Das Prüfungsforum hat mir in der Prüfungsvorbereitung sehr geholfen.		<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
Vor der Prüfung habe ich mich sehr gut vorbereitet gefühlt.		<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
Bei der Prüfung habe ich gemerkt, dass ich sehr gut vorbereitet war.		<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
Die Möglichkeit, das Prüfungsergebnis im Nachgang zu annullieren, beeinflusste meine Prüfungsvorbereitung.		<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
Es fiel mir in diesem Semester schwer, mich für die Bearbeitung der Kursinhalte zu motivieren.		<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	

Abb. 4: Vorderseite des Umfragebogens in der TMKK

Wie in Abbildung 4 dargestellt, boten die meisten Fragen der Erhebung 5 Antwortmöglichkeiten von „1: Trifft voll zu“ (links) über „3: Teils/Teils“ (Mitte) bis „5: Trifft nicht zu“ (rechts). Abweichende Antwortmöglichkeiten sind in den jeweiligen Diagrammen gekennzeichnet.

## 6. Vergleich von Präsenz- und Online-Semester

Beim Vergleich zwischen Präsenz- und Onlinesemester ergibt sich ein differenziertes Bild. Abbildung 5 zeigt die Bewertung der Aussage

durch die Studierenden der TMKK, ob sie der Online-Vorlesung besser folgen konnten als normalen Vorlesungen in Präsenz. Mit einer durchschnittlichen Bewertung von 2,55 geben die Studierenden an, einer Online-Vorlesung besser folgen zu können. Die Aussage, ob sie der Online-Vorlesung sehr gut folgen konnten, wurde durchschnittlich mit 2,41 bewertet.

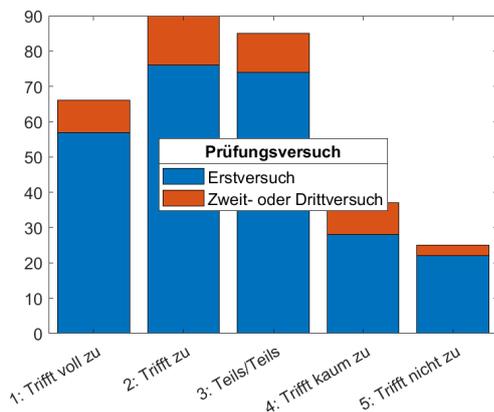


Abb. 5: „Ich konnte den Video-Vorlesungen besser folgen als normalen Vorlesungen in Präsenz.“ (TMKK)

Dies bestätigt auch der direkte Vergleich der Vorlesung MKS zwischen den Sommersemestern 2019 und 2020 in Abbildung 6. Auf die Frage, als wie hilfreich die jeweilige Vorlesung empfunden wurde, schneidet die Online-Vorlesung mit einer durchschnittlichen Bewertung von 2,44 besser ab als die Präsenzvorlesung des Vorjahres mit einer durchschnittlichen Bewertung von 2,74.

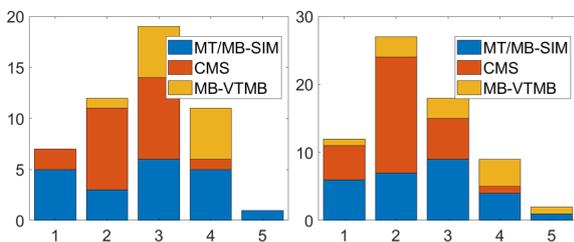


Abb. 6: „Die Vorlesung war sehr hilfreich für mich“ (MKS). Links: Präsenz 2019; Rechts: Digital 2020

Eine mögliche Begründung für das bessere Abschneiden der Online-Vorlesung kann den handschriftlichen Kommentaren in der Umfrage entnommen werden. Es wurde hier mehrfach die Möglichkeit des Anhaltens und Wiederholens der Videovorlesung positiv hervorgehoben. Ein Studierender konkretisierte

es dahingehend, dass das Zuhören und Schreiben durch die Pause-Funktion separat voneinander erfolgen kann. Ein anderer betont die Wiederholbarkeit „schwieriger Stellen“ in der Videovorlesung.

Es sei auf die Besonderheit der betrachteten Veranstaltungen hingewiesen, dass in den Vorlesungen häufig komplexe Herleitungen und Rechenwege vorgeführt werden. Auf die individuelle Lerngeschwindigkeit des einzelnen Studierenden kann dabei in der Präsenzvorlesung nur sehr begrenzt eingegangen werden.

Dass in der TMKK ungefähr die Hälfte der Studierenden mehr als 75% der Vorlesungen angeschaut haben (siehe Abbildung 7), deckt sich mit den Teilnehmerzahlen der Vorlesung in Präsenzsemestern der Veranstaltung.

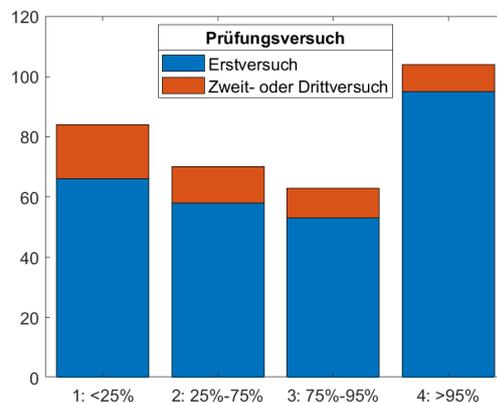


Abb. 7: Angeschaute Vorlesungsvideos. (TMKK)

Wie aus Abbildung 8 hervorgeht, schneidet allerdings der gesamte MKS-Kurs bestehend aus Vorlesung und Übung im Online-Semester schlechter ab als im Präsenz-Semester. Die Aussage, ob der Kursinhalt im Online-Semester deutlich schlechter verständlich ist als im regulären Semester, wird in der MKS durchschnittlich mit 2,77 bewertet.

Die im Gegensatz dazu positive Bewertung der Vorlesung lässt darauf schließen, dass Übungen in Präsenz von Seiten der Studierenden ein deutliches Qualitätsmerkmal darstellen.

Ein großer Teil der Studierenden gibt an, zumindest teilweise Motivationsprobleme zur Bearbeitung der Kursinhalte gehabt zu haben (siehe Abbildung 9). Die Aussage, ob es den Studierenden schwerfiel, sich für die Kursinhalte zu motivieren, wird in der TMKK durchschnittlich mit 2,61 bewertet.

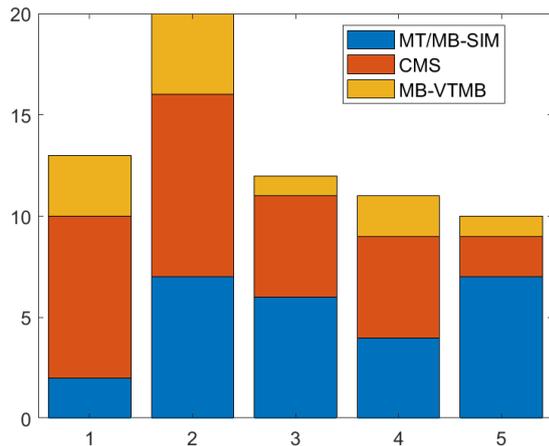


Abb. 8: „Der Kursinhalt ist in einem Online-Semester deutlich schlechter verständlich als in einem regulären.“ (MKS)

Dies spiegelt sich, wie in Abbildung 10 zu sehen ist, auch darin wider, dass der größere Teil der Studierenden der TMKK im Semester laut eigenen Angaben weniger als die wöchentlich geplante Präsenzzeit für den Kurs aufgewendet hat. Ein derartiges Ergebnis zeigte sich auch bei der Befragung der MKS-Studierenden.

In der MKS wird die Aussage, dass die Studierenden Probleme hatten, am Kursinhalt zeitlich dranzubleiben, mit durchschnittlich 3,10 bewertet. Von Studierenden der TMKK wird die Aussage, ob die Übungsaufgaben in der jeweils vorgesehenen Woche bearbeitet wurden, durchschnittlich mit 3,28 bewertet. Damit hatte der größere Teil der Studierenden zumindest teilweise Probleme, dem vorgegebenen Zeitplan im Online-Studium zu folgen. Da keine Vergleichsdaten aus dem Präsenzsemester vorliegen, kann hier kein solider Vergleich zwischen Online- und Präsenzsemester gezogen werden.

Die sehr geringe Teilnehmerzahl am Simulationskomplex in der MKS im Online-Semester ist ein weiteres Indiz für die verzögerte Bearbeitung des Kursinhaltes durch die Studierenden, da für eine erfolgreiche Bearbeitung des Simulationskomplexes die vollständige Bearbeitung der vorausgehenden Übungen notwendig ist.

In der TMKK wurde durch ein Kommentarfeld abgefragt, aus welchen Gründen nicht zeitlich am Kursinhalt drangeblieben wurde. Als Beispielantworten wurde „Motivation, Stress, Verständnisprobleme“ angegeben.

Häufig wurde durch die Studierenden die fehlende Motivation, Verständnisprobleme und die fehlende Trennung zwischen Studium und Freizeit benannt. Für die Häufigkeit der ersten beiden Antworten spielen mutmaßlich die Beispielantworten eine Rolle.

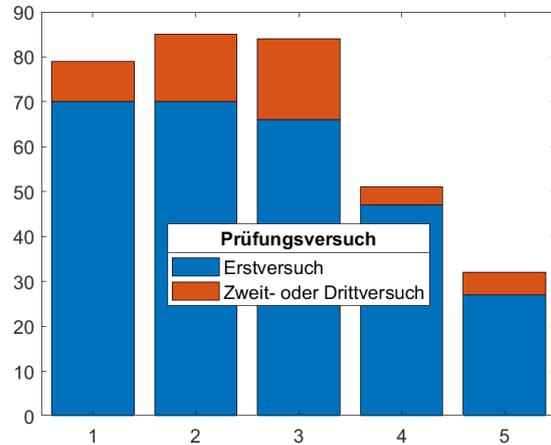


Abb. 9: „Es fiel mir in diesem Semester schwer, mich für die Bearbeitung der Kursinhalte zu motivieren.“ (TMKK)

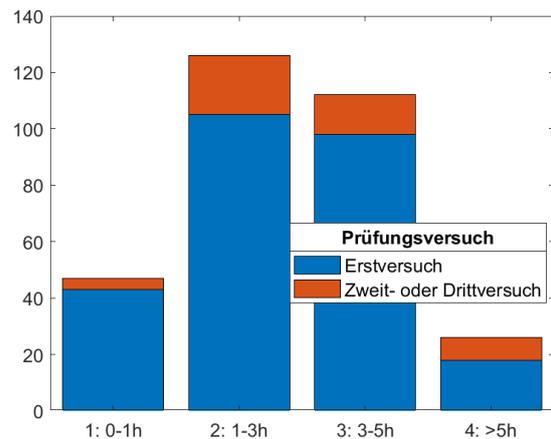


Abb. 10: Wöchentlicher Zeitaufwand für den Kurs. (TMKK, wöchentliche Präsenzzeit wäre 3,75 h gewesen)

Aus Abbildung 11 lässt sich schließen, dass der kleinere Teil der Studierenden regelmäßigen, fachlichen Austausch mit Kommilitonen pflegt. Die Aussage, ob sich die Studierenden regelmäßig mit Kommilitonen über Kursinhalte ausgetauscht haben, wird in der TMKK durchschnittlich mit 3,36 bewertet. Der größere Teil der Studierenden erarbeitete sich die Kursinhalte demnach im Selbststudium, was im deutlichen Kontrast zum Präsenz-Übungsbetrieb steht.

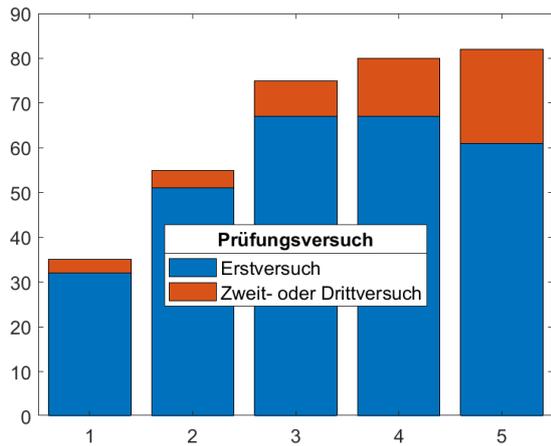


Abb. 11: „Ich habe mich regelmäßig mit Kommilitonen über die Vorlesung bzw. Übung ausgetauscht.“ (TMKK)

### 7. Bewertung der einzelnen Lernformen im Übungsbetrieb

Wie bereits erwähnt, sind in den vorgestellten Lehrveranstaltungen weitestgehend asynchrone Lernformate für den Übungsbetrieb gewählt worden.

Abbildung 12 zeigt dabei, dass das zur Verfügung gestellte, schriftliche Übungsmaterial, bestehend aus Einführungen und Musterlösungen in der TMKK als hilfreich wahrgenommen wurde. Die Aussage, ob das entsprechende Material sehr hilfreich war, wurde mit durchschnittlich 2,41 bewertet.

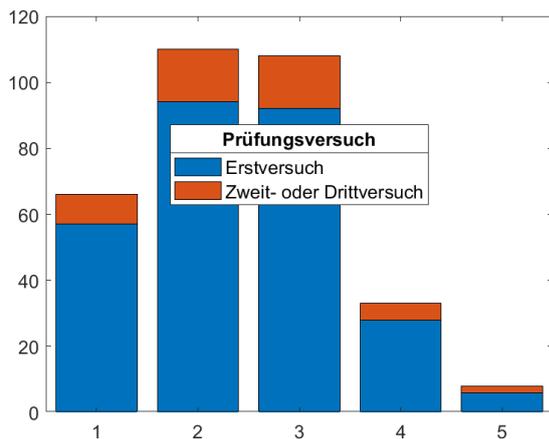


Abb. 12: „Die Einführungen und Lösungen zu den Übungen waren sehr hilfreich.“ (TMKK)

Etwas schlechter wurde die Hilfsmöglichkeit durch das Übungsforum bewertet, wie in Abbildung 13 dargestellt. Die Aussage, ob das

Übungsforum sehr hilfreich für die Studierenden war, wurde in der TMKK durchschnittlich mit 3,00 und in der MKS durchschnittlich mit 2,55 bewertet.

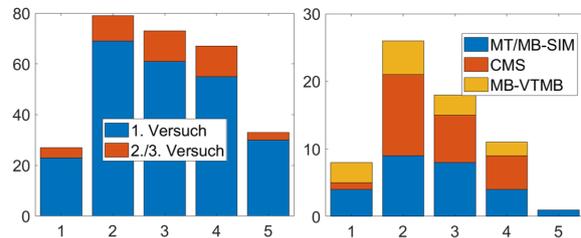


Abb. 13: „Das Übungsforum war für mich sehr hilfreich“. Links: TMKK; Rechts: MKS

Die Kommentare zum Forum in der TMKK geben entsprechend ein gemischtes Bild ab. Einerseits wurden die geringe Übersichtlichkeit und die hohe Wartezeit auf Antwort auf eine gestellte Frage mehrfach bemängelt. Andererseits wurde mehrfach angegeben, lediglich die Forenbeiträge gelesen zu haben und daraus profitiert zu haben, ohne selbst Fragen zu stellen. Ein Kommentar merkte positiv an, dass man durch das Forum auf Probleme stieß, die man selbst nicht erkannt habe. Weiter wurde angemerkt, dass die Möglichkeit, anonyme Fragen zu stellen, die Hemmschwelle reduziere, das Forum aktiv zu nutzen. Sehr häufig wurde in den Kommentarfeldern der Wunsch nach Übungen in Präsenz angegeben, da die Fragenbeantwortung im Forum die direkte Kommunikation in einer Präsenzübung nicht ersetzen könnte.

Wie Abbildung 14 zu entnehmen ist, erzielten die kurzen Intro-Videos, die in der MKS zur Übungseinführung eingesetzt worden sind, die mit Abstand beste Bewertung. Die Frage, ob die Intro-Videos sehr hilfreich für die Studierenden waren, wurde in der MKS im Präsenzsemester 2019 durchschnittlich mit 1,58 und im Online-Semester 2020 durchschnittlich mit 1,64 bewertet.

Wie in Abbildung 15 dargestellt, wurden die kurzen Intro-Videos durch den größeren Teil der Studierenden mehrfach angeschaut, wohingegen die längeren Vorlesungsvideos von der Mehrzahl der Studierenden einmalig angeschaut wurden.

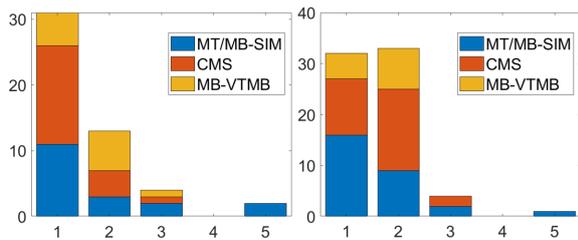


Abb. 14: „Die Intro-Videos waren sehr hilfreich für mich.“ (MKS) Links: 2019; Rechts: 2020

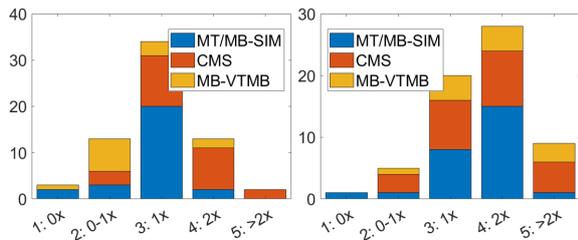


Abb. 15: „Wie oft haben Sie jedes einzelne Video durchschnittlich angeschaut?“ Links: Vorlesungsvideo; Rechts: Intro-Video

Die Aussage, ob die Studierenden durch Intro-Videos und Forum in der Lage waren, die Übungsaufgaben im Selbststudium zu lösen, wurde in der MKS im Online-Semester 2020 durchschnittlich mit 2,16 bewertet. Die ähnliche Aussage, ob die Studierenden (nur) durch die Intro-Videos dazu in der Lage waren, wurde in der MKS im Präsenz-Semester 2019 durchschnittlich mit 2,12 bewertet.

## 8. Prüfungsvorbereitung

Wie in Abbildung 16 dargestellt, fällt der gefühlte Vorbereitungsstand bei den Studierenden im digitalen Semester etwas schlechter aus als der im Präsenz-Semester. Die Aussage, ob sich die Studierenden sehr gut auf die Prüfung vorbereitet gefühlt haben, wird in der MKS im Präsenz-Semester 2019 durchschnittlich mit 2,62 und im Online-Semester 2020 durchschnittlich mit 2,91 bewertet.

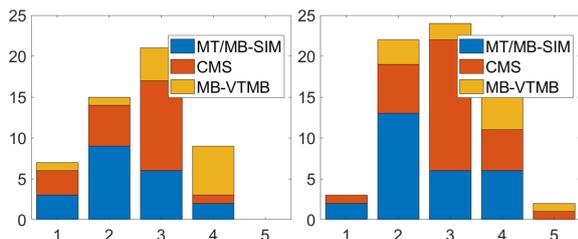


Abb. 16: „Vor der Prüfung habe ich mich sehr gut vorbereitet gefühlt.“ (MKS) Links: 2019; Rechts: 2020

An der Technischen Universität Dresden bestand im Sommersemester 2020 die Möglichkeit, Prüfungsleistungen im Nachgang unbegrenzt annullieren zu können. Wie aus Abbildung 17 hervorgeht, sieht sich der größere Teil der Studierenden durch diese Möglichkeit in geringem Maße in ihrer Prüfungsvorbereitung beeinflusst. Die Aussage, ob die Möglichkeit, das Prüfungsergebnis im Nachgang zu annullieren, die Prüfungsvorbereitung beeinflusste, wurde von den Studierenden in der MKS durchschnittlich mit 3,78 und in der TMKK durchschnittlich mit 3,89 bewertet.

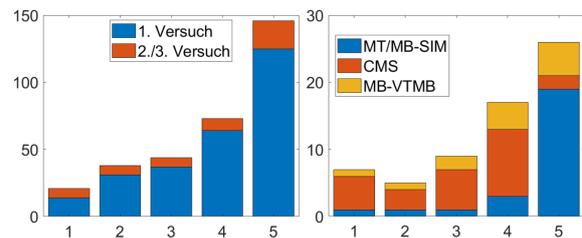


Abb. 17: „Die Möglichkeit, das Prüfungsergebnis im Nachgang zu annullieren, beeinflusste meine Prüfungsvorbereitung.“ Links: TMKK; Rechts: MKS

## 9. Zusammenfassung

Es ergibt sich ein differenziertes Bild aus der Evaluation der beiden untersuchten Lehrveranstaltungen. So scheint eine Online-Vorlesung für viele Studierende Vorteile gegenüber einer Präsenzvorlesung mit sich zu bringen. Dahingegen war im digitalen Semester kein adäquater Ersatz für Präsenz-Übungen möglich. Das Angebot von Online-Konsultationen zur Übung wurde kaum wahrgenommen und das Übungsforum bietet aufgrund der zeitverzögerten Kommunikation keinen gleichwertigen Ersatz für eine direkte Kommunikation. Prägnante Video-Übungseinführungen werden hingegen als hilfreichstes Kurselement angesehen.

## Danksagung

Ein großer Dank gilt Anja Jablonski und Falko Berger, die in besonderem Maße an der Auswertung der Umfragen mitgewirkt haben.





## Lessons Learned an der DIU

S. Richter

*Digital Managerin der DIU Dresden International University*

### **Abstract**

Es ist notwendig, ein Umdenken im Bereich der Bildung zu erreichen - nicht zuletzt aufgrund der permanenten und schnellen Veränderungen, die durch Technologie möglich geworden sind. Die Digitalisierung ist dabei nur ein Teilstück, welches die Anpassungen zum einen begünstigt, zum anderen aber auch erfordert. Wissen ist jederzeit abrufbar. Zu jedem Thema findet man Informationen im Internet. Deshalb ist es zum einen wichtig, Kompetenzen zu entwickeln im Umgang mit der Vielfalt der Daten, aber auch zu erkennen, dass das reine Lehren von Wissen nicht mehr zeitgemäß ist und unsere Kinder und Jugendlichen nicht auf das vorbereitet, womit sie in ihrem Arbeitsleben konfrontiert sein werden. Die Erlangung von Kompetenzen wie Kommunikation, Kreativität, kritisches Denken und Kollaboration (4 K) rückt in den Vordergrund und löst reinen Wissenserwerb ab. Wie können wir nun mit Hilfe von Tools und Methoden ein neues Zeitalter der Bildung zumindest einmal einläuten? Wie können wir erreichen, dass Digitalität als Unterstützung und nicht als in der Pandemie notwendiges aber vorübergehendes Übel betrachtet wird? Welche Ideen haben wir für hybride Lernsettings entwickelt? Wir haben seit März 2020 sehr viel lernen dürfen und einiges ausprobiert und möchten unsere Learnings im folgenden Bericht teilen.

It is essential to rethink in the field of education - not least because of the permanent and rapid changes that have become possible through technology. Digitalisation is only one part of this, which on the one hand favours the adjustments, but on the other hand also requires them. Knowledge can be accessed at any time. Information on every topic can be found on the internet. Therefore, it is important to develop competences in dealing with the diversity of data, but also to recognise that the mere teaching of knowledge is no longer up-to-date and does not prepare our children and young people for what they will be confronted with in their working lives. The acquisition of competences such as communication, creativity, critical thinking and collaboration (4Cs) move to the front and replace pure knowledge acquisition. Therefore, the question arises, how we can use tools and methods to usher in a new age of education. How can we achieve that digitality is seen as a support and not as a necessary but temporary evil in the pandemic? What ideas have we developed for hybrid learning settings? Since March 2020, we have been able to learn a lot and try out a few things and would like to share our learnings in the following report.

\*Corresponding author: [sandra.richter@di-uni.de](mailto:sandra.richter@di-uni.de)

## 1. Unsere Ausgangssituation

Die Ausgangssituation an der DIU ist etwas anders als an der Technischen Universität Dresden, da wir als private Universität mit freien Dozent:innen arbeiten, die häufig nur einen Kurs pro Studiengang mit etwa 20 Unterrichtseinheiten oder weniger durchführen. Der folgende Erfahrungsbericht setzt sich deshalb allgemein mit unseren Learnings im Hinblick auf digitales bzw. hybrides Lernen auseinander und zeigt eins mehr als deutlich: Nur eine Plattform zur Verfügung zu stellen, um dort Präsentationen digital vortragen zu lassen, genügt bei weitem nicht.

Virtuell ist die Gefahr noch größer, abgelenkt zu werden, wenn die Lehrveranstaltung nicht interessant genug ist. Da man eben sowieso am PC sitzt, kann man auch schnell die ankommende Mail bearbeiten oder sich um sein Twitter-Profil kümmern. Mit einem Klick sind die Teilnehmenden dabei oder eben wieder weg. Das heißt, dass es wichtig ist, spannende Formate zu kreieren, die möglichst interaktiv sind, um die Teilnehmenden mitzunehmen. Deshalb sprechen wir gern von einer Lernreise und nicht von einer Vorlesung.

In der Diskussion geht es aber nicht mehr nur um digital, hybrid oder analog, es geht darum, wie Bildung sowohl im schulischen als auch hochschulischen Kontext aussehen soll.

Für uns steht fest, dass es eine individuellere Betreuung der Studierenden braucht und dass kollaborative Projekte und selbstgesteuertes Lernen zielführender sind als das stete Eintrichtern von Wissen, welches die Studierenden nach der Prüfung direkt wieder vergessen. Um in der heutigen schnelllebigen Zeit die Probleme von morgen lösen zu können, braucht es ein Umdenken im Bildungsbereich und auch ein neues Rollenverständnis. Studierende erhalten mehr Verantwortung für das Erreichen von Lernzielen, Lehrkräfte werden zu Lernbegleiter:innen.

Im Methodenbuch für digitalen Unterricht [1] findet sich folgendes Zitat:

„Eine Bildung, um Probleme zu lösen, die wir aktuell noch gar nicht kennen.“

Die folgende Tabelle zeigt, was damit gemeint ist:

Weg von	Hin zu
Wissen	Kompetenz
Vermitteln & Belehren	Herausfinden
Analog	Digital & hybrid
Starren Strukturen	Verknüpften und flexiblen Bildungskontexten
Lernen im Gleichtakt	Individuellem Lernen
Einzelkämpfertum	Zusammenarbeit
(Fremd-)Steuerung	Selbstorganisation und Mitbestimmung
Eindimensionalität	Mehrperspektivität und Vernetzung
Lehrkraftzentrierung	Lernendenzentrierung
Feststehenden Ergebnissen	Ergebnisoffenheit
Vorgegebener Bedeutung	Persönlichem Sinn
Lehrenden	Lernenden

Tab. 1: Bildung der Zukunft [1]

Doch wie können wir das erreichen?

In den folgenden Abschnitten haben wir einige unserer Gedanken und Ideen zusammengetragen, jedoch lernen wir immer wieder Neues dazu. Deshalb ist aus unserer Sicht der erste Schritt im Hinblick auf ein Umdenken im Bildungsbereich, dass sich Lehrkräfte ebenfalls als Lernende verstehen und in den gemeinsamen offenen und vertrauensvollen Austausch kommen, um Wissen zu teilen, gemeinsam Lernkonzepte zu erarbeiten und das bisherige Einzelkämpfer:innendasein aufzugeben.

Die DIU bietet hierfür regelmäßig den DIUTalk an, hat eine LinkedIn-Community ins Leben gerufen. Darüber hinaus geben wir unser Wissen in kostenfreien Workshops an interessierte Dozierende weiter.

Unser Motto: Wissen teilen ist Kultur!



Abb. 1: Logo des Workshopformats der DIU

## 2. Future Skills – die 4 K

Besonderes Augenmerk im schulischen als auch hochschulischen Kontext sollte auf die 4 K - Kritisches Denken, Kreativität, Kollaboration und Kommunikation – gelegt werden. Wie erreichen wir, dass unsere Studierenden sich kritisch mit Themen auseinandersetzen, kreative Lösungsansätze kreieren, sich vernetzen, um gemeinsam Herausforderungen zu meistern und klar und wertschätzend kommunizieren, um überhaupt mit Anderen kollaborieren zu können?

Das Verwenden eines digitalen Tools führt nicht zwangsläufig zu einem spannenden Lernszenario. Allein die Digitalisierung ist also nicht ausreichend, um die längst notwendige Veränderung im Bereich Bildung zu bewirken. Vielmehr bedingt die Digitalisierung, dass wir in der Bildung neue Wege einschlagen müssen, um Kompetenzen zu erlangen, die für uns und unsere Studierenden in der heutigen und zukünftigen Welt nützlich und sinnvoll sind. Nicht das Sammeln von Zertifikaten und Abschlüssen oder das Horten von Wissen sind das Ziel, sondern die Lernreise als solche und das tiefe Verständnis für das Lernthema durch die intensive Auseinandersetzung damit, so dass Lernende in der Lage sind, konkrete Fragestellungen zu verstehen und Probleme zu lösen und Andere gezielt um Unterstützung zu bitten.

In den nachfolgenden Abschnitten zeigen wir einige Methoden, Tipps und Hinweise, wie „New Learning“ aus unserer Sicht gelingen kann und wie Digitalität uns dabei unterstützt.

## 3. Ice-Breaker und Warm-up

Trifft man auf eine neue Studiengruppe ausschließlich im digitalen Umfeld, gehen einige Informationen verloren, die man im persönlichen Umgang miteinander automatisch wahrnimmt. Es ist demnach erschwert, eine Person virtuell kennenzulernen, weil Bezugspunkte fehlen und natürlich auch die gemeinsam verbrachten Pausen, in denen man sich austauscht.

Doch es ist nicht unmöglich, auch im virtuellen Raum Nähe aufzubauen und sich kennenzulernen.

Es ist hilfreich, mit Warm-up-Übungen zu starten, damit sich alle in lockerer Runde kennenlernen können. Hierfür gibt es zahlreiche Ideensammlungen im Internet z.B. auch unter <http://tscheck.in/> oder <https://internetquatsch.de/>.

Methodisch empfehlen wir „Impromptu Networking“ aus dem Liberating-Structures-Werkzeugkoffer. Beim „Impromptu Networking“ werden alle Teilnehmenden bestenfalls zufällig und automatisch in Zweiergruppen zusammengebracht, um vier Minuten lang zu einer beliebigen Einstiegsfrage, die durchaus zunächst ganz unabhängig vom Lernfeld sein darf, ins Gespräch zu kommen. Es gibt drei Runden, also drei Fragen. Die Gruppenzusammensetzung wird dreimal neu verteilt, so dass sich möglichst viele Teilnehmende bereits begegnet sind. Die Beschreibungen aller Liberating Structures sind unter <https://liberatingstructures.de/> zu finden. Diese 33 Mikrostrukturen helfen, ganz gezielt an Herausforderungen zu arbeiten und zu gewährleisten, dass jede:r einbezogen wird.

Auch das Einbinden von Live-Umfrage-Tools wie Mentimeter <https://www.mentimeter.com/> oder <https://invote.de/> kann nützlich sein, um einen möglichst lockeren Einstieg zu finden und ein gutes Kennenlernen zu ermöglichen. Persönliche Fragen z.B. nach dem Lieblingsurlandsland sind sinnvoll, bevor ins Fachliche übergegangen wird. So finden die Studierenden leichter Anknüpfungspunkte und können durch Gemeinsamkeiten Vertrauen zueinander aufbauen. Unsere Überzeugung ist, dass eine gute Bindung auch online entstehen kann, wenn man Raum lässt für ein vertrauensvolles und fröhliches Miteinander.

Natürlich ist damit nicht gemeint, dass man zu viele Spiele spielt und das Lernen darüber vergisst. Eine gute Planung der Eisbrecherphase ist unerlässlich. Das gilt im analogen, hybriden und digitalen Lernraum gleichermaßen. Wenn bestimmte Tools und Methoden genutzt werden sollen, ist genügend Zeit einzuplanen diese in Ruhe einzuführen und zu erläutern. Das ist nicht zu unterschätzen, denn nur wenn alle die Anwendung beherrschen, kann die Zusammenarbeit auch gut funktionieren.

Regeln für Online-Veranstaltungen können

ebenfalls sehr hilfreich sei. Die DIU hat folgenden Online-Knigge entwickelt, der für Meetings zur Anwendung kommt, aber durchaus auch in Lernveranstaltungen gelten kann:

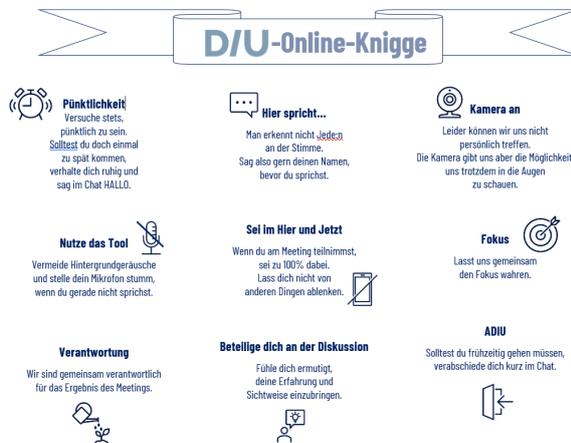


Abb. 2: Online-Knigge der DIU

### 3. Kameras an

In unserem Online-Knigge ist auch das Thema „Kamera“ verankert.

Wenn alle Teilnehmenden ihre Kameras ausgeschaltet lassen, ist es schwer für Dozierende, eine Bindung aufzubauen und Feedback zu bekommen. Man hat das Gefühl, gegen eine stille schwarze Wand zu reden und verfällt ins Monologisieren. Oft genügt es, die Teilnehmenden zu bitten, ihre Kamera anzuschalten. Dies sollte nicht vorwurfsvoll formuliert sein, sondern eher mit einem freundlichen Hinweis, dass man sich sehr freuen würde, die Teilnehmenden auch zu sehen. Sollte dies wider Erwarten nicht dazu führen, dass zumindest der Großteil sich zeigt, gibt es einige Tipps.

Es helfen vor allem spielerische Übungen, die das Kamerabild einbeziehen, z.B. kann der Dozierende Ja-/Nein-Fragen stellen und wer mit Ja antwortet, schaltet die Kamera ein und wer mit Nein antwortet, lässt diese zunächst aus. So kann direkt zu Beginn bereits abgefragt werden, welche Themen für die Teilnehmenden besonders interessant oder unbedingt nachzuholen sind und zusätzlich nutzen die Teilnehmenden nun die Kamera. Ein weiteres Spiel für den Einstieg ist es, Gegenstände in die Kamera zu halten und alle Teilnehmenden zu bitten, nun einen ähnlichen Gegenstand zu suchen und ebenfalls zu zeigen. Dies kann sogar

echte Bewegung in die Lernveranstaltung hineinbringen und der ein oder andere fröhliche Lacher wird auch zu vernehmen sein.

Eine wunderbare Methode aus dem Improvisationstheater ist, dass die Teilnehmenden nacheinander ihren Namen sagen und dazu eine Geste vollführen, die auch dazu dient, sich die Namen der Anderen zu merken.

Solche spielerischen Ansätze bereits in die Icebreaker-Phase zu planen, ist aus unserer Sicht ein doppelter Gewinn.

### 4. Aktivierung der Teilnehmenden

Bei analogen Veranstaltungen spricht man davon, dass die Aufmerksamkeit nach 20 Minuten nachlässt. In Online-Veranstaltungen ist dies laut Andrea Heitmann in einem Ihrer Workshops zu Digitaler Rhetorik bereits nach 7 Minuten der Fall.

Deshalb ist es wichtig, regelmäßig Interaktionen in die Lernveranstaltung einzubauen. Dies bedeutet nicht, dass man permanent Spiele oder aufwendige Umfragen einbetten soll. Auch kurze Rückfragen, kleinere Abstimmungen o.ä. genügen, um die Aufmerksamkeit zu erhalten oder zurückzugewinnen. Die meisten Online-Plattformen bieten mit Live-Reaktionen eine gute Möglichkeit, auch zwischendurch Feedback zu geben oder einzuholen. Ein Chatstorm ist ebenfalls eine wunderbare Option. Es wird eine Frage gestellt, die Teilnehmenden bekommen kurz Zeit, ihre Antwort im Chat zu formulieren, klicken aber erst alle auf Kommando zeitgleich auf Absenden. So vermeidet man, dass Ideen kopiert werden.

Nichtsdestotrotz finden spielerische Ansätze mit Challenge-Charakter bei den Studierenden sehr viel Anklang. Hier gibt es viele Tools wie beispielsweise <https://kahoot.it/>, die man einsetzen kann, um zwischendurch ein Live-Quiz zu generieren. Der spielerische Charakter sollte dennoch immer mit einer kritischen Auseinandersetzung der gestellten Frage einhergehen, wenn man ein Quiz nicht nur zum Spaß, sondern tatsächlich als lernunterstützende Methode einfließen lassen möchte.

Hier einige weitere Beispiele:

<https://jeopardylabs.com/>, Montagsmaler unter <https://skribbl.io/> oder <https://stadtlandfluss.cool/>.

Gerade letzteres kann durch die Option, eigene Kategorien einzubeziehen, für Spaß sorgen. Kreativität wird freigesetzt und Schnelligkeit belohnt.

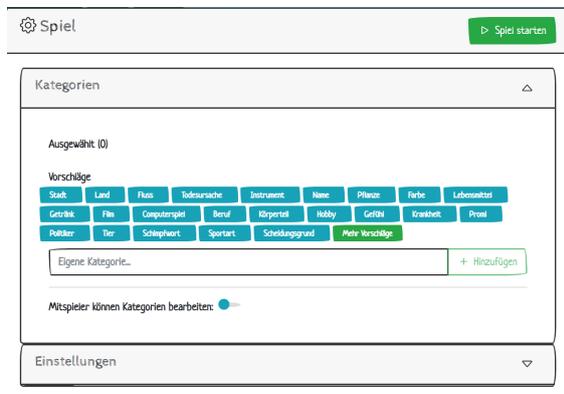


Abb. 3: Kategorien für Stadt-Land-Fluss digital

## 5. Arbeit in Kleingruppen

Kleingruppenarbeit zwischendurch ist ein wichtiges Mittel, um die Studierenden in den Austausch zu bringen, der sonst eher am Kaffeeautomaten stattfindet. Dies ist also nicht unbedingt nur didaktisch hilfreich. Dennoch sollte gut überlegt sein, ob sich die jeweilige Fragestellung für Gruppenarbeiten eignet. Es ist außerdem wichtig, dass man klar kommuniziert, welche Art und Weise der Dokumentation gewünscht ist und wann man wieder zum Hauptraum zurückkehren soll. Die meisten Plattformen bieten zwar die Möglichkeit, die Breakout-Rooms automatisch zu schließen, so dass alle Teilnehmenden direkt zurück zur Veranstaltung gelangen, aber eine Zeitvorgabe und bestenfalls auch ein Hinweis zwischendurch mit der verbleibenden Zeit, helfen den Studierenden, die gemeinsame Arbeit zu strukturieren.

Durch Gruppenarbeiten soll erreicht werden, dass sich alle Beteiligten mit ihren Ideen und ihrem Wissen einbringen können. Dies ist bei den Liberating Structures Zweck aller Methoden. Die Gruppenzusammensetzung ändert sich je nach Methode und Ziel bzw. Fragestellung.

Zur Unterstützung und für die Dokumentation der Ergebnisse sind digitale Whiteboards oder Pinnwände nicht mehr wegzudenken. Tools wie Mural, Miro oder Padlet oder aber auch die jeweils in den Lernplattformen integrierten

Whiteboards sind wichtig, um genau wie im analogen Umfeld festzuhalten, was die Teilnehmenden aus der Gruppenarbeit mitnehmen.

Digitale Whiteboards erzielen eine aus unserer Sicht besonders positive Dynamik, da die vielen Möglichkeiten die Kreativität anregen. Ein gut durchdachter Aufbau des Boards und eine geduldige Einführung in die Anwendung sind essenziell, um die Freude am Mitmachen aller Beteiligten zu gewährleisten. Wir sind überzeugt, dass ein digitales Whiteboard eine hervorragende Basis für Lernreisen sein kann und die 4 K (Kommunikation, Kreativität, Kollaboration und kritisches Denken) mit Hilfe von Boards gefördert werden können.

## 6. Lernreisen auf dem Whiteboard

Mit digitalen Whiteboards können Lernreisen für Lernveranstaltungen gestaltet werden, in denen die Inhalte und Präsentationen der Dozierenden, passende Videos, Podcasts oder Bücher bzw. Arbeitsflächen mit konkreten Fragestellungen im Board verankert werden. So wird den Studierenden ermöglicht, jederzeit selbständig zu lernen, da die synchronen und asynchronen Lernphasen mit Hilfe eines digitalen Whiteboards geschickt verbunden werden können.

Um zusammenzuarbeiten, wird ein Link zum Whiteboard generiert, der allen Teilnehmenden z.B. über die Chatfunktion des Videokonferenz-Tools zugesandt wird. Die Teilnehmenden können mit diesem Link entweder anonym oder mit Namen auf das Board gelangen und dieses bearbeiten.

Digitale Whiteboards verfügen über zahlreiche Funktionalitäten, die man selbst gut kennen sollte. Obwohl die von der DIU genutzten Tools Miro und Mural grundsätzlich intuitiv aufgebaut sind, ist es ratsam, sich vorab intensiv mit dem gewählten Tool zu befassen und bestenfalls allen Teilnehmenden vorab ein Erklärvideo zukommen zu lassen, damit in der Lernveranstaltung nicht zu viel Zeit für Erläuterungen verloren geht. Erfahrungsgemäß ist die erste Anwendung dennoch immer mit vielen Rückfragen zur Nutzung verbunden. Das ist bei der Konzeptionierung einzuplanen.

Vor allem bei aufwändigen Layouts mit vielen

verschiedenen Bausteinen empfehlen wir, das Board zunächst z.B. über einen geteilten Bildschirm zu zeigen und zu erklären, bevor der Link veröffentlicht wird.

Digitale Whiteboards können je nach Thema gestaltet werden. Der Kreativität sind kaum Grenzen gesetzt. Es ist ratsam, eine Agenda oder einen Übersichtsplan an den Anfang zu stellen und von dort aus zu den betreffenden Übungen, Aufgaben, Informationen, Empfehlungen etc. im Board zu verlinken, so dass es Nutzer:innen möglichst einfach haben, sich auf dem Board zurechtzufinden. Ein Test vorab ist sinnvoll, damit sichergestellt ist, dass alles fixiert ist, was zur Struktur des Boards gehört und die Verlinkungen im Board funktionieren. Sind viele Teilnehmende auf dem Board kann es sonst durchaus chaotisch werden.

Alle Whiteboard-Tools bieten zahlreiche vorgefertigte Templates an, die die Gestaltung einer Lernreise vereinfachen können. Die Areas und Templates können gespeichert werden, deshalb empfehlen wir, gleichbleibende Basisinhalte zu speichern und dann immer wieder zu verwenden. So spart man wertvolle Zeit und erreicht einen hohen Wiedererkennungseffekt.

Wir haben in unseren Templates immer eine Area für Feedback, Fragen und Empfehlungen vorgesehen, so dass das Miteinander gefördert wird und auch wir uns und unsere Workshops weiterentwickeln können.



Abb. 4: Ausschnitt aus dem DIU-Teammeeting-Template (Mural)

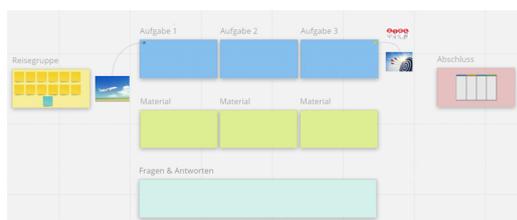


Abb. 5: Lernreise vereinfacht auf einem Miro-Board

Studierende und Lehrende können meist von kostenfreien Education-Lizenzen profitieren.

## 7. Selbstorganisiert asynchron lernen

„Gebt den Lernenden ihr Lernen zurück.“ (K. Pape, Geschäftsführer der Corporate Learning Community, Slogan in seinem LinkedIn-Profil)

Ein Teil der Wissensvermittlung sollte asynchron stattfinden z.B. über Lernvideos, die sich die Studierenden selbstständig anschauen können. Es ist dabei hilfreich, eine Fragestellung zum Video mitzugeben, die dann wiederum Platz in der synchronen Lehrveranstaltung findet und zum Austausch untereinander führt. Dieses Blended-Learning-Prinzip verzahnt quasi selbstorganisiertes Lernen mit Gemeinsamlernzeit. Dabei ist zunächst völlig unerheblich, ob dies digital oder analog geschieht. Die Digitalisierung erhöht im Grunde nur die Vielfalt der Aufbereitung der Lerninhalte.

Da es unterschiedliche Lerntypen gibt, ist es sinnvoll, Informationen nicht nur als Kopie aus einem Buch, sondern eben auch audiovisuell als Video oder auditiv als Podcast zur Verfügung zu stellen.

Damit einhergehend: Es ist nicht zielführend, ganztägige Lehrveranstaltungen synchron digital durchzuführen. Das Flipped-Classroom-Prinzip ist eine weitaus sinnvollere Methode und ermöglicht, dass Studierende selbstorganisiert lernen können und dennoch immer wieder gemeinsam mit den Dozierenden und Mitstudierenden das Erlernte austauschen und auch auf den Prüfstand stellen können.

Im Austausch mit berufs begleitenden Studierenden der DIU wurde dennoch klar kommuniziert, dass fest geplante Lernzeit notwendig ist, um neben dem Beruf Platz für Lernen zu schaffen und auch einzuhalten. Hier greift das Prinzip der regelmäßigen gemeinsamen Lernveranstaltungen. In WOL- (Working out loud) oder auch in lernOS-Zirkeln wird ein einstündiges wöchentliches Treffen des Zirkels vereinbart, um sich zu motivieren, auszutauschen und Impulse zu geben. Der Zirkel trifft und unterstützt sich 12 Wochen lang regelmäßig. Mithilfe von Leitfäden mit kleinen Übungen wird ein klarer Rahmen für die Treffen gesetzt. Den Rest der Woche investiert jedes Zirkelmitglied

so viel Zeit und Energie in die Erreichung des persönlichen Ziels, wie es möchte.

Aufgrund des Erfolgs dieser Zirkel hat sich daraus ein siebenwöchiger Learning-out-loud-Zyklus entwickelt, den man für seine Lernreise adaptieren kann.

Wir sind überzeugt, dass Lehrende zukünftig zu Lernbegleiter:innen werden, die motivieren, unterstützen, zuhören sowie Impulse und einen Rahmen für das Lernerlebnis ihrer Studierenden geben. Ähnlich wie in den erwähnten Zirkel-Methoden führen die Lernbegleiter:innen die Studierenden immer wieder regelmäßig zusammen und regen den Austausch an und korrigieren wenn notwendig die Richtung der Lernreise. So bekommen Studierende die Freiheit, selbständig ihre Ziele, Inhalte und Methoden zu formulieren und ihre Lernprozesse zu erarbeiten.

## 8. Nutzung von MS-Teams

An der DIU wird hauptsächlich Office365, insbesondere MS-Teams, für Lernveranstaltungen verwendet. Hier sind viele hilfreiche Apps bereits integriert, die es den Dozierenden ermöglichen, die Lernveranstaltung interaktiv zu gestalten und selbstorganisiertes Lernen außerhalb der eigentlichen Lernveranstaltung zu fördern. Die Studierenden und Dozierenden erhalten eine kostenfreie Education-Lizenz.

Mit MS-Teams lassen sich Besprechungen planen mit einer Kalenderfunktion, die mit Outlook synchronisiert ist. In einem Team werden die jeweiligen Studierenden und Dozierenden hinzugefügt und können dort vielfältige Funktionen wie OneNote für Notizen, einen Aufgabenplaner oder ein Umfragetool zum Menü hinzufügen. Es können Beiträge für alle veröffentlicht werden, aber es gibt auch die Möglichkeit, den Chat mit einer oder mehreren Personen zu nutzen. Dateien können ausgetauscht und auch zeitgleich gemeinsam bearbeitet werden – z.B. Word-Dokumente, Excel-Tabellen oder Power-Point-Präsentationen.

Von jeder Stelle in MS-Teams heraus können Besprechungen (Videoanrufe) gestartet werden, um Fragen persönlich zu klären.

Natürlich gibt es auch die Möglichkeit, einmal nicht erreichbar zu sein und eine passende Statusmeldung zu hinterlegen.

## 9. Hybride Szenarien

Speziell zu hybridem Lernen haben wir uns viele Gedanken gemacht, da dies zukünftig an der DIU an der Tagesordnung stehen wird.

Mit hybridem Lernen ist ein synchrones Setting gemeint, in welchem einige Personen analog im Seminarraum sind, andere sich digital zuschalten.

Durch die Digitalisierung von Lernveranstaltungen möchten einige Studierende und Dozierende, die vormals eine lange Anreise einplanen mussten, gern im digitalen Raum bleiben. Auch im Krankheitsfalle ist das zeitweise Zuschalten und zumindest Zuhören eine gute Option für Studierende. Andere Teilnehmende freuen sich sehr darauf, sich persönlich im Seminarraum sehen und austauschen zu können. Für beide Gruppierungen möchten wir ein angenehmes und gehaltvolles Setting bieten.

Gute hybride Formate sollten so gestaltet sein, dass alle Teilnehmenden – ob sie nun vor Ort sind oder sich digital zuschalten – gleichermaßen ins Unterrichtsgeschehen einzubeziehen sind. Aus unserer Sicht führt hier kein Weg daran vorbei, digitale Hilfsmittel und Tools in das ursprünglich rein analoge Geschehen einzubetten. Hierfür ist es ratsam, dass die Studierenden vor Ort ebenfalls über ein Endgerät verfügen, mit welchem z.B. Live-Umfragen digital durchgeführt werden können. Meist genügt ein Smartphone. Bei Gruppenarbeiten, in denen digitale und analoge Teilnehmende gemischt werden sollen, ist es notwendig, dass jede Gruppe zumindest ein Notebook oder Tablet (mit Kamera und Mikrofon) zur Verfügung hat. Statt der Tafel kann ein Tablet mit Stift verwendet werden, so dass sowohl die Teilnehmenden vor Ort als auch die digital zugeschalteten Studierenden sehen können, was geschrieben oder gezeichnet wird. Dieses Umdenken und die daraus resultierende Neukonzeptionierung des Lerngeschehens sind zunächst aufwändig, aber notwendig.

## Literatur

- [1] Adam, Björn; Holle, Judith; Köpnick, Franziska: Das Methodenbuch für digitalen Unterricht. Dein Praxisbegleiter für gute digitale Lernräume, 1. Auflage, Lüneburg 2021

## Links zu Tools und Methoden: Überblick

<http://tscheck.in/>

<https://internetquatsch.de/>

<https://liberatingstructures.de/>

<https://www.mentimeter.com/>

<https://invote.de/>

<https://kahoot.it/>

<https://jeopardylabs.com/>

<https://skribbl.io/>

<https://stadtlandfluss.cool/>

<https://www.mural.co/>

<https://miro.com/>

<https://de.padlet.com/>

<https://cogneon.github.io/lernos/>

<https://workingoutloud.com/>

<https://learningoutloud.de/>

<https://www.microsoft.com/de-de/microsoft-teams>



## Stell Dir vor, es ist „Corona“ – und keiner hat’s gemerkt

E. Schoop<sup>1</sup>, R. Sonntag<sup>2</sup>, M. Altmann<sup>1</sup>, W. Sattler<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Professur Wirtschaftsinformatik, insbesondere Informationsmanagement, Fakultät Wirtschaftswissenschaften, TU Dresden

<sup>2</sup> Professur Marketing, insbesondere Multimedia-Marketing, Fakultät Wirtschaftswissenschaften, HTW Dresden

<sup>3</sup> Professur Operatives und strategisches Controlling, Fakultät Wirtschaftswissenschaften, HTW Dresden

### Abstract

Der deutschsprachige „Ableger“ der seit 20 Jahren im Regellehrangebot der Professur Informationsmanagement an der Fakultät Wirtschaftswissenschaften der TUD fest verankerten, internationalen Gruppenlernprojekte im virtuellen Raum (VCL – virtual collaborative learning) [1] hat sich längst emanzipiert. Im Wintersemester 2020/21 fand mit der 66. VCL-Veranstaltung im Bachelor-Modul „Fallstudienarbeit im virtuellen Klassenraum“ eine bereits bewährte, hochschultyp-übergreifende Lehrkooperation zwischen der TU Dresden und der HTW Dresden [2] zum vierten Mal ihre erfolgreiche Fortsetzung – trotz „Corona“. Das etablierte didaktische Format eines selbstgesteuerten, fallorientierten Lernens in standortübergreifend gemischten Kleingruppen unter tele-tutorieller Begleitung konnte aufwandsarm an die pandemiebedingten Restriktionen angepasst werden. Die langjährigen Vorarbeiten haben sich gelohnt!

The German-language "offshoot" of the international group learning projects in virtual space (VCL – virtual collaborative learning) [1], which have been firmly anchored in the regular teaching programme of the Chair of Information Management at the Faculty of Business and Economics of the TUD for 20 years, has long since emancipated itself. In the winter semester 2020/21, the 66th VCL event in the Bachelor's module "Case Study Work in the Virtual Classroom" was the fourth successful continuation of an already proven, cross-university teaching cooperation between TU Dresden and HTW Dresden [2] – despite "Corona". The established didactic format of self-directed, case-oriented learning in mixed small groups from different locations under tele-tutorial guidance could be adapted to the pandemic-related restrictions with little effort. Many years of preparatory work have paid off!

\*Corresponding author: [eric.schoop@tu-dresden.de](mailto:eric.schoop@tu-dresden.de)

## 1. Vorbemerkung

Fallbasiertes Lernen als studierenden-zentriertes, authentisches Angebot zur Realisierung situativer Lernumgebungen hat in den Wirtschaftswissenschaften lange Tradition. Von der Association for Case Teaching definiert als „a means of participatory and dialogical teaching and learning by group discussion of actual events“ [3], eignet sich dieser didaktische Ansatz ideal, um

- theoretisches/methodisches Wissen mit praktischem Üben zu verbinden (Übergang vom zweiten zum dritten Kompetenzniveau der Bloom'schen Taxonomie [4]),
- individuelles Lernen mit gemeinsamer (kollaborativer) Problemlösung zu verknüpfen, soziale Kompetenzen weiterzuentwickeln und somit
- situatives Lernen zu ermöglichen, indem authentische Szenarien mit offener Problemstellung eine Annäherung der Lernumgebung an einen typischen späteren beruflichen Handlungskontext ermöglichen und den Transfer „trägen Wissens“ aus dem Studium in die Praxis erleichtern [5].

Zudem ist fallbasiertes Lernen sehr gut geeignet, in einem digitalisierten Arrangement abgebildet zu werden, selbst unter den verschärften „Corona-Bedingungen“ (vollständiges Online-Lernen und social distancing).

Wir stellen nachfolgend die Abbildung des Arrangements in Form eines modifizierten, kollaborativen Flipped Classroom Formats vor, gehen auf den Ablauf der Lehrveranstaltung und die damit verknüpften fachlichen und überfachlichen Lernziele ein, diskutieren das betriebswirtschaftliche Fallbeispiel und die Arbeitsaufträge im Detail und reflektieren abschließend unsere Lessons Learned.

## 2. Digitalisiertes didaktisches Format

Der Grundstein des didaktischen Formats, das hinter dem hier vorgestellten, standortübergreifenden Lernprojekt steht, wurde bereits von 2001 bis 2004 in einer Dissertation an der Professur Informationsmanagement der TU

Dresden (TUD) gelegt [6] und in den Folgejahren iterativ weiterentwickelt und an internationale Kontexte angepasst [7, 8]. Virtual Collaborative Learning (VCL) ist projektorientiert und adressiert als übergeordnete Lernziele primär die Entwicklung von Soft Skills wie Selbstorganisations-, Kollaborations-, Digital- sowie interkulturelle Kompetenz, die u.a. zentrale Bausteine der 21st Century Skills [9] darstellen. VCL Projekte wie die hier vorgestellte Lehrveranstaltung basieren auf einem komplexen, in mehreren Dissertationsprojekten iterativ entwickelten Framework mit vier ineinandergreifenden Komponenten (siehe Abbildung 1).

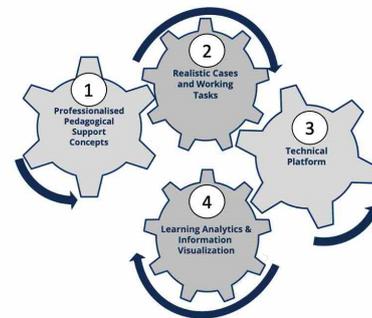


Abb. 1: Vier ineinandergreifende Komponenten des VCL-Frameworks

**Komponente 1:** Wesentliches Merkmal von VCL Projekten sind standortübergreifende (oft internationale), möglichst interdisziplinär und heterogen zusammengesetzte Kleingruppen, deren Vertreter:innen ausschließlich online (virtuell) und selbstorganisiert zusammenarbeiten und für das gemeinsam verantwortete Ergebnis verschiedene individuelle Kompetenzen in die Kollaboration einbringen. Hilfestellung in diesem komplexen Setting erhalten die Teilnehmer:innen von speziell dafür an der Professur Informationsmanagement der TUD ausgebildeten Lernprozessbegleiter:innen (E-Tutor:innen [10]). Um insbesondere die intendierte Entwicklung überfachlicher Kompetenzen (Teamfähigkeit, Selbst-, Zeit- und Projektmanagement, Medienkompetenz und in internationalen Projekten auch interkulturelle und Fremdsprachkompetenz) überprüfen zu können, wenden die E-Tutor:innen konkrete Indikatoren für den formativen Einsatz in den betreuten Lerngruppen an. Auf deren Basis ge-

ben sie Orientierungs- und Interpretationshilfen zu den Aufgabenstellungen, Feedback zur Team-Performanz und stellen Lernfortschritte auf Gruppen- und auf individueller Ebene zur Unterstützung der finalen Leistungsermittlung fest.

**Komponente 2:** Für VCL Projekte werden speziell auf die adressierten Lernziele der Veranstaltung und auf die jeweiligen Wissensstände der Teilnehmer:innen angepasste authentische, komplexe Fallszenarien entwickelt. Diese sollten nur schwach strukturiert sein, um den Lerngruppen möglichst viel Spielraum für Interpretation und eigenständige Entscheidungen über Vorgehen, Methodik und das Aushandeln von Alternativen zu lassen und so die überfachlichen Kollaborations- und Projektmanagementkompetenzen zu stärken [11]. Für das je nach Setting sich über ca. zwei bis vier Monate erstreckende fallbasierte, kollaborative Lernen werden in der Regel wöchentliche Aufgaben bereitgestellt, deren Lösungswege überwiegend offen (nicht vorgegeben) sind, jedoch pünktliche Abgaben von Ergebnisartefakten einfordern (Protokolle, Dokumentationen, Analysen, Kalkulationen, prototypische Webseiten oder Apps, etc.). Diese Aufgaben verknüpfen in Form realistischer Arbeitsaufträge das Fallszenario mit den zu vertiefenden Methodenkompetenzen (fachliche Lernziele der Lehrveranstaltung) und binden gleichzeitig die Nutzung geeigneter digitaler Werkzeuge aus der technischen Plattform ein (überfachliche Digitalkompetenz).

**Komponente 3:** Um das interaktive, fallbasierte Lernen in standortübergreifenden, gemischten Kleingruppen im virtuellen Raum möglichst reibungslos zu gestalten und den Teilnehmer:innen Flexibilität hinsichtlich zeitlichem (synchron, asynchron) und örtlichem (mobil, stationär) Zugang zu gewähren, bedarf es einer leistungsfähigen Kollaborationsplattform, die geeignete Funktionsbausteine zur Kommunikation und Koordination der Gruppenarbeit, sowie zur Umsetzung der einzelnen Arbeitsaufträge bereitstellt. Um auch hier die Situiertheit der Lernumgebung zu stärken, setzen wir seit einem Jahr auf die im beruflichen Umfeld verbreitete Plattform Microsoft 365 unter der kollaborativen MS Teams Oberfläche, die als Cloud Service unter Beachtung der

relevanten Regelungen gemäß Datenschutzgrundverordnung auf europäischen Servern zur Verfügung gestellt wird.

**Komponente 4:** Um die tägliche, zeitaufwändige Lernprozessbegleitung durch E-Tutor:innen ressourcenseitig zu entlasten und damit eine höhere Betreuungsspannbreite zu ermöglichen, die Entscheidungen für bestimmte didaktische Interventionen deutlicher zu begründen und letztlich auch die Dokumentation der intendierten Kompetenzentwicklung zu objektivieren, werden seit 2019 schrittweise die als Interventionsinstrumentarium genutzten didaktischen Indikatoren auf der Basis von Social Learning Analytics aufbereitet, als Dashboards abgebildet und seit 2020 zusätzlich um ChatBots ergänzt, die als aktive Conversational Agents relevante Informationen in Dialogform bereitstellen [12]. Mit diesen datengetriebenen Informationen werden zwei Seiten unterstützt:

- Den E-Tutor:innen können Fehler im Projektmanagement, aber auch Interaktionsdefizite in den von ihnen begleiteten Gruppen sichtbar gemacht werden (Beispiel: das Aufzeigen der Exklusion eines Gruppenmitglieds aus den Kommunikationsprozessen stößt als Intervention die Überprüfung an, ob es sich evtl. um Mobbing durch die anderen oder um Social Loafing eines „Trittbrettfahrers“ handelt).
- Den einzelnen Lerngruppen können ihre Performanz-Fortschritte im Zeitablauf bzw. ihre Position gegenüber den anderen Gruppen verdeutlicht werden (kompetitive Gamification-Elemente als extrinsische Motivatoren).

Die internationalen VCL-Projekte in den Master- und Diplom-Studiengängen an der TUD bestehen in der Regel aus einer intensiven sechs- bis achtwöchigen virtuellen Projektarbeit mit anschließenden getrennten, den jeweiligen lokalen Modulbedürfnissen der beteiligten internationalen Partner angepassten zusätzlichen Prüfungsleistungen. An der TUD schließt sich z.B. in der zweiten Semesterhälfte im Master-/Diplom-Modul „Collaboration in the Virtual Classroom“ zur Komplettierung der 150 h Workload eine individuelle schriftliche

Reflexionsphase an, die zur Evaluation des Settings um Befragungen, Einzelinterviews oder Fokusgruppen-Workshops im Rahmen forschungsorientierten Lernens ergänzt wird.

Für die Umsetzung der in diesem Beitrag besprochenen „Corona“-Lehrveranstaltung für fortgeschrittene Bachelor-Studierende verschiedener wirtschaftswissenschaftlicher Studiengänge an der TUD und der HTW Dresden wurde das hier besprochene VCL-Konzept modifiziert. Jede Hochschule integrierte die gemeinsame Veranstaltung in bereits existierende Module qua lokaler Prüfungsordnungen (TUD Bachelor-Modul: „Fallstudienarbeit im Virtuellen Raum“, HTW Bachelor-Modul: „Geschäftsmodelle und Digitalisierung“).

Um den pandemiebedingten Restriktionen gerecht zu werden und gleichzeitig die Studierenden in ihrer selbstständigen Online-Gruppenarbeit nicht zu lange sich selbst zu überlassen, wurde das hier vorgestellte durchgängige, viermonatige fallbasierte Lernen im VCL-Format von Oktober 2020 bis Januar 2021 durch zwei Workshops, die jeweils 4stündig als Online-Konferenzen stattfanden, nach dem Flipped Classroom Prinzip [13] in drei kompakte Pha-

sen aufgeteilt und durch einen dritten Workshop mit kurzer synchroner Online-Gruppenarbeit in Break-Out Rooms abgeschlossen. Der entstandene modifizierte Flipped Classroom unterschied sich somit in zwei Punkten vom üblichen Standard:

- **Phasen des Wissenserwerbs:** anstelle individuellen Lernens mittels online bereitgestellter Materialien (z.B. E-Lectures) → drei Phasen fallbasiertes, kollaboratives Lernen in standortübergreifend und interdisziplinär zusammengesetzten Online-Arbeitsgruppen
- **Phasen der Wissensvertiefung:** anstelle von kleinen Gruppenarbeiten in 90-minütigen Präsenzveranstaltungen in realen Seminarräumen → jeweils vierstündige synchrone Online Konferenzen mit Präsentationen der Gruppenergebnisse und einen Online Workshop zum Abschluss mit synchroner Gruppenarbeit.

Abbildung 2 stellt das entstandene Arrangement in seinem zeitlichen und thematischen Verlauf dar.

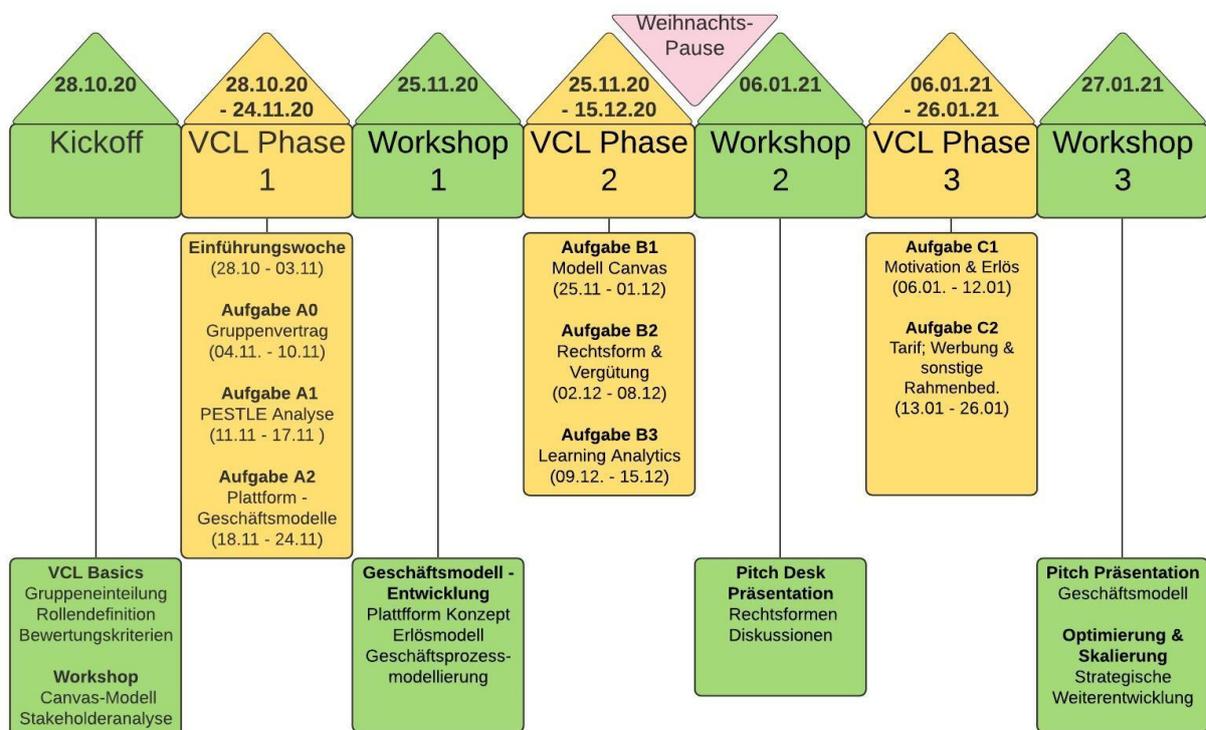


Abb. 2: Zeitlicher Verlauf der Lehrveranstaltung „Fallstudienarbeit im Virtuellen Raum“ nach dem modifizierten Flipped Classroom Format

### 3. Veranstaltungsverlauf

Im Rahmen unseres kompetenzorientierten VCL-Projektansatzes arbeiteten im Wintersemester 2020/21 knapp 80 Studierende der TU Dresden und der HTW Dresden in 12 gemischten Teams zu je 6-7 Teilnehmer:innen, begleitet von drei erfahrenen E-Tutor:innen, unter der fachlichen und didaktischen Regie der Autoren dieses Beitrags auf einer gemeinsamen Lernplattform ausschließlich online an einer Fallstudie zum Thema E-Mobilität in Dresden.



Abb. 3: Logo der fiktiven Firma als Fall-Szenario (Cover-Story) für das kollaborative fallbasierte Lernen

In 4 Monaten virtueller kollaborativer Arbeit schufen die Teilnehmer:innen – Bachelor- und Diplom-Studierende beider Hochschulen im 5. oder höheren Fachsemester – auf Basis dreier selbstständig in den Teams zu vergebender Rollen (Projektleiter:in, Projektreporter:in, Projektmitglieder) neue Plattform-Geschäftsmodelle, die in zwei Online-Pitches vor einer Jury, bestehend aus den Autoren dieses Beitrags, zu präsentieren und zu reflektieren waren und am Ende geschärfte Projektskizzen ergaben. Sie organisierten ihre Zusammenarbeit eigenständig und machten von den funktionalen Angeboten der eingesetzten kollaborativen Plattform MS Teams reichlich Gebrauch. So hielten die Kleingruppen zahlreiche virtuelle Video-meetings untereinander ab, nutzten gemeinsame Kalender, kommunizierten via Chats und Threads und bearbeiteten (teils synchron) Dateien. Die Teilnehmer:innen teilten die Bearbeitung ihrer wöchentlichen Aufgaben gemäß ihrer übernommenen Rollen eigenständig auf und entwickelten in Teamarbeit umfassende Plattform-Geschäftsmodelle zum Thema E-Mobilität am Standort Dresden. Sie wurden

über insgesamt 9 Arbeitsaufträge an die Thematik herangeführt und konnten ihre Ideen in 2 Workshops in jeweils 10-minütigen Pitches je Team vorstellen.

**Erste VCL-Phase:** Die Teams begannen Ende Oktober nach der synchronen Online-KickOff-Konferenz mit der Ausarbeitung von Gruppenverträgen, in denen sie ihre Kollaborationsformen festlegten, die Rollen- und Aufgabenverteilung definierten und auch auf Lösungsansätze von eventuell entstehenden Problemen in der Zusammenarbeit eingingen. Weiterhin erhielten sie die Möglichkeit, ihren E-Tutor:innen, von denen sie während der 4 Monate täglich online begleitet und moderiert wurden, in einem virtuellen Kennenlerngespräch erste organisatorische oder technische Fragen zu stellen. Nachdem sich die Teams mit der Plattform vertraut gemacht hatten, fertigten sie eine PESTLE Analyse zum Thema E-Automobilität an. Anschließend wendeten die Teilnehmer ihre Kenntnisse von Plattformgeschäftsmodellen auf ihr Fallszenario an, gefolgt von der Auseinandersetzung mit Pitches und Canvas als Präsentations- bzw. Strukturierungsformat zur Vorbereitung auf die erste Zwischenpräsentation.

**In der nächsten Phase** mussten die Teilnehmer:innen über Preismodelle und Rechtsformen recherchieren und konnten sich dabei u. a. an Impressionen von einem Vortrag des StartUps *Africa GreenTec* orientieren. Anschließend bereiteten sich die Teams auf den zweiten Workshop und Pitch Anfang Januar vor. Diese Phase war von der Weihnachts- und Neujahrspause unterbrochen.

**Zum Abschluss** des Projektes befassten sich die Studierenden mit Motivationstheorien, Erlösmodellen, Tarifverträgen und Werbekonzepten. Im finalen dritten Workshop Ende Januar bearbeiteten die Teams in 12 Break-Out Räumen eine „Transferaufgabe“, in der sie ihre erworbenen Soft- und Hard-Skills sowie zur Verfügung gestellte Tools einsetzten. Hier sollten sie sich mittels einer „Customer Journey“ in die Sicht des Kunden auf ihren im Projekt entwickelten Startup-Ansatz zur E-Mobilität in Dresden hineinversetzen.

Dessen Reise entlang der Geschäftskontakte mit dem projektierten Unternehmen galt es,

anhand verschiedener „Touchpoints“ auf dem virtuellen Whiteboard Miro kollaborativ zu visualisieren und anschließend im Plenum zu erläutern. Es entstanden zahlreiche innovative Ideen, die mit großem Engagement der Studierenden unter intensiver Betreuung durch die Lehrenden sowie engmaschiger Begleitung durch die E-Tutor:innen (fast) zur Gründungsreife entwickelt und mit Herzblut verteidigt wurden.

#### 4. Fallbasiertes Lernen im Detail

Das gewählte komplexe Fallbeispiel *Dresden NRG* diente dem Erwerb und Ausbau fachlicher und überfachlicher Kompetenzen. Die fachlichen betriebswirtschaftlichen Kompetenzen waren im Einzelnen:

**Geschäftsmodelle:** In einer von Digitalisierung geprägten Welt gewinnt die Modellierung von angepassten und neuen Geschäftsmodellen zunehmend an Bedeutung. So existieren viele Beispiele von Geschäftsmodellen, die auf Plattformen basieren oder zwei Märkte, sogenannte zweiseitige Märkte, bedienen. Beispielsweise bringt Uber als Mobilitätsplattform

Fahrer und Passagier oder AirBnB Übernachtungsanbieter und -nachfrager zusammen. Auch im Business-to-Business Bereich (B2B) gibt es Beispiele für Plattform-Ökonomie und zweiseitige Märkte, z.B. das Netzwerk Zentrada für den Großhandel von Konsumgütern. Diese Beispiele geben genau die Impulse, um bisherige Geschäftsmodelle hinsichtlich der sich ändernden Rahmenbedingungen kritisch zu hinterfragen und weiterzuentwickeln, um durch neue Produkte und Services neue Chancen in neuen Märkten abzubilden.

Die Geschäftsmodellentwicklung ist heute die Standardmethode zum Ausloten und Entwickeln zukünftiger Strategieoptionen. Business Model Canvas ist dafür ein probates Modell, das die Handlungsfelder zur Entwicklung von Geschäftsmodellen strukturiert darstellt. Kern eines jeden Geschäftsmodells ist die Generierung eines Mehrwerts für Zielgruppen durch eine Wertschöpfung innerhalb des Unternehmens. Der Business Model Canvas dient damit als Leitfaden, um zielgerichtet Geschäftsmodelle zu entwickeln. Die in ihm repräsentierten neun Schlüsselfaktoren und ihre gegenseitigen Verflechtungen lassen sich Abbildung 4 entnehmen.

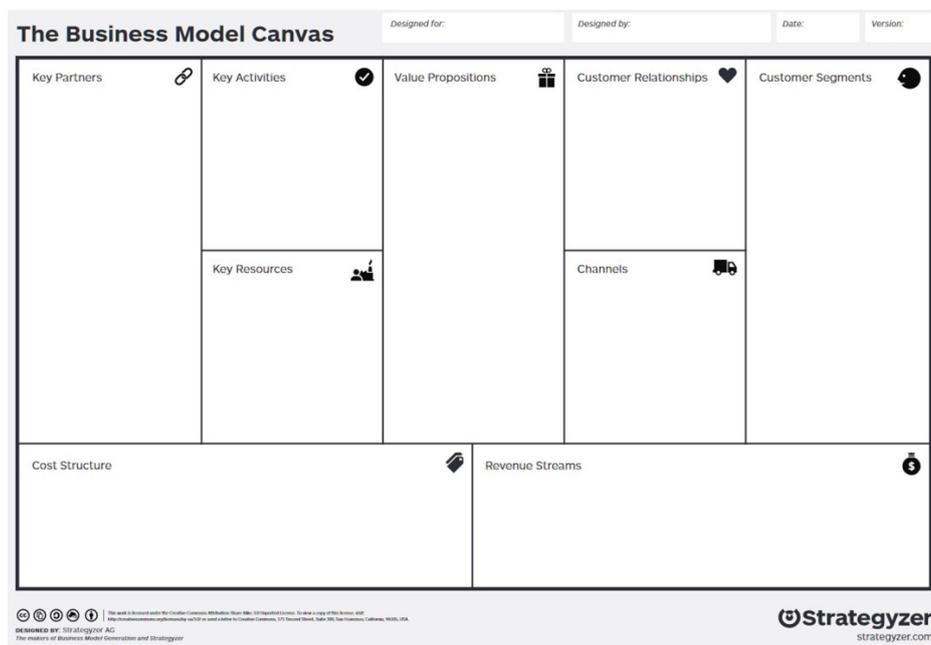


Abb. 4: Business Model Canvas in der Darstellung nach Strategyzer.com (Quelle: <https://assets.strategyzer.com/assets/resources/the-business-model-canvas.pdf>)

Zur Vorbereitung auf die Veranstaltung erarbeiteten sich die Student:innen die Grundlagen der Geschäftsmodellierung eigenständig. Im Online-KickOff-Workshop vertieften die Dozenten diese zentrale Fachkompetenz anhand anschaulicher Beispiele und bereiteten die Teams somit auf die Anwendung auf das Fallszenario *Dresden NRG* in der anschließenden ersten VCL-Phase vor.

**Projektmanagement:** Zentrale Querschnittskompetenz für sämtliche Anforderungen und Aktivitäten in der Berufswelt ist ein Projektmanagement, welches die Dynamik der Geschäftsfeld- und Projektumsetzungen in der Praxis widerspiegelt. In der aktuellen Digitalen Transformation geschäftlicher und gesellschaftlicher Prozesse kommt agilen Projektmanagementmethoden als Grundlage für zukünftige Entwicklungen in Unternehmen und zur schnellen Generierung von Wettbewerbsvorteilen generell und nicht nur als Methode im Bereich von IT und Digitalisierung hohe Bedeutung zu.

Die Student:innen wurden in der Lehrveranstaltung mit der Scrum Methode vertraut gemacht, eine einfache Methode, mittels iterativer, zeitlich verschachtelter Zyklen (Sprints) nicht nur schnell Ergebnisse zu produzieren, sondern dabei auch offen für spontane interne und externe Veränderungen zu sein. Die entstehende Transparenz sorgt für eine bessere

Einschätzung des Entwicklungsprozesses [14]. Durch das Feedback seitens der Dozenten in den zwei Pitches zwischen den VCL-Projektphasen konnten die Student:innen die dem Projekt innewohnende Dynamik erfahren und lernten, agil zu reagieren und ihre Modellierung in iterativen Abstimmungsprozessen in den Lerngruppen anzupassen.

**Marketing:** Eine Customer Journey bezeichnet den individuellen Käuferlebnisprozess eines jeden Kunden. Ziel des Marketings ist, diesen Prozess zu beschreiben und im Rahmen des Performance Marketings zu messen und abzubilden. Eine Customer Journey besteht aus sogenannten Customer Touchpoints. Diese Touchpoints sind Berührungspunkte zwischen Unternehmen und Kunden. Sie werden oft als „Momente der Wahrheit“ bezeichnet. Diese Berührungspunkte stehen auch für Nähe, Vertrautheit und ein wissendes Verstehen. Die Touchpoints sind veränderbar und für jede Person, jeden Kunden individuell. Das Marketing muss also eine Balance zwischen (kostenintensiven) Kontakten als Tuchfühlung mit potenziellen bzw. existierenden Kunden und einer Performance im Sinne eines kenngrößenbasierten, leistungsorientierten Managements der Kundenbeziehungen herstellen.

Die Umsetzung der Customer Journey für ihre Zielgruppen im konkreten Fallkontext realisierten die Teams in Orientierung an Abbildung 5

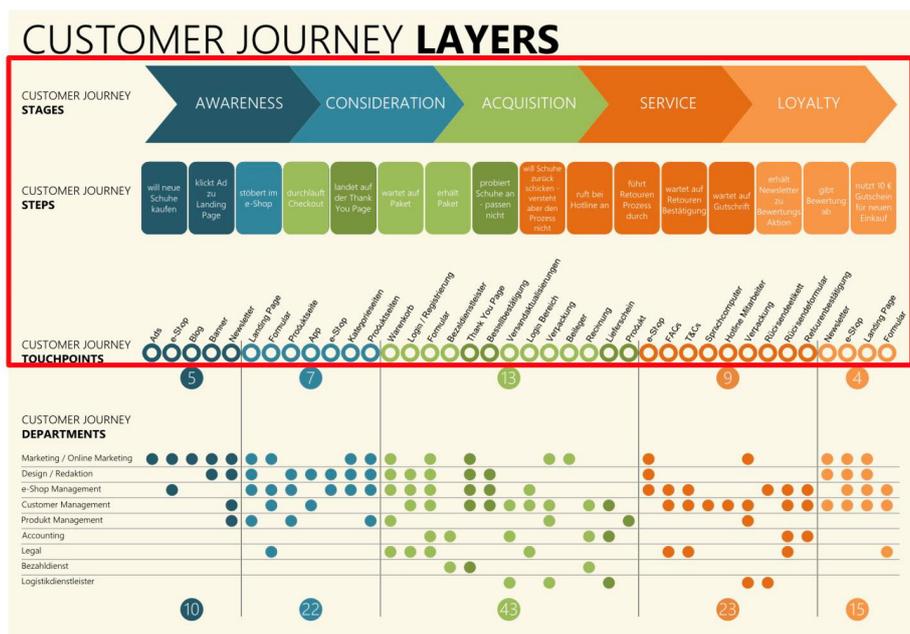


Abb. 5: Customer Journey Map.

(Quelle: [http://www.omkantine.de/wp-content/uploads/2016/04/4\\_Customer\\_Journey\\_Departments.png](http://www.omkantine.de/wp-content/uploads/2016/04/4_Customer_Journey_Departments.png))

im synchronen Online-Abschluss-Workshop in parallelen Break-Out Räumen mit Hilfe des in MS Teams integrierten Werkzeugs Miro. Um die Zielgruppen zu segmentieren und zu beschreiben, erstellten sie sogenannte Personas im Sinne repräsentativer Kunden mit sozio-ökonomischen Eigenschaften, mit Einstellungen, Werten sowie mit Angaben zur Medienutzung. Zusätzlich erstellten die Studierenden darauf aufbauend ein Werbekonzept für die Plattform bzw. das Projekt.

Neben den zentralen betriebswirtschaftlichen Fachkompetenzen im Bereich Entrepreneurship konnten die Student:innen auch ihre überfachlichen Kompetenzen (soft skills) vertiefen. Die in den Lerngruppen selbstgesteuerten Aushandlungsprozesse stärkten Selbst- und Sozialkompetenzen, die intensive Beschäftigung mit einer StartUp Idee für eine Digitalplattform förderte unternehmerisches Denken und die Digitalkompetenz. Die Teilnehmer:innen konnten darüber hinaus soziale Kontakte über Hochschulgrenzen hinweg knüpfen und ihre Teamfähigkeit unter Beweis stellen. Durch die mehrmonatige Auseinandersetzung mit MS Teams als komplexe, in der Unternehmenspraxis weit verbreitete Kollaborationsplattform konnten sie wichtige technische Skills erwerben bzw. vertiefen und sich damit ideal auf die späteren Anforderungen in der beruflichen Praxis vorbereiten.

Durch die kombinierte Adressierung fachlicher (seitens der HTW moderierter) und überfachlicher, sozialer Ziele (von der TUD begleitet) lieferte das Modul für die Teilnehmer:innen der TU Dresden einen lebendigen Beitrag zum Schwerpunkt „Learning and Human Resource Management“, in den es strukturell eingeordnet ist.

Selbstverständlich erhielten alle Teilnehmer:innen beider Standorte (Institutionen) ihre Leistungen in Form von 5 ECTS Punkten und aufgabenspezifisch gewichteten Noten gemäß den in den jeweiligen Modulen verankerten Prüfungsformaten honoriert (an der TUD: Projektarbeit).

## 5. Unsere Lessons Learned

Insgesamt konnten wir feststellen, dass das seit Jahren etablierte VCL-Format, eingebettet in eine Flipped Classroom Architektur, sich (gerade) auch im Kontext der pandemiebedingten Restriktionen hervorragend bewährte. Die ursprünglich als Präsenz-Workshops zur Wissensvertiefung qua Pitch-Präsentationen und gemeinsamen Diskussionen vorgesehenen drei Projektmeilensteine wurden schon in der Planung im September 2020 aus Gründen der Planungssicherheit in synchrone Online-Konferenzen mittels MS Teams gewandelt, die sich aufgrund dieser leistungsstarken Plattform nahtlos in die Kollaborationsumgebung einfügten.

Als **Lesson Learned** für die „Zeit nach Corona“ können wir festhalten, dass das Arrangement die Möglichkeit einer flexiblen Rückkehr in ein hybrides Format bietet. Die Meilenstein-Workshops zwischen den interaktiven, ausschließlich online stattfindenden Projektphasen und gegebenenfalls noch ergänzend einzuführende fachliche Beratungsfenster bei den Lehrenden werden aufgrund der realisierbaren zusätzlichen Potenziale durch die gewohnte, flexible persönliche Kommunikation sicher wieder in den realen Raum zurückverlegt werden.

Dann schließt sich der Kreis und die gewonnenen positiven Erkenntnisse zu in VCL-Projekte eingestreuten synchronen Terminen zur Wissensvertiefung und Reflexion per persönlicher Gruppenarbeit in Präsenzseminaren aus früheren Projekten<sup>1</sup> kommen wieder zum Tragen. Dieser neue modifizierte Flipped Classroom wird jedoch dahingehend hybridisiert sein, dass auch hier auf die Daten und die Funktionalität der Kollaborationsplattform und ihrer Werkzeuge mobil zurückgegriffen werden wird und präsenzverhinderte Teilnehmer:innen friktionslos eingebunden werden können.

<sup>1</sup> 2015-16 SMWK-Förderprojekt „MigraFlipScale“ [15], 2017-18 Förderprojekt „LiT-PIV“ des sächsischen Hochschulverbundes „Lehrpraxis im Transferplus (LiTplus)“ [2],

2019 DAAD-geförderter internationaler Studierendenaustausch im Rahmen eines VCL-Lehrprojekts zwischen der TU Dresden und der Shiraz University, Iran [1]

## Literatur

- [1] Schoop, E.; Clauss, A.; Safavi, A. A. (2020): A Framework to Boost Virtual Exchange through International Virtual Collaborative Learning: The German-Iranian Example. In: Virtual Exchange – Borderless Mobility between the European Higher Education Area and Regions Beyond. Selection of Conference Papers Presented on December 11, 2019, S. 19–29. <https://www.daad.de/kataloge/epaper-daadkonferenzband/#18>
- [2] Clauss, A.; Lakhmostova, I.; Leichsenring, A.; Haubold, A.-K.; Schoop, E. (2019): Personalwirtschaft integrativ und virtuell: Werkstattbericht. In: HDS.Journal /2018 Tagungsbeiträge, HDS.Journal 1+2, Nr. I/II 2018, S. 63–70 <https://nbn-resolving.org/urn:nbn:de:bsz:15-qucosa2-332319>
- [3] Dunne, D., & Brooks, K. (2004): Teaching with cases. STLHE.
- [4] Bloom, B. S. (1956): Taxonomy of Educational Objectives, Handbook I: The Cognitive Domain. David McKay Co Inc., New York.
- [5] Zumbach, J. (2002): Goal-Based Scenarios, in: U. Scheffer & F. W. Hesse (Hrsg.): E-Learning: die Revolution des Lernens gewinnbringend einsetzen. Stuttgart: Klett-Cotta, S. 67-82.
- [6] Balázs, I. E. (2005): Konzeption von Virtual Collaborative Learning Projekten: Ein Vorgehen zur systematischen Entscheidungsfindung. Dresden, Technische Universität, Dissertation.
- [7] 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: Cases on Web 2.0 in Developing Countries: Studies on Implementation, Application, and Use, S. 380-410.
- [8] Tawileh, W. (2017): Virtual Mobility for Arab university students – Design principles for international Virtual Collaborative Learning environments based on cases from Jordan and Palestine. Dresden, Technische Universität, Dissertation.
- [9] Trilling, B. & Fadel, C. (2009): 21<sup>st</sup> century skills: learning for life in our times. San Francisco, CA, John Wiley & Sons.
- [10] Jödicke, C.; Teich, E. (2015): Konzepte für den Einsatz von E-Tutoren in komplexen E-Learning-Szenarien – Ein Erfahrungsbericht. In: Wissensgemeinschaften in Wirtschaft und Wissenschaft – Konferenzbeiträge der 18. GeNeMe, S. 45–53. <https://nbn-resolving.org/urn:nbn:de:bsz:14-qucosa-181473>
- [11] Altmann, M.; Clauss, A. (2020): Designing Cases to Foster Virtual Mobility in International Collaborative Group Work. In: EDULEARN20 Proceedings of the 12th International Conference on Education and New Learning Technologies Online Conference, S. 8350–8359. <http://dx.doi.org/10.21125/edulearn.2020.2059>
- [12] Clauss, A.; Lenk, F.; Schoop, E. (2019): Enhancing International Virtual Collaborative Learning with Social Learning Analytics. In: 2019 Proceedings of the 2nd International Conference on New Trends in Computing Sciences (ICTCS 2019). <https://ieeexplore.ieee.org/abstract/document/8923106>
- [13] Lerche, J. (2020): Theorie und Praxis des Flipped Classrooms – Modell, Design und Evaluation. Dresden, Technische Universität, Dissertation. <https://tud.qucosa.de/id/qucosa%3A73784>
- [14] Schwaber, K., & Sutherland, J. (2014). Software in 30 Tagen: wie Manager mit Scrum Wettbewerbsvorteile für ihr Unternehmen schaffen. dpunkt. verlag.
- [15] Brauweiler, C.; Bärenfänger, O.; Busch-Lauer, I.; Claus, Th.; Grimm, F.; Schoop, E.; Sonntag, R. (2016): Verbundvorhaben MigraFlipScale: Migration zum Flipped Classroom als skalierbares Blended Learning Arrangement: Framework, Leitfäden und Implementierung als mediendidaktisches Gesamtkonzept sächsischer Hochschulen zur Erweiterung der Informations- und Medienkompetenz in der Lehrpraxis. Abschlussbericht zum 31.12.2016. [https://bildungsportal.sachsen.de/portal/wp-content/uploads/2018/04/berichte\\_e\\_learning\\_2016.pdf](https://bildungsportal.sachsen.de/portal/wp-content/uploads/2018/04/berichte_e_learning_2016.pdf)





## Gestaltung digitaler Blocktage

### Erfahrungsbericht aus dem Bereich Social Entrepreneurship

K. Naumann<sup>1</sup>, K. Köpferl<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Projekt EURECA-PRO, Hochschule Mittweida

<sup>2</sup>TU Chemnitz, Chemnitz

#### Abstract

Im Rahmen des Seminars „Gründen in der Sozialen Arbeit“ werden Studierenden gründungsrelevante Kenntnisse vermittelt. Das Seminar wurde im Wintersemester 2020 / 2021 als digitales Blockseminar im Teamteaching angeboten. Der hier vorgestellte Erfahrungsbericht beschreibt diese Veranstaltung beginnend von den Herausforderungen über die Konzeption hin zur didaktischen Umsetzung. Abschließend werden zentrale Erkenntnisse in den Lessons Learned beschrieben.

Within the framework of the seminar "Founding in Social Work", students are taught foundation-relevant knowledge. The seminar was offered in the winter semester 2020 / 2021 as a digital block seminar in team teaching. The field report presented here describes this event, starting with the challenges, through the conception, to the didactic implementation. Finally, central findings are described in the lessons learned.

\*Corresponding author: [naumann@hs-mittweida.de](mailto:naumann@hs-mittweida.de)

## 1. Herausforderungen

Das Seminar „Gründen in der Sozialen Arbeit“ wurde im Masterstudiengang der Sozialen Arbeit an der Hochschule Mittweida angeboten. Eingebettet war es im Modul „anwendungsbezogene Vertiefungen“ im Bereich Steuern und konnte von den Studierenden als eines von mehreren Wahloptionen belegt werden. In Wintersemester 2020/2021 wurde dies bereits zum dritten Mal durchgeführt.

Die Gruppe der Masterstudierenden war hinsichtlich Vorbildung, Alter, Geschlecht, Medienkompetenz heterogen. Die Teilnehmenden waren unterschiedlich alt, brachten bereits unterschiedliche Berufsbiographien mit und hatten diverse Vorstellungen von ihrer Tätigkeit nach dem Studium. Diese Vorkenntnisse galt es zu heben, die Erfahrungen fruchtbar zu nutzen und eine kritische und begeisterte Auseinandersetzung mit unternehmerischen Handlungsweisen anzubieten. Die Studierenden befanden sich im 5. Semester ihres Teilzeitmasterstudienganges bzw. im 3. Semester des Vollzeitmasterstudienganges der Sozialen Arbeit. Sie arbeiteten zum überwiegenden Teil in unterschiedlichen Feldern der Sozialen Arbeit und hatten wenig bis kaum Erfahrungen im Bereich Existenzgründung.

Darüber hinaus verfügten die Studierenden im aktuellen Seminar über nur wenig Erfahrung mit digitalen Werkzeugen außerhalb von Programmen wie zum Beispiel Zoom. Das Seminar setzte auf einen hohen Anteil an Kollaboration und Selbsttätigkeit, Diskussion und Gruppenarbeit. Gleichzeitig zeigten Erfahrungen im vergangenen Semester, dass die Aufmerksamkeitsspanne der Studierenden im digitalen Raum nicht sehr lang war. Dies könnte mit der bereits untersuchten „Zoom-Fatigue“ [18] oder auch mit der Doppelbelastung durch Care-Aufgaben sowie mit der Ablenkung durch andere digitale Medien und Geräte zusammenhängen.

Durch die Lehrveranstaltung wurde der Wissenshorizont in verschiedenen Bereichen erweitert. Die Studierenden setzten sich mit wirtschaftswissenschaftlichen Grundlagen sowie den (allgemeinen) Projektmanagement auseinander, welche im Curriculum bisher kaum

thematisiert wurden. Aufgrund sich neu entwickelnder Arbeitsfelder werden auch Sozialarbeiter nicht nur in ihrer Profession tätig sein. Daher sind Kompetenzen, die über die eigene Professionalisierung hinausreichen, von maßgeblicher Bedeutung [1].

Somit stellten die Aktivierung und Begeisterung für das Thema Gründen eine zusätzliche Herausforderung dar. Über das Zeigen von Praxisbeispielen und des eigenen persönlichen Werdegangs der Dozierenden sowie einer offenen reflexiven Annäherung an das Thema sollten die Studierenden für das Thema gewonnen werden.

## 2. Konzept des Seminars

Das Seminar mit seinen hohen praktischen Anteilen verstand sich als Erfahrungsraum für die Studierenden. Grundsätzlich kann ein Erfahrungsraum entweder in formalisierte Bildungsmaßnahmen eingebettet oder aber auch im sozialen Umfeld des Gründungsprozesses von Unternehmen erfahren werden [2]. Erfahrungsräume können im Rahmen der Lehre als kompetenzfördernde Lehr-Lern-Arrangements genutzt werden. Diese Lehr-Lern-Situation muss strukturell-organisatorisch und didaktisch-methodisch so konzipiert sein, dass neues Wissen sowie neue Fertigkeiten und Fähigkeiten in fachlicher und sozialer Hinsicht erworben werden können [3].

Dabei eignen sich Erfahrungsräume zur Entwicklung von gründungsrelevanten Kompetenzen, wenn diese in ihrer Gestaltung komplex, durch die Studierenden aktiv erlebbar sind sowie eine zeitliche Begrenzung aufweisen. Durch die Lehrenden sollten die Studierenden eine unterstützende Begleitung während des gesamten Arbeitsprozesses erfahren [4].

Für die Studierenden muss dieser Erfahrungsraum zudem eine Herausforderung darstellen, indem diese Lehr-Lern Situation völlig neu und motivierend ist. Ferner sollte die Situation die Teilnehmer individuell fördern. Diese Situation soll im Entrepreneurship Education dazu genutzt werden, den eigenen Umgang mit neuen und herausfordernden Problemstellungen, beispielsweise im Rahmen der Erarbeitung ei-

ner Unternehmensidee innerhalb der Lehrveranstaltung, zu reflektieren und dadurch das eigene Verhalten in diesen Situationen transparent und damit auch veränderbar zu gestalten [2] [4].

Entrepreneurship Education kann dabei durch verschiedene Formate und Ansätze dazu beitragen, Studierenden unternehmerisches Denken und Handeln zu vermitteln. Für die Soziale Arbeit ist es insofern relevant, als dass die Studierenden zum Beispiel in Projektseminaren eigene Ideen entwickeln oder praxis- und anwendungsorientierte Problemstellungen bearbeiten. Die Studierenden setzen sich mit betriebswirtschaftlichen Grundlagen sowie mit (allgemeinem) Projektmanagement auseinander, die im Studium der Sozialen Arbeit bisher kaum thematisiert werden. Durch Entrepreneurship Education werden die Studierenden befähigt, nutzerorientiert, kreativ und innovativ zu denken und das eigene Handeln zu reflektieren. Der Schwerpunkt liegt dabei auf ihrem eigenen Handeln. Zudem werden Studierende befähigt, ihr Fachwissen auf reale Kontexte zu übertragen. Ferner ermöglicht Entrepreneurship Education eine stete Reflektion des einen Lernprozesses und das erfahrungsbasierte Lernen [5].

Entrepreneurship Education wurde im Wintersemester 2020/2021 im Rahmen eines digitalen Blockseminars für Masterstudierende bei einer Gruppengröße von maximal 15 Personen umgesetzt. Diese Gruppengröße ermöglichte eine optimale Einbindung der Studierenden in die Gestaltung des Seminars. Alle Studierenden konnten in den Blick genommen und in ihrem Wissenserwerb begleitet durch die Dozierenden aktiv werden. Dabei setzte das Seminar auf einen hohen Anteil an Mitarbeit und eigenes Anwenden, Diskussion und Gruppenarbeit.

Das Seminarkonzept orientierte sich am Constructive Alignment. Dabei sind die Lernziele, die Methoden und die Prüfungsleistung aufeinander abgestimmt. Damit können Studierende die Ziele der Lehrveranstaltung besser verstehen. Zudem wurde die Lehrveranstaltung durch das Lehrteam kompetenzorientiert ausgerichtet [6].

Darüber hinaus verstanden sich die Dozentinnen als Lernbegleiterinnen, welche die Studie-

renden auf ihrem Weg durch das Seminar begleiteten. Dies bedeutete auch, dass sich Studierende aktiv an der Gestaltung des Seminars beteiligen mussten, ihre Ideen und Vorschläge einbrachten und über das Anwenden von gehörten theoretischen Inhalten einen Wissenszuwachs erlangten. Dies hielt die Studierenden im Seminar und förderte gleichzeitig die Motivation. Zudem waren Studierende auch Erfahrungsträger, da viele von ihnen bereits im Berufsleben standen und die Lehrveranstaltung mit ihrem Wissen sowie ihren Erfahrungen bereicherten. Durch Diskussionen und den Austausch untereinander wurde dazu anregt, Arbeitsbedingungen und Methoden zu hinterfragen. Mit dem „shift from teaching to learning“ wurden Studierende ganzheitlicher begleitet. Für das Seminar bedeutete dies, studierendenzentriert die Lernumgebung lernförderlich zu gestalten [7].

Konkret setzten sich die Studierenden während der vier Blocktage mit der Geschäftsmodellplanung auseinander. Sie begannen mit der Identifikation eines gesellschaftlich relevanten Problems und setzten sich mit dessen Bearbeitung mittels unternehmerischer Herangehensweisen sowie mit der Entwicklung entsprechender Geschäftsmodelle auseinander.

Dabei war der Anspruch des Seminars, den Studierenden Methoden an die Hand zu geben, welche sie auch in ihrem beruflichen Alltag im Angestelltenverhältnis anwenden und nutzen können.

Folgende Lehr-Lern-Ziele lagen dem Seminar zugrunde:

Durch die Anwendung kreativer Methoden wird das selbstreflexive, innovative und aktiv gestaltende Denken und Handeln der Studierenden gefördert.

Durch das Anwenden und Üben anhand eigener Fallbeispiele sind die Studierenden in der Lage, Fachwissen auf reale Kontexte zu übertragen.

Die Studierenden sind in der Lage, aus eigenen Projektideen mit Hilfe von Canvas Geschäftsmodelle zu entwickeln.

Diese Lehr-Lern-Ziele wurden den Studierenden im Vorfeld verdeutlicht, dies förderte auch die Transparenz zwischen Studierenden und

Lehrenden der Lehrveranstaltung und vermied Missverständnisse zwischen diesen.

Die Entscheidung im Wintersemester 2020/2021 für synchrone Lehrveranstaltungen begründete sich auf einer gründlichen Erhebung, an welchen thematischen Punkten die Studierenden Erfahrungen oder Nicht-Erfahrungen mitbrachten. Zudem lag der Reiz des Konzepts im Methodenmix, sodass kurzen intensiven Wissensinputs zeitnahe Anwendungsübungen folgten. Diese galt es zu reflektieren und Verständnisfragen zu klären. Unterschiedliches Vorwissen führte auch zu Flexibilität in der Zeitplanung sowie in der Planung inhaltlicher Themenschwerpunkte.

Die Einheiten wurden auch den Bedarfen und Bedürfnissen der Studierenden angepasst oder ein größerer Zeitraum für den Austausch untereinander ermöglicht, da Lernen auch soziales Lernen bedeutet [8]. Dabei wurde die Soziale Kompetenz der Studierenden durch synchrone Lehrveranstaltungen gefördert, indem sie stetig im Austausch untereinander und mit dem Dozierenden standen. Auch Aufmerksamkeit und Aktivität hatten einen Einfluss auf den Lernerfolg.

Durch die Arbeit mit PowerPoint Präsentation, Vorträgen, den Selbstlernphasen sowie dem Präsentieren der eigenen Arbeitsstände wurden unterschiedliche Lerntypen angesprochen. Neben dem visuellen Typen, wurden ebenfalls der auditive aber auch der kinästhetische Typ, vor allem durch das Anwenden theoretischer Inhalte und die Nutzung verschiedener digitaler Canvas und Druckvorlagen für das Arbeiten mit Stift und Papier angesprochen. Der kommunikative Lerntyp wurde vor allem durch die Diskussionen und eigene Redebeiträge angeregt. Ein ausgeglichener Wechsel zwischen den unterschiedlichen Formen war für die Blockveranstaltung essentiell, um alle Sinne in gleichem Maße anzusprechen und den Studierenden damit das Lernen auf unterschiedlichen Kanälen zu ermöglichen.

### 3. Didaktische Gestaltung

Der grundsätzliche Aufbau des Seminars orientierte sich an der Bloomschen Taxonomie [9]. In Rahmen des Seminars erweiterten die

Studierenden damit ihre Kompetenz von „Wissen“ hin zum „Analysieren und Evaluieren“. Jede Taxonomiestufe wurde durch den Einsatz verschiedener digitaler Medien abgebildet.

Vor Beginn des Seminars erhielten alle Studierenden eine Begrüßungsmail. Inhaltlich wurden den Studierenden der Ablauf der Blocktage, Zeiteinheiten, Lernziele und die Form der Prüfungsleistung mitgeteilt. Zudem erfolgten eine erste Erwartungsabfrage an das Seminar sowie das Angebot der Unterstützung bei technischen Schwierigkeiten aber auch bei besonderen Bedarfen. Zusätzlich erhielten die Studierenden den Link zum virtuellen Seminarraum mit Hinweisen zu dessen Nutzung und Möglichkeiten. Die Studierenden hatten jederzeit die Möglichkeit eigene Themenwünsche und Vorschläge zur Seminargestaltung mitzuteilen, welche durch die Dozentinnen aufgegriffen wurden.

In der ersten Einheit erfolgte eine erste Annäherung an das Thema Social Entrepreneurship, indem Studierende ihre Definition von Gründung erarbeiteten. Damit wurden bereits vorhandene Wissensstände gehoben. Die Studierenden wurden angeregt aktiv über sich und ihr eigenes Umfeld nachzudenken und im Rahmen von Think-Pair-Share [10] in Austausch zu treten.

Als digitales Tool zur Umsetzung des Seminars kam die Konferenzplattform Zoom zur Anwendung. Durch die vielfältigen Möglichkeiten, wie zum Beispiel das digitale Whiteboard, die Möglichkeit des Screensharings sowie das Arbeiten in Breakouträumen, bot das Tool gute Voraussetzungen für die Umsetzung der zu vermittelnden Inhalte.

Das digitale Whiteboard bot vor allem die Möglichkeit des Brainstormings in der Großgruppe und damit die Annäherung an spezielle Themen, wie z.B. Social Entrepreneurship. Gleichzeitig wurde dieses Tool ebenfalls zum Sammeln von Ideen oder dem Zusammentragen von Arbeitsergebnissen auf den Kleingruppen genutzt. Darüber hinaus bot sich das digitale Whiteboard im Rahmen Social Entrepreneurship ebenfalls zu Einholen von Stimmungsbildern und Feedback an.

Besonders das Einrichten von Breakouträumen und das dortige Arbeiten in Kleingruppen förderten das (digitale) Miteinander und die

Möglichkeit der Zusammenarbeit in Teams. Für die Lehrenden bot sich damit auch die Möglichkeit, unterschiedliche Arbeitsaufträge von unterschiedlichen Gruppen bearbeiten und im Anschluss vorstellen zu lassen. Die Lehrenden konnten jederzeit die Räume betreten oder die Teams in den Hauptraum zurückzuholen. Eine genaue Arbeitsanweisung und das deutliche Formulieren waren genauso wichtig wie eine eindeutige Zeitvorgabe, um Rückfragen und Unklarheiten entgegenzuwirken. Zudem wurden Pufferzeit eingeplant, da sich die Gruppen erst untereinander und mit der Aufgabe vertraut machen mussten. Regelmäßiges Nachfragen durch die Lehrenden in Bezug auf zusätzlich benötigte Zeit oder Schwierigkeiten bei der Umsetzung der Methode mussten ebenfalls eingeplant werden.

Um die Zusammenarbeit der Studierenden zu fördern, wurden im Rahmen des Seminars unterschiedliche Tools genutzt. Unter anderem kam zur Ideenentwicklung der Ideenturm zur Anwendung [11]. Dies ist eine Form des Brainwritings und wird im Rotationsprinzip von mehreren Studierenden nacheinander ausgefüllt. Als digitale Alternative kam hier das Padlet zum Einsatz. Im Anschluss sprachen die Ideengeber über die entwickelten Ideen und tauschten sich über deren Umsetzbarkeit aus. Eine besondere Herausforderung für die Lehrenden bestand darin, genügend Padlets anzulegen und den jeweiligen Personen richtig zuzuordnen.

Weiterhin wurden Canvases für die Gruppenarbeiten verwendet. Diese Arbeitsblätter boten grundsätzlich gute Möglichkeiten unter anderem für die Erarbeitung der Frage, wer Nutzer und wer Kunde des Produktes/ der Dienstleistung war, welches die Studierenden entwickelten. Auch boten die Canvases eine gute Struktur und Übersicht. Beispielsweise hätte aus einem (Social) Business Model [12] in einem nächsten Schritt leichter ein Businessplan erstellt werden können. Diese Vorlagen könnten für weitere oder spätere Ideen immer wieder verwendet werden, sodass sie über das Seminar hinaus gute Methoden für den Praxisalltag in den unterschiedlichen Arbeitsfeldern der Studierenden bieten.

Darüber hinaus stellte das Feedback eine elementare Methode für den kontinuierlichen Verbesserungsprozess als Lehrende aber auch

für die Reflexion der Studierenden dar, um zu erfahren, an welcher Stelle sie in ihrem Prozess der Wissensaneignung standen. Folgende Feedbackmethoden kamen im Rahmen des Seminars zum Einsatz:

Das Blitzlicht fokussierte die Fragestellungen „Was hat Ihnen geholfen, einen Zugang zum Thema zu finden?“; „Welche Praxisbezüge trugen zum besseren Verständnis bei?“ und „Die wichtigste Erkenntnis heute war ...“ [13].

Mittels One-Minute Paper am Ende der Lehrveranstaltung wurden den Studierenden ein bis drei Fragen mitgegeben, um eine (anonyme) schriftliche Rückmeldung zum Lernzuwachs, zu Verständnisschwierigkeiten oder zur Gestaltung der Lehrveranstaltung zu erhalten. Im Digitalen Raum wurde dafür ein Etherpad oder ein Padlet genutzt. Eine weitere Nutzung war das Notieren von drei wesentlichen Inhalten der Veranstaltung, welche nicht durch die Dozierenden ausgewertet wurden, sondern der Reflexion der Studierenden dienten [14].

Mit Hilfe der Fünf-Finger-Methode wurde ebenfalls um Feedback bei den Studierenden gebeten. Im Rahmen des Seminars hatte die Finger folgende Bedeutung: Der Daumen: „Das haben ich gelernt“, der Zeigefinger „Das könnte im Rahmen des Seminars strukturell oder inhaltlich verbessert werden“, der Mittelfinger „Das wurde inhaltlich nicht gut umgesetzt“, der Ringfinger „Das nehme ich thematisch mit“ und kleiner Finger „Das Thema wurde zu kurz behandelt“ [15].

Im Anschluss an jeden Blocktag wurden die Inhalte durch die Dozentinnen kurz zusammengefasst und ein Ausblick auf die folgenden Blocktage gegeben. Dabei waren die Studierenden stets aufgefordert, eigene Ideen, Themenvorschläge oder Wünsche für die nächste Veranstaltung einzubringen. Zusätzlich wurde den Studierenden eine Selbstlernaufgabe mitgegeben, um im Selbststudium an gelernte Inhalte anzuknüpfen und diese weiter zu vertiefen. Diese Aufgaben wurden zu Beginn der nächsten Veranstaltung aufgegriffen und im Plenum diskutiert.

Das Seminar wurde im Teamteaching [16] angeboten. Für das Lehrteam bedeutete dies, dass dieses durch eine bessere Aufgabenverteilung eine Entlastung erreichte. Jedem fielen an unterschiedlichen Stellen verschiedene

Aufgaben zu. Während eine Lehrperson den Studierenden theoretische Inhalte vermittelte, bereitete die zweite Lehrperson beispielweise Breakouträume und die Anwendungsaufgaben vor. Zudem konnten die Lehrenden parallel den Chat betreuen und aufkommende technische Probleme zeitnah registrieren. Zudem wurde es möglich, Studierende während der kollaborativen Aufgaben gleichzeitig zu begleiten und auf inhaltliche Fragen zu reagieren.

Aussagen, Anmerkungen und Fragen der Studierenden wurden in Gänze durch das Lehrteam aufgenommen und gingen nicht verloren. Durch die unterschiedlichen Lehrtypen, Sprechweisen und der Präsenz im digitalen Raum blieb die Aufmerksamkeitsspanne der Studierenden länger erhalten.

Durch die unterschiedlichen Erfahrungen und beruflichen Hintergründen bereicherte das Lehrteam das Seminar zusätzlich, indem es zum Diskurs und Austausch anregte und eigene Praxisbeispiele einbringen konnte.

Dennoch wurde eine gute und genaue Absprache im Lehrteam benötigt. Unterschiedliche Interessen und Vorgehensweisen mussten in der Planung und in der Durchführung im Team berücksichtigt werden. Inhaltliche Differenzen mussten zeitnah besprochen werden. Des Weiteren könnte es für Studierende herausfordernd gewesen sein, sich auf zwei Personen einzulassen und deren Ansprüchen gerecht zu werden [17].

Zum Ende des vierten Blocktags wurde ein Teil der Prüfungsleistung durch die Studierenden abgelegt. Jede Gruppe, bestehend aus zwei Personen, präsentierte ihre Geschäftsidee in Form eines digitalen Pitch. Jede Gruppe konnte dafür das Teilen des Bildschirms nutzen, um ihr Gesagtes durch ein Poster oder eine Präsentation zu verbildlichen. Im Anschluss an diese Fünf-Minuten Präsentation bestand die Möglichkeit für Rückfragen. In einem zweiten Schritt werteten und reflektierten die Studierenden das Seminar und ihren Wissenserwerb in einem acht- bis zehneitigen Reflexionsbericht schriftlich aus.

#### 4. Lessons Learned

Folgende Erkenntnisse nimmt das Lehrteam aus dem digitalen Blockseminar „Gründen in der Sozialen Arbeit“ mit:

Das Planbare ist oft nicht in Gänze planbar. Die Corona Pandemie zeigte, dass alle bisherigen (didaktischen) Ideen und Ansätze innerhalb kürzester Zeit verworfen und neukonzipiert werden mussten.

Für die digitalen Blockveranstaltungen gilt für die Dozierenden, Pausen aktiv einzuplanen, um einer digitalen Ermüdung und dem Abdriften der Gedanken der Studierenden ein Stück weit entgegenzuwirken. Darüber hinaus dienen die Pausen auch der kurzen Erholung der Lehrenden und für kurze Absprachen.

Weiterhin sind kurzen Einheiten eine zentrale Erkenntnis. Theoretischer Input sollte 20 Minuten nicht überschreiten. Eine aktivierende, sich anschließende Übung fördert das Verinnerlichen und das Transferieren auf eigene Sachverhalte zusätzlich.

Im digitalen Raum steht eine vielfältige Auswahl an kollaborativen Tools zur Verfügung, welche zu Einsatz kommen sollten. Dies fördert zusätzlich den Austausch und das soziale Miteinander der Studierenden. Dennoch sollten diese immer im Hinblick auf deren Nutzen ausgewählt werden.

Überdies ist eine stete und kontinuierliche Rückmeldung im digitalen Raum unerlässlich, um Verständnisschwierigkeiten, Probleme in der Anwendung digitaler Tools sowie Wünsche zur Verbesserung der Lehrveranstaltung abzufragen.

#### Literatur

- [1] Köpferl, K.; Naumann, K. (2019): Social Entrepreneurship Education als notwendiger Bestandteil des Studiums der Sozialen Arbeit. In: Sackmann, D.; Rix, J.; Witkowski I. (Hrsg.): Merseburger Hochschulschriften. Interdisziplinäres Denken, Forschen, Handeln. S 172 - 173. Hochschulverlag Merseburg.
- [2] Wittwer, W.; Rose, P. (2015): Raum als sozialer (Erfahrung)Raum. In: Wittwer, W. Dietrich A; Walber, M. (Hrsg.): Lernräume. Gestaltung von Lernumgebungen für Weiterbildung. S. 83 - 115. Wiesbaden: Springer VS.
- [3] Wittwer, W. (2003): Kompetenzbiografie als Referenzsystem für selbstgesteuertes Lernen. In: Witt-

- haus, U.; Wittwer, W.; Espe, C. (Hrsg.): Selbstgesteuertes Lernen. Theoretische und Praktische Zugänge. S. 115 - 12. Bielefeld: Bertelsmann Verlag.
- [4] Staack, Y.; Wittwer, W. (2015): Erfahrungsraum „Experte“. In: Wittwer, W., Dietrich, A.; Walber, M. (Hrsg.): Lernräume. Gestaltung von Lernumgebungen für Weiterbildung, S. 123 – 139. Wiesbaden: Springer VS.
- [5] Ebeling, J. (2019): Entrepreneurship Toolbox. Methoden für unternehmerisches Denken und Handeln in der Lehre. <https://entrepreneurship-toolbox.com/>. 10.04.2021.
- [6] Schaper, N., Reis, O., Wildt, J., Horvath, E. & Bender, E. (2012): Fachgutachten zur Kompetenzorientierung in Studium und Lehre: HRK Projekt nexus.
- [7] Wildt, J.; Szczyrba, B.; Wildt, B. (2006): Consulting, coaching, Supervision. Eine Einführung in die hochschuldidaktischen Beratungsformate. Reihe Blickpunkt Hochschuldidaktik Bd. 117, Bielefeld.
- [8] Rekus, J. (2004). Soziales Lernen. In: R. W. Keck, U. Sandfuchs, B. Feige (Hrsg.). Wörterbuch der Schulpädagogik. 2. Völlig überarbeitete Auflage.
- [9] Bloom, B. S. (Hrsg.) (1976): Taxonomie von Lernzielen im kognitiven Bereich. Weinheim und Basel: Beltz.
- [10] Böhnisch, M. (2002): Unterrichtsmethoden – kreativ und vielfältig. Basiswissen Pädagogik. Unterrichtskonzepte und -techniken. Baltmannsweiler: Schneider Verlag Hohengehren.
- [11] Dark Horse GmbH (2020): Digital Innovation Playbook. Template 7.3.1. <https://www.digital-innovation-playbook.de/templates/create>, 10.04.2021
- [12] Wiek, A.; Withycombe, L.; Redman, C. L. (2011): Key competencies in sustainability: a reference framework for academic program development. *Sustain Sci* 6 (2), S. 203 – 218. DOI: 10.1007/s11625-011-0132-6
- [13] Bundeszentrale für politische Bildung (Hrsg.) (1999): Erkennen, bewegen, verändern. Bonn. [www.bpb.de/lernen/unterrichten/methodik-didaktik/62269/methodenkoffer-detailansicht?mid=115](http://www.bpb.de/lernen/unterrichten/methodik-didaktik/62269/methodenkoffer-detailansicht?mid=115), 10.04.2021
- [14] Waldherr, F.; Walter, C. (2009): Didaktisch und Praktisch: Ideen und Methoden für die Hochschullehre. Stuttgart: Schäffer- Poeschel.
- [15] Sattler, C. (2021): Die „Fünf-Finger Methode“. Landesmedienzentrum Baden-Württemberg.
- [16] Reich, K. (Hrsg.) (2016): Methodenpool. Teamteaching. <http://methodenpool.uni-koeln.de/download/teamteaching.pdf>, 10.04.2021.
- [17] Naumann, K. (2021): Die aktivierende Gestaltung von digitalen Blockseminaren im Teamteaching. In: Swidsinski, Dr. A.; Rada, U. (Hrsg.): Lösungen für die Lehre. Erprobte Lehrpraxis aus sächsischen Hochschulen. S. 54 – 55.
- [18] Fauville, Geraldine and Luo, Mufan and Queiroz, Anna C. M. and Bailenson, Jeremy N. and Hancock, Jeff, Nonverbal Mechanisms Predict Zoom Fatigue and Explain Why Women Experience Higher Levels than Men (April 5, 2021). <http://dx.doi.org/10.2139/ssrn.3820035>





## Von der Präsenz- zur Hybridveranstaltung. Erfahrungen mit der Transformation einer Konferenzreihe zur Online-Netzwerkforschung.

T. Köhler<sup>1</sup>, E. Schoop<sup>2</sup>, N. Filz<sup>3</sup>, N. Kahnwald<sup>4</sup>, R. Sonntag<sup>5</sup>

<sup>1</sup> Professur Bildungstechnologie, Fakultät Erziehungswissenschaften, TU Dresden

<sup>2</sup> Professur Wirtschaftsinformatik - Informationsmanagement, Fakultät Wirtschaftswissenschaften, TU Dresden

<sup>3</sup> Medienzentrum, TU Dresden

<sup>4</sup> Professur Wissens- und Informationsmanagement, Hochschule der DGUV (HGU), Bad Hersfeld

<sup>5</sup> Professur Marketing, insbesondere Multimedia-Marketing, Fakultät Wirtschaftswissenschaften, HTW Dresden

### Abstract

GeNeMe steht seit mehr als 20 Jahren für „Gemeinschaften in Neuen Medien“ und behandelt Online Communities an der Schnittstelle zwischen bzw. aus Sicht mehrerer Fachdisziplinen wie Informatik, Medientechnologie, Wirtschaftswissenschaft, Bildungs- und Informationswissenschaft sowie Sozial- und Kommunikationswissenschaft. 2020 haben sich die Autor:innen in ihrer Funktion als Ausrichter der Konferenz bewusst für den Fokus des Transfers bzw. Zusammenspiels von hybriden Realitäten zu hybriden Gemeinschaften entschieden. Überraschenderweise führte dies zu einem sprunghaften Anstieg der Beitragseinreichungen um ca. 80%.

Der Aufsatz beschreibt, welche Erfahrungen mit der Transformation der Konferenzreihe zur Online-Netzwerkforschung, ausgerichtet durch mehrere Hochschulen am (virtuell-hybriden) Standort Dresden, die Autor:innen dabei gesammelt haben und macht Vorschläge, wie diese für die akademische Lehre verallgemeinert werden können.

GeNeMe has stood for "Communities in New Media" for more than 20 years and deals with online communities at the interface between or from the perspective of several disciplines such as computer science, media technology, economics, education and information science as well as social and communication science. 2020, the authors, in their capacity as conference organisers, deliberately chose to focus on the transfer or interplay of hybrid realities to hybrid communities. Surprisingly, this led to a jump in paper submissions of about 80%.

The paper describes the experience the authors have gained with the transformation of the conference series on online network research, hosted by several universities at the (virtual-hybrid) location of Dresden, and makes suggestions on how this can be generalised for academic teaching.

\*Corresponding author: [Thomas.Koehler@tu-dresden.de](mailto:Thomas.Koehler@tu-dresden.de)

## 1. Generelles

GeNeMe<sup>1</sup> steht seit mehr als 20 Jahren für „Gemeinschaften in Neuen Medien“ und behandelt Online Communities an der Schnittstelle zwischen bzw. aus Sicht mehrerer Fachdisziplinen wie Informatik, Medientechnologie, Wirtschaftswissenschaft, Bildungs- und Informationswissenschaft sowie Sozial- und Kommunikationswissenschaft. Als das Forum für den interdisziplinären Dialog zwischen Wissenschaft, Wirtschaft und Verwaltung ermöglicht die Tagung seit inzwischen 23 Jahren den Erfahrungs- und Wissensaustausch zwischen Teilnehmenden verschiedenster Fachrichtungen, Organisationen und Institutionen. Einen umfassenden thematischen Überblick über die Konferenzthemen und deren Veränderung über die Zeit geben Köhler et al. [1].

Nicht erst seit der Pandemie, sondern seit Beginn der Konferenzserie 1998 geht es kontinuierlich um die wissenschaftliche und anwendungsbezogene Analyse von mediengestützter Kooperation. Einen Schwerpunkt bilden immer wieder die Auseinandersetzung und auch Erprobung bildungsbezogener Formate der Wissenskoooperation. 2020 haben sich die Ausrichter:innen bewusst für den Fokus des Transfers bzw. Zusammenspiels von hybriden Realitäten zu hybriden Gemeinschaften entschieden. Überraschenderweise führte dies zu einem sprunghaften Anstieg der Beitragseinreichungen auf um ca. 80 % auf ca. 90 Beiträge - wobei die Kausalität unklar ist.

Im Folgenden wollen wir untersuchen, welche Erfahrungen mit der Transformation der Konferenzreihe zur Online-Netzwerkforschung, ausgerichtet durch mehrere Hochschulen am (virtuell-hybriden) Standort Dresden, die Autor:innen dabei gesammelt haben. Damit ist der Beitrag anschlussfähig zu aktuellen Studien rund um Möglichkeiten digital gestützter, hochschulübergreifender Kooperation in der Lehre. [2], [3]

---

<sup>1</sup> <http://www.geneme.de>

<sup>2</sup> <https://lineupr.com/de>

<sup>3</sup> <https://geneme.lineupr.com/>

## 2. Tagungsablauf, -ort und Programminformation

Das Programm der GeNeMe 2020 [4] war vielfältig aufgestellt, umfassend eine eintägige Vorkonferenz und eine zweitägige Hauptkonferenz.

Für die Visualisierung der Programmstruktur wurde wie auch in den Vorjahren die EventApp LineUpr<sup>2</sup> genutzt. Alle Informationen zu den Zeiten, den Räumlichkeiten sowie den Vortragenden finden Vortragende, Teilnehmende und sonstige Interessierte in der Programm-App. Tagungsbesucher:innen haben hier die Möglichkeit, sich individuell einen Programmplan zusammenzustellen, und können dies auf dem Smartphone oder dem PC im Responsive Design tagungsbegleitend nutzen<sup>3</sup>.

Gestartet wurde die 23. Jahrestagung am 07. Oktober 2020 mit einer Pre-Konferenz in Form eines virtuellen Barcamps rund um Open Science.<sup>4</sup> Obschon die Hauptkonferenz zu ca. 2/3 in deutscher Sprache stattfindet, konnte das in Kooperation mit dem Leibniz Forschungsverbund „Open Science“<sup>5</sup> durchgeführte Barcamp eine vollständig englischsprachige Klientel adressieren.

Ab dem Nachmittag der Vorkonferenz waren Interessent:innen aus Bildung, Politik und Wissenschaft zur Eröffnungsveranstaltung in der HTW Dresden in Präsenz eingeladen. Hier wurde der Erfahrungsaustausch in Form eines Worldcafe umgesetzt. In Summe gab es ca. 50 Online-Teilnehmende im Barcamp und ca. 40 Präsenz-Teilnehmende auf der Vorkonferenz.

Die Hauptkonferenz fand in den Folgetagen vom 08. bis 09. Oktober im Kongresszentrum der DGUV in Dresden statt. Hier wurde im hybriden Format in 2 Workshopräumen zzgl. Foyer und Cateringbereich für die Pausen getagt, mit maximal 50 Teilnehmenden gleichzeitig vor Ort. Das DGUV-Konferenzzentrum bot insgesamt ausreichend Platz für die anteilige Durchführung der Tagung in Präsenz an diesem Ort – unter Beachtung des eigens erstellten Sicherheitskonzeptes.

<sup>4</sup> <https://www.open-science-conference.eu/barcamp/os-cigeneme>

<sup>5</sup> <https://www.leibniz-openscience.de/>

### 3. Die hybride Umsetzung

Da bereits der Call for Papers während des (ersten) Lockdowns verfasst wurde, stand von Beginn an fest, dass nur ein hybrides, äußerst flexibles Konzept die Durchführung der Konferenz im Herbst 2020 ermöglichen würde. Mindestens das Organisationsteam und die Konferenzleitung sollte in den Räumen vor Ort zusammenkommen können, darüber hinaus sollte die Konferenz notfalls komplett online stattfinden. Vor dem Hintergrund der direkt vor Konferenzbeginn verordneten Beherbergungsverbote und steigender Infektionszahlen hat sich dieses flexible Konzept bewährt, da jede/r Teilnehmende zu jedem Zeitpunkt zwischen Online- und Präsenzteilnahme wechseln konnte.

Als Plattform für die Durchführung wurde MS Teams gewählt, die audiovisuelle Präsentations- und Übertragungstechnik vor Ort wurde durch einen Dienstleister eingerichtet und betreut. Nur durch diese Unterstützung wurde es möglich, dass die Moderatoren vor Ort „in den Raum hinein“ für die Präsenzteilnehmenden moderieren konnten, die Sessions gleichzeitig aber auch online in MS Teams zu verfolgen waren. Zudem kam die o.g. Konferenz-App LineUpr für die Planung des individuellen Konferenzprogramms tagungsbegleitend zum Einsatz.<sup>6</sup>

Während der Hauptkonferenz fand die Moderation durch wechselnde Fachexpert:innen durchgehend vor Ort statt. Insgesamt waren die beiden Tage aufgrund der Pandemielage durch unkalkulierbare Anwesenheiten von Beitragenden und Teilnehmenden geprägt.

In Summe gab es ca. 40 Präsenz-Teilnehmende und 60 Online-Teilnehmende auf der Hauptkonferenz. Es wurden hierbei aber durchaus „Misch-Formen“ praktiziert, entweder durch Wechsel des Teilnahmeortes während der beiden Tage, aber auch durch eine Online-Einwahl in die parallele Session aus einem Präsenzsetting heraus. Wichtig für die Möglichkeit eines solch dynamischen Wechsels war die durchgehende Online-Unterstützung, die alle Beiträge und Sessions umfasste.

### 4. Konferenzdidaktik

Da es sich bei der Tagung auch um ein Erprobungsfeld innovativer konferenzdidaktischer Ansätze handelt, stehen für die Vorbereitung und die Durchführung der hybriden Konferenz für die Präsentation und Moderation jeweils neu konfigurierte Handreichungen zur Verfügung (diese sind online abrufbar über die eingebetteten Links):

#### A) [Konferenzdidaktik für die Präsentation](#)

Um der Vielzahl an Beiträgen gerecht zu werden ergaben sich folgende Zeiten entsprechend dem eingereichten Format:

1. Forschungsbeiträge: 20 Minuten (10 min. Input + 10 min. Diskussion)
2. Praxis- und Studierendenbeiträge: 10 Minuten (7 min. Input + 3 min. Diskussion)
3. Interaktive Beiträge: 40 Minuten

#### B) [Konferenzdidaktik für die Moderation](#)

Moderator:innen oblag die Eröffnung und Anleitung der Sessions während der GeNeMe-Tagung. Da diese sowohl in Präsenz als auch online über Microsoft Teams stattfanden, wurden nach Anmeldung zur Tagung personalisierte Zugänge bereitgestellt. In den Sitzungen begrüßten Moderator:innen die Gäste und moderierten deren Beiträge an, orientierten auf die entsprechenden Vortrags- und Diskussionszeiten und zeigten den Referent:innen die verbleibende Redezeit an. Schließlich unterstützten sie die Diskussionsrunden mit anregendem Input und strukturierten Hinweisen zur Ergebnissicherung auf dem virtuellen Whiteboard. Alle Moderator:innen wurden jeweils durch eine studentische Hilfskraft unterstützt.

In die Umsetzung waren – soweit zeitlich realisierbar – in systematischer Weise Studierende der Masterstudiengänge „Weiterbildungsforschung und Organisationsentwicklung“ und „Wirtschaftswissenschaften“ im Rahmen ausgewählter und insofern thematisch passender Lehrveranstaltungen einbezogen.

<sup>6</sup> <https://geneme.lineupr.com/geneme2019>

## 5. Die Evaluation

Auf Basis einer während der Tagung online gestützt durchgeführten Befragung aller Teilnehmenden in Form einer freiwilligen und anonymisierten Evaluation konnten einige empirische Befunde erhoben werden.

Unter anderem zeigte die Evaluation (vgl. die nachfolgenden beiden Abbildungen 1 und 2) eine hohe Zufriedenheit sowohl bei in Präsenz als auch bei online Teilnehmenden.



Abb. 1: Konferenzbewertung allgemein

Dabei stimmten 78% der Befragten der Aussage „Stimmung und Atmosphäre waren sehr gut“ voll und ganz zu. Auch wurde die Konferenz im hybriden Format überwiegend (sehr) positiv bewertet, wie die nachfolgende Abbildung 2 zeigt.

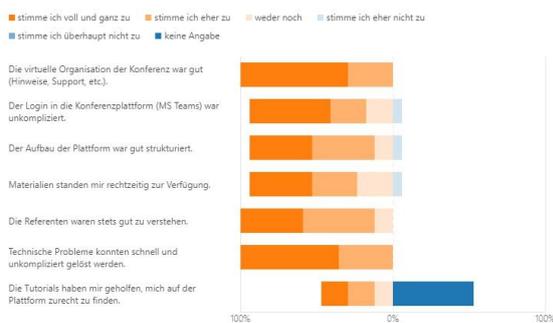


Abb. 2: Konferenzbewertung hybrides Format

## 6. Lessons Learned

Insgesamt stellt die Tagung „Gemeinschaften in Neuen Medien“ (GeNeMe) innovative Technologien und Prozesse zur Organisation, Kooperation und Kommunikation in virtuellen Gemeinschaften vor und bildet ein Forum zum fachlichen Austausch, insbesondere auch in

den Themenfeldern Wissensmanagement und E-Learning.

Aufgrund der hohen Ansprüche an die Flexibilität der operativen Umsetzung sowie die insgesamt hohe Arbeitsbelastung aller Beteiligten, aber auch die deutlichen Beschränkungen für face-to-face Aktivitäten, musste die traditionell bei der GeNeMe praktizierte didaktische Gestaltung von interaktiven Pausen und Austauschformaten im Jahr 2020 stark reduziert werden. Auch wurden die Pausen infolge des diesmal überaus vollen Programmes gekürzt.

Die Online-Konferenzorganisation mit spezifischen Systemen wird bereits seit längerem als Problemstellung kooperativer Wissensorganisation untersucht [5]. In einem Nicht-Pandemie-Setting mit mehr Planungssicherheit (d.h. auch verbindlicher Buchung von Online- oder Präsenzteilnahme) sollten künftig noch mehr interaktive Formate integriert werden und die Hybridität auch auf diese weiter ausgedehnt werden.

Hier könnten auch verstärkt Socialising-Tools wie wonder.me<sup>7</sup> für die Pausengestaltung zum Einsatz kommen. Erste Experimente mit hybriden interaktiven Konferenz-Formaten wie hybride Paneldiskussionen sowie ein hybrider Workshop zum Thema Gamification wurden sehr positiv bewertet und werden auch in Zukunft in die Konferenz integriert bleiben.

Inwieweit kann man die hier dokumentierten Erfahrungen für die akademische Lehre übernehmen? Einige abschließenden Überlegungen zeigen das bei aller Komplexität vorhandene Potenzial auf:

1. Das hybride Format per se bietet sich sowohl für die Arbeit mit kleinen, als auch großen Gruppen von Studierenden an. Allerdings besteht im Hinblick zum üblichen Lehrbetrieb ein großer Unterschied weniger in der Digitalität (die gerade Zeiten der Pandemie auch in der Lehre zumeist mittels Videokonferencing funktioniert), sondern vielmehr in der zeitlichen Dimension. Während sich ein Seminar oder eine Vorlesung zumeist über das gesamte Semester erstrecken, wird die Tagung nur für 2-3 Tage durchgeführt. Insofern kommt es zu einer

<sup>7</sup> <https://www.wonder.me/>

nochmals unterschiedlichen Gruppendynamik, die Teilnehmenden kennen sich kaum oder haben zumindest im Kontext der einzelnen Tagungen nicht die Möglichkeit zu einem längerfristigen Beziehungsaufbau, anders als Studierende. Die Tagung wäre insofern eher vergleichbar mit einem Blockseminar.

2. Weiterhin haben wir bei der hybriden Durchführung eine breite Spanne der Situierung der tagungsbezogenen Handlungen an einem (teils virtuellen) Tagungsort. Damit stellt sich die Frage nach dem Ansatz der Wirksamkeit der Tagung, der Immersion bei den Teilnehmenden. Dies ist ein Problem, welches einerseits für eine didaktische Situierung typisch ist und insofern auf die Lehre übertragen werden kann.
3. Andererseits fordert dies gerade für den virtuellen Anteil der Tagung die Nutzung entsprechender digital-räumlicher Werkzeuge. Die GeNeMe 2020 hat hier in der Vorbereitungsphase über die zumindest teilweise Nutzung von VR-basierten Kooperationsplattformen wie TriCAT<sup>8</sup> nachgedacht. Allerdings konnten sich die Ausrichter ob der Komplexität der Anwendung, aber auch vor dem Hintergrund der nicht unerheblichen Kosten, nicht für eine Nutzung entscheiden. Hier gibt es mit Sicherheit Entwicklungsbedarf. Möglicherweise können ja in 2021 auf der dann 24. GeNeMe Konferenz erstmals Werkzeuge zur VR-basierten Kooperation eingesetzt werden, welche für die akademische Lehre im Portfolio der beteiligten Hochschulen schon etabliert sind.
4. Die GeNeMe nutzt in den drei Phasen der Tagungsvorbereitung, -nachbereitung und -durchführung unterschiedliche Social Media Werkzeuge. Dabei handelt es sich um Werkzeuge für Konferenzmanagement (indico)<sup>9</sup>, für die Tagungsdurchführung (MS Teams) und für das Informationsmanagement (LineUp). Diese Vielfalt völlig unabhängiger Werkzeuge überrascht. Zudem: zumindest an der TU Dresden sind diese Werkzeuge nicht in der Lehre im Einsatz! Warum eigentlich?

<sup>8</sup> <https://www.tricat.net/>

Im Ergebnis ist es mehr als wünschenswert, die individuelle Nutzung bzw. den Einsatz digitaler Werkzeuge in wissenschaftlichen Aktivitäten an sich zu unterstützen und zielgerichtet weiterzuentwickeln. Empirische Erkenntnisse zum Stand der Digitalisierung der Wissenschaft in Deutschland, insbes. Sachsen, zeigen hier nach wie vor erheblichen Handlungsbedarf. [6]

### Danksagung

Die Autor:innen danken den Tagungsteilnehmenden für die Beteiligung an der Evaluation sowie den Förderern der Konferenz GeNeMe, insbesondere der GFF. e.V. und dem SMWKT, für die Unterstützung der Veranstaltung im Jahr 2020.

### Literatur

- [1] Köhler, T., Schoop, E. & Kahnwald, N. (2018). The Communities in New Media Conference Series – Research about Knowledge Communities in Business, Science and Public Administration over 20 Years; In Köhler, T., Schoop, E. & Kahnwald, N. (2018). Communities in New Media. Research on Knowledge Communities in Science, Business, Education & Public Administration. Proceedings of 21st Conference GeNeMe 2018. Dresden, TUD-Press. <http://nbn-resolving.de/urn:nbn:de:bsz:14-qucosa2-334913>
- [2] Paraskevopoulou, K. & Köhler, T. (2020). Organizational models in virtual teaching cooperation – documentation and evaluation of organizational didactics in a collaborative higher education project; In: Köhler, T., Schoop, E. & Kahnwald, N.: Communities in New Media. From hybrid realities to hybrid communities. Proceedings of 23rd Conference GeNeMe; TUDPress, Dresden. <https://nbn-resolving.org/urn:nbn:de:bsz:14-qucosa2-728085>
- [3] Köhler, T., Neumann, J. & Lattemann, C. (2021). Organising academia online. Organisation models in e-learning versus e-science collaboration; In: Koschtial, C., Köhler, T., Felden, C.: e-Science. Open, social and virtual technology for research collaboration; Progress in IS Series; Berlin, Springer. [https://rd.springer.com/chapter/10.1007/978-3-030-66262-2\\_2](https://rd.springer.com/chapter/10.1007/978-3-030-66262-2_2)
- [4] Köhler, T., Schoop, E. & Kahnwald, N. (2020). Communities in New Media. From hybrid realities to hybrid communities. Proceedings of 23rd Conference GeNeMe 2020. Dresden, TUDPress. <https://nbn-resolving.org/urn:nbn:de:bsz:14-qucosa2-728085>
- [5] Raff, J.-H. & Köhler, T. (2008). Online-Konferenzorganisationssystem als Problem kooperativer Wissensorganisation: Erfahrungen mit WebEOS beim Kongress der DGfE 2008; DGfE-Mitteilungen, 36 (19).

<sup>9</sup> <https://getindico.io/>

- [6] Albrecht, S., Minet, C., Herbst, S., Pscheida, D. & Köhler, T. (2021). The use of digital tools in scholarly activities. Empirical findings on the state of digitization of science in Germany, with special focus on Saxony; In: Koschtial, C., Köhler, T., Felden, C.: e-Science. Open, social and virtual technology for research collaboration; Progress in IS Series; Berlin, Springer. [https://rd.springer.com/chapter/10.1007/978-3-030-66262-2\\_4](https://rd.springer.com/chapter/10.1007/978-3-030-66262-2_4)



## Digitales Vortragsseminar

U. Gebhardt<sup>1</sup>, M. Schuster<sup>2</sup>, M. Beitelschmidt<sup>2</sup>, T. Wallmersperger<sup>3</sup>,  
J. Fröhlich<sup>4</sup>, S. Odenbach<sup>5</sup>, M. Kästner<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Professur für Numerische und Experimentelle Festkörpermechanik, Institut für Festkörpermechanik, Fakultät Maschinenwesen, TU Dresden

<sup>2</sup> Professur für Dynamik und Mechanismentechnik, Institut für Festkörpermechanik, Fakultät Maschinenwesen, TU Dresden

<sup>3</sup> Professur für Mechanik multifunktionaler Strukturen, Institut für Festkörpermechanik, Fakultät Maschinenwesen, TU Dresden

<sup>4</sup> Professur für Strömungsmechanik, Institut für Strömungsmechanik, Fakultät Maschinenwesen, TU Dresden

<sup>5</sup> Professur für Magnetofluiddynamik, Mess- und Automatisierungstechnik, Institut für Mechatronischen Maschinenbau, Fakultät Maschinenwesen, TU Dresden

### Abstract

Vortragsseminare finden klassischerweise in Präsenz statt. Der coronabedingte Lockdown im Sommersemester 2020 zwang alle Lehrveranstaltungen in den virtuellen Raum. Dieser Beitrag stellt die in drei verschiedenen Vortragsseminaren an der Fakultät Maschinenwesen der TU Dresden implementierten Anpassungen zur Durchführung unter Kontaktbeschränkungen vor und evaluiert, welche Lernziele mit den jeweils gewählten Formaten erreicht werden konnten. Besonderes Augenmerk liegt außerdem auf den Inhalten und der Durchführung des Einführungsvortrags, bei welchem den Studierenden Hinweise für eine erfolgreiche Vortragsvorbereitung und Vortragsdurchführung gegeben werden. Diese mussten an virtuelle Vorträge übertragen und angepasst werden.

Die Erkenntnis, welche Lernziele erreicht wurden und welche nicht, aber auch welche Vorzüge eine virtuelle Durchführung bietet, soll Anreize und Hinweise für die Gestaltung zukünftiger Formate geben.

Lecture seminars typically take place in in-person sessions. The corona-related lockdown in the summer semester 2020 forced all courses into the virtual room. This paper presents the necessary adaptations in three different lecture seminars at the Faculty of Mechanical Engineering at the TU Dresden for implementation under contact restrictions and evaluates which learning objectives could be achieved with the chosen formats in each case. Special attention is also paid to the content and presentation of the introductory lecture, in which students are given tips for successful lecture preparation and performance during the presentation. These had to be transferred and adapted to virtual lectures.

The insight into which learning objectives were achieved and which were not, but also which advantages a virtual lecture seminar offers, should provide incentives and hints for the design of future formats.

\*Corresponding author: [ulrike.gebhardt@tu-dresden.de](mailto:ulrike.gebhardt@tu-dresden.de)

## 1. Einleitung

Vorträge sind in der Ingenieurpraxis von großer Bedeutung und werden in einem weiten Bereich als Kommunikationsmittel genutzt, angefangen von internen Projekttreffen über Präsentationen bei Kunden bis hin zu wissenschaftlichen Konferenzen und Beiträgen in Medien. Daher ist das Erlernen und Praktizieren einer sachdienlichen, wirkungsvollen Vortragstechnik fester Bestandteil des Studienablaufs an der Fakultät Maschinenwesen der TU Dresden. Bei der Vorstellung von studentischen Belegen und bei Diplomverteidigungen müssen die eigenen Ergebnisse derart aufbereitet werden, dass sie einer wissenschaftlichen Diskussion standhalten und somit die Abschlussnote rechtfertigen. Um die Studierenden bestmöglich auf ihre Abschlussprüfung und ihr darauffolgendes Berufsleben vorzubereiten, gibt es eine Reihe von Vortragsseminaren an der Fakultät Maschinenwesen. Diese Seminare werden üblicherweise in größeren Seminarräumen abgehalten und leben von der Atmosphäre allgemeiner Anspannung, die die meisten vor einem Vortrag verspüren, von der Begeisterung mit der die Studierenden ihre Themen präsentieren und vom direkten Austausch zwischen Studierenden, Mitarbeitern und Professoren.

Am Anfang des Sommersemesters 2020 wurde der Beginn der Vortragsseminare zunächst nach hinten verschoben. Als klar wurde, dass die Phase der Kontaktbeschränkungen im Rahmen der Coronavirus-Pandemie nicht nach wenigen Wochen vorbei sein würde, fanden die drei hier thematisierten Seminare auf unterschiedliche Art und Weise in halb- oder volldigitaler Form statt.

Diese Änderung des Lehrformats und die damit verbundenen Anpassungen, z.B. an die zu vermittelnden Inhalte, stellen diese Vortragsseminare unweigerlich in ein neues Licht. Um nun die Zukunft der Vortragsseminare zu gestalten, müssen eine Reihe von Fragen beantwortet werden:

Was wollen wir den Studierenden vermitteln? Können wir diese Inhalte digital vermitteln, und wenn ja, wie? Können wir digitale Vorträge in gewohnter Art und Weise bewerten?

Dieser Beitrag maßt sich nicht an, all diese Fragen umfassend zu beantworten. Vielmehr sollen anhand von drei Vortragsseminaren aus dem Sommersemester 2020 Lernziele, (virtuelle) Durchführung, Probleme und Erfolge der jeweiligen Veranstaltung diskutiert werden, um eine Grundlage für die Gestaltung und Evaluation zukünftiger hybrider Lehrveranstaltungen zu schaffen und somit nach Beendigung der Kontaktbeschränkungen die Erkenntnisse aus dem virtuellen Raum in die Bildung der Zukunft zu integrieren.

Im zweiten Kapitel dieses Beitrags werden drei Vortragsseminare, wie sie an der Fakultät Maschinenwesen der TU Dresden, durchgeführt werden, vorgestellt und verglichen. Gemeinsamkeiten und Unterschiede, vor allem im Hinblick auf die Lernziele, werden herausgearbeitet. Weiterhin wird der dem Lockdown angepasste Ablauf im Sommersemester 2020, vorgestellt. Die Einführungsveranstaltung, mit der alle drei Seminare eröffnet wurden, wird mit ihren Lernzielen vorgestellt. Zu vermittelnde Methoden werden auf ihre Praktikabilität für virtuelle Seminare hin untersucht und die Vorzüge und Grenzen der virtuellen Durchführung diskutiert. Abschließend werden alle vorgestellten Komponenten der Seminare diskutiert, das Feedback der Studierenden vorgestellt und der Erfolg der Seminare bewertet.

## 2. Ausgewählte Vortragsseminare

Beispielhaft werden in diesem Kapitel drei Vortragsseminare an der Fakultät Maschinenwesen, wie sie in Tab. 1 gegenübergestellt sind, vorgestellt und verglichen. (i) Das Präsentationsseminar an der Professur Magnetofluidynamik, Mess- und Automatisierungstechnik (MFD) ist eine fakultative Lehrveranstaltung, die sich an alle Studierenden im Hauptstudium Maschinenwesen richtet und rein auf die Perfektion der individuellen Präsentationstechnik anhand frei gewählter Vortragsthemen abzielt. (ii) Das Mechanikseminar hat eine lange Tradition am Institut für Festkörpermechanik (IFKM) und bietet den Studierenden, die ihre Belegarbeiten am IFKM oder der Professur für Strömungsmechanik (PSM) schreiben, die Möglichkeit, diese freiwillig vorzustellen und damit die Verteidigung der Diplomarbeit zu üben. (iii)

Das jüngste Vortragsseminar ist das Literaturseminar im Masterstudiengang Computational Modelling and Simulation (CMS), welches fester Bestandteil des entsprechenden Curriculums ist und den Studierenden den Umgang mit wissenschaftlicher Literatur vermitteln soll. Im Gegensatz zu den beiden anderen Seminaren werden hier Noten vergeben, die für den Studienerfolg relevant sind.

Während sich die Größe der Seminare durchaus unterscheidet, ist der übliche Ablauf der Veranstaltungen nahezu identisch. In einer

ersten Veranstaltung werden Termine vergeben, Themen ausgewählt oder bekannt gegeben und ein Einführungsvortrag gehalten. Der Einführungsvortrag geht über die üblichen Richtlinien zur Foliengestaltung hinaus und thematisiert vor allem eine adäquate Vortragsvorbereitung und -strukturierung und soll anschaulich für verschiedene Präsentationstechniken sensibilisieren. Ausführlicher wird auf die Inhalte dieses Einführungsvortrags und die im Sommersemester 2020 notwendigen Anpassungen in Kapitel drei eingegangen.

Tab. 1: Übersicht der hier diskutierten Vortragsseminare

	<b>(i) Präsentationsseminar</b>	<b>(ii) Mechanikseminar</b>	<b>(iii) Literaturseminar</b>
Zielgruppe	Studierende der Fakultät Maschinenwesen	Studierende am Institut für Festkörpermechanik und der Professur für Strömungsmechanik mit fertiger Belegarbeit	Englischsprachiger Masterstudiengang Computational Modelling and Simulation
Kursverantwortliche	S. Odenbach	T. Wallmersperger	M. Beitelschmidt
Teilnehmeranzahl	10 – 15	5 – 15	40 – 60
Benotung	nein	nein	ja
Lernziele	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Studierende sollen einen eigenen Präsentationsstil entwickeln</li> <li>• Vermittlung von Präsentationstechniken</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Vorbereitung für die spätere Verteidigung der Diplomarbeit</li> <li>• Vermittlung von Präsentationstechniken</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Selbstständige Erarbeitung der Inhalte einer wissenschaftlichen Veröffentlichung und Präsentation der Inhalte [1]</li> <li>• Vermittlung von Präsentationstechniken</li> <li>• Praktizieren von Teamarbeit, wo möglich</li> </ul>
Ablauf	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Einführungsveranstaltung</li> <li>• Vortrag Durchgang 1 inkl. Feedback zur Präsentationstechnik</li> <li>• Vortrag Durchgang 2 inkl. Fachdiskussion und Feedback</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Einführungsveranstaltung</li> <li>• Vortrag inkl. Fachdiskussion und Feedback</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Einführungsveranstaltung und Vorstellung der zur Verfügung stehenden Themen</li> <li>• Vortrag inkl. Fachdiskussion und Feedback</li> </ul>
Angepasster Ablauf im SS20	Einführungsveranstaltung digital als Aufnahme aus dem Seminarraum zur Verfügung gestellt in YouTube [2] mit parallelem GoTo-Meeting [3]	Einführungsveranstaltung und Vorträge in GoTo-Meeting [3]	Einführungsveranstaltung und Vorstellung der Themen, sowie die Vorträge in bis zu vier parallelen Sessions online in GoTo-Meeting [3] Mehrstufige Einschreibung in OPAL [4]

Status	Name	Beschreibung	Anzahl Plätze	Eintragen	Austragen
	Students in Literature Studies		58 / 0	Erlaubt (bis 24.04.2020 23:59)	Erlaubt (bis 24.04.2020 23:59)

(a) Allgemeine Kurseinschreibung

Dateityp	Name	Größe	Zuletzt geändert
	additional_Topics_MMFS.pdf	133,8K	am 21.04.2020 um 17:07 Uhr
	DMT_Topics_update.pdf	384,1K	am 16.04.2020 um 17:28 Uhr
	MMFS_Topics.pdf	611,2K	am 09.04.2020 um 10:48 Uhr
	NEFM_Topics_update_200416.pdf	487,6K	am 16.04.2020 um 15:03 Uhr
	PSM_Topics.pdf	989,2K	am 14.04.2020 um 08:25 Uhr

(b) Übersicht der angebotenen Themen

Name	Verantwortliche/r	Termin Einschreibung	Anzahl Plätze
DMT01: Aerial Manipulation: A Literature Review	Micha Sebastian Schuster	ab 17.04.2020 00:00 bis 24.04.2020 23:59	2/2
DMT02: Control of Fully Actuated Unmanned Aerial Vehicles with Actuator Saturation	Micha Sebastian Schuster	ab 17.04.2020 00:00 bis 24.04.2020 23:59	1/1
DMT03: Model Predictive Control of Unmanned Micro Aerial Vehicles	Micha Sebastian Schuster	ab 17.04.2020 00:00 bis 24.04.2020 23:59	1/1
DMT04: Vision-Based Methods for Measuring Vibration	Micha Sebastian Schuster	ab 17.04.2020 00:00 bis 24.04.2020 23:59	2/2
DMT05: Dynamics of Threads	Micha Sebastian Schuster	ab 17.04.2020 00:00 bis 24.04.2020 23:59	2/2
DMT06: Measuring stress field without constitutive equation	Micha Sebastian Schuster	ab 17.04.2020 00:00 bis 24.04.2020 23:59	0/1
MMFS01: Electro-Active Polymer Based Soft Tactileinterface for Wearable Devices	Micha Sebastian Schuster	ab 17.04.2020 00:00 bis 24.04.2020 23:59	2/2
MMFS02: Morphing aircraft based on smart materials and structures: A state-of-the-art review	Micha Sebastian Schuster	ab 17.04.2020 00:00 bis 24.04.2020 23:59	2/2
MMFS03: Electrostriction of polymer dielectrics with compliant electrodes as a means of actuation	Micha Sebastian Schuster	ab 17.04.2020 00:00 bis 24.04.2020 23:59	1/1
MMFS04: Auxetic metamaterials and structures	Micha Sebastian Schuster	ab 17.04.2020 00:00 bis 24.04.2020 23:59	2/2

(c) Einschreibung in die angebotenen Themen

Status	Name	Termin	Ort	Dauer	Anzahl Plätze	Bemerkungen
	Session 01B MMFS & PSM	22.05.2020 14:50 - 16:20	ZEU/260	1 Std. 30 Min.	2/3	Only for topics from the Chairs of Fluid Mechanic and Mechanics of multifunctional Structures
	Session 01A DMT & NEFM	22.05.2020 14:50 - 16:20	ZEU/160	1 Std. 30 Min.	1/3	Only for topics from the Chairs of Dynamics and Mechanism Design and Computational and Experimental Solid Mechanics
	Session 02B MMFS & PSM	29.05.2020 14:50 - 16:20	ZEU/260	1 Std. 30 Min.	2/3	Only for topics from the Chairs of Fluid Mechanic and Mechanics of multifunctional Structures
	Session 02A DMT & NEFM	29.05.2020 14:50 - 16:20	ZEU/160	1 Std. 30 Min.	2/3	Only for topics from the Chairs of Dynamics and Mechanism Design and Computational and Experimental Solid Mechanics
	Session 03B PSM & NEFM	12.06.2020 14:50 - 16:20	ZEU/260	1 Std. 30 Min.	3/3	Only for topics from chairs of Fluid Mechanics and Computational and Experimental Solid Mechanics
	Session 03A MMFS & DMT	12.06.2020 14:50 - 16:20	ZEU/160	1 Std. 30 Min.	3/3	Only for topics from the Chairs of Mechanics of multifunctional Structures and Dynamics and Mechanism Design
	Session 04B PSM & NEFM	19.06.2020 14:50 - 16:20	ZEU/260	1 Std. 30 Min.	3/3	Only for topics from chairs of Fluid Mechanics and Computational and Experimental Solid Mechanics
	Session 04D: NEFM & MMFS	19.06.2020 14:50 - 16:20	tbd	1 Std. 30 Min.	0/3	exact date is preliminary
	Session 04C DMT & PSM	19.06.2020 14:50 - 16:20	tbd	1 Std. 30 Min.	3/3	exact date is preliminary
	Session 04A MMFS & DMT	19.06.2020 14:50 - 16:20	ZEU/160	1 Std. 30 Min.	3/3	Only for topics from the Chairs of Mechanics of multifunctional Structures and Dynamics and Mechanism Design

(d) Einschreibung in die Sessions

Abb. 1: Mehrstufige OPAL-Einschreibung für das CMS-Literatureseminar

Der Hauptteil des Semesters besteht aus den Sessions mit den Studierendenvorträgen. Hierbei wird in allen Formaten ein Vortrag von 20 Minuten Dauer gehalten und anschließend mit einer kurzen Diskussion ausgewertet. Sowohl im Mechanikseminar wie auch im Literaturseminar ist diese eine 10-minütige Fachdiskussion und eine kurze Auswertung der Präsentationstechnik. Ein ausführlicheres Feedback der Präsentationstechnik im Anschluss der Veranstaltung erfolgt individuell mit dem jeweiligen Betreuer. Im Unterschied dazu liegt der Fokus des Präsentationsseminars ganz besonders auf der ausführlichen Diskussion der Präsentationstechnik. Hier halten die Studierenden zweimal den gleichen Vortrag an zwei unterschiedlichen Terminen und werden anhand ihrer Verbesserung im zweiten Durchgang bewertet. Eine kurze Fachdiskussion ist Bestandteil des zweiten Durchgangs.

Alle drei Lehrveranstaltungen stellten sich den Herausforderungen des Sommersemesters 2020 auf unterschiedliche Weise.

(i) Im Präsentationsseminar wurde der Einführungsvortrag live aus dem leeren Seminarraum über YouTube übertragen und steht seither als Video über YouTube zur Verfügung. Damit können die Studierenden auch asynchron darauf zugreifen und sich im Nachhinein einzelne Aspekte der Veranstaltung erneut anschauen. Parallel zum öffentlichen YouTube-Stream organisierte ein GoTo-Meeting die Teilnehmerinnen und Teilnehmer zur Terminabstimmung. Die Studierendenvorträge fanden unter strengen Hygienevorschriften in Präsenz statt.

(ii) Das Mechanikseminar fand vollständig über GoTo-Meeting statt. Für den Einführungsvortrag sowie die Studierendenvorträge wurden jeweils die Moderatorenrechte an den Vortragenden übergeben. Die Terminplanerstellung fand in Absprache zwischen den Betreuern der Arbeit und den jeweiligen Hochschullehrern statt.

(iii) Auch das Literaturseminar nutzte GoTo-Meeting. Einigen Studierenden dieses internationalen Studiengangs war es nicht möglich, aus ihrem Heimatland für das Sommersemester nach Deutschland anzureisen, was eine vollständige Digitalisierung dieses Lehrangebots unabdingbar machte. Dies ermöglichte

zudem eine Parallelisierung der Vorträge in bis zu 4 Sessions, sodass alle 55 Teilnehmerinnen und Teilnehmer ihre Vorträge in dem im Stundenplan vorgesehenen Zeitfenster halten konnten. Eine zusätzliche Herausforderung in diesem Seminar ist die Einschreibung und Erstellung des Terminplans. Die angebotenen Themen, aus denen die Studierenden frei wählen können, werden von den drei Professuren des IFKM und der PSM bereitgestellt. Die einmal gewählten Themen müssen dann in den von diesen Professuren betreuten Sessions vorgestellt werden, um eine fachgerechte Bewertung zu ermöglichen. Dazu wurde ein mehrstufiges Einschreibungsverfahren, wie es auszugsweise in Abb. 1 zu sehen ist, in OPAL erstellt. Nach einer ersten allgemeinen Einschreibung zur Lehrveranstaltung, Abb. 1 (a), können die Studierenden die angebotenen Themen einsehen, Abb. 1 (b). Nach der Wahl eines zu bearbeitenden Themas erfolgt die entsprechende Einschreibung, Abb. 1 (c), nach dem „first come – first served“-Prinzip. Die Themen enthalten die Kürzel der entsprechenden Professuren, sodass sich die Studierenden in einer dritten Einschreibung, Abb. 1 (d), für einen Vortragstermin entscheiden können, der von der entsprechenden Professur betreut wird. Da jedes Thema im Literaturseminar einem eigenen Betreuer zugewiesen ist, gibt es in diesem Seminar auch eine Vielzahl an Lehrenden. Um diese direkt mit den aktuellen Informationen zu versorgen, wurde eine zusätzliche „Supervisor“-Einschreibung im Kurs bereitgestellt.

Einige Themen im Literaturseminar wurden paarweise konzipiert, beispielsweise indem der erste Teil einer Publikation in einem Vortrag und der zweite Teil dieser Publikation in einem weiteren Vortrag behandelt wurden, oder indem zwei sehr eng verwandte Publikationen als Vortragsthemen ausgegeben wurden. Ziel war dabei, die Studierenden zum Austausch über fachliche Inhalte und Vortragstechnik zu bewegen, um sich gegenseitig Hinweise und Feedback im Prozess der Vortragserstellung zu geben und Teamarbeit einzuüben. Vor allem sollte dies in Zeiten des isolierten Arbeitens im „Home-Office“ auch bewusst Trigger und Ansporn für Kommunikation sein, um die häufig psychisch belastende Situation vielleicht ein wenig zu mildern.

### 3. Einführungsveranstaltung

Der Bewertung von Studierendenvorträgen sollte immer eine klare Anforderungsdefinition vorangestellt sein. Das heißt, dass zunächst geklärt und kommuniziert werden muss, was von einem Vortrag erwartet wird. Dies geschieht optimaler Weise in der Einführungsveranstaltung eines solchen Seminars.

Im Rahmen des Präsentationsseminars, welches traditionell die individuelle Präsentationstechnik im Fokus hat, wurde dafür eine Zusammenfassung entwickelt, die über allgemeine Regelungen zum Foliendesign hinaus für verschiedene Kommunikationstechniken sensibilisiert. Außerdem wird die Vortragsvorbereitung intensiv diskutiert und aufgezeigt, dass – im Gegensatz zu klassischen dogmatischen Richtlinien zur Vortragsgestaltung – die Art und Weise der Präsentation immer zum Vortragenden und zum Publikum passen muss.



Abb 2: Titelfolie „Dein perfekter Vortrag“ zur Motivation eines eigenen individuellen Vortragsstils

Diese Herangehensweise wurde vor einigen Jahren für das Mechanik- und Literaturseminar adaptiert. Wie die Titelfolie in Abb. 2 illustriert, sollen die Studierenden ermuntert werden, zusätzlich zu den grundlegenden Regeln der Vortragsgestaltung einen eigenen Präsentationsstil zu entwickeln und im Rahmen des Seminars zu testen.

Wie lässt sich nun, über die rein fachliche Richtigkeit hinaus, messen, ob ein Vortrag „gut“ ist? Vorträge haben immer das Ziel, einem Publikum etwas zu vermitteln. Hört das Auditorium begeistert zu und kann die präsentierten Inhalte aufnehmen, ist der Vortrag gut. Dafür

muss zunächst das Interesse der Zuhörer geweckt werden, was sich durch unterschiedliche Methoden erreichen lässt. Sie reichen von einer anschaulichen Motivation, über ansprechende Foliengestaltung, deutliche Sprache, Mimik und Gestik bis hin zum räumlichen Publikumskontakt. Diese Punkte sind im virtuellen Raum in gleicher Weise von Bedeutung und umsetzbar. Lediglich der räumliche Kontakt ist nun die gewählte Position zur Kamera und welcher Bildausschnitt für die Kameraaufnahme gewählt wird. Dass die Vorträge mit laufender Kamera des Vortragenden gehalten werden, wird als gegeben vorausgesetzt. Alle diese Punkte sind für jede Einzelperson individuell anzuwenden und anzupassen. Vortragende mit von Haus aus leisen Stimmen können durch einen Schritt mehr in Richtung Publikum die Akustik verbessern oder etwas dichter ans Mikrofon herantreten. Im Gegensatz dazu kann ein Vortragender mit sehr lauter Stimme und einer Position unmittelbar vor der ersten Reihe die Zuhörer überfordern. Auch wie viel Gestik zur eigenen Art zu sprechen passt, ist individuell.

Der Einführungsvortrag soll einen Eindruck von der Wirkung dieser Methoden vermitteln. Dazu wird gezielt zu laut oder zu leise gesprochen, ungünstige Foliengestaltung am konkreten Beispiel diskutiert, etc. Die Wirkung der einzelnen Methoden wird im Vortrag demonstriert und im Anschluss diskutiert. So verliert der Vortragende beispielsweise die Aufmerksamkeit des gesamten Publikums, indem eine Folie mit viel Fließtext und einem Video eingeblendet wird. Der Vortrag geht inhaltlich weiter und nach einigen Sekunden wird das Publikum gebeten, per Handzeichen anzugeben, welchen Teil des Vortrags es in den letzten 20 Sekunden wirklich wahrgenommen hat. Dabei wird etwa ein Drittel den Fließtext gelesen haben und zwei Drittel betrachteten gespannt das Video. Es gibt selten einzelne Studierende die sich melden, dass sie dem Vortrag weiter zugehört hätten. Indem die Studierenden direkt erleben und reflektieren, an welcher Stelle sie als Zuhörer gerne zuhören, wann ihnen das Zuhören unangenehm ist oder an welchen Punkten sie nicht mehr aufmerksam sind, wird Ihnen die Bedeutung dieser Methoden für einen erfolgreichen Vortrag in eigener Erfahrung

deutlich. Anschließend werden die Studierenden aufgefordert, im Rahmen des jeweiligen Seminars genau diese Gestaltungspunkte für sich auszuprobieren. Weiterhin werden sie aufgefordert, sich im Laufe des Seminars beim Ansehen der Vorträge anderer immer wieder die Fragen zu stellen „Was funktioniert? Was ist gut? Was funktioniert nicht, und warum? Wie würde ich es besser machen?“ Das „Lernen durch Zuschauen“ ist in einem solchen Seminar ein wichtiger Beitrag zum Erfolg.

#### 4. Feedback während des Vortrags

Um nun festzustellen, ob einzelne Präsentationstechniken funktionieren und das Publikum erreichen, ist die Wahrnehmung der Reaktion des Auditoriums notwendig. Deshalb muss nun diskutiert werden, wie die Reaktion des Publikums erfasst werden kann.

Sitzt das Publikum physisch im Vortrag, kann ein erfahrener Sprecher mit einem Blick identifizieren, wie viele Zuhörer noch interessiert beim Thema sind oder vielleicht doch gelangweilt schauen oder gar gänzlich abgelenkt sind. Auch wenn es schwerfällt, dem Vortrag zu folgen, weil zu schnell oder undeutlich gesprochen wird, oder das Thema zu komplex ist, lässt sich die einstellende Ratlosigkeit in den Gesichtern ablesen. Dieses „Echtzeitfeedback“ ist in den virtuellen Raum nicht übertragbar. In der Regel werden Kameras und Mikrophone der Zuhörer ausgeschaltet, um die Technik stabil zu halten.

Hier können aktive Rückfragen des oder der Vortragenden entgegenwirken und das Publikum aktivieren, entweder in Form einer direkten Lernerfolgsfrage oder durch kurzes Zusammenfassen des Gesagten und die Bitte, Verständnislücken zu nennen. Diese Rückfragen lassen sich auch sehr gut in digitalen Präsentationen einbauen, wenngleich dies etwas mehr Zeit kostet. Die Beantwortung der Fragen mittels der Chatfunktion führt nach Erfahrung der Autoren zu mehr Rückmeldungen als das klassische Handheben im Hörsaal.

Mit den genannten Werkzeugen können Präsentationstechniken durchaus virtuell verwendet und punktuell getestet werden. Lediglich das „Echtzeitfeedback“ in Form von Augenkontakt zum Publikum ist nicht sinnvoll digitalisierbar.

#### 5. Durchführung und Evaluation

Die Studierenden aller drei Vortragsseminare konnten die primären Lernziele, welche in Tab. 1 jeweils an erster Stelle stehen, auch im Sommersemester 2020 erreichen.

Im Präsentationsseminar arbeiteten die Studierenden gewohnt erfolgreich an ihren individuellen Präsentationstechniken. Dies wurde durch den bewährten Ablauf in Präsenz, ergänzt durch strenge Hygienemaßnahmen, ermöglicht.

Auch die Onlinevorträge in Mechanik- und Literaturseminar konnten erfolgreich durchgeführt werden. Die Studierenden nahmen die Vorträge ernst und waren in der Regel gut vorbereitet. Die Betreuung der Vorbereitung war durch den ausschließlichen Online-Kontakt nicht wesentlich beeinträchtigt. Teilweise war der Kontakt zu den Studierenden des Literaturseminars in dieser Phase nicht ausreichend, doch war das auch in der Präsenzversion der Veranstaltung zu beobachten, allerdings durch die räumliche Distanz nun etwas verstärkt. In den ersten Vortragsterminen traten einzelne technische Probleme auf, wie Schwierigkeiten beim Einloggen, Funktion der Endgeräte, etc.

Die Studierenden wurden gebeten 15-20 Minuten vor Beginn des Literaturseminars zu erscheinen, um die Technik zu testen und die Formalitäten zur späteren Notenvergabe abzuwickeln. Technische Aspekte nahmen etwas mehr Zeit in Anspruch als bei einem normalen Präsenzseminar. Einzelne Studierende erschienen erst sehr kurz vor ihrem eigenen Slot im Seminartermin, was dann zusätzliche Zeit für Einrichtung und Test beanspruchte.

Nach eigener Aussage waren einige Studierende beim Halten ihres Vortrags durch die größere Distanz zum Prüfer und zum Auditorium weniger aufgeregt. Dennoch würden sie, wenn sie die Wahl hätten, ein Seminar in Präsenz bevorzugen.

Im Rahmen der virtuellen Seminare war es den Studierenden, wie in Abschnitt 3 erläutert, nicht möglich, durch „Echtzeitfeedback“ aus dem Publikum ihren individuellen Vortragsstil im Detail weiterzuentwickeln. Auch das erwähnte Einholen von expliziten Rückmeldungen während des Vortrags wurde nicht praktiziert. Dies ist ungewohnt, erfordert mehr

Selbstbewusstsein und findet auch während eines Präsenzvortrags in einem Seminar vor allem aus Gründen der knappen Zeit nicht statt. Feedback geschah in der anschließenden Diskussion, die aber dann durch Betreuer bzw. Prüfer moderiert wurde.

Ein weiteres Lernziel der hier besprochenen Seminare ist das Kennenlernen von wissenschaftlichen Themengebieten. Die Studierenden erhalten im Rahmen der jeweiligen Veranstaltung in kurzer Zeit eine Auswahl verschiedener Thematiken präsentiert und sollen die stattfindenden Fachdiskussionen durch Fragen bereichern. Leider ist gerade im Mechanik- und Literaturseminar die studentische Beteiligung überschaubar. Auch in Präsenz fällt es den Studierenden schon immer schwer, mit Fragen an der Diskussion teilzunehmen und häufig werden die Veranstaltungen vor und nach dem eigenen Vortragstermin nicht besucht. Dieser Effekt wird durch die virtuelle Durchführung verstärkt. Besonders im Literaturseminar war es nötig, die Vielzahl der Vorträge in bis zu vier parallelen Sessions zu organisieren. Hier verteilte sich die Anzahl der wenigen Zuhörer zusätzlich auf diese vier Sessions.

Sehr gut hat dagegen die mehrstufige OPAL-Einschreibung und Kursarchitektur im Literaturseminar funktioniert und wird auch in künftigen Semestern in dieser Form stattfinden.

Ist mit den hier diskutierten Punkten eine Integration virtuell durchgeführter Vortragsseminare in der Zukunft sinnvoll? Der Lockdown im Rahmen der Coronavirus-Pandemie hat aufgezeigt, dass sich Meetings und Konferenzen prinzipiell im virtuellen Raum abhalten lassen. Berücksichtigt man zusätzlich die wegfallenden Reisekosten und -zeiten, so kann mit Sicherheit behauptet werden, dass virtuelle Präsentationen auch nach Aufhebung der Kontaktbeschränkungen weiter zum Alltag dazugehören werden. Wenn die Möglichkeit und Kapazität existiert, wäre es somit für die Studierenden von Vorteil, ihre Vortragskompetenz zusätzlich im virtuellen Raum auszubauen. Vortragsseminare mit großen Teilnehmerzahlen, wie das Literaturseminar, bedeuten in Präsenz zusätzlich einen größeren Raumbedarf. Die Einrichtung von bis zu vier

parallelen Vortragsräumen ist zeitlich, organisatorisch und mit Blick auf die Raumkapazitäten nur mit enormem Aufwand umsetzbar. Hier bieten virtuelle Sessions eine praktikable Alternative.

Um die Studierenden für die Möglichkeiten zu sensibilisieren, wie man als Vortragender die Stimmung des Publikums beeinflussen und dessen Aufmerksamkeit mehr oder weniger binden kann und an welchen Stellen man diese verliert, ist ein erfolgreicher Einführungsvortrag wie er in Abschnitt 3 beschrieben wird, wichtig. Mit dem fehlenden „Echtzeitfeedback“ kann jedoch nicht sichergestellt werden, dass die Studierenden die dargestellten Lerneffekte in der gewünschten Form wahrgenommen haben. Das ist im Rahmen des Präsentationsseminars weniger nachteilig, da die Studierenden nach der Verbesserung ihres Vortrags in der zweiten Runde bewertet werden und nach dem ersten Durchgang ein sehr ausführliches Feedback erhalten. Die Teilnehmerinnen und Teilnehmer von Mechanik- und Literaturseminar hatten damit allerdings schlechtere Voraussetzungen. Hier werden die Vorträge im ersten und einzigen Durchgang bewertet und die Zeit für ein öffentliches Feedback zu den Präsentationstechniken ist begrenzt. Hier bestand jedoch das Angebot, die Folien vor dem Vortrag mit dem Betreuer zu diskutieren, und es gab im Nachgang ein eingehendes Feedback. Der Mechanismus, dass Studierende durch kritisches Übernehmen erfolgreicher Features anderer Vortragender Fortschritte machen, war hier weniger zu beobachten.

Über die reine Bewertung der Vorträge hinaus, sollen diese Seminare die Möglichkeiten der Vortragsgestaltung und deren Effekte aufzeigen, damit die Studierenden auch in Zukunft an ihrer Präsentationstechnik arbeiten können. Gerade für Mechanik- und Literaturseminar ist dabei der Einführungsvortrag besonders wichtig und sollte in Zukunft, wo immer möglich, mit direktem Publikumskontakt durchgeführt werden.

## 6. Zusammenfassung und Ausblick

Präsentations-, Mechanik- und Literaturseminar sind wichtige Bestandteile der Lehre an der

Fakultät Maschinenwesen der TU Dresden, die, angepasst an die Kontaktbeschränkungen, auch im Sommersemester 2020 erfolgreich durchgeführt wurden. Die jeweils primären Lernziele – Vermittlung von individuellen Präsentationstechniken, Verteidigung der eigenen Belegarbeit, selbstständige Erarbeitung und anschließende Vorstellung einer wissenschaftlichen Veröffentlichung – wurden alle erreicht. Die in allen drei Seminaren vergleichbar aufgebaute Einführungsveranstaltung wurde vollständig digital abgehalten und konnte ihr Ziel, die Sensibilisierung für verschiedene Präsentationstechniken, mangels direktem Publikumskontakt nicht in vollem Umfang erreichen. Für die Zukunft wäre zu überlegen, ob hier spezielle digitale Techniken wie Umfragen, Chat während des Vortrags, etc., ausführlicher vorgestellt, getestet und eingeübt werden sollten. Die Beteiligung der Studierenden als Zuhörerinnen und Zuhörer an den Vortragsessions war – besonders in Mechanik- und Literaturseminar – eher gering. Dieses bereits aus den Vorjahren bekannte Problem verstärkte sich durch die virtuelle Durchführung.

Nicht nur die Studierenden lernen in den hier beschriebenen Seminaren, auch die Lehrenden. In der aktuellen Ausgabe des Literaturseminars im Sommersemester 2021 werden drei Dinge anders praktiziert. Im vorherigen Jahr hatten die Dozenten eine Kriterienliste, die die Bewertung unterstützen und bei der einheitlichen Benotung helfen sollte. Sie war aber intern und wurde den Studierenden nicht ausgehändigt, um sie nicht zu sehr zu leiten. Im Sommersemester 2021 wurde die Kriterienliste überarbeitet und zu Beginn des Semesters an die Studierenden ausgehändigt. Außerdem wird nun, inspiriert vom Vorgehen im Präsentationsseminar, die Benotung aufgesplittet und eine Teilnote vorab für die Qualität der Folien vergeben, mit der Möglichkeit durch Nachbesserung die Qualität zu steigern, was ebenfalls in die Note eingeht. Schließlich werden nun grundsätzlich alle Themen in Gruppenarbeit bearbeitet. Zum Zeitpunkt der Redaktion dieses Beitrags haben die Vorträge noch nicht stattgefunden. Die Autoren sind gespannt auf den Effekt dieser Maßnahmen.

Wenn nun, ganz allgemein, zukünftige Vortragsseminare geplant werden, lohnt sich die

Frage, welche Inhalte jeweils vermittelt werden sollen. Hybride und digitale Formate können eine fehlende Raumkapazität kompensieren, Reisewege minimieren und die, vermutlich langfristig wichtige Kompetenz des digitalen Präsentierens vermitteln. Bei der Entwicklung eines persönlichen Vortragsstils, haben virtuelle Formate jedoch Grenzen; hier sollten die Studierenden zunächst lernen mit einem physisch anwesenden Publikum zu agieren bevor sie das dabei gewonnene Wissen in den virtuellen Raum übertragen.

## Literatur

- [1] CMS-Literaturseminar: [Modulbeschreibung](#) (zugegriffen am: 14.05.2021) (<https://tud.link/w339>)
- [2] Präsentationsseminar: [YouTube Einführung](#) (zugegriffen am 26.05.2021) (<https://youtu.be/d0zubk2pTXk>)
- [3] [GoTo Meeting](#) (zugegriffen am: 14.05.2021) (<https://www.gotomeeting.com/>)
- [4] [Online-Plattform für Akademisches Lehren und Lernen \(OPAL\)](#) (zugegriffen am: 14.05.2021) (<https://bildungsportal.sachsen.de/opal/>)





# Online-Vorlesungen mit dem Paella-Player

R. Stelzer

*Professur Konstruktionstechnik/CAD, Institut für Maschinenelemente und Maschinenkonstruktion, TU Dresden*

## Abstract

Online-Vorlesungen können in verschiedenen Arten angeboten werden. Dazu gehören das Echtzeit-Streaming, vertonte Powerpoints sowie einfache Videos. Alle diese Angebote haben Vor- und Nachteile. So ist bei großen Hörerzahlen das direkte Streaming häufig aus technischen Gründen unmöglich. Vertonte Powerpoints sind für den Studenten nur sehr unkomfortabel zu nutzen. Videos haben da eine Reihe von Vorteilen. Allerdings hat es sich gezeigt, dass es sehr sinnvoll ist, wenn gleichzeitig sowohl die Präsentation als auch der Dozent sichtbar sind. Dies ermöglicht der von der Universität Politècnica de València entwickelte Paella-Player. Die Funktionalität sowie die Voraussetzungen der Nutzung dieses Players sollen im Beitrag vorgestellt werden.

Online lectures can be offered in different ways. These include real-time streaming, powerpoints set to music and simple videos. All of these offerings have advantages and disadvantages. For example, with large numbers of listeners, direct streaming is often impossible for technical reasons. Powerpoints with sound are very uncomfortable for students to use. Videos have a number of advantages. However, it has been shown that it is very useful if both the presentation and the lecturer are visible at the same time. This is made possible by the Paella Player developed by the Universität Politècnica de València. The functionality as well as the requirements for using this player will be presented in the article.

\*Corresponding author: [ralph.stelzer@tu-dresden.de](mailto:ralph.stelzer@tu-dresden.de)

## 1. Intention

Ich möchte über die Nutzung des Paella-Players für die online-Vorlesungen in Konstruktionslehre und Informatik berichten.

Nachdem klar war, dass die Vorlesungen in den großen Grundlagenvorlesungen im Sommersemester 2020 nur online umgesetzt werden können, hatte ich verschiedene Formate versucht.

Dabei wurde eine online-Vorlesung in Echtzeit wegen der großen Hörerschaft (>500 Hörer) nicht weiter in Betracht gezogen.

Der erste Versuch waren Vorlesungen als verteilte Powerpoints. Diese wurden allerdings in den mir übergebenen Bewertungen zu fast 100% abgewählt. Die größten Probleme bei dieser Variante sind:

- Freies Wählen bestimmter Passagen ist kaum möglich
- Wiederholung einzelner Phrasen ist schwierig
- Aussetzer im Audio-Stream beim Folienwechsel;  
Dies liegt vor allem daran, dass man oft keine Pause beim Sprechen macht, wenn die Folien weiterschalten. Da Powerpoint, den Ton jedoch direkt in den Folien platziert, kommt es notgedrungen zu diesen Aussetzern.

Im zweiten Versuch habe ich dann die Vorlesung als komplette Videos bei Youtube eingestellt. Die Lösung wurde allg. als sehr günstig beschrieben, da viele Nachteile der Powerpoint-Variante nicht mehr relevant sind.

Nachdem dann auch das Wintersemester nicht in Präsenz möglich war, musste eine Entscheidung über das online-Angebot gefällt werden.

Dabei hatte ich auch an den einfachen Youtube-Videos einige Punkte, die mir nicht gefielen:

- Weiterhin recht schwieriges Navigieren zwischen den einzelnen Folien bzw. Auswahl einer speziellen Folie

- Umständliche Vorbereitung der Videos, wenn auch der Dozent sichtbar sein soll
- und in diesem Fall fehlendes Navigieren zwischen diesen Streams

Durch Zufall bin ich dann auf den Paella-Player aufmerksam geworden. Dies ist ein Open Source JavaScript Video-Player, der eine unbegrenzte Zahl von Audio- und Video-Streams synchronisiert und diese in unterschiedlichen Formen bereitstellt (u.a. live-Stream, ZOOM). Er arbeitet mit allen HTML5 Browsern (Chrome, Firefox, Safari und Edge) sowie unter iOS und Android. Entwickelt wurde der Player im Wesentlichen an der Universität Politècnica de València und kann für Ausbildungszwecke kostenfrei genutzt werden. [1]

Eine diesbezügliche Nachfrage am Medienzentrums ergab, dass man diesen Player kennt, ihn gut findet aber erstmal was Eigenes entwickeln will (!).

Also wurde ein erster Versuch mit dem originalen Paella-Player in Eigenregie unternommen. Damit wurden alle großen Vorlesungen im ersten Semester (Konstruktionslehre, Informatik) sowie dem fünften Semester (Konstruktiver Entwicklungsprozess) umgesetzt.

## 2. Erscheinungsbild und Funktionalität

Der Student startet wie gewohnt im OPAL. Von dort wird er über einen Link auf eine WEB-Seite umgeleitet, die die Verknüpfungen zu den Vorlesungsvideos enthält. Dies ist erforderlich, da der Paella-Player nicht direkt im OPAL gestartet werden kann.

Die Videos für die Präsentation (z.B. Powerpoint) sowie den Dozenten können lokal oder auch z.B. (wie in unserem Fall) auf Youtube gespeichert sein.

Nach dem Start bietet sich eine Oberfläche mit (zumindest) zwei Videofenstern sowie diversen Funktionsbutton zur Steuerung der Videos an (Abb. 1).



Abb. 1: Varianten des Bildschirmaufbaus bei der Arbeit mit dem Paella-Player

Für die praktische Nutzung stehen jetzt eine Vielzahl unterschiedlicher Funktionen zur Verfügung, wie u.a.:

- Die Vorlesung kann an jeder Stelle beliebig unterbrochen und später fortgesetzt werden.
- Ein Wechsel zwischen der Darstellung der Videos in Größe und Positionierung (Abb. 1, links bzw. rechts) ist möglich.
- Die einzelnen Videofenster können auch komplett ausgeblendet werden.
- Rücksprung exakt zum Anfang des jeweiligen Slide bzw. zum Anfang des nächsten Slide
- Ansprung eines beliebigen Slide über die Navigationsleiste im unteren Bereich des Viewers. Dort ist über den roten Balken jederzeit zu sehen, wie weit die Vorlesung bereits fortgeschritten ist sowie die Länge jeder einzelnen Szene (Slide).
- Es können auch kleine Bilder jedes Slides im unteren Bildschirmbereich eingeblendet werden, die einen zielgerichteten Ansprung erleichtern (Abb. 2).
- Umschalten auf Fullscreen
- Festlegen der Videoqualität je nach Geschwindigkeit der WEB-Anbindung

Bereits hier soll auf ein Problem hingewiesen werden, welches sich in der Variante, die wir im Herbst benutzt hatten, ergab.

Da es sich herausgestellt hatte, dass sehr viele Studenten die Vorlesung wirklich simul-

tan zu der Zeit anschauen, die im Lehrplan vorgesehen ist, ergibt sich für den Streaming-Server eine sehr hohe Last.



Abb. 2: Navigation zwischen den einzelnen Folien mittels Vorschau Bildern

Diese konnte kurzfristig intern nicht gesichert werden. Die Videos wurden deshalb auf die YouTube-Plattform gestellt. Dies hat auch den Vorteil, dass die Videos später einzeln jederzeit weiter zur Verfügung stehen. Allerdings zeigte sich, dass in dem Moment, wo die Vorlesung angehalten wird (um z.B. Inhalte aus dem Präsentationsvideo in das Skript zu übernehmen), YouTube den unteren Teil der Präsentation mit Werbung überlagert. Dieser unschöne Nebeneffekt war kurzfristig leider nicht zu vermeiden, störte aber doch sehr.

Um den Studenten die Arbeit mit diesem bisher ungewohnten Player zu erleichtern wurde ein Einführungsvideo bereitgestellt:

<https://www.youtube.com/watch?v=AxmJ2JOpWsk&t=334s>

### 3. Erstellen der Präsentation

Erforderlich sind zwei Videos, die beide auf der Serverplattform bereitgestellt werden müssen. Dies sind

- Das Video der Powerpoint-Präsentation sowie
- Das Video des Vortragenden

Darüber hinaus werden benötigt:

- Thumbnail-Bilder für die einzelnen Slides um die direkte Navigation zu erleichtern.
- Ein Strukturfile der die Zuordnung der Thumbnails zu den einzelnen Videoabschnitten enthält und die Navigation in den Videos ermöglicht.

Die Videos sollten im mp4-Format bereitstehen und müssen miteinander synchronisiert sein. Dabei wird das Video des Dozenten mittels einer Kamera (z.B. Handy) aufgenommen. Die Präsentation muss auf dem Bildschirm mitgeschnitten werden. Ich habe dazu das Tool *Movavi* genutzt. [2]

Da die Videos vom Studenten gestreamt und nicht heruntergeladen werden, müssen diese auf einer so leistungsfähigen Serverplattform abgelegt werden, die den gleichzeitigen Zugriff der Nutzer (in der Grundlagenvorlesung also von über 500 Personen) gestattet. Aus diesem Grund hatten wir uns, wie bereits erwähnt, für die Ablage bei YouTube entschlossen.

Damit eine Navigation im Viewer zu den einzelnen Slides zielgerichtet möglich ist, wird jeweils ein kleines Vorschaubild benötigt. Diese sollten im jpeg-Format bereitstehen und können bei der Arbeit mit PowerPoint sehr einfach durch „Speichern unter...“ erzeugt werden.

Schließlich müssen in einem Strukturfile die Ablagepfade der Videos, die Zeitmarken für den Beginn der einzelnen Abschnitte (meist die Slides) sowie die den Abschnitten jeweils zugeordneten Thumbnails angegeben werden. Dieses File hat das im Internet gebräuchliche json-Format.

Dieses Format ist zwar lesbar, der Aufbau für den Uneingeweihten aber nicht ohne weiteres verständlich und auch relativ aufwendig zu erzeugen.

Aus diesem Grund steht ein Addin für PowerPoint zur Verfügung, welches bei Bedarf in der Menüleiste aktiviert werden kann (Abb. 3).

Dazu muss der Nutzer lediglich ein Flag an der markierten Stelle „Paella-Marken“ setzen. Dadurch erzeugt PowerPoint während der Präsentation das Strukturfile incl. der Zeitmarken für die Folienwechsel synchron zum Video des Dozenten automatisch.

- Unabhängig von der Nutzung des Paella-Players stellt übrigens dieses Addin eine Vielzahl weiterer Funktionen zur Unterstützung der Arbeit mit PowerPoint in der Vorlesung bereit, wozu gehören: Umfangreiche Zeichenfunktionen in Vektor- und Pixelgrafik für die Arbeit mit dem Stift bei Ergänzungen in den Folien
- Dynamisches Setzen von Markierungen in Folien zum freien Navigieren während der Vorlesung
- Synchronisierung von Anmerkungen und freien Skizzen zwischen einzelnen Folien
- Einbinden einer Kamera
- Einblendung eines Whiteboards
- Verlinkung eingebetteter Objekte

Darüber kann an anderer Stelle gern informiert werden. Das Video der Präsentation



Abb. 3: Oberfläche des Erweiterungs-Addin für PowerPoint

muss nun noch mit den Zeitmarken und den zugehörigen Thumbnails zu den Folienübergängen synchronisiert werden. Dazu steht eine weitere Applikation bereit (Abb. 4).

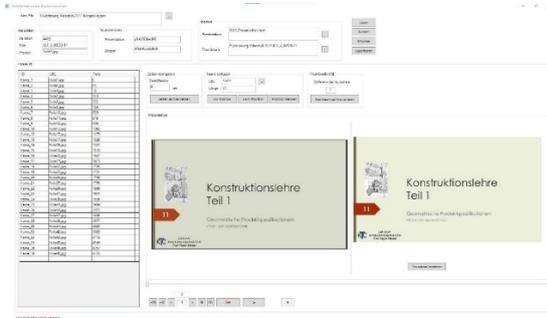


Abb. 4: Bearbeitung der Navigationselemente für die Vorlesung

Dazu wird das Präsentationsvideo geladen sowie der json-Struktur sowie der Pfad der Thumbnails angegeben. Die Übergänge zwischen den Slides können nun manuell mit den angezeigten Thumbnails feinabgestimmt werden. Alternativ können auch weitere Platzhalter eingefügt werden. Dies ist z.B. sinnvoll, wenn in die Präsentation weitere Videos eingebunden werden sollen (z.B. eine später aufgezeichnete Vorführung eines externen Tools, wie z.B. die Arbeit in einem CAD-System.

Schließlich werden alle erzeugten Dateien (zwei Videos, Thumbnails, Strukturfile) auf den Streaming-Server geladen.

#### 4. Erfahrungen und Weiterführung

Die Arbeit mit dem Player ist recht komfortabel und hat sich bewährt.

Nachteilig ist der bereits erwähnte Effekt, dass die Streaming-Plattform YouTube teilweise Werbung einblendet.

Wir arbeiten gegenwärtig an einer Lösung, die es ermöglicht, die Videos auf einem anderen Server bereitzustellen.

Das Navigieren innerhalb einer Vorlesung mit diesem Player relativ einfach möglich. Wünschenswert wäre eine Möglichkeit, kontextabhängig Sprungmarken zu setzen, um Inhalte auch über Vorlesungsgrenzen hinweg direkt anzuwählen.

Dies würde den Studenten dann ermöglichen, an Stellen wo auf Inhalte anderer Vorlesungen Bezug genommen wird, im Bedarfsfall diese unmittelbar anzuwählen. Diese Funktion ist grundsätzlich ergänzbar. Voraussetzungen einer Umsetzung werden gegenwärtig untersucht.

#### Literatur

- [1] Paella Player – the multistream player for lectures  
<https://paellaplayer.upv.es/>
- [2] Movavi-Screen Recorder  
<https://www.movavi.de>





## Produktion von Vorlesungsvideos mit Greenscreen-Technik

M. Beitelschmidt\*, D. Bernstein, J. Bieber, M. Schuster

*Professur für Dynamik und Mechanismen-technik, Institut für Festkörpermechanik, Fakultät Maschinenwesen, TU-Dresden*

### Abstract

Sollen Vorlesungsvideos zum Download oder als Livestream mit guter Qualität produziert werden, ist die Einrichtung eines Videostudios unumgänglich. Der Aufbau eines Studios mit einfachen Mitteln in einem umfunktionierten Seminarraum wird beschrieben. Dabei kommt Greenscreen-Technik zum Einsatz. Diese ermöglicht es, den Sprecher oder die Sprecherin vor seine digital generierten Inhalte zu stellen und ihn wie vor einer klassischen Tafel agieren zu lassen. Erfahrungen bei der Einrichtung und dem Betrieb des Studios werden dargestellt sowie eine Bilanz nach mittlerweile ca. 100 produzierten Lehrstunden gezogen.

If lecture videos are to be produced for download or as livestream with good quality, the establishment of a video studio is inevitable. The set-up of a simple studio in a converted seminar room is described. Green screen technology is used. This makes it possible to place the speaker in front of his digitally generated content and let him act as if he was in front of a classical blackboard. Experiences with the installation and operation of the studio are presented and conclusions are drawn after approximately 100 hours produced lessons.

\*Corresponding author: [michael.beitelschmidt@tu-dresden.de](mailto:michael.beitelschmidt@tu-dresden.de)

## 1. Einleitung und Rückblick

Im Rahmen der Online-Lehre werden von den Mitarbeiterinnen und Mitarbeitern der Professur für Dynamik und Mechanismentechnik seit dem Sommersemester 2020 Lehrvideos für Vorlesungen, Vorrechenübungen und ähnliche Formate produziert. Die Dozentinnen und Dozenten der Professur setzten dabei von Anfang an darauf, gewohnte, bereits seit Jahren digitale, Vortragsformate in eine Videodarstellung umzusetzen. Lehrveranstaltungen der Professur setzen sich häufig aus einem Mix aus „live“ handgeschriebenen Anteilen auf Basis von Microsoft OneNote auf Tablet-PC sowie PowerPoint Folien, ggf. mit handschriftlichen Ergänzungen, zusammen. Diese Präsentationsform wurde, speziell im Sommersemester 2020, mit Hilfe des Video-Produktionsprogramms Open Broadcaster Software® (OBS), teilweise mit Hineinschneiden eines kleinen Dozentenvideos (Abb. 1) umgesetzt.

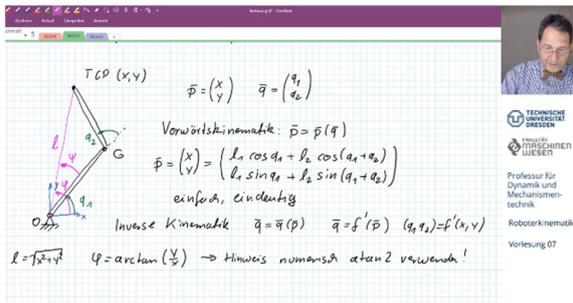


Abb. 1: Screenshot eines konventionellen Lehrvideos mit kleinem Dozentenbild

Im Sommersemester 2020 wurden die Videos von den Dozenten in der Regel im Homeoffice hergestellt. Das hat zwar, auch angesichts der kurzen Vorbereitungszeit, gut funktioniert, hat aber aus Sicht der Autoren folgende Nachteile:

- Die Qualität heimischer Kameras, z.B. einer Laptop-Kamera, ist nicht optimal. Im Sommer 2020 war es zudem quasi unmöglich, Kameras zu beschaffen.
- Hochwertige Tonqualität benötigt gute Mikrofone. Auch diese waren entweder nicht vorhanden oder nicht beschaffbar.
- Es war den Dozenten nicht möglich, im heimischen Umfeld einen Aufbau herzustellen, bei dem sie die Videos in der besseren

Sprechhaltung im Stehen produzieren konnten.

- Bei der Produktion aufwändiger Szenarien, z.B. mit Einbindung eines Experiments, fehlte eine Aufnahmeassistenten.

Um die genannten Nachteile auszuräumen, beschlossen wir, in den Räumlichkeiten der Professur ein Studio einzurichten, in dem die Vorlesungsvideos in professionellerer Umgebung produziert werden können. Dazu wurde ein Seminarraum, der früher für bis zu 30 Studierende geeignet war, umgerüstet. Dort können die Dozenten und Dozentinnen der Professur entweder Videos aufzeichnen, die später zum Download angeboten werden, oder Beiträge, die über Streamingportale wie YouTube verbreitet werden, produzieren. Von beiden Formaten wurde ab dem Wintersemester 2020 umfangreich Gebrauch gemacht.

## 2. Greenscreen Technik

Die Autoren sind davon überzeugt, dass ein Vorlesungsvideo massiv an Qualität gewinnt, wenn die sprechende Person im Video zu sehen ist. Das hat folgende Gründe:

- Die Sprachverständlichkeit steigt, wenn die Mimik und die Mundbewegungen der sprechenden Person sichtbar sind. Das ist gerade im Hinblick auf nicht-muttersprachliche Hörerinnen und Hörer sowie für englischsprachige Vorlesungen der Professur besonders wichtig.
- Die sprechende Person kann ihre Ausführungen durch Gesten untermalen. Zudem ist es möglich, Demonstrationen und Experimente einzubinden.
- Die Verbindlichkeit eines Vortrags steigt, wenn ein sprechender Mensch sichtbar ist und nicht nur Ton aus dem „Off“ kommt.

Moderne Fernsehstudios sind heute in der Regel Greenscreen-Studios. Das Studio ist weitgehend leer und mit einer grünen Rückwand oder sogar einem grünen Fußboden ausgestattet. Mit dieser Technik ist es möglich, die sprechende Person im Vordergrund aufzunehmen, „freizustellen“ und im Hintergrund einen beliebigen Inhalt einzublenden.

Die Greenscreen-Technik als eine Form des „Chroma Keying“ basiert auf digitaler Bildbearbeitung. Dabei erkennt die Video-Software im Vordergrundvideo die möglichst einheitliche Farbe Grün im Hintergrund und schaltet diese Flächen auf transparent. Dieses Bild kann nun digital vor ein weiteres beliebiges statisches oder bewegtes Videobild gelegt werden.

Diese Technik sollte auch für die Videos der Professur für Dynamik und Mechanismentechnik zum Einsatz kommen. Damit ist es möglich, dass die präsentierende Person im Vordergrund (Abb. 4), vor ihren im Hintergrund eingeblendeten Inhalten wie vor der klassischen Tafel agieren kann. So kann z.B. mit der Hand auf virtuelle Inhalte im Hintergrund gezeigt werden (Abb. 2).

Damit versprechen sich die Autoren eine besonders lebendige Gestaltung der Videos. Diese Technik wird im Fernsehen unter anderem bei der Wettervorhersage eingesetzt, wenn die Meteorologinnen oder Meteorologen vor einer nur virtuell eingeblendeten Wetterkarte präsentieren.

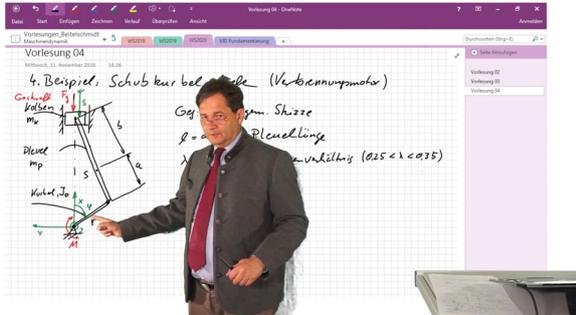


Abb. 2: Mögliches Agieren des Dozenten vor dem Hintergrundbild. Am unteren Rückenbereich ist ein „Schatten“ erkennbar, der durch nicht optimale Ausleuchtung entsteht.

### 3. Grundriss und Anordnung im Studio

Wie bereits erwähnt, ist ein grüner Hintergrund erforderlich. Für das Format wurde entschieden, dass nur der Oberkörper der Lehrperson sichtbar sein soll, da das für eine universitäre Lehrveranstaltung ausreichend ist. Somit ist nur eine hängende, grüne Rückwand von Decke bis Boden erforderlich. Entspre-

chende Tücher sind im Fachhandel für Videotechnik erhältlich.

Für ein gutes Ergebnis ist es erforderlich, dass der grüne Hintergrund möglichst einheitlich ausgeleuchtet ist. Dazu sind mehrere Scheinwerfer erforderlich, da bereits der Schattenschwurf der präsentierenden Person den Grünton des Hintergrundes so verfälschen kann, dass die Video-Software diesen nicht mehr eindeutig als „Hintergrund“ erkennt (Abb. 2).

Für ein gutes Agieren vor der Kamera und Zeigeoperationen auf dem virtuellen Inhalt ist es sehr wichtig, dass sich die sprechende Person vor dem bereits fertig abgemischten Gesamtbild sehen kann. Dazu wurde ein 65-Zoll Fernseher direkt gegenüber der Bewegungszone als Kontrollbildschirm aufgestellt.

Als beste Kameraposition hat sich eine Montage oben in der Mitte des Kontrollbildschirms herausgestellt. Das kommt der Funktion eines Teleprompters nahe, da die sprechende Person, wenn sie auf den Kontrollbildschirm schaut, quasi automatisch auch in die Kamera blickt.

Der Sprecherplatz mit einem schreibfähigen Tablet auf einem Pult wurde seitlich angeordnet. Das hat den Sinn, dass die präsentierende Person in der Regel seitlich am Rand des Bildes steht, wenn sie auf dem Tablet mit dem Stift Inhalte entwickelt, und damit nicht die virtuelle Tafel verdeckt. Für Zeigevorgänge und Interaktion mit dem Bild kann die Person das Pult verlassen und vor das virtuelle Bild treten (Bewegungsfläche in Abb. 3).

Für die Tonaufzeichnung wurde wahlweise sowohl das RODE-NT-USB-Mikrofon auf einem Stativ als auch ein Ansteck-Funkmikrofon von Sennheiser EW 100 G3 verwendet. Hinter dem Bildschirm, in angemessener Entfernung, ist der Operatorplatz angeordnet. Hier kann ein Aufnahmeassistent oder -assistentin Platz nehmen, um den Aufnahmevorgang zu überwachen, zwischen Aufnahmemodi zu wechseln, den Sprecher oder die Sprecherin auf inhaltliche und technische Pannen aufmerksam zu machen sowie bei Livestreams die Kommunikation mit den Hörerinnen und Hörern zu koordinieren. Die Anordnung des Studios ist in Abb. 3 schematisch dargestellt.

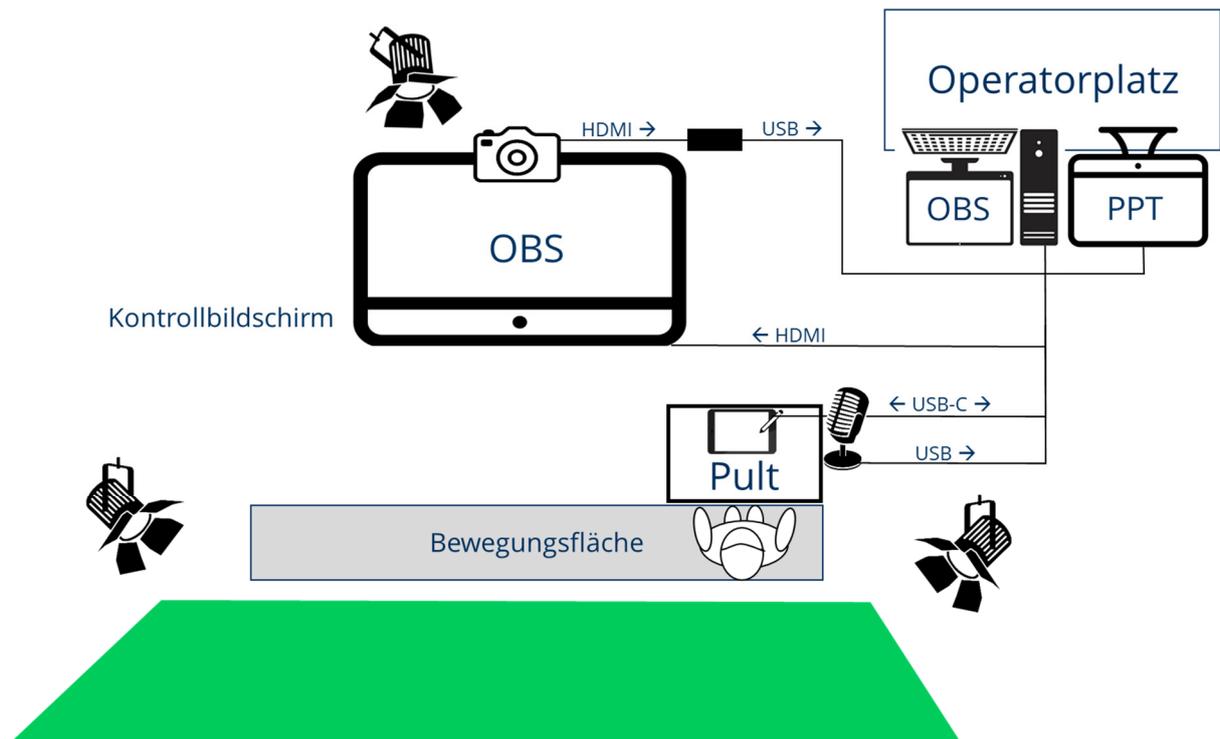


Abb. 3: Grundriss des Studios

Abweichend zur Symboldarstellung in Abb. 3 werden keine klassischen Scheinwerfer, sondern moderne LED Panels eingesetzt. Die Anordnung ist jedoch korrekt dargestellt: Eine Hauptlichtquelle direkt über dem Kontrollbildschirm leuchtet die sprechende Person aus. Durch die Breite von 30 cm dieses Panels wird ein scharfer Schattenriss der Person bereits teilweise abgemildert. Die beiden seitlichen Scheinwerfer beleuchten schräg nur die grüne Wand hinter der sprechenden Person, um den Schattenwurf weiter zu verringern.

Abb. 4 zeigt das Innere des Studios mit einem Sprecher. Oberhalb des Kontrollbildschirms ist die Kamera sowie die Hauptlichtquelle zu erkennen. Die eine der beiden seitlichen Lichtquellen (kleines weißes Rechteck im roten Kreis) ist für das Foto ausgeschaltet worden, um Gegenlicht im Bild zu vermeiden. Deswegen ist der Schatten der Person auf der grünen Wand relativ scharf erkennbar. Auf dem Kontrollbildschirm sieht der Sprecher das fertig zusammengesetzte Videobild.

Abb. 5 zeigt die Perspektive der Vortragenden im Studio. Vor dem Sprecher oder der Sprecherin liegt das Tablet auf dem Pult, dahinter ist das Mikrophon auf einem Stativ montiert. Ge-



Abb. 4: Bild aus dem Studio (Foto: M. Beitelschmidt)

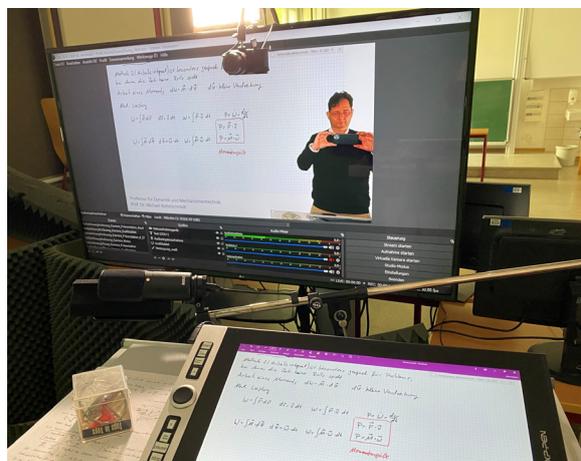


Abb. 5: Perspektive der Vortragenden (Foto: M. Beitelschmidt)

genüber befindet sich der Kontrollbildschirm, auf dem sich die Vortragenden wie im Spiegel sehen.

#### 4. Software und Hardware

Die gesamte Aufnahmetechnik wird von einem Standard-PC gesteuert, der von der Aufnahmeassistenten bedient wird. An diesem PC sind das jeweilige Mikrofon und die Kamera über einen HDMI-USB Konverter angeschlossen. Das stiftsensitive Tablet (XP-Pen Innovator 16) auf dem Sprecherpult wird mit USB-C über einen Adapter an einen DisplayPort des PC angeschlossen (Abb. 3). Die auf dem Rechner genutzte Software OBS beherrscht Greenscreen. Der PC ist mit einem Intel Xeon E6-2667 Prozessor (3,2 GHz) ausgestattet und verfügt über 32 GB Arbeitsspeicher. Die Leistungsfähigkeit des Geräts wird allerdings während der Videoaufnahme nicht ausgeschöpft. Am PC sind vier Bildschirme angeschlossen:

1. Auf einem Bildschirm sieht die Assistenten die OBS-Oberfläche.
2. Als zweiter Bildschirm fungiert der Kontrollbildschirm (Großbildfernseher) der Vortragenden, auf den der Assistentenbildschirm mit der OBS-Oberfläche dupliziert wird.
3. Auf einem dritten Bildschirm werden eingebundene PowerPoint-Präsentationen angezeigt.
4. Das Tablet am Sprecherpult ist ein weiterer Bildschirm.

Der Betrieb der vier Bildschirme ist mit den am PC vorhandenen Video-Ausgängen, einem DVI-Ausgang und zwei DisplayPorts, möglich. Die Schirme 1 und 2 erhalten über einen DisplayPort das gleiche Bildsignal, das durch einen externen Splitter dupliziert wird. Bildschirm 3 ist am DVI-Ausgang angeschlossen. Das Tablet als Bildschirm 4 ist mit einem speziellen Adapter mit dem zweiten DisplayPort verbunden.

Wie im ersten Abschnitt erwähnt, kommen vor allem zwei Darstellungsmodi zum Einsatz: Im OneNote-Modus sehen die Vortragenden ihre OneNote Seite auf dem Tablet und können darin mit dem Tablet-Stift schreiben. OBS greift

diesen Screen ab und macht daraus den Bildschirmhintergrund, vor den das freigestellte Sprechervideo gelegt wird.

Im PowerPoint-Modus wird mit der Referenzenansicht gearbeitet, auf dem dritten Bildschirm entsteht die Präsentationsansicht, die von OBS abgegriffen wird. Diese wird dann wieder mit dem Sprechervideo überlagert.

Mit Hilfe vorbelegter Funktionstasten auf dem Tablet (Abb. 5, linker Rand des Tablets) kann der Sprecher oder die Sprecherin auch selbstständig zwischen den Modi umschalten sowie die Aufzeichnung starten, stoppen und pausieren. Bei einfachen Aufzeichnungen kann damit sogar auf die Assistenten verzichtet werden. Die Pausenfunktion können die Vortragenden z.B. nutzen, um Textpassagen oder Abbildungen in OneNote „offline“ vorzubereiten und anschließend bei laufendem Video zu erläutern, was die Lebendigkeit erhöht.

Tabelle 1 zeigt eine ungefähre Aufstellung der Anschaffungskosten zur Einrichtung des Studios. Hinzu kommt der beschriebene PC, HDMI- und USB-Kabel sowie zwei 24“-Bildschirme. Stative für Mikrofon und Scheinwerfer waren an der Professur vorhanden.

Tabelle 1: Kostenaufstellung der wichtigsten Hardwarekomponenten

Gerät	Typ	Preis
<b>Kamera</b>	Sony Alpha 6000	500€
<b>Mikrofone</b>	RODE-NT	150€*
	Sennheiser EW 100 G3 (mit tragbarem Sender und Empfänger)	700€*
<b>Tablet</b>	XP-Pen Innovator 16	500 €
<b>65-Zoll Bildschirm</b>	LG 65UK6400	700€*
<b>Beleuchtung</b>	Walimex Pro Nova 300 bzw. 150	160€
<b>Hintergrund</b>	Neewer 2,6 x 3 m Greenscreen	110€

\*musste nicht beschafft werden

## 5. Erfahrungen

Prinzipiell gelang es schnell, im Studio gute Videos zu produzieren. Eine erste Lernschleife betraf die Kamera: Eine normale „Webcam“, reicht für ein gutes Abtrennen des grünen Hintergrundes nicht aus. Auch wenn diese ein hochauflöstes Bild liefert, sorgt ein starkes Rauschen für Probleme beim Freistellen. Als sehr geeignet stellte sich eine Sony Alpha 6000 Kamera mit Full HD-Videoauflösung heraus.

Bei den Mikrofonen konnte noch kein grundsätzliches Optimum gefunden werden. Für Vortragende, die vor allem am Pult stehen und wenig vor dem Hintergrund agieren, liefert das stationäre Mikrophon am Stativ vor dem Pult den besseren Ton. Bewegt sich die Sprecherin oder der Sprecher viel vom Pult weg, ist das ansteckbare Funkmikrophon wahrscheinlich die bessere Wahl.

Nach der Produktion der ersten Vorlesungsserien fiel auf, dass, unabhängig von der Wahl des Mikrofons, zu viel „Hall“ im Ton zu hören war. Das ist sicher darauf zurückzuführen, dass der zum Studio umfunktionierte Seminarraum im Wesentlichen sechs schallharte und damit reflektierende Wand-, Boden- und Deckenflächen aufweist.

Deswegen wurde begonnen, schallabsorbierendes Material im Studio anzubringen (teilweise sichtbar auf Abb. 4 und Abb. 5). Hierbei wurde und wird bisher noch experimentell vorgegangen. Eine Messung z.B. der Nachhallzeit bei verschiedenen Anordnungen der Absorptionmaterialien wurde noch nicht durchgeführt. Eine akustische Optimierung des Studios ist weiterhin noch in Arbeit.

Eine große Herausforderung für die Vortragenden ist die Interaktion mit ihrem Vorschaubild auf dem Kontrollbildschirm. Nur so können sie z.B. auf Inhalte der eingeblendeten Präsentation zeigen (Abb. 2). Dafür ist es erforderlich, auf dem Kontrollbildschirm den Vortragenden ihr eigenes Spiegelbild zu zeigen (Abb. 5). Da aber alle Inhalte (Texte etc.) seitenrichtig sein sollen, ist es erforderlich, den Sprecher oder die Sprecherin im Video zu spiegeln. Für die Zuschauer erscheint somit auch im endgültigen Video ein Spiegelbild der Vortragenden Person. Bei der gewählten Anordnung sehen die Zuschauer die Präsentierenden mit der

„rechten“ Hand auf etwas zeigen, tatsächlich muss aber die linke verwendet werden, was für Rechtshänder etwas Übung erfordert. Besonders vertrackt sind mit den Händen angedeutete Drehbewegungen oder die „Rechte-Hand-Regel“, da diese in entgegengesetzte Richtung vorgeführt werden müssen.

Die gesamte Technik wird sowohl für die Aufzeichnung von asynchron bereitgestellten Lehrvideos als auch zur Produktion von Livestreams verwendet. Die Software OBS bietet hierzu eine Schnittstelle für YouTube an.

Nach der Aufzeichnung der asynchronen Inhalte werden diese einer einfachen Nachbearbeitung mit der Open Source Software ShotCut unterzogen, bei der das Rohmaterial zusammengeschnitten und ggf. grobe Fehler beseitigt wurden. Die Produktion kann somit durch „live on tape“ beschrieben werden.

Da das Studio in den Räumen der Professur aufgebaut ist, ist es einfacher möglich, Demonstrationen und Experimente aus dem Fundus in ein Video einzubinden, als entsprechendes Material in einen Hörsaal zu transportieren (Abb. 6). Davon soll in Zukunft noch intensiver Gebrauch gemacht werden.

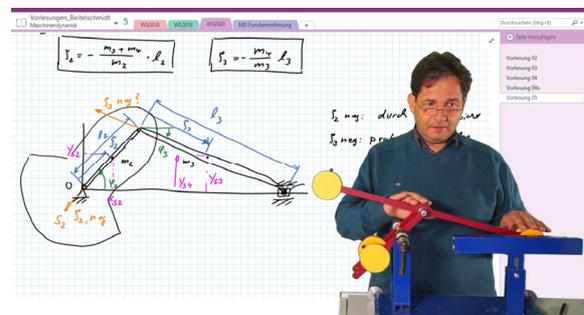


Abb. 6: Vorführung eines Experiments im Vorlesungs-Video

Folgende Veranstaltungen wurden im Wintersemester im Studio produziert:

1. Maschinendynamik
  - 20 h Vorlesung
  - 10 h Zentralübung + Übungseinführungen
2. Gekoppelte Simulation/Echtzeitsimulation (Englisch)
  - 14 h YouTube Livestreams
3. MKS in der Fahrzeugtechnik
  - 10 h Vorlesung + Übungseinführungen
4. Einführungen in Online-Praktikumsversuche

Insgesamt bewerten die Autoren und andere Mitarbeiter der Professur für Dynamik und Mechanismentechnik die Anwendung der Studio-Technik als großen Fortschritt, mit dem im Wintersemester 2021 sehr ansehnliche Videos produziert werden konnten. Auch die positiven Rückmeldungen der Studierenden, sowohl Einzelaussagen als auch die Lehrevaluation, bestätigen diese Ansicht.

Im Sommersemester 2021 wird das Studio weiter im Einsatz sein.

### **Danksagung**

Wir danken der Fakultät Maschinenwesen für den Kauf der Kamera sowie dem ZIH der TU Dresden für die Ausleihe des Mikrofons.





# Produktion von langfristig nutzbaren Lern-/Lehrvideos und deren Einarbeitung in Vorlesungsreihen und Studiengänge

A. Ehrenhofer<sup>1,2\*</sup>, M. Hahn<sup>3</sup>, N. Christl<sup>3</sup>, T. Wallmersperger<sup>2</sup>

<sup>1</sup> *Dresden Center for Intelligent Materials, Bereich Ingenieurwissenschaften, TU Dresden*

<sup>2</sup> *Institut für Festkörpermechanik, Fakultät Maschinenwesen, TU Dresden*

<sup>3</sup> *Wilhelm-Büchner-Hochschule, Darmstadt*

## Abstract

Die Erstellung von Lern-/Lehrvideos zum Ersatz von Präsenzvorlesungen und Übungen ist aus Anlass der Schließung der Universitäten im Jahr 2020 vielerorts in den Fokus gerückt. Derartige Videos können jedoch auch abseits derartiger Ereignisse einen wertvollen Beitrag zur universitären Lehre leisten. Im vorliegenden Beitrag zum *Lessons Learned Journal* werden Erfahrungen zur Produktion von langfristig nutzbaren digitalen Formaten dargestellt. Dazu wird ein Überblick über die Schritte der Erstellung von Lern-/Lehrvideos und Vorlesungsvideos gegeben. Dies beinhaltet Beispiele für Hardware und Software sowie Details zu Vor- und Nachbereitungsschritten. Des Weiteren wird auf die Integration der Videos in Lehrveranstaltungen eingegangen und ein Ausblick auf die Nutzung der Produktionen im Kontext des maschinellen Lernens gegeben.

The production of teaching/learning videos as a replacement for lectures and tutorials has come into focus in 2020 due to the close-down of the universities. However, this kind of video productions can also add value to university teaching when the usual presence teaching is resumed. In the current contribution to the *Lessons Learned Journal*, we share experiences about the sustainable production of teaching videos that can be used long-term. We give insights about the production steps, the hardware and software requirements and the integration into university courses. Finally, we give an outlook of the usage of the videos as a database for machine learning applications.

\*Corresponding author: [adrian.ehrenhofer@tu-dresden.de](mailto:adrian.ehrenhofer@tu-dresden.de)

## 1. Einführung und Zweck der Lernvideos

Die Erstellung von digitalen Formaten zum Ersatz von Präsenzvorlesungen und -übungen ist aus Anlass der Vermeidung von Präsenzlehre im Sommersemester 2020 vielerorts ins Zentrum gerückt. Insbesondere Lern-/Lehrvideos, in denen Inhalte von naturwissenschaftlich und ingenieurwissenschaftlich geprägten Studiengängen dargestellt werden, können jedoch auch abseits dieses singulären Ereignisses einen wertvollen Beitrag zur universitären Lehre leisten.

*Screencast*-Videos, bei denen ein Computerbildschirm aufgenommen und die dargestellten Schritte sprachlich ergänzt werden, sind insbesondere aus dem Kontext von Software-Schulungen bekannt [1]. Im akademischen Kontext wurde die Aufnahme und Bereitstellung von Vorlesungen in Form von Bildaufnahmen jedoch bereits in Zeiten vor dem Heimcomputer genutzt, so zum Beispiel in der 1955 erschienenen, im Fernsehen ausgestrahlten Vorlesungsreihe „The secret of flight“ der Universität Iowa (wiederveröffentlicht [2]). Insbesondere für die Erklärungen von mathematischen Zusammenhängen gibt es inzwischen reichlich online verfügbare Materialien, die wesentlich zum Lernerfolg von Studierenden beitragen können [3], [4].

Seit 2019 ist in Zusammenarbeit zwischen Lehrenden der TU Dresden und der Wilhelm-Büchner-Hochschule Darmstadt ein Rahmen zur effizienten Erstellung von Lernvideos in den Ingenieurwissenschaften entstanden. Die dabei gesammelten Erfahrungen konnten erfolgreich für den im Sommersemester 2020 notwendigen, spontanen Umstieg auf digitale Fernlehre am Institut für Festkörpermechanik der TU Dresden übertragen werden.

Im vorliegenden Beitrag zur *Lessons Learned* Publikation sollen die Erfahrungen der effizienten Produktion von qualitativ hochwertigen Lernvideos geteilt werden. Ein besonderes Augenmerk liegt dabei auf der langfristigen Nutzbarkeit. Dabei wird in der vorliegenden Arbeit gemäß des konstruktivistischen Verständnisses von Lehre – in der die Lehrenden eine eher unterstützende und fördernde Rolle einnehmen [5], [6] – die lernendenzentrierte Form „Lernvideos“ statt „Lehrvideos“ verwendet.

Die Arbeit gliedert sich dabei wie folgt: Nachdem im aktuellen Kapitel auf die Definition des Zwecks und auf verschiedene Video-Typen eingegangen wird, folgt darauf Kapitel 2 zu den Voraussetzungen und der technischen Basis, die zur Erstellung von Lernvideos notwendig ist. In Kapitel 3 werden die Phasen in der Erstellung eines Lernvideos dargestellt. Kapitel 4 widmet sich der Integration von Lernvideos in hybride Lehrveranstaltungen. In Kapitel 5 soll der Blick auf neue digitale Möglichkeiten im Kontext der Nutzung von Lernvideos als Datenbasis für maschinelles Lernen geweitet werden, bevor in Kapitel 6 Zusammenfassung und Ausblick zu finden sind.

Lernvideotypen – Vor der Erstellung eines Videos muss dessen Zweck klar festgelegt werden. So kann z.B. zwischen den folgenden vier Typen unterschieden werden:

1. In „Vorlesungsvideos“ werden Frontal-Vorlesungen in den digitalen Raum überführt. Sie dienen damit der Verlegung des passiven Konsums von Wissenseinheiten in die selbständige Arbeit. Dies eröffnet die Möglichkeit zur interaktiveren Nutzung der Präsenz-Vorlesungszeiten. In der aktuellen Situation mit dem weitgehenden Stillstand der Präsenzlehre an Universitäten müssen sie jedoch die Rolle der Vorlesungen vollständig übernehmen.
2. Dient das Video dazu, einen bestimmten, eng abgegrenzten Aspekt eines Themengebiets zu beleuchten, so kann beispielsweise ein kurzes animiertes Video diesen Zweck erfüllen. Themen können z.B. in der Technischen Mechanik die Schwerpunktberechnung oder die Definition der Spannung sein. Videos dieses Typs können als „Knackpunktvideos“ bezeichnet werden.
3. Soll das Video dazu dienen, einen Laboraufbau oder ein Fertigungsverfahren darzustellen, so ist das Video vor Ort unter realen Bedingungen aufzunehmen. Bei einem Video, das verschiedene Fertigungsschritte vorführen soll, werden diese einzelnen Schritte detailliert und inklusive aller zur Verwendung kommenden Materialien aufgezeigt.
4. Hat man die Intention ein „Vorrechenvideo“ aufzuzeichnen, in dem Studierende

einen Aufgabentyp erlernen sollen – zum Beispiel in Vorbereitung einer Prüfung – so sollte das Video sich im Sinne des *Constructive Alignment* [7], [8] an dem orientieren, was als Lernziel definiert wurde und in der Prüfung abgefragt wird. Da die abschließenden Prüfungen in MINT-Fächern nach wie vor einen schriftlich-mathematischen Wesenszug haben, in dem Aufgaben gelöst werden, bietet das schriftliche Vorführen bzw. Vorrechnen von Aufgaben desselben Niveaus einen großen Vorteil für Studierende. In diesen Vorrechenaufgaben werden dann die spezifischen Knackpunkte in einem Rechenweg zusammengebracht. Auch können verschiedene Rechenwege aufgezeigt werden, und verschiedene *Dos und Don'ts* für den Aufgabentyp hervorgehoben werden.

In der vorliegenden Arbeit liegt der Fokus auf Lernvideos gemäß (4), welche einen Rechenweg zu einer Aufgabe schrittweise schriftlich und unterstützt durch das gesprochene Wort darstellen. Dazu wurden 49 Lernvideos dieser Art für die Technische Mechanik (Statik und Festigkeitslehre) an der Wilhelm-Büchner-Hochschule erstellt. Da Vorlesungen in Grundlagenfächern des Maschinenwesens und in spezialisierten Fächern der mathematisch geprägten Studienrichtung „Simulationsmethoden des Maschinenbaus“ oft einen dazu ähnlichen Wesenszug haben, lassen sich viele der Erkenntnisse auf Vorlesungsvideos gemäß (1) übertragen. Dazu wurden 48 Videos im Fach „Stab- und Flächentragwerke“ (Sommersemester 2020) sowie 20 Videos im Fach „Struktur, Strömung und Kopplung“ (Teil 1: Struktur, Wintersemester 2020/2021) an der TU Dresden produziert, vgl. Tabelle 1.

Tabelle 1: Produzierte Videos mit Anzahl  $N$ , Gesamtzeit  $\Sigma T$  und Durchschnittsdauer der Videos  $\bar{\Theta} T$ .

Typ	N	$\Sigma T$	$\bar{\Theta} T$
Technische Mechanik	49	525min	10,7min
Stab- und Flächentragwerke	48	517min	10,8min
Struktur, Strömung und Kopplung	20	277min	13,9min

Im folgenden Kapitel werden die Erkenntnisse zu den einzelnen Schritten im Produktionsprozess im Hinblick auf die langfristige Nutzbarkeit dieser Videos dargestellt.

## 2. Voraussetzungen und technische Basis

Zur Erstellung von Lernvideos, in denen schrittweise mathematisch-technische Zusammenhänge hergeleitet werden sollen, bietet sich die Nutzung von Tablet-Computern und Screencapturing an. Im aktuellen Kapitel sollen Beispiele für Hard- und Software aufgezeigt werden. Darauf folgend wird auf die Nutzung von Bildmaterial und auf die geplante Nutzungsdauer der Videos eingegangen. Im Abschnitt „Sonstige Vorbereitungen“ wird auf die stimmliche und manuelle Vorbereitung eingegangen.

**Hardware** – Als technische Basis eignet sich prinzipiell jeder Tablet-Computer bzw. jedes Convertible mit eingebautem oder mit extern angeschlossenenem Digitizer. Es ist jedoch darauf zu achten, dass die Bildschirmauflösung, die bei Screencapturing gleichzeitig die maximal erreichbare Auflösung der Aufnahme ist, für den Anwendungszweck hoch genug ist. Für die Audio-Aufnahme ist möglichst auf ein externes Headset zurückzugreifen, da sonst Kratzgeräusche des Stiftes oder – im Falle eines Standmikrofons – je nach Sprechrichtung Einbußen in der Soundqualität auftauchen. Für eine angemessene Qualität der Aufnahme kann auf das umfangreiche Wissen der Podcasting-Szene zurückgegriffen werden [9]. Für eine rauschfreie Aufnahme bieten sich z.B. Kondensator-Mikrofone an, die über ein Audio-Interface und USB angeschlossen werden.

Tabelle 2: Im vorliegenden Fall genutzte Hardware.

Typ	Produkt
Tablet/PC	MS Surface Book Gen.1
Stift	Microsoft Surface Pen
Mikrofon	Beyerdynamic DT-297-PV/80 MKII
Audio-Interface	Focusrite Scarlett 2i2 3rd Gen
Externe Festplatte	Western Digital WDBC3C0020BBL-WESN 2TB

Im vorliegenden Fall kam Technik gemäß Tabelle 2 zum Einsatz. Die Aufnahme von handschriftlichen Herleitungen lässt sich auch mithilfe eines Visualizers realisieren, wobei die Abdeckung des Aufschriebs mit der Hand beachtet werden muss.

Software – Zur Aufnahme des Bildschirms (Screencapturing) ist eine große Zahl von Softwarelösungen auf dem Markt verfügbar. Dabei können kommerzielle Lösungen gewählt werden, die neben der Aufnahme auch den Schnitt der Videos erlauben. Im vorliegenden Falle wurde die *Screencast-o-matic* Software verwendet. Eine andere Variante ist *Camtasia*. Alternativ kann auf eine Kombination von Programmen für Aufnahme und Schnitt zurückgegriffen werden (z.B. *Open Broadcaster Software (OBS)-Studio* kombiniert mit *DaVinci Resolve*), für die dann ein passender Workflow definiert werden sollte. Für Videos, die auf Foliensätzen basieren, lässt sich beispielsweise die in *Microsoft PowerPoint* integrierte Aufnahmefunktion nutzen.

Zur Erstellung des Aufschriebs kann ein beliebiges Programm mit Whiteboardfunktion verwendet werden. Je nach persönlicher Neigung und Übung im Schreiben auf Tablets können Hilfslinien verwendet werden. Diese erschweren jedoch die Nachbearbeitung, insbesondere die Nutzung von Einblendungen/Overlays. Es bietet sich an, dieses Programm auch zur Erstellung des Drehbuchs zu verwenden. Im vorliegenden Fall wurde Microsoft OneNote genutzt.

In Tabelle 2 ist außerdem auf eine externe Festplatte verwiesen, da im Laufe einer Vorlesungsreihe große Datenmengen entstehen können. Im Rohformat ergeben sich bei der genannten *Screencast-o-matic* Software für ein Lernvideo durchschnittlich 1-2 GB Speicherplatzbedarf, der jedoch mit einfacher Komprimierung deutlich reduziert werden kann. Die Datengröße der im MP4-Format exportierten Filmdokumente (HD-Videos 1920 x 1080 Pixel) ist insbesondere für das Versenden und Veröffentlichenden relevant. Ein Lernvideo kann mit 15-20 Minuten Dauer eine Größe von 60 MB haben. Mit Grafikelementen, wie Intro und Outro sowie Tonbearbeitung ergeben sich daraus bis zu 250 MB. Die Server für die Bereitstellung

und Archivierung der Dateien sollten daher ausreichende Kapazitäten dafür bereitstellen.

Grafiken und Bilder – Die Verwendung von Grafiken, Bildern, Zeichnungen und Tabellen lockern das Video auf und geben einen zusätzlichen Eindruck zum Lerninhalt. Um außerhalb des akademischen Kontextes die Verwendung urheberrechtlich geschütztem Materials reibungslos abzusichern, sollte man darauf achten, dass diese unter einer freien Lizenz (z.B. Creative Commons <https://creativecommons.org/licenses>) stehen oder eine entsprechende Lizenz zur Nutzung erworben wurde (z.B. aus einem Archiv/Stock Material). Am einfachsten ist es, eine selbst erstellte Grafik zu verwenden und dies kenntlich zu machen. Beim Weiterverwenden und Weitergeben des Videos, ist es wichtig, die Lizenz zu berücksichtigen oder entsprechend neu zu lizenzieren. Die Nutzung beinhaltet die veröffentlichte Umgebung, Nutzungsdauer und den Inhaber.

Alterung von Lernvideos – Die Frage der Nutzungsdauer von Lernvideos sollte bereits vor der Produktion diskutiert werden. Dabei muss einerseits die Aktualität der behandelten Themen und andererseits die technische Seite berücksichtigt werden. Im vorliegenden Fall von Lernvideos und Vorlesungen in der Technischen Mechanik ist auf absehbare Zeit von keiner großen Änderung der fachlichen Inhalte auszugehen. Damit muss besonderes Augenmerk auf die Schaffung der technischen Voraussetzungen für die Langlebigkeit des Materials gerichtet werden. Dies betrifft sowohl das Bildformat als auch die Auflösung der Videos. Viele Bilder liegen üblicherweise in einem pixelbasierten Format, wie .jpg oder .png vor, ihre Vergrößerung ist deshalb limitiert, weil sie schnell *gerastert/verpixelt* aussehen. Im Gegensatz dazu ist ein .svg-Format vektorbasiert und kann verlustfrei vergrößert und verkleinert werden. Zu empfehlen ist es, die größtmögliche Bildgröße zu verwenden und später nicht mehr als um 15%-20% zu vergrößern.

Da ein Screencast naturgemäß pixelbasiert vorliegt, muss hier auf die passende Auflösung geachtet werden. Im vorliegenden Fall erfolgten Verwendung und Bereitstellung der Videos im HD-Format (1920 x 1080 Pixel). Es ist jedoch

absehbar, dass die Entwicklung weiter voranschreitet und höhere Auflösungen notwendig werden. Um nachhaltig zu planen und auf zukünftige Formatveränderung in der Videoerstellung vorbereitet zu sein, beispielsweise auf die Bildauflösung 4K (3840 x 2160 Pixel), empfiehlt es sich, soweit es technisch möglich ist, auf der nächsthöheren Stufe (HD → 4K; 4K → 8k) aufzuzeichnen und im Schnitt und beim Rendern auf das geringer aufgelöste Format zu verkleinern. Wenn es erforderlich wird, kann später das Material noch einmal verwendet werden und mit einer höheren Auflösung gerendert werden.

Es ist möglich, dass aktuelle Entwicklungen in der nachträglichen Erhöhung der Auflösung mithilfe neuronaler Netze (*Super-resolution* [10], [11]) diese Schritte in Zukunft überflüssig machen.

Sonstige Vorbereitungen – Neben technischen Investitionen sind außerdem Investitionen in die eigene Vorbereitung notwendig. Dies betrifft zum einen die Gewöhnung an das Schreiben auf einem Digitizer. Es empfiehlt sich dazu, auf grundlegende Schreibübungen (z.B. Zeilenweise das Alphabet) zurückzugreifen, da ein *on-the-fly* Üben in den meisten Fällen nicht zu einem zufriedenstellenden Ergebnis führt. An dieser Stelle sollte auch bereits die Überlegung getätigt werden, welche Strichstärke für den Einsatzzweck passend ist (z.B. Anzeige auf dem Smartphone oder Anzeige auf PC-Bildschirm), da dies einen großen Einfluss auf die Gewöhnung an das Schreiben auf einem Digitizer hat. Die allgemeinen Vorbereitungen sollten auch auf die Art des Sprechens ausgedehnt werden. So ist es möglich, langsames und deutliches Sprechen zu trainieren [12] und mithilfe von Selbst-Aufnahmen die eigene Performance zu optimieren. Weitere Details zur Sprache und Stimme werden im Abschnitt „Durchführung“ in Kapitel 3 gegeben. In diesem Kapitel wird außerdem auf die Vor- und Nachbereitung der Aufnahmen eingegangen.

### 3. Phasen der Erstellung von Lernvideos

In diesem Abschnitt wird kurz auf die Phasen der Erstellung und auf ihren Anteil im zeitlichen Gesamtaufwand eingegangen. Danach werden die einzelnen Schritte näher erläutert.

Die Schritte zur Erstellung eines Lernvideos sind wie üblich (1) Vorbereitung, (2) Durchführung und (3) Nachbearbeitung, siehe Abbildung 1. Dazu kommt ein weiterer Schritt der (4) Distribution/Verteilung.

In der Gesamtzeit der Produktion eines Videos lassen sich die prozentualen Anteile zwischen den ersten drei Schritten (hier als Beispiel 40%, 20% und 30%) je nach persönlicher Neigung verschieben, der vierte Schritt der Distribution ist dabei aber im Allgemeinen gleichbleibend.



Abb. 1: Schritte und zugehöriger prozentualer Anteil in der Gesamtzeit zur Erstellung des Videos. In der vorliegenden Arbeit ergaben sich die hier aufgeführten Anteile (40-20-30-10).

Wird zum Beispiel sehr großer Aufwand in die Vorbereitung investiert (z.B. wörtliche Ausformulierung des Drehbuchs), so sind weniger Aufnahmeversuche (Takes) notwendig. In den meisten Fällen sinkt damit auch der Nachbearbeitungsaufwand (50-20-10-10). Wird hingegen nur sehr geringer Aufwand in der Vorbereitung investiert, müssen während der Aufnahme gelegentlich ganze gedankliche Absätze neu formuliert werden, um dieselbe Qualität zu erreichen. Die unvollständigen Sätze oder Aussprachemissgeschicke müssen wiederum in der Nachbearbeitung herausgeschnitten werden (10-40-40-10).

In Abbildung 2 sind die prozentualen Anteile der einzelnen Phasen für 49 Lernvideos der Technischen Mechanik dargestellt. Durch Verschiebung der Anteile von (50-30-10-10) zu (10-40-40-10) ließ sich keine globale Zeitersparnis realisieren, die nicht durch die individuelle Verbesserung jedes Schrittes erklärbar wäre. Dies galt jedoch nur, insofern ein Minimal-Drehbuch (konkreter Aufschrieb, Berechnungen, An- und Abmoderation) genutzt wurde. Eine

spontane Berechnung/Improvisation hat sich immer als zu fehleranfällig erwiesen. Es empfiehlt sich, zum besseren Verständnis der eigenen Effizienz in der Erstellung und zur Optimierung über die einzelnen Schritte Buch zu führen. Daraus lässt sich, ähnlich dem Prinzip der aus der Software-Technik bekannten Pipeline-Optimierung, identifizieren, bei welchem Prozessschritt sich mit geringstem Aufwand die größten Effizienzgewinne erzielen lassen.

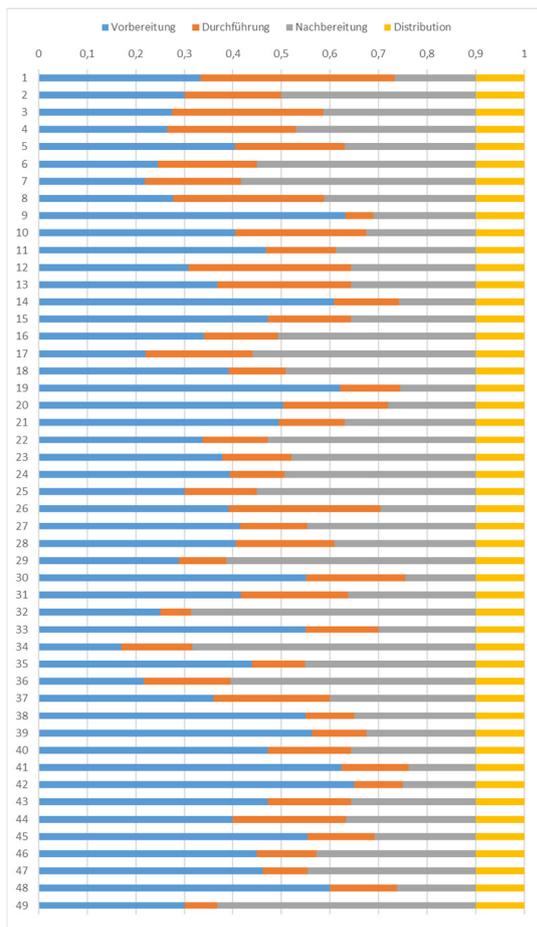


Abb. 2: Prozentualer Anteil der Phasen (1) Vorbereitung, (2) Durchführung, (3) Nachbearbeitung und (4) Distribution bei 49 produzierten Lernvideos (Technische Mechanik)

**(1) Vorbereitung** – Im ersten Schritt wird zuerst das Ziel des Videos definiert. Bei Lernvideos, in denen eine einzelne Aufgabe vorgerechnet werden soll, ist dies die Aufgabenstellung; bei Vorlesungsvideos ist es ein übersichtlicher Sinnabschnitt (Thema). Aus der Lösung der Aufgabe bzw. aus dem Aufschrieb des Themas kann nun ein Drehbuch erstellt werden, in dem die zu schreibenden Texte und Formeln aufgeführt sind. Dieses kann durch zusätzliche

Anweisungen in Stichpunktform (Gedankenstützen im freien Reden) bis hin zu voll ausformulierten Textpassagen ergänzt werden. Zu den Anweisungen kann auch der gelegentliche Hinweis auf langsame und deutliche Sprache sowie die konsistente Nutzung von Farben untergebracht werden. Es ist außerdem hilfreich, eine konsistente An- und Abmoderation auszuformulieren.

**(2) Durchführung** – Die konkrete Aufnahme beginnt mit Erzeugung einer passenden Aufnahmeumgebung und einem Technik-Check. Ideale Videoaufnahmebedingungen ergeben sich in einer ruhigen Umgebung, in einem gedämmten Raum mit wenig Störgeräuschen von außen (Bauarbeiten, Auto-, oder Flugzeugverkehr, Kinderlärm). Die Durchführung in den Abend-/Nachtstunden kann Abhilfe schaffen, wenn sonst bestimmte Geräuschquellen schwer kontrollierbar sind. Eine Qualitätssteigerung der Aufnahme erzielt das Nutzen von Stellwänden, die mit weichem, dämpfendem Material bezogen sind und nah um die Person aufgestellt werden. Ein dicker, schallabsorbierender Vorhang, oder Akustikschaumstoffplatten an den Wänden und an der Decke, heben den Raum in die nächste professionelle Stufe (Aufnahmestudio).

Die Mikrofonstellung des Headsets sollte möglichst auf Lippenhöhe sein und den Eindruck erwecken, man würde nach oben sprechen. Sprecherinnen und Sprecher sollten eine stehende Körperhaltung einnehmen, egal ob im „On“ (im Bild) oder im „Off“ (nicht sichtbar im Bild). Für eine gute Sprachperformance wirkt sich diese gerade Haltung positiv aus, der Effekt variiert jedoch von Person zu Person.

An der Stimme ist auch ein „schlechter Tag“ zu erkennen. Oft ist es besser, die Aufnahme zu verschieben, oder eine längere Pause einzulegen, da sich auch mit großem Aufwand nicht alle Unzulänglichkeiten von schlecht aufgenommenen Videos korrigieren lassen: „Mit Gewalt gelingt kein gutes Video“. Für eine gute Stimme und um „Schmatz-Geräusche“ zu vermeiden, kann gelegentlich ein Schluck Wasser getrunken werden.

Während längerer Absätze und Erklärungen ist es zu empfehlen, die Stimme am Satzende abzusenken, um den Zuhörenden das Zuhören zu erleichtern. Das Zusammenspiel von klarer

Stimme, langsamen Sprechens und strukturierter Sprache ergeben eine angenehme Lern- und Zuhörerfahrung.

Die Herstellung von idealen Aufnahmebedingungen und der Aufbau der Technik kann durch die Nutzung einer Checkliste ritualisiert werden. Eine kurze Testaufnahme ermöglicht es außerdem, weitere Umgebungsgeräusche zu identifizieren und die aktuelle eigene Verfälschung einschätzen zu können.

(3) Nachbearbeitung – Auf die Aufnahme sollte die individuelle Nachbearbeitung folgen. Es empfiehlt sich, dies nicht im unmittelbaren Anschluss an die Aufnahme zu machen, da so noch keine ausreichende gedankliche Distanz zum eigenen Werk aufgebaut wurde. Unter Zuhilfenahme des Drehbuchs kann nun das komplette Video überprüft und – wo nötig – durch Schnitte, gezieltes Neueinsprechen und Einblendungen/Overlays korrigiert werden.

Die rohe Fassung der Videos sollte zur Qualitätssicherung fachlich (z.B. als Peer-Review) abgenommen werden. Ziel hierbei ist ein fundiertes unabhängiges Feedback. Bei den oben beschriebenen Lernvideos in der Technischen Mechanik wurde in der Abnahme insbesondere darauf geachtet, dass

- Der Titel zum Inhalt passt,
- Die Rechenschritte/Herleitungen nachvollziehbar sind. Dabei muss unterschieden werden, ob es Rechenschritte sind, die von untergeordneter Kategorie sind, wie z.B. das Auflösen eines Gleichungssystems oder ob es Kernpunkte sind, die zu dem Lernvideo gehören und daher nicht ausgelassen werden dürfen.
- Die Inhalte korrekt vorgerechnet werden.
- Die Notation aus der Vorlesung verwendet wird.
- Die Erklärungen zielführend und lückenlos sind.
- Die Aussprache der Autorin oder des Autors verständlich ist.
- Am Ende eventuell ein Fazit oder eine Zusammenfassung gezogen wird.

Das Feedback muss in einem weiteren Nachbearbeitungsschritt eingefügt werden. Dieselbe Art der Feedback-Schleife ist auch bei

Rückmeldungen über die gesamte Lernvideo-Lebensdauer hinweg einzuhalten.

Professionelle Nachproduktion – Zur Erstellung von qualitativ hochwertigen Videos, die über längere Zeit sinnvoll genutzt werden sollen, kann ein weiterer Schritt der professionellen Nachbearbeitung durchgeführt werden.

Der erste Schritt nach Überprüfung des Inhalts ist das Erstellen der sich wiederholenden Elemente, wie Intro (Einleitung), Titel, Vorstellung der Erstellerin oder des Erstellers und Outro/Abspann (Abschluss des Videos). Diese können als Vorlage in einem Grafikprogramm (z.B. *Adobe After Effects*) erstellt und in den Schnitt jedes Videos integriert werden. Für ein gutes Video ist es nicht unbedingt notwendig, animierte Vorlagen zu verwenden. An der Stelle kann auch eine einfachere Grafik mit den entsprechenden Informationen erstellt werden. Ein eingeblendetes Dauerlogo in einer Ecke und das Einblenden des Titels dient der Orientierung und erzeugt einen professionellen Eindruck. Die Bearbeitung von Musik und Ton kann in einem Tonbearbeitungsprogramm erfolgen, welches Kürzungen, Blenden und Stereo-Sampling zulässt.

Es ist empfehlenswert Musik für das Intro zu verwenden, denn sie steigert die Aufmerksamkeit und die Art der Musik dient zur Einstimmung auf den Inhalt und erzeugt das angenehme Gefühl, dass „*man weiß, was einen erwartet*“. Hat man ein Musikstück gefunden, sollte man überprüfen, wo es registriert ist. Das zugehörige Label, verwaltet die Leistungsnutzungsrechte und die GEMA. Musik ist meist nicht kostenfrei und kann im Gegenteil – je nach Werk und Popularität – sehr kostspielig sein. Ist der Urheber bereits länger als 70 Jahre verstorben, ist es hingegen möglich, dass die Musik *GEMA-frei* ist. Ist es vorgesehen, das Video öffentlich zu zeigen, sollte speziell darauf geachtet werden, ob die Lizenz dies zulässt, dafür ist die GVL (Gesellschaft zur Verwertung von Leistungsschutzrechten) zuständig.

Viele Musikverlage bieten ein breites Angebot von GEMA-freien Hintergrundmusiken an (z.B. Sonoton, Epicmusic, Audiohub, allesgemafrei.de), an anderen Stellen kann die Lizenz entsprechend der Verwendung passend erworben werden.

In der professionellen Nachbearbeitung können außerdem kleine Geräusche, wie z.B.

Räuspern, *Ähms*, Einatmen, Kratz-Geräusche des Stifts oder Klappern der Tastatur entfernt werden. Es ist jedoch nicht nötig, alle kleineren Versehen zu entfernen, „*manches versendet sich*“, wird durch Zuhörerinnen und Zuhörer also nicht bewusst wahrgenommen. Beispielsweise ein kurzes Bildrutschen, ein blinkender Cursor oder eine händisch korrigierte Zeichnung kann durchaus im Video verbleiben, insbesondere dann, wenn die Korrektur unverhältnismäßig viel Zeit in Anspruch nimmt.

**(4) Distribution** – Um die Videos der Nutzer-schaft zur Verfügung zu stellen, sind die entsprechenden Kanäle der Universität oder Hochschule zu nutzen, so zum Beispiel akademische Online-Plattformen. Die Prozesse von Upload, Verlinkung, Verschlagwortung und ggf. Ankündigung der Videos können wie die anderen Schritte durch die Nutzung von Checklisten vereinfacht und professionalisiert werden.

Nachdem nun auf einige Aspekte in den Schritten der Aufnahme eingegangen wurde, soll im folgenden Kapitel auf die Integration der Aufnahmen in Lehrveranstaltungen eingegangen werden.

#### **4. Einarbeitung in hybriden Lehrveranstaltungen**

Die gemäß den oben beschriebenen Regeln der Kunst erstellten Videos sollen nachhaltig als Teil von Lehrveranstaltungen verwendet werden.

**Vorlesungsvideos** – Ein vollständiger Ersatz der Präsenzvorlesung durch Onlinevorlesungen oder Vorlesungsvideos ist – bedingt vor allem durch die fehlende Interaktion zwischen Lehrenden und Studierenden – nicht zu empfehlen. Mullamphy et al. [13] beschreiben als Ergebnis einer Befragung von Studierenden zum Einsatz von Screencasts eine hohe Akzeptanz als Mittel zur Ergänzung der Lehre. Es ergab sich jedoch, dass eine übermäßige Verwendung ihren Erwartungen an eine Präsenzuniversität nicht entsprach. Dies ließ sich auch in Rückmeldungen der Studierenden der TU Dresden erkennen.

Nichtsdestotrotz können Vorlesungsvideos einen wichtigen Beitrag zum Übergang der auf Dozierende zentrierten Lehre zur lernenden-zentrierten Lehre beitragen. Die oft aufgrund

der hohen Menge des zu vermittelnden Stoffs sehr einseitigen Vorlesungen können auf diese Weise in die eigene Vorbereitung der Studierenden übergeben werden. Die Zeit, in der persönliche Interaktion zwischen Studierenden und Lehrenden möglich ist (z.B. Vorlesungen und Übungen) kann stattdessen für interaktive Formate wie Diskussionen oder gemeinsame Projektarbeiten verwendet werden. Dabei ist aber insbesondere darauf zu achten, dass ein angemessener Gesamtaufwand für die Lehrveranstaltung (orientiert an den Credit-Points bzw. Leistungspunkten in der Studienordnung) eingehalten wird.

Ein zentraler Punkt für den langanhaltenden Einsatz von hochwertig produzierten Vorlesungsvideos ist die Aktualisierung. Um die Videos oder Teile davon im folgenden Semester wieder verwenden zu können, sollten Videos zu Beginn jedes Semesters überprüft und gegebenenfalls aktualisiert werden. Wenn nur geringe Änderungen oder Aktualisierungen notwendig sind, kann das Video des vorherigen Semesters übernommen oder als Basis verwendet werden. Hierbei ist allerdings der Aufwand je nach gewählter Methode unterschiedlich: Wurde, wie in Kapitel 1 beschrieben, ein Foliensatz verwendet, müssen nur die betroffenen Folien bzw. der zugehörige Text modifiziert werden. Bei handschriftlich hergeleiteten Vorlesungs- und Lernvideos sind bei größeren Fehlern die entsprechenden Sequenzen – unabhängig davon, ob Änderungen auf dem Aufschrieb oder im Text (Ton) vorliegen – jeweils vollständig neu zu erstellen. Kleine Änderungen können jedoch auch im Schnittprogramm als Overlay eingefügt werden. Auf jeden Fall sollte innerhalb des Videos deutlich gemacht werden, dass Aktualisierungen vorliegen, da eine parallele Verwendung von verschiedenen Videoverversionen nur schwer ausgeschlossen werden kann.

Ein weiterer wichtiger Punkt ist die gelegentlich von Studierenden gewünschte Möglichkeit, die Inhalte eines Videos auszudrucken. Ein Foliensatz oder Skript bietet den Studierenden die Möglichkeit, eigene Punkte zu ergänzen, was hinsichtlich der Nachbereitung und der Vorbereitung auf die Prüfung ein großer Vorteil ist. Ein gewissenhaft erstelltes Drehbuch kann dafür eine nützliche Basis bieten.

Insgesamt hat sich gezeigt, dass das Entwickeln von Formeln oder das schrittweise Erklären von Rechenschritten in den Vorlesungen der Technischen Mechanik unbedingt notwendig ist.

Lernvideos – Für Videos, in denen Beispielaufgaben vorgerechnet werden, bietet sich ein Einsatz als Brücke zwischen Vorlesung und Übung an. Auch die Einführung in Übungen kann auf diese Weise zugunsten der Interaktion in der Präsenzzeit in die Vorbereitung der Studierenden verlegt werden.

## 5. Lehrvideos als Datenbasis

Durch den weitläufigen Umstieg auf digitale Formate ergibt sich aus Sicht der *Data Science* ein spannendes neues Anwendungsfeld [1], [14]. So können verschiedene Methoden des maschinellen Lernens aus verschiedenen Anwendungsgebieten (OCR, Speech-to-Text, Natural Language Processing) kombiniert werden, um ganze Vorlesungsvideo-Reihen durchsuchbar zu machen [14]. Wird diese Technologie auf die Gesamtheit der Vorlesungs- und Lernvideos eines Studiengangs angewendet, so ergeben sich vielfältige Einsatzmöglichkeiten, die von der Harmonisierung der verwendeten Zeichen/Symbole/Abkürzungen innerhalb einer Studienrichtung bis hin zum automatisierten Design von Prüfungsaufgaben (ausgehend von Schlagworten der Bloom-schen Taxonomie [15]) reichen können.

Auf der anderen Seite können die selbst produzierten Videos für Dozentinnen und Dozenten eine Datenbasis für maschinelles Lernen bilden. Dies eröffnet zum Beispiel die Möglichkeit, ein „Deep-Fake“ Modell der eigenen Stimme zu trainieren und damit beispielsweise Ergänzungen in Videos einfacher einzubringen [16]. Den Autorinnen und Autoren von Videos muss dabei aber klar sein, dass dieser Datensatz mit der Veröffentlichung auch Anderen (*bad actors*) zur Verfügung steht [17].

## 6. Zusammenfassung und Ausblick

In der vorliegenden Arbeit wurde ein Einblick in die Produktion von Vorlesungs- und Lernvideos gegeben, die auf längere Sicht nutzbar

sein sollen. Dabei wurde auf die Voraussetzungen und auf die konkreten Schritte zur Produktion qualitativ hochwertiger Videos eingegangen. Im Weiteren wurden Aspekte der Integration von Videoaufnahmen in Vorlesungsreihen dargestellt und ein kurzer Ausblick auf die Nutzung der Videos als Datenbasis gegeben.

Während einige der hier erwähnten Details für den gegenwärtigen Wechsel von Präsenz- zu Fernlehre nicht dienlich sind, kann eine Beschäftigung damit zu einem besseren Verständnis der Komplexität des Prozesses beitragen und zu einer Professionalisierung der Video-Produktion durch Lehrende an Universitäten und Hochschulen beitragen.

## Literatur

- [1] K. Li, C. Fang, Z. Wang, S. Kim, H. Jin, and Y. Fu, "Screencast Tutorial Video Understanding," in *Proceedings of the IEEE/CVF Conference on Computer Vision and Pattern Recognition*, 2020, pp. 12526–12535.
- [2] A. Lippisch, *The Secret of Flight*. University of Iowa Video Center, 2003.
- [3] S. A. Lloyd and C. L. Robertson, "Screencast tutorials enhance student learning of statistics," *Teaching of Psychology*, vol. 39, no. 1, pp. 67–71, 2012.
- [4] M. Prensky, "Khan academy," *Educational Technology*, vol. 51, no. 5, p. 64, 2011.
- [5] R. Linderkamp, *Kollegiale Beratungsformen: Genese, Konzepte und Entwicklung*, vol. 21. wbv, 2011.
- [6] A. Widodo and R. Duit, "Konstruktivistische Sichtweisen vom Lehren und Lernen und die Praxis des Physikunterrichts," *Zeitschrift für Didaktik der Naturwissenschaften*, vol. 10, pp. 233–255, 2004.
- [7] J. Biggs, "Enhancing teaching through constructive alignment," *Higher education*, vol. 32, no. 3, pp. 347–364, 1996.
- [8] P. Kandlbinder, "Constructive alignment in university teaching," *HERDSA News*, vol. 36, no. 3, pp. 5–6, 2014.
- [9] P. Wandiger, "11 bekannte Podcaster und welche Mikrofone sie nutzen," Online: <https://www.mikrofon-test-podcast.de/podcaster-mikrofone/> 2021.
- [10] J. Caballero, C. Ledig, A. Aitken, A. Acosta, J. Totz, Z. Wang, and W. Shi, "Real-time video super-resolution with spatio-temporal networks and motion compensation," in *Proceedings of the IEEE Conference on Computer Vision and Pattern Recognition*, 2017, pp. 4778–4787.
- [11] A. Ignatov, A. Romero, H. Kim, R. Timofte, C. M. Ho, Z. Meng, K. M. Lee, Y. Chen, Y. Wang, Z. Long, and others, "Real-time video super-resolution on smartphones with deep learning, mobile ai 2021 challenge: Report," *arXiv preprint arXiv:2105.08826*, 2021.
- [12] J. Hey, *Der kleine Hey: die Kunst des Sprechens*. Schott Music, 2012.

- [13] D. Mullanphy, P. Higgins, S. Belward, and L. Ward, "To screencast or not to screencast," *Anziam Journal*, vol. 51, pp. C446–C460, 2010.
- [14] W. Zhao, S. Kim, N. Xu, and H. Jin, "Video Question Answering on Screencast Tutorials," *arXiv preprint arXiv:2008.00544*, 2020.
- [15] B. S. Bloom and others, "Taxonomy of educational objectives. Vol. 1: Cognitive domain," *New York: McKay*, vol. 20, p. 24, 1956.
- [16] K. Kumar, R. Kumar, T. de Boissiere, L. Gestin, W. Z. Teoh, J. Sotelo, A. de Brébisson, Y. Bengio, and A. Courville, "Melgan: Generative adversarial networks for conditional waveform synthesis," *arXiv preprint arXiv:1910.06711*, 2019.
- [17] N. Kaloudi and J. Li, "The ai-based cyber threat landscape: A survey," *ACM Computing Surveys (CSUR)*, vol. 53, no. 1, pp. 1–34, 2020.



# Ingenieurkoffer für Experimentalpraktika@home

M. Beitelschmidt<sup>1</sup>, Z. Wang<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Professur für Dynamik und Mechanismentechnik, Institut für Festkörpermechanik, Fakultät Maschinenwesen, TU-Dresden

## Abstract

Experimentalpraktika sind ein wesentlicher Baustein im Studium der Ingenieurwissenschaft. Auch wenn virtuelles Lernen (u.a. Virtual-Reality-Experimente) eine gute Unterstützung für die Studierenden darstellt, spielen reell durchgeführte Experimentalpraktika insbesondere im ingenieurwissenschaftlichen Studium eine unverzichtbare, wichtige Rolle. Die experimentellen Versuche verbinden die Theorie und Praxis und motivieren die Lernenden zum Problemlösen.

Dieser Beitrag beschreibt am Beispiel des Projektes „Ingenieurkoffer für Experimentalpraktika@home“, wie Studierende trotz der besonderen Situation infolge der Coronavirus-Pandemie experimentelle Versuche auf dem Fachgebiet Dynamik eigenverantwortlich durchführen können, sowie die ersten Erfahrungen. Die Vor- und Nachteile der Nutzung des mobilen Ingenieurkoffers werden diskutiert und Ansätze zum effektiven Nutzen vorgestellt.

Experimental practical courses or practicals are an essential building block in the study of engineering. Even though virtual learning (including virtual reality experiments) has benefits for students, real experiments play an indispensable and important role, especially in engineering studies. The experimental trials connect theory and practice, and motivate learners to solve problems.

Using the example of the project "Ingenieurkoffer für Experimentalpraktika@home" (engineering case for experimental practicals@home), this paper describes how students can conduct experimental trials in the field of dynamics on their own, despite the special circumstances resulting from the coronavirus pandemic, as well as the initial experiences. The advantages and disadvantages of using the mobile engineering suitcase are discussed and approaches on how to effectively use them are presented.

\*Corresponding author: [zhirong.wang@tu-dresden.de](mailto:zhirong.wang@tu-dresden.de)

## 1. Einleitung

Experimentalpraktika sind ein wesentlicher Baustein im Studium der Ingenieurwissenschaft. Ihre Bedeutung spiegelt sich z.B. in den folgenden Aspekten wider: Verbindung zwischen Theorie und Praxis, Steigerung der Lernmotivation, Erhöhung der Bereitschaft zum Problemlösen, Bereitschaft zur Gruppenarbeit, Validierung einer Berechnung sowie Förderung der Innovationsfähigkeit. Durch Experimentalpraktika werden vorher gelernte theoretische Aussagen durch praktische Beispiele auf ihre Richtigkeit überprüft, und inhaltlich für Studierende lebendiger und einprägsamer veranschaulicht. Dadurch wird den Studierenden der Erwerb der fachspezifischen und fachübergreifenden Kompetenzen vereinfacht. Auch wenn virtuelles Lernen (u.a. Virtual-Reality-Experimente) eine gute Unterstützung für die Studierenden darstellt, spielen reell durchgeführte Experimentalpraktika, insbesondere im ingenieurwissenschaftlichen Studium, eine unverzichtbare, wichtige Rolle.

Das Fachgebiet Dynamik (z.B. Schwingungen, Akustik) wird von Studierenden als interessant, aber zugleich schwierig empfunden. Das liegt häufig im Fehlen des sogenannten „dynamischen Gefühls“ zur Schwingung und Akustik. Dieses Gefühl muss erst durch kognitives Lernen gebildet und entwickelt werden. Um für Studierende die Grundlagen von Schwingungen besser und anschaulicher zu machen, hat die Professur Dynamik und Mechanismentechnik sieben "Ingenieurkoffer für Schall- und Schwingungsanalyse" beschafft. Im nachfolgenden Beitrag soll ein kurzer Überblick über die Anwendungsmöglichkeit des Koffers gegeben sowie erste Erfahrungen beim Experimentalpraktika@home und Ansätze zum effektiven Nutzen dargestellt werden.

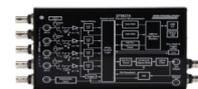
## 2. Konzept des Ingenieurkoffers

Die Messkoffer ermöglichen die Durchführung einfacher Schwingungs- und Akustikmessungen. Diese können an Maschinen, Fahrzeugen oder Strukturen durchgeführt werden. Mit einem Nutzfrequenz-Umfang des Datenaufzeichnungsgerätes von bis zu 20 kHz ist der komplette Schwingungs- und Akustik-Frequenzbereich abgedeckt. Er soll insbesondere

Studierenden die Möglichkeit eröffnen, durch selbst durchgeführte Messungen den Umgang mit professioneller Messtechnik zu erlernen, eine Finite-Elemente-Methode- (FEM-)Berechnung zu validieren und besseres Verständnis zu Material- und Berechnungsmodellen zu gewinnen. Somit erhalten die Studierenden die Gelegenheit, ihre fachlichen und experimentellen Fähigkeiten zu vertiefen und zu erweitern.



Abb.1: Ingenieurkoffer



Datenaufzeichnungsgerät



Mikrofon



Impulshammer mit Zubehör



Dehnungssensor



Beschleunigungsaufnehmer

Abb.2: Komponenten im Ingenieurkoffer

Zentrales Bauteil des Koffers ist ein 4-kanaliges Datenaufzeichnungsgerät, das auch Anregungssignale erzeugen kann. Um mechanische Schwingungen messen zu können, sind zwei einachsige und ein dreiachsiger piezoelektrischer Beschleunigungsaufnehmer vorhanden. Dehnungen, die ebenfalls als Messgrößen für mechanische Schwingungen dienen können, können mit den beigegefügt Dehnungssensoren gemessen werden. Zwei Mikrofone ermöglichen schließlich die Messung von Luftschall, der häufig als Begleiter mechanischer Strukturschwingungen auftritt. Alle

Sensoren (inkl. Mikrofone) sind piezoelektrische Sensoren mit eingebauter Elektronik, sogenannte IEPE (Integrated Electronics Piezo Electric) oder ICP (Integrated Circuit Piezoelectric) Sensoren. Dank der integrierten Signalwandlung sind solche Sensoren einfacher in der Handhabung und unempfindlicher gegenüber elektrischen Störungen.

Ein Impulshammer mit integriertem Kraftsensor kann zur kontrollierten Anregung von Schwingungen eingesetzt werden.

Das PC-gestützte Datenaufzeichnungsgerät wird mittels USB an einen Rechner angeschlossen. Eine zusätzliche Signalkonditionierung ist für den Einsatz der gängigen Sensorik nicht erforderlich. Mit der zugehörigen Software kann das Gerät dazu verwendet werden, Messwerte aufzuzeichnen und anzuzeigen, sowie auf der Festplatte des Rechners abzuspeichern. Im Frequenzanalyse-Modus der Software können Analysen wie das Spektrum, das Autospektrum, die spektrale Leistungsdichte, eine Fensterbewertung sowie eine Digital-Filterung durchgeführt werden. Im erweiterten Modus können Spektralanalysen über zwei Signale durchgeführt werden, wie z.B. die Bestimmung von Übertragungsfunktionen, Kreuzspektren sowie Kohärenzfunktionen. Das Gerät kann auch unter allen gängigen Messtechnikapplikationen wie LabVIEW, Matlab, DasyLab oder auch mit Visual Studio eingesetzt werden. Insbesondere die Programmierbarkeit mit MATLAB sowie gängiger Programmiersprache wie .NET und Python eröffnet den Studierenden die Möglichkeit, Mess- und Analysenaufgaben zu kombinieren und die Erkenntnisse über Hardware, Messvorgang und Datenverarbeitung zu vertiefen und zu erweitern. Nicht zuletzt schafft es dem Benutzer die Möglichkeit, neue Anwendungen zu entwickeln und somit Innovationen zu fördern.

Da mehrere Datenaufzeichnungsgeräte miteinander koppelbar sind, können durch die Zusammenführung mehrerer Messkoffer auch komplexere Messungen durchgeführt werden.

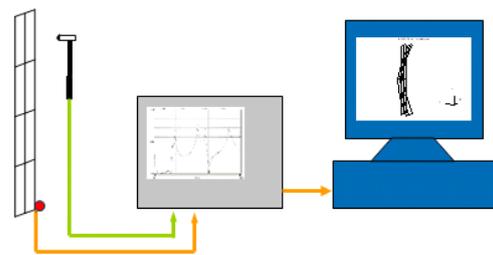
### 3. Anwendung in der Lehre

In Sommersemester 2020 konnten die Studierenden in der Lehrveranstaltung "Experimen-

telte Modalanalyse" zum ersten Mal die Ingenieurkoffer ausleihen und zu Hause damit experimentieren. Zuerst wurde das theoretische Wissen der Schwingungsanalyse und Modalanalyse durch online-Vorlesungen vermittelt. Die Studierenden konnten die Lernstoffe verstehen und die Theorie durch Übungen und Diskussionen in Fragestunden verinnerlichen. Das normalerweise vorlesungsbegleitende experimentelle Praktikum konnte jedoch wegen des Verbotes der Präsenzveranstaltungen nicht vor Ort stattfinden. Das sollte durch Ausgabe der Koffer an die Studierenden kompensiert werden.



a) Messobjekt



b) Messkette

Abb. 3: Messaufbau zur Modalanalyse einer Holzplatte a) Messobjekt b) Prinzipieller Messaufbau

Die Studierenden lernten dadurch die praktische Vorgehensweise kennen. Sie durften die Messtechnik wie z.B. verschiedene Messsensoren, Anregungsmittel (z.B. Modalhammer unterschiedlicher Größen 5 g – 10 kg, Schwingungserreger verschiedener Typen) in die Hand nehmen, das Messobjekt anfassen und

die Schwingungen hautnah fühlen. Das erleichtert das Verstehen der theoretischen Grundlagen sowie die Entwicklung eines „dynamischen Gefühls“.

Die experimentelle Modalanalyse hat die Aufgabe, aus versuchstechnisch gewonnenen Daten die sogenannten Modalparameter wie z.B. Eigenfrequenzen, Eigendämpfungen sowie Eigenschwingformen einer Struktur zu ermitteln. Die wesentlichen Ziele der experimentellen Modalanalyse sind z.B.:

- Erkennen und Vermeiden von mechanisch oder akustisch störenden Resonanzen
- Vergleich der Ergebnisse mit dem berechneten Schwingungsverhalten aus numerischen Simulationen, wie z. B. der Finite-Elemente-Methode (FEM), um die in der Berechnung notwendigen Annahmen über Geometrie, Materialparameter, Berechnungsmodell usw. zu überprüfen, und wenn notwendig, zu korrigieren, bis eine zufriedenstellende Übereinstimmung mit den experimentellen Resultaten erzielt wird.
- Ableiten konstruktiver Maßnahmen zur Veränderung von Eigenfrequenzen, wenn Erregerfrequenzen nicht zu beeinflussen sind.

In der zweiten Präsenzveranstaltung wurde ein etwas komplizierteres Messobjekt analysiert. Dabei sollen die möglichen Resonanzfrequenzen eines Blockfundaments (Abb. 4) sowie deren Eigenschwingformen ermittelt werden. Diese Aufgabe hat hohe praktische Bedeutung, da Fundamentalschwingungen großen Einfluss auf die Präzision und Lebensdauer von Maschinen sowie das Wohlbefinden eines Bedieners haben. Auf noch kompliziertere Messobjekte (Autokarosserie und Straßenbahnwaggon) wurde in diesem Semester verzichtet, da eine Versuchsdurchführung wegen der geltenden Abstands- und Hygieneregeln unmöglich war.

Nach den zwei einführenden Versuchen erfolgte noch einmal zusammenfassend die Einweisung in den Ingenieurkoffer. Dazu gehörte die Erläuterung der Kalibrierdokumente, der

Aufbau der Messkette, die Softwareinstallation, die Einstellung/Bedienung der Messsoftware bis zur kompletten Messung. Sechs Studierende bekamen je einen Ingenieurkoffer ausgehändigt.

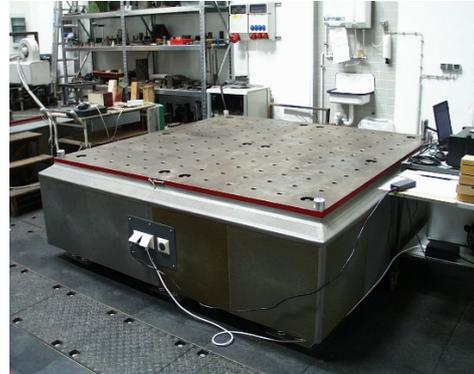


Abb.4: Ermittlung der Eigenfrequenz des Blockfundaments

Mit dem extra für unsere Studierende verfassten Handbuch zum Ingenieurkoffer wurde ihnen noch umfangreiches Lernmaterial zum Nachschlagen und Selbststudium zur Verfügung gestellt. Das Handbuch beginnt mit einer Einführung in die Messtechnik, insbesondere die Messtechnik im Ingenieurwesen sowie Praxistipps zur Messtechnik. Nach der detaillierten Beschreibung des Kofferinhaltes wird die Nutzungsmöglichkeit der Hard- und Software vorgestellt. Besonders hilfreich für die Studierenden sind die ausführlichen Schritt für Schritt Anleitungen für verschiedene Nutzungsszenarien, wie z.B. Aufzeichnung des Zeitverlaufs von Schwingungsgrößen, Nutzung von Messtrigger, Ad-hoc Frequenzanalyse, Bestimmung der Übertragungs- bzw. Kohärenzfunktion, Steuerung der Anregungssignale sowie Auswertung und Interpretation der Messergebnisse usw.

Mit dem mobilen Ingenieurkoffer und dem theoretischen Grundwissen sollen die Studierenden in die Lage versetzt werden, eigenständig einen selbst gewählten Versuch im Bereich Akustik und Schwingungstechnik zu konzeptionieren, vorzubereiten und durchzuführen. Das Ziel ist es, die experimentellen Fähigkeiten, wie die Konzeption, Planung und Aufnahme von Messreihen, die Plausibilitätskontrolle und Auswertung experimenteller Daten im Rah-

men der Aufgabenbearbeitung zu fördern. Zugleich wird fachinhaltliches Wissen durch Messungen, Messwertverarbeitung und Ergebnisinterpretation vertieft.

Die Studierenden hatten für ihren Versuch 2-3 Wochen Zeit, danach sollte ein Untersuchungsbericht eingereicht werden.

#### 4. Betreuungskonzept

Das Home-Praktikum erfordert ein hohes Maß an Selbstorganisation und Selbstdisziplin der Studierenden. Aber es bedeutet keineswegs, dass die Studierenden für das Home-Praktikum ganz auf sich allein gestellt sind. Für die Konzeption, Vorbereitung sowie Durchführung einzelner Versuche steht den Studierenden eine vielseitige Betreuung zur Verfügung. Speziell angepasste Lernmaterialien werden zur Verfügung gestellt. Außerdem ermöglicht die Digitalisierung ein multimediales Betreuungskonzept, das unter anderem aus den Elementen Foren, Chats, Lernvideos, Videokonferenz usw. besteht. Außerhalb der Präsenzveranstaltung können Studierende mit dem Dozenten oder Betreuer in Kontakt treten, um die Lernmaterialien, Wissenslücken, fachliche Fragen oder auftretende Probleme zu besprechen. Die Kommunikation erfolgt in der Regel via OPAL-Foren, Chats, E-Mail, oder auch telefonisch. Je nach der Dringlichkeit des aufgetretenen Problems werden die Fragen via E-Mail, Foren beantwortet, oder dafür Video-Konferenzen organisiert. Durch (asynchrone) Diskussionen und/oder Video-Konferenzen werden Fragen und Probleme erkannt, Lösungswege gezeigt und die Arbeitsprozesse reflektiert.

Einen Koffer behielt der Betreuer, um eventuelle technische Probleme der Studierenden nachvollziehen und beim online-Support Schritt für Schritt mitmachen zu können.

#### 5. Ergebnisse

Einer der sechs Studierenden gab zu, dass er mit dem Koffer nichts gemacht hat. Er begründete es damit, dass er sich dieses Semester keine Zeit dafür nehmen will, da er erfahren habe, dass er gemäß der Prüfungsordnung keine Leistungspunkte durch dieses Fach erzielen kann.

Drei Studierende gaben an, mit der Messtechnik entsprechende Testobjekte untersucht zu haben, jedoch wollten sie aus zeitlichen Gründen kein Versuchsprotokoll anfertigen. Sie berichteten mündlich bei einem Präsenztermin über ihr Versuchsobjekt sowie gesammelte Erfahrungen. Die schließlich von den verbleibenden zwei Studierenden abgegebenen Protokolle sind erfreulicherweise von hoher Qualität. Beide Studenten hatten sich als Testobjekt einen kleinen Tisch ausgesucht.

In den Versuchsprotokollen wurde das Versuchskonzept und der Versuchsaufbau ausführlich dokumentiert, die erzielten Messergebnisse interpretiert und eine Fehlerbetrachtung vorgenommen. Zusätzlich haben die Studierenden Ihre Messergebnisse noch freiwillig mit FEM-Simulationen verglichen, um das Simulationsmodell zu verifizieren und zu validieren (Abb. 5).

Der Vergleich der experimentell ermittelten Modalparameter mit den Berechnungen zeigt

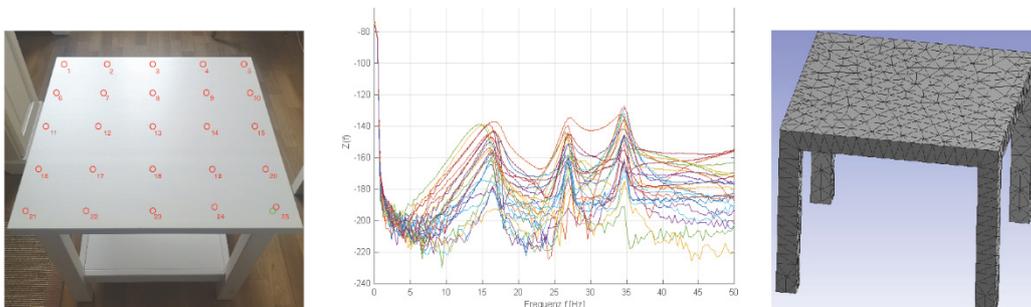


Abb. 5: (links) Messobjekt und Messpunkte, (Mitte) gemessene Frequenzgänge, (rechts) CAD/FEM-Modell (Beleg des Studenten L. Hollas und V. Scholz)

auf, dass die Berechnung mit dem Messergebnis nicht ganz übereinstimmt. Deswegen wurde eine Ursachensuche und Diskussion zu verschiedenen Fragen zur Berechnung sowie dem Versuch vorgenommen, wie z.B.

- Sind die Ergebnisse plausibel? Die Plausibilitätskontrolle ist ein Grundwerkzeug, mit dem Berechnungs- oder Messfehler bzw. Interpretationsprobleme aufgedeckt werden können.
- Sind das FEM-Modell, die Materialparameter und Geometrie korrekt? Wurden bei der Modellierung die besonderen Eigenschaften des Holzstoffes (Kunststoff, Leichtbaustoff, ...) ausreichend berücksichtigt? Ist demzufolge meine FEM-Berechnung vertrauenswürdig?
- Sind die Randbedingungen, z.B. Lagerung des Versuchsobjektes geeignet?
- Sind die Erregungskräfte beim Schwingungsversuch ausreichend und geeignet?
- Sind die Komponenten des Messsystems (Aufnehmer, Shaker, Modalhammer, Datenerfassungsgerät, Verstärker, Kabel usw.) für den Versuch aufeinander abgestimmt?
- Stimmt der Versuchsaufbau und die Messkette?
- Werden die Messdaten richtig ausgewertet?

Bei einem Feedbackgespräch gaben die Studierenden an, durch das Experimentalpraktikum ihre Kompetenz hinsichtlich wissenschaftlichen Denkens und empirischen Arbeitens erweitert zu haben.

## 6. Vor- und Nachteile

Die durch die Corona-Pandemie bedingte Verlagerung des universitären Lehrbetriebs vom Hörsaal in den digitalen Raum sowie die strengen Hygiene-Regeln führen dazu, dass die Praktika in der klassischen Form nicht durchführbar sind. Auch wenn das Home-Praktikum aus der Not entstanden ist, schienen aber viele Vorteile für solche Praktika@home zu sprechen:

- Flexibilität in zeitlicher und räumlicher Hinsicht, da der Wissenserwerb nicht an fixe

Termine gebunden, sondern zu jedem beliebigen Zeitpunkt möglich ist. Dies ermöglicht ein Lernen gemäß dem eigenen Rhythmus, ohne sich mit Dozenten oder anderen Teilnehmern abstimmen zu müssen.

- Freie Wahl der Lerngeschwindigkeit und Lernintensität: Die Studierenden können entscheiden, welche und wie viele Informationen sie jeweils aufnehmen möchten, das heißt, wie schnell und intensiv sie lernen wollen, - ob sie beispielweise ein bestimmtes Experiment ganz oder nur zum Teil wiederholen möchten.
- Abrufung von Zusatzinformationen je nach individuellen Bedürfnissen und Ansprüchen, ohne für sie uninteressante Informationen aufnehmen zu müssen.
- Digitalisierung ermöglicht eine gute Kommunikation mit Betreuer und Gruppenarbeit zwischen den Mitstudierenden.

Ein weiterer wesentlicher Vorteil der Home-Praktika ist, dass die Messobjekte in der Regel authentisch und realitätsnah sind, (wie z.B. hier ein kleiner Tisch). Andere mögliche Messobjekte wären z.B. das Schwingungsverhalten des eigenen PKW oder die Fußbodenbelastung durch eine schleudernde Waschmaschine. Die Motivation für die Praktika würde steigen. Die Studierenden bekommen dadurch Freiraum zur Verwirklichung ihrer eigenen kreativen Ideen. Aus den berichteten Ergebnissen ist zu erkennen, dass die meisten Studierenden für das Home-Praktikum sehr motiviert waren, obwohl die Qualität der abgegebenen Protokolle keinen direkten Einfluss auf die Note hat.

Dennoch zeigt unser Pilotversuch zumindest teilweise eine ernüchternde Bilanz. Die angebotene Möglichkeit führt nicht zwangsläufig zu einer besseren Lernkompetenz und zu mehr Wissen. Die Durchführung experimenteller Versuche ohne unmittelbare Hilfeleistung von Dozenten mag die Selbstständigkeit der Studierenden fördern, kann jedoch für andere, wegen der fehlenden Möglichkeit für unmittelbare Rückfragen, demotivierend sein. Missdeutungen und Fehler werden selten aufgedeckt und verhindern im schlimmsten Fall den Lernerfolg. Zudem werden Unsicherheiten und Irritationen nicht aufgefangen und können darum auf lange Sicht zu Frustration füh-

ren. Auch kreative Problemlösungsdynamiken, wie sie innerhalb von Präsenzveranstaltungen häufig entstehen, kommen auf diese Weise nicht zustande.

Noch ein sehr allgemeines Problem ist: Nicht alle Studierenden sind bereit, ihr Lernen in die eigene Hand zu nehmen. Das Lernen zu Hause verlangt ein hohes Maß an Selbstdisziplin, das nicht jeder beziehungsweise jede aufzubringen in der Lage ist [2].

Die hier genannten Probleme bedeuten natürlich nicht, dass die zuvor dargestellten Vorteile nicht gültig seien. Es ist uns klar, dass das Home-Praktikum ergänzt werden muss: Es muss mit Präsenzlehre oder mindestens Video-Konferenzen gekoppelt werden. Die Kombination von Home-Praktika und verschiedenen Videokonferenzen/Präsenzlehre kann auch die für das Selbstlernen typischen didaktischen Probleme kompensieren. Auch nach der Pandemie können die Home-Praktika ein sinnvolles und erfolgsversprechendes Zusatzangebot darstellen, jedoch kein Ersatz für die Vorort-Praktika sein.

Ein weiteres Problem für Home-Praktika ist der erhöhte Verschleiß der Messtechnik, damit verbunden sind die erhöhten Betriebskosten und die Ersatzbeschaffung. Sowohl die Messtechnik wie Sensoren, als auch das Zubehör wie diverse Kabel und Adapter sind empfindlich gegen unsachgemäße mechanische Belastung. Es wurden bereits erste kleine Schäden festgestellt. Die Gründe dafür können vielseitig sein. Einerseits sind die einzelnen Bestandteile im Ingenieurkoffer nicht robust und strapazierfähig gebaut, andererseits fehlt den Studierenden trotz ausführlicher Einweisung noch die Erfahrung, mit empfindlicher Messtechnik umzugehen. Das Sammeln dieser Erfahrung ist jedoch gerade eines der Lernziele eines Praktikums.

## 7. Schlussfolgerung

Der erste Pilotversuch für Home-Praktika hat wichtige Erkenntnisse für die zukünftige Durchführung geliefert. Home-Praktika können motivierten Studierenden eine große Chance bieten, ihr erworbenes Wissen anzuwenden und fächerübergreifend umzusetzen. Zusätzlich stärken Home-Praktika ihre Selbstständigkeit und Handlungsorientierung. Die

Selbstdisziplin, Lernorganisation, Zeitmanagement und nicht zuletzt die Motivation der Studierenden beeinflussen das Ergebnis der Home-Praktika, wobei die Motivation das Wichtigste für Erfolg ist. Es ist entscheidend, Wege zu finden, um die Motivation zu steigern.

Zur Steigerung der Motivation wurden verschiedene didaktische Methoden eingesetzt, zum Beispiel wurden im Rahmen der Lehrveranstaltung den Studierenden die Gelegenheit gegeben, ihre Aufgaben aus eigener Kraft zu bewältigen und damit ihr eigenes Handeln als wirksam und effektiv wahrzunehmen (Kompetenzerlebnis). Sie bekamen Freiraum, selber zu entscheiden, welches Testobjekt sie untersuchen möchten, in welchem Umfang sie sich mit dem Thema auch fachübergreifend beschäftigen, und ihre Versuche so zu gestalten, dass ein Optimum im Sinne der Aufgabenerledigung erzielt wird (Autonomie), und das Gefühl, dass sie etwas sehr Praktisches und Wichtiges zu tun haben (Bedeutsamkeit) [1]. Dafür ist eine strukturierte Planung der Lehrveranstaltung, der Aufgabenstellung und der Lernziele notwendig. Die Vorlesung und auch die theoretische Übung müssen mit der Aufgabenstellung so abgestimmt werden, dass die Aufgaben für Home-Praktika herausfordernd und gleichzeitig zu bewältigen sind. Die erforderliche Vorbereitung, bzw. eventuell bei der Versuchsdurchführung auftretende Probleme, sollten vorher in einer Präsenzrunde diskutiert werden, sodass die Studierenden bei Home-Praktika nicht überfordert sind und von sich aus Freude an den Aufgaben haben. Außerdem sollten sie genau wissen, welche Inhalte von Bedeutung sind, welche Lernziele bei jedem Praktikum zu erreichen sind (Transparenz). Für technische und methodische Fragen soll eine zeitnahe (online-) Unterstützung gewährleistet werden.

Auch die zusätzliche Aktivierung extrinsischer Motivation, d.h. Motivation aufbauend auf Anreiz von außen, ist sinnvoll, da nicht alle Studierenden die intrinsische Motivation für ihre Arbeit mitbringen. Das gilt deshalb, weil die Entscheidung für das Fach häufig in bestimmtem Ausmaß durch extrinsische Faktoren angeregt ist, da die Lehrveranstaltung „Experimentelle Modalanalyse“ eine sehr hohe Praxisrelevanz besitzt und ein wesentliches Standbein gegenüber der rechnerischen Simulation darstellt.

Ein möglicher Anreiz wäre es, zusätzliche Bonus-Punkte für die Praktika in der Modulbewertung zu verankern. Die Bonusregelung bietet den Studierenden einen Anreiz zum kontinuierlichen Lernen im Semester und fördert somit ein besseres Lernen. So können sich Studierende z.B. durch benotete Hausaufgaben oder Experimente ein ‚Extra‘ zur anstehenden Prüfung dazuverdienen. Das muss aber in der Prüfungsordnung entsprechend vorgesehen werden.

## 8. Ausblick

Die ersten geschilderten Eindrücke machen deutlich, dass Experimentalpraktika@home einen besonderen Mehrwert für den Kompetenzerwerb bringen. In Zukunft werden die Ingenieurkoffer zusätzlich zum Fach „Experimentelle Modalanalyse“ auch in weiteren Lehrveranstaltungen wie z.B. Messwertverarbeitung und Diagnostik, Schwingungslehre eingesetzt.

Mit dem Inkrafttreten der neuen Studien- und Prüfungsordnungen werden ab Sommersemester 2021 auch Studierende der Vertiefung „Simulationsmethoden des Maschinenbaus“ und „Allgemeiner und Konstruktiver Maschinenbau“ die oben genannten Lehrveranstaltungen besuchen, damit steigt der Bedarf an Ingenieurkoffern. Die Professur Dynamik und Mechanismentechnik bemüht sich, weitere Koffer und Software anzuschaffen, sowie Mittel für entsprechende Betriebskosten bereitzustellen.

## Danksagungen

Die sieben "Ingenieurkoffer für Schall- und Schwingungsanalyse" wurden mit ZUK-Mitteln zur Unterstützung der Lehre finanziert.

## Literatur

- [1] Egger, Rudolf; Merkt, Marianne: Lernwelt Universität: Entwicklung von Lehrkompetenz in der Hochschullehre, Springer Verlag, 2012.
- [2] Kuhlen, Rainer: Hypertext. Ein nichtlineares Medium zwischen Buch und Wissensbank, Berlin Springer-Verlag, 1991



## Praktikum ohne Präsenz - geht das?

S. Odenbach, J. Morich, L. Selzer

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

### Abstract

Praktika stellen eine zentrale Komponente der ingenieurwissenschaftlichen Ausbildung dar. Im Rahmen von Präsenz-Veranstaltungen werden derartige Praktika in Vorlesungen mit großen Hörerzahlen in der Regel in dicht besetzten Praktikumsräumen mit Gruppen von deutlich über 10 Studierenden durchgeführt, um überhaupt die Verteilung der Praktikumsversuche über das Semester gewährleisten zu können. Unter Pandemie-Bedingungen waren diese Präsenzpraktika nicht mehr durchführbar, wodurch entweder die Möglichkeit bestand, (i) die Praktika ausfallen zu lassen, (ii) sie als Computer- oder Vorführversuche im Videostream zu gestalten oder (iii) neue Konzepte zu suchen, mit denen reales Experimentieren zu Hause möglich werden kann. Da der Ausfall zu signifikanten Störungen des Studienablaufs geführt hätte und reine Computerversuche einer experimentellen Ausbildung geschadet hätten, wurde am Lehrstuhl f. Magnetofluiddynamik, Mess- und Automatisierungstechnik der TU Dresden eine Praktikum@home-Struktur entwickelt, die sowohl die erforderlichen Lehrinhalte transportiert als auch experimentelles Arbeiten ermöglicht. Die entwickelten Konzepte und die damit gemachten Erfahrungen sind Gegenstand dieses Beitrags.

Practical courses are a central component of engineering education. In the context of face-to-face courses, such practicals in lectures with large numbers of students are usually carried out in densely occupied practical rooms with groups of well over 10 students, in order to be able to guarantee the distribution of the practicals over the semester at all. Under pandemic conditions, these face-to-face practicals were no longer feasible, which meant that there was either the possibility of (i) cancelling the practicals, (ii) designing them as computer or demonstration experiments in the video stream, or (iii) looking for new concepts with which real experimentation at home could become possible. Since the failure would have led to significant disruptions in the course of studies and pure computer experiments would have been detrimental to experimental training, a Praktikum@home structure was developed at the Chair of Magnetofluidynamics, Measurement and Automation Technology at the TU Dresden, which both transports the required teaching content and enables experimental work. The concepts developed and the experiences made with them are the subject of this article.

\*Corresponding author: [stefan.odenbach@tu-dresden.de](mailto:stefan.odenbach@tu-dresden.de)

## 1. Praktikum im Kontext des Gesamtlehrkonzepts

Praktika stellen gerade im ingenieurwissenschaftlichen Studium, aber auch in vielen naturwissenschaftlichen Studiengängen, eine zentrale Komponente der Ausbildung dar. Sie schaffen durch die Arbeit an real existierenden Anlagen einen Bezug zwischen den oft sehr theoretischen Vorlesungsinhalten und der realen Arbeits- und Lebensbedingungen. Gleichzeitig nimmt in den ingenieurwissenschaftlichen Studiengängen die Zahl der angebotenen Praktika gerade in den Grundlagenfächern mit großen Hörerzahlen aufgrund der immensen personellen, zeitlichen und räumlichen Anforderungen immer weiter ab.

Bei der Betrachtung von Praktika muss – gerade vor dem Hintergrund der Covid19-Pandemiesituation, die seit dem Sommersemester 2020 die Lehrtätigkeit an den Universitäten massiv beeinträchtigt, zwischen Praktika im Rahmen von Spezialvorlesungen und solchen im Rahmen von Grundvorlesungen grundsätzlich unterschieden werden. Praktika für Spezialvorlesungen mit niedrigen Hörerzahlen von bis zu 50 Studierenden können auch bei Kontaktbeschränkungen mit erhöhtem Personal- und Zeitaufwand durchaus auch in Präsenz durchgeführt werden.

Hingegen ist diese Möglichkeit bei Praktika für Grundvorlesungen mit mehreren hundert Hörern eigentlich von vornherein ausgeschlossen. Nichtsdestoweniger sind gerade in diesen Fächern die Praktika eine essentielle Komponente, die neben dem Fachwissen auch die Begeisterung für das entsprechende Fach und damit die Motivation zu einer intensiven Beschäftigung mit den Inhalten bereitstellen muss. Der Motivationsaspekt war dabei unter den Bedingungen von Pandemie und Lockdown schon im Sommersemester 2020 ein ganz wesentlicher Aspekt, dessen Bedeutung mit zunehmender Dauer der Beschränkungen im akademischen Lehrbetrieb immer weiter wächst.

Bei allen Betrachtungen zur Durchführung von Praktika in der Pandemie-Situation musste zudem immer berücksichtigt werden, dass eine Streichung von curricular verankerten Praktika

nicht möglich ist und eine Verschiebung in spätere Semester zu extremen Mehrbelastungen der Studierenden führen würde.

## 2. Die Lehrveranstaltung

Die Lehrveranstaltung, Mess- und Automatisierungstechnik (MAT) ist ein zweisemestriges Modul mit Beginn im Wintersemester. Sie setzt sich zusammen aus 2 SWS Vorlesung, 1 SWS Übung und 1 SWS Praktikum.

Die Veranstaltung wurde im Sommersemester 2020 mit 450 Teilnehmenden durchgeführt. Ab dem Wintersemester 2020/21 sind es durch eine Veränderung der Studien- und Prüfungsordnung je Semester rund 600 Studierende.

Unter den Bedingungen der Corona Pandemie wurde die Vorlesung als YouTube Livestream zur Verfügung gestellt [1], da für die große Hörerzahl andere Streamingstrukturen nicht die notwendige Stabilität aufwiesen und gleichzeitig nur bei einer Live-Veranstaltung eine, wenn auch begrenzte, Interaktion zwischen Studierenden und Lehrenden möglich ist. Darüber hinaus bieten Livestream bei YouTube den Vorteil, dass direkt nach der Veranstaltung eine asynchrone Form der Lehrveranstaltung zur Verfügung steht, was unter den Bedingungen des Lockdowns unverzichtbar war. Dabei sind die Aufzeichnungen bei YouTube zudem datenschutzrechtlich vergleichsweise gut umsetzbar, da durch das Ausblenden des Live-Chats, über den während der Vorlesung die Interaktion mit den Studierenden erfolgt, keine Rückschlüsse auf die anwesenden Studierenden getroffen werden können.

Für die Übungen wurden Matrixräume und in einzelnen Fällen ZOOM-Meetings eingesetzt.

Die größte Problematik für die Umsetzung der Veranstaltung stellen offensichtlich die Praktika dar. Vom Konzept her ist die Veranstaltung hier so ausgelegt, dass pro Semester drei Versuche in Präsenz durchgeführt werden.

Im Sommersemester 2020 bestand der Vorteil, dass die Studierenden im Wintersemester bereits an der ersten Veranstaltungsgruppe zur Mess- und Automatisierungstechnik teilgenommen hatten und damit mit dem Lehrkonzept und den handelnden Personen vertraut

waren. Dieser Vorteil entfiel mit dem Wintersemester 2020/21, weil hier eine neue Kohorte mit dem Modul begann.

Den Abschluss des Semesters stellt eine schriftliche Prüfung dar, die seit dem Sommersemester 2020 in digitaler Form über das Onlineprüfung Tool der BPS OpalExam durchgeführt wird. Erfahrungen mit der Erstellung und Durchführung der Onlineprüfungen werden an anderer Stelle berichtet [2].



*Abb. 1: Typische Anordnung für einen Präsenzpraktikumsversuch (hier Messdynamik) für 16 Teilnehmer und einen Betreuer.*

In normalen Präsenzsemestern werden die Praktikumsversuche in Gruppen von 16 Studierenden, die in Zweiergruppen an acht Versuchständen das Praktikum mit einem Betreuer durchführen, umgesetzt. Dabei sind die Praktikumsversuche auf Flächen in der Größenordnung von 25 m<sup>2</sup> für die entsprechenden 16 Teilnehmer und den zugehörigen Betreuer untergebracht (siehe Abb. 1). Nimmt man die Abstandsregeln, die die Universitätsleitung seit dem Sommersemester 2020 zumindest bis einschließlich Sommersemester

2021 festgelegt hat, so bedeutet dies, dass die Praktika je nach räumlicher Anordnung mit drei, maximal vier Teilnehmern durchgeführt werden könnten. Bei einer Gesamtzahl von rund 110 Praktikumseinheiten, die pro Semester für 600 Studierende eines Jahrgangs durchgeführt werden müssen, stellt dies eine enorme Zusatzbelastung an personellen und räumlichen Ressourcen dar. Hierdurch entsteht ein bis zu fünffacher Aufwand an Betreuungsleistung

Damit musste bereits im Sommersemester 2020 eine umfangreiche Neukonzipierung des Praktikumsbetriebs vorgenommen werden, die dann – mit Blick auf das komplett digitale Studienjahr 2020/2021 signifikant ausgebaut werden musste.

Mit Blick auf einen späteren Vergleich zwischen Präsenzpraktika und Praktika mit einem hohen Anteil digitaler Komponenten sei an dieser Stelle auch auf die durchaus bekannten Probleme in den Präsenzpraktika hingewiesen. Hierzu gehört in erster Linie die Tatsache, dass nur sehr begrenzte Präsenzzeit zur Verfügung steht. In dieser kurzen Zeit müssen sich die Studierenden in das Praktikum einarbeiten, die einzelnen Versuche durchführen und sie auswerten. Da die Vorbereitung in der Regel über schriftliche Praktikumsanleitungen erfolgt, führt dies dazu, dass der effektive Lernerfolg derartiger Praktika in der Regel kaum den technischen und personellen Aufwand rechtfertigt, der mit der Erstellung und Durchführung der Praktika verbunden ist. Nur die Studierenden, die sich mit entsprechend hohem Aufwand auf das Praktikum vorbereitet haben, werden einen echten inhaltlichen Nutzen aus der Durchführung des Praktikums ziehen. Dies ist seit vielen Jahren ein Problem im Rahmen der Durchführung der Praktika, mit dem wir uns beschäftigt haben, für das wir aber keine Lösung finden konnten, da die Motivation der Studierenden zum Selbststudium oft sehr gering ist.

### **3. Ausgangslage im Sommersemester 2020**

Durch die Corona-Krise und den mit ihr verbundenen Lockdown war es im Frühjahr 2020 lange Zeit nicht klar, ob und in welchem Maße Lehrveranstaltungen in Präsenz möglich sein

würden. Für das Praktikum in der MAT bedeutete dies, dass mit fortschreitender Zeit das zur Verfügung stehende Zeitfenster für die Durchführung der Praktikumsversuche immer kleiner wurde, sodass noch vor den Entscheidungen der Universitätsleitung zur Durchführung von Präsenzlehre klar war, dass selbst unter normaler Vollbesetzung der Praktikumsräume eine Durchführung der Versuche für alle Studierenden rein zeitlich nicht mehr möglich sein würde.

Da die MAT ein zweisemestriges im Wintersemester startendes Modul ist, hatten die Studierenden, die im Sommersemester für den Kurs eingetragen waren, im Wintersemester bereits drei Versuche in Präsenz durchgeführt. Das reduzierte automatisch die Auswahl an Experimenten, die für ein digitales Praktikum einsetzbar und an den Stoff der Veranstaltung angepasst sein konnten.

Im Regelfall, d. h. in Semestern mit Präsenzlehre, sind für das Sommersemester drei Versuche vorgesehen:

Ein Versuch zur **Messdynamik**, einer zum **Regelkreis** und ein dritter zur **speicherprogrammierbaren Steuerung (SPS)**.

Der Versuch **Messdynamik** befasst sich mit der Beeinflussung von Signalen durch Übertragungsglieder mit Zeitverzögerung sowie mit der Umsetzung analoger Signale in digitalen Messsystemen. Dabei sollen Fragen der formgetreuen Abbildung von Signalen ebenso praktisch erlebt werden wie die Auswirkung des Abtasttheorems auf digital erfasste Signale. Der Versuch für die Präsenzlehre besteht dabei aus einem Funktionsgenerator, einer Elektronik, die ein zeitabhängiges Verhalten des Übertragungsglieds darstellt, sowie einer Oszilloskopkarte in einem Computer, die Eingangssignal und Ausgangssignal aufnimmt und über eine entsprechende Software für die Auswertung zur Verfügung stellt.

Der Versuch **Regelkreis** besteht aus einem Hochbehälter, der über eine Tauchpumpe mit Wasser gefüllt wird, wobei über einen externen elektronischen Regler die Pumpe so angesteuert werden soll, dass der Wasserstand, der über einen Drucksensor am Boden des Hochbehälters bestimmt und auf einem gegebenen Sollwert gehalten werden kann. Die Aufgabe

besteht darin, Regler und Strecke zu charakterisieren und die Regelaufgabe als solche praktisch umzusetzen.

Der **SPS-Versuch** gehört zu den mit Abstand beliebtesten Versuchen im Praktikum der MAT, da hier mithilfe einer Siemens SPS eine große Eisenbahnanlage, die mit vielen Weichen, Reed-Kontakten zur Bestimmung der Position des Zugs und regelbaren Transformatoren zur Einstellung der Geschwindigkeit ausgestattet ist, für bestimmte Fahraufgaben zu programmieren ist. Hierzu fertigen die Studierenden an zur Verfügung stehenden Rechnern die Programme für die SPS an, welche dann in der Auswertung des Versuchs mit dem Betreuer des Praktikums auf die SPS aufgespielt werden, worauf hin die Bewegung des Zugs auf der Anlage beobachtet werden kann, was mögliche Fehler direkt optisch sichtbar macht.

#### 4. Die Lage zum Wintersemester 2020/21

Auch im Wintersemester 2020/21 konnten keine Präsenzpraktika durchgeführt werden, da die Zahl der Studierenden im Wintersemester auf 600 gestiegen war und die räumlichen Beschränkungen zusammen mit den Abstandsregeln, den zur Verfügung stehenden Praktikumszeiten und dem verfügbaren Personal eine Präsenzdurchführung unmöglich machten.

Da durch die Verkürzung der Semesterdauer um zwei Wochen sowieso eine grundsätzliche Umgestaltung der Vorlesung erforderlich war, wurde diese Umgestaltung gezielt mit Blick auf das Praktikum realisiert. Dabei wurden zwei Versuche, die im Sommersemester als Heimpraktika zur Verfügung gestellt worden waren, in das Wintersemester übernommen. Der Heimversuch zur digitalen Bildverarbeitung und der Computerversuch zur Messdynamik ließen sich inhaltlich und thematisch gut in den Vorlesungsablauf einbinden und durch entsprechende Strukturierung der Vorlesung konnte dafür gesorgt werden, dass im Gegensatz zu den üblichen Präsenzpraktika der notwendige Vorlesungsstoff vor der Durchführung der Praktika vermittelt worden war.

Als dritter Versuch wurde ein neues Heimexperiment zur **Versuchsplanung und Fehler-**

**rechnung** ins Programm aufgenommen. Dabei geht es um die grundsätzlich einfache und bereits aus dem Physikpraktikum zu Beginn des Studiums bekannte Problematik der Bestimmung der Erdbeschleunigung aus der Schwingungsdauer eines Pendels. Dies ist ein grundsätzlich von der dahinterstehenden Theorie einfacher Versuch, bei dessen Aufbau und Durchführung die Tücke aber im Detail liegt.

## 5. Umsetzungsmöglichkeiten im Rahmen digitaler Semester

Für die Umsetzung der Versuche als präsenzfreies Praktikum waren zwei grundlegende Vorbedingungen angesetzt: Einerseits sollte unter keinen Umständen ein rein digitales Praktikum entstehen, da das Experimentieren eine maßgebliche Komponente der praktischen Ausbildung darstellt und darstellen muss. Die zweite Vorbedingung zielte von vorneherein darauf, die zu erwartenden Motivationsverluste der Studierenden in einem Online Semester und bei massiv reduzierten Kontaktmöglichkeiten zu bekämpfen. In einen kurzen Satz gefasst hieß das – das Praktikum muss Spaß machen!

Der Versuch **Messdynamik** ist offensichtlich ohne ernstzunehmende Abstriche digital umsetzbar. Hierzu musste ein Programm entwickelt werden, das es erlaubt, ein zeitabhängiges Eingangssignal zu generieren, dieses über die bekannten Antwortfunktionen zeitabhängiger Übertragungsglieder zu modifizieren und in einer Grafik auszugeben (Abb.2). Die Programmentwicklung erfolgte unter Python und den Studierenden wurde eine ausführbare Datei je nach Betriebssystem zur Verfügung gestellt, die beim Start eine „Laborplatz-Nummer“ erzeugt, womit alle Studierenden unterschiedliche Parameter in der Software eingestellt bekommen, wodurch die Ergebnisse von Kommilitonen nicht einfach übernommen werden können.

Gedanklich ist eine derartige programmtechnische Lösung einfach umsetzbar. Allerdings muss berücksichtigt werden, dass die Realisierung in einem Programm, das auf unterschiedlichsten Betriebssystemen stabil einsetzbar ist, eine außerordentlich komplexe Herausforderung darstellen kann. Programmierung und Testung des Praktikumsprogramms unter

Windows, Linux und IOS sind dabei Aufgaben, die außerordentlich viel Zeit erforderten, so dass dieser Versuch erst ganz am Ende des Sommersemesters zum Einsatz kommen konnte.

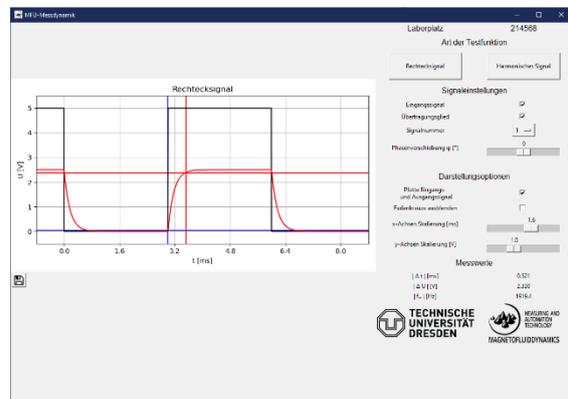


Abb. 2: Programmoberfläche des Versuchs Messdynamik mit Eingangs- und Ausgangssignal und Messdatenanzeige.

Der Versuch **Regelkreis**, der schon im Präsenzpraktikum den Studierenden die größten Probleme bereitet, wäre im Prinzip auch durch eine programmtechnische Lösung umsetzbar. Allerdings erwies sich eine entsprechende Programmierung für die zur Verfügung stehende Zeit als zu komplex, sodass auf diese Versuchsthematik im Sommersemester 2020 verzichtet werden musste.

Der Versuch zur **SPS** hingegen ist relativ gut in einer digitalen Variante umsetzbar, da die Studierenden das entsprechende Programm auch an ihrem eigenen Computer erstellen können. Die Notwendigkeit ist außerdem dadurch gegeben, da die lizenzierte Entwicklungsumgebung für die SPS nicht in derartigem Umfang für die Studenten zur Verfügung gestellt werden kann.

Um die für das Siemens-Entwicklungsumgebung Step7 typische automatische Einfügung von Variablennamen in den Programmcode möglich zu machen kam der als Freeware verfügbare Texteditor Atom zum Einsatz, in dem ein Text-File mit den Variablennamen integriert werden kann, woraufhin diese als Autovervollständigung zur Verfügung stehen. Die Herausforderung bestand dann darin, die fahrende Eisenbahn für die Studierenden sichtbar zu machen und damit einen wesentlichen Motivationsaspekt beizubehalten. Hierzu wurden

multiple Kameras an die Eisenbahnanlage montiert, mit denen im Rahmen einer GoTo-Meeting Sitzung das Fahren des Zugs beobachtet werden konnte (Abb. 3).



Abb. 3: Kameraaufnahme auf die Eisenbahnanlage im Versuch SPS zur Beobachtung der Zugfahrt.

Damit fehlte für die vollständige Umsetzung des Praktikums im Sommersemester ein Versuch. Hierzu wurde ein Thema aus der MAT1-Vorlesung – die Charakterisierung einer Kamera hinsichtlich ihrer Auflösung, d. h. die Bestimmung der Modulations-Transferfunktion, hinzugezogen, der als echter Heimversuch umgesetzt werden konnte. Dieser Versuch (**Digitale Bildverarbeitung**) kann ohne Beeinträchtigung des Lerneffekts mit jeder beliebigen Kamera durchgeführt werden. Damit ist von vornherein sichergestellt, dass jeder Studierende den Versuch durchführen kann. Egal ob die Kamera des Handys, eines Tablets oder Laptops, eine Webcam oder eine aufwändige Spiegelreflexkamera zum Einsatz kommt - die Versuchsschritte sind die Gleichen. Die Fragen der Interpretation des Ergebnisses lassen sich auch in identischer Weise bearbeiten. Als zusätzliche erforderliche Komponente ist nur eine Rasierklinge oder, wenn eine solche nicht

vorhanden ist, eine gerade Kante, wie man sie typischerweise am Küchenmesser findet, erforderlich. Damit kann ein realer experimenteller Heimversuch durchgeführt werden.

Der für das Wintersemester zusätzlich entwickelte Versuch **Versuchsplanung und Fehlerrechnung** erfordert für eine präzise Bestimmung der Erdbeschleunigung eine ausgesprochen detaillierte Versuchsplanung.

Dies kann leicht an einem Beispiel gesehen werden, das mit erheblichem Aufwand an der Professur für Magnetofluidynamik Mess- und Automatisierungstechnik durchgeführt wurde.

Ein großes mathematisches Pendel mit 11,83 m Pendellänge wurde im Treppenhaus des Mollier-Baus installiert (Abb. 4), die Schwingungsdauer mittels digitaler Bildverarbeitung bestimmt und es wurden alle wesentlichen und erkennbaren Voraussetzungen für die Verwendung der Theorie für ein mathematisches Pendel erfüllt.



Abb. 4: Versuchsaufbau „Pendel“ im Treppenhaus des Mollier-Baus

Insbesondere wurde eine Pendelschnur aus Zahnseide verwendet, deren Masse im Vergleich zur Masse des Pendelkörpers vernachlässigbar war. Bei der Auswertung dieses Versuchs ergab sich eine Schwerebeschleunigung

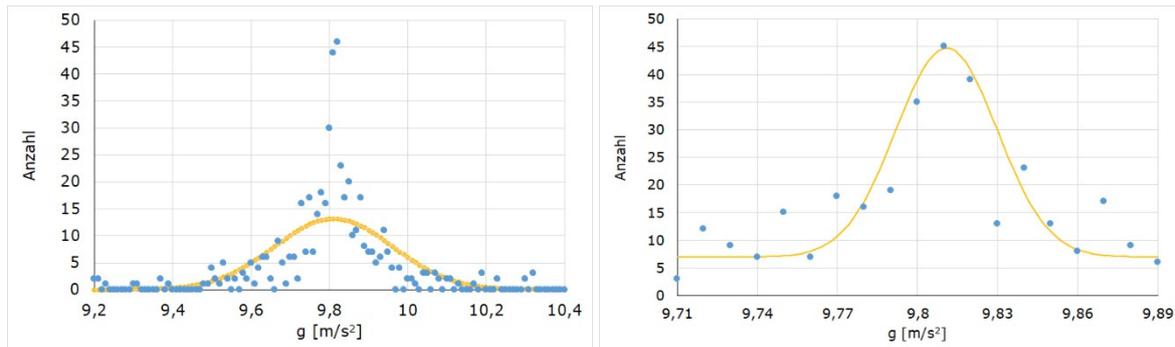


Abb. 5: (a) Gesamtverteilung der im Praktikum erzielten Daten und (b) Gauß-verteilte Daten rund um den Erwartungswert.

von  $(9,818 \pm 0,012) \text{ m/s}^2$  und damit eine Abweichung von 0,06 % von dem von der Physikalisch Technischen Bundesanstalt (PTB) für Dresden gegebenen Wert [8] von  $9,81168 \text{ m/s}^2$ . Auf diese Abweichung wird später noch zurückgekommen.

In Summe wurden im Praktikum gut 500 Werte für die Erdbeschleunigung bestimmt. Abb. 5 zeigt die erzielte Werteverteilung. Der Mittelwert beträgt  $(9,81085 \pm 0,0068) \text{ m/s}^2$  (dass hier mehr Stellen angegeben werden als bei dem gegebenen Fehler üblich ist dem Vergleich mit dem PTB-Wert geschuldet) und weicht damit nur 0,008% von dem von der PTB gegebenen Wert ab.

Dass diese Abweichung deutlich geringer ist als die des vorgenannten Pendelversuchs im Mollier-Bau hängt mit der Tatsache zusammen, dass die Zahnseide die als Pendelseil zum Einsatz kam, geringfügig flexibel ist. Diese Dehnung bewirkt eine Veränderung der Pendellänge in den Umkehrpunkten, was wiederum zu Abweichungen in der Schwingungsdauer führt, die ihrerseits zu einer, wenn auch geringen, Fehlbestimmung der Erdbeschleunigung Anlass geben.

Dieses Beispiel zeigt, dass die Versuchsplanung für das Messergebnis an dieser Stelle von zentraler Bedeutung ist.

Die Tatsache, dass sich in der in Abb. 5a gezeigten Verteilung eine Abweichung von der normalen Gaußverteilung ergibt, liegt daran, dass wir hier die Gesamtverteilung betrachten. Betrachtet man in Abb. 5b nur die Daten, die nahe dem erwarteten Wert für die Erdbeschleunigung liegen, also jene, die nur durch zufällige Fehler von diesem Wert abweichen, so zeigt sich bei insgesamt gut 320 Werten eine

hervorragende Gaußverteilung. Durch die Nachbesprechung des Versuchs mit den Studierenden in der Vorlesung konnte damit die Tatsache, dass zufällig fehlerbehaftete Messwerte gaußverteilt sind, weit jenseits der normalen theoretischen Besprechung dieses Vorlesungsinhalts am praktischen Beispiel belegt und damit für das weitere Verständnis bei den Studierenden wesentlich besser besetzt werden.

## 6. Gesamtumsetzung

Für die Gesamtumsetzung des digitalen Praktikums mussten zunächst die Praktikumsanleitungen auf die modifizierten Versuche für den Heimbetrieb umgestellt werden.

Als Ersatz für die typischerweise vom Praktikumsbetreuer vorgenommene Einführung in das Praktikum wurden für jeden Versuch Einführungsvideos erstellt, in denen im Detail alle Schritte des Praktikums mit konkreten Durchführungshinweisen erläutert wurden [4-7]. Diese Videos wurden, wie auch die Vorlesungsvideos, bei YouTube zur Verfügung gestellt.

Die Praktikumsanleitungen, die für die Versuche Messdynamik und SPS erforderlichen Programme sowie vorgefertigte Protokollbögen wurden auf der Lernplattform Opal in den jeweiligen MAT-Kursen zur Verfügung gestellt.

Ab dem Start standen für jeden Versuch drei Wochen für die Bearbeitung zur Verfügung. Nach ca. 1-1,5 Wochen wurden für Gruppen von ca. 60 Studierenden Chat Räume für Echtzeitkommunikation geöffnet, in denen in Konsultationen Fragen zum Versuch gestellt werden konnten. Diese Räume können an der TU Dresden über das Tool **Matrix** erstellt werden

[9], Danach standen entsprechend weitere 1,5-2 Wochen für die abschließende Bearbeitung zur Verfügung.

Die entstandenen Protokolle der Praktikumsversuche mussten von den Studierenden im Opal-Kurs in Ordnern, die nach Studienrichtungen sortiert waren, hochgeladen werden.

In den Einführungs-Videos wurde explizit darauf hingewiesen, dass es sinnvoll ist, im Rahmen des Praktikums in Gruppen zusammenzuarbeiten. Auch wenn diese Gruppen durch die Kontaktbeschränkungen im Sommer- wie im Wintersemester im Wesentlichen nur digital konferieren konnten, konnte festgestellt werden, dass sich die Studierenden auch wirklich gezielt in Gruppen zusammengefunden hatten, um die entsprechenden Versuche zu bearbeiten.

Dabei war ein Download der Protokolle durch die Studierenden nicht möglich, sodass kein beliebiger unautorisierter Austausch von Protokollen erfolgen konnte.

Nach dem Upload der Protokolle konnte die Auswertung und Notenvergabe vergleichsweise zügig erfolgen, da in den Protokollbögen gezielt die Fragen beantwortet werden mussten und dann entsprechend Punkte vergeben werden konnten, die über ein Excel-Sheet registriert und in die Praktikumsnoten umgerechnet werden konnten. Für die Notenberechnung wurde der Standardnotenspiegel Messung Automatisierungstechnik eingesetzt.

## 7. Erfahrungen mit dem digitalen Praktikum

Die erste Erfahrung mit dem digitalen Praktikum war, dass wir eine quasi 100%ige Beteiligung der Studierenden an den Versuchen feststellen konnten.

Darüber hinaus war festzustellen, dass die Studierenden außerordentlich gut vorbereitet in die Konsultationen in den Matrixräumen gekommen sind. Es zeigte sich, dass nach den 1-1,5 Wochen, die bis zu den Konsultationen zur Verfügung standen, bereits intensiv an den Versuchen gearbeitet worden war, so dass sehr zielgerichtet Fragen gestellt werden konnten. In der Betrachtung der Resultate der Praktikumsversuche setzte sich dieser ausgesprochen positive Trend fort. Es zeigte sich, dass

die erbrachten Leistungen zu erheblichen Teilen weit über die geforderten Aufgaben hinausgingen.

Um zwei Beispiele zu nennen: Im Sommersemester war im Versuch für die Charakterisierung digitaler Kameras die Erstellung von zwei Modulations-Transferfunktionen und deren Vergleich gefordert. In den wenigsten Protokollen waren nur zwei entsprechende Modulations-Transferfunktionen aufgenommen worden. Die meisten Studierenden hatten eine Vielzahl von Parametern verändert, die entsprechenden Modulations-Transferfunktionen bestimmt und im Anschluss ausgesprochen umfangreiche Diskussionen der Ergebnisse niedergeschrieben. Diese Auswertungen zeigten oftmals durchaus tiefgreifendes Verständnis der entsprechenden Aufgabenstellung und ihrer Kernprobleme.

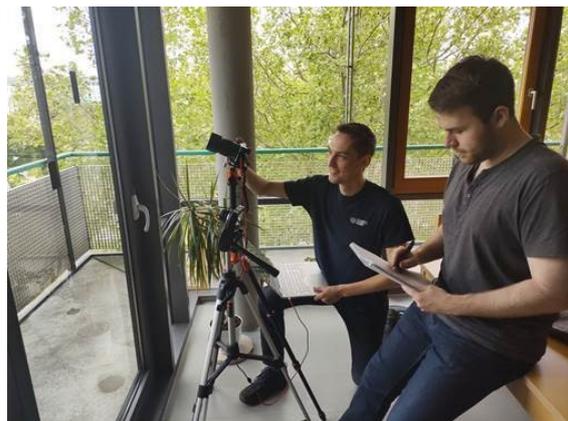


Abb. 4: 2 Studierende im leeren Studentenwohnheim bei der Durchführung des Versuchs zur Kamera-Charakterisierung. [10]

Im Wintersemester zeigte sich ein ähnlicher Trend z.B. beim Versuch zur Bestimmung der Erdbeschleunigung. Hier konnte beobachtet werden, dass die Studierenden mit zum Teil erheblichem Aufwand dieses Experiment geplant und aufgebaut hatten. Messsysteme mit Lichtschranken und Arduino-Controller, Messungen mittels digitaler Bildverarbeitung, komplexe Bestimmungen der Trägheitsmomente der Pendelmassen und ähnliches fanden sich in Hunderten von Protokollen.

Damit erscheint der Lerneffekt in diesem Praktikum deutlich höher gewesen zu sein als in den bisherigen Präsenzpraktika. Dies dürfte einerseits der Tatsache geschuldet sein, dass die

Studierenden die Möglichkeit hatten, über einen längeren Zeitraum von drei Wochen die Problematik bearbeiten zu können, sich dementsprechend mit ihren Kommilitonen austauschen konnten und demzufolge gut vorbereitet in die Konsultationen gegangen sind. Hinzu kommt sicherlich auch, dass diese Form des Praktikums in der sehr schwierigen Situation des digitalen Semesters offensichtlich eine willkommene Abwechslung geboten hat, die mit konkreter praktischer Arbeit den zum Teil durch den Lockdown demotivierenden und frustrierenden Alltag unterbrechen konnte.

## 8. Ausblick auf das Sommersemester 2021

Da es sich bei der MAT wie erwähnt um einen zweisemestrigen Kurs handelt, können im Sommersemester 2021 nicht einfach wieder die Versuche zum Einsatz kommen, die im Sommersemester 2020 verwendet wurden, da der Computerversuch zur Messdynamik und der Heimversuch zur digitalen Bildverarbeitung bereits im Wintersemester eingesetzt wurden. Der Versuch zur SPS wird für das Sommersemester erhalten bleiben.

Damit sind zwei Versuche erforderlich, um das Gesamtcurriculum der experimentellen Ausbildung in der MAT zu komplettieren. Dabei sind zwei maßgebliche Themenkomplexe aus der MAT abzudecken. Einerseits fehlt mit den bisher im Programm befindlichen Experimenten die statische und dynamische Charakterisierung von Messgliedern und andererseits ist im Sommersemester das Themengebiet Regelkreise auch experimentell umzusetzen.

Während sich die Charakterisierung von Übertragungsgliedern nur in realen Experimenten durchführen lässt, könnte man im Prinzip Versuche zum Regelkreis analog zu dem Versuch zur Messdynamik als Computerprogramm zur Verfügung stellen. Damit würde allerdings die konkrete experimentelle Auseinandersetzung der Studierenden mit der Thematik entfallen.

Aus diesem Grund wurde für das Sommersemester mit Unterstützung des FOSTER-Programms der TU Dresden [11] ein neues und in Zukunft ausbaubares Konzept für Heimversu-

che installiert. Dabei handelt es sich um Experimentierkoffer, die reale mess- und regeltechnische Versuche ermöglichen sollen. D. h. diese Experimentierkoffer sind mit den Sensoren und Stellgliedern ausgestattet, die für die Versuche erforderlich sind, und beinhalten zudem einen Arduino-Mikrocontroller.

Mit diesen Experimenten können gleich zwei inhaltlich didaktische Aspekte erreicht werden. Einerseits werden die normalen praktikumstypischen Aufgaben der MAT in realen von den Studierenden aufzubauenden Versuchen umgesetzt und andererseits werden die Studierenden mit der Verwendung von Mikrocontrollern am Beispiel des Arduino-Mikrocontrollers vertraut gemacht.



Abb. 6: Versuchsaufbau zum Regelkreis mit Regelstrecke und messtechnischer Peripherie.

Von der didaktischen Konzeption her wird der erste Versuch einige Experimente zur grundlegenden Verwendung des Arduino beinhalten und andererseits die Charakterisierung eines Temperatur-Messfühlers sowohl bezüglich seiner statischen als auch seine dynamischen Eigenschaften in den Blick nehmen. Außer den im Experimentierkoffer enthaltenen Komponenten benötigen die Studierenden für dieses

Experiment eigentlich nur einen Topf mit kochendem Wasser und einen Computer, von dem aus sie den Arduino steuern können.

Der zweite Versuch zum Regelkreis wird an einem sehr anschaulichen Beispiel zur Lageregelung eines Styroporballs (Abb. 6) in einer Plexiglasröhre unterschiedlichste Aspekte der Regeltechnik adressieren.

Für beide Versuche werden den Studierenden für den Arduino grundlegende Programme zur Verfügung gestellt. Dies erfolgt, da Studierende, die bis zu diesem Zeitpunkt nicht mit Arduino gearbeitet haben, ansonsten vor dem Problem stehen würden, sich zunächst vollständig in die Verwendung und Programmierung des Arduino einarbeiten zu müssen. Gleichzeitig wird den Studierenden aber angeboten, diese Programme zu verändern und gegebenenfalls zu optimieren. Im letzteren Fall müssen die entsprechenden Codes für die nachfolgende Bewertung der Messergebnisse im Protokoll mit angegeben werden.

## 9. Lessons Learned

Die bisherigen Erfahrungen mit Heimversuchen in der MAT haben gezeigt, dass die Studierenden die Möglichkeit, sich über mehrere Wochen mit den Versuchen zu beschäftigen, nutzen, um umfangreiche Experimentserien durchzuführen und damit ein wesentlich vertieftes Verständnis der inhaltlichen Aspekte zu erreichen. Großen Wert legen wir bei den Protokollen zu den Versuchen auf die Interpretation der Daten und deren kritische Reflexion.

Blickt man über die Zeit der digitalen Praktika hinaus, so ergeben sich sofort einige Veränderungen, die an einem dann hoffentlich wieder möglichen Präsenzpraktikum vorgenommen werden können. Bei Versuchen wie der Messdynamik oder der SPS ist offensichtlich, dass die Bearbeitung der Praktikumsaufgaben zu Hause entscheidende Vorteile bietet, da sie mehr Zeit zur Verfügung stellt und man dann die Zeit in den Präsenzkonsultationen nutzen kann, um mit den Studierenden die nach der Bearbeitung offengebliebenen Fragen zu klären. Auf diese Weise soll sowohl in diesen Versuchen als auch in den anderen Versuchen, die in der MAT zum Einsatz kommen, die Beschäftigung mit dem Praktikumsstoff zu verstärken

und damit das Verständnis für die entsprechenden Inhalten deutlich zu verstärken.

## Danksagung

Großer Dank gilt dem gesamten Team der Magnetfluiddynamik, das mit Ideen, Hilfen zur technischen Umsetzung, der Entwicklung der Arduino-Versuche, Umarbeitung der Praktikumsanleitungen und dem Test der Versuche zum Gelingen des digitalen MAT-Praktikums beigetragen hat. Besonderer Dank geht dabei an Hr. Höbold und Hr. Sturm für die Entwicklung der Experimentierkoffer für das kommende Wintersemester und Hr. Mokronowski für die Erstellung der Einführungsvideos! Darüber hinaus danken wir dem FOSTER-Programm der TUD (Exzellenzförderung) für die finanzielle Unterstützung zur Erstellung der Experimentierkoffer, die maßgeblich zur Umsetzung der zukünftigen Praktikumsstruktur beitragen wird.

## Literatur

- [1] <https://bit.ly/MFD-YouTube-Kanal>
- [2] E. Dohmen, A. Lange, B. Kraus, S. Sturm, S. Odenbach, Online-Prüfung mit OPAL, ONYX und MAXIMA Chancen und Grenzen, Lessons Learned (2021) 1,1/2 <https://doi.org/10.25369/ll.v1i1/2.8>
- [3] [https://de.wikipedia.org/wiki/Atom\\_\(Texteditor\)](https://de.wikipedia.org/wiki/Atom_(Texteditor))
- [4] Versuch „Digitale Bildverarbeitung“: <https://youtu.be/LHhgr0nVBQI>
- [5] Versuch „SPS“: <https://youtu.be/59xzLzSkIWw>
- [6] Versuch „Messdynamik“: <https://youtu.be/m-v4U2nx25Q>
- [7] Versuch „Versuchsplanung und Fehlerrechnung“ <https://youtu.be/GzEDpFrs7tU>
- [8] <https://bit.ly/g-Extractor-PTB>
- [9] <https://doc.matrix.tu-dresden.de/>
- [10] Foto: Julian Hagert, priv. comm.
- [11] <https://tud.link/6gws>



## Lab@Home: Individualisierte Computerpraktika

F. M. Arnold, J.-O. Joswig\*

*Theoretische Chemie, Fakultät für Chemie und Lebensmittelchemie, TU Dresden*

### Abstract

Die im Jahr 2020 aufgetretene Pandemie bedingte auch an den Universitäten einen Lockdown und die Verlagerung der Lehre in den digitalen Raum. Im Bereich der Studiengänge Chemie und Lebensmittelchemie ist dies nur teilweise möglich. Insbesondere die Laborpraktika vermitteln Kernkompetenzen, die nicht anders als in Präsenz erworben werden können. Computerpraktika hingegen können mit guter Konzeption an den heimischen Computer verlagert werden. Wir stellen hier unser Konzept vor, das es möglich gemacht hat, Computerversuche aus den Bereichen der Quantenchemie und Statistischen Thermodynamik als Lab@Home-Computerpraktikum durchzuführen. Individualisierte Aufgabenstellung, kontrollierte Vorproduktion der numerischen Ergebnisse, fortlaufende Kommunikation mit den Studierenden und umfangreiche Nutzung digitaler Lehrmethoden waren dabei die entscheidenden Grundlagen für die erfolgreiche Durchführung.

The pandemic that occurred in 2020 also caused a lockdown at universities and the relocation of teaching to the digital space. In the area of the Chemistry and Food Chemistry degree programmes, this is only partially possible. The laboratory courses in particular convey core skills that cannot be acquired in any other way than in presence. Computer-lab courses, on the other hand, can be relocated to the home computer with a good underlying concept. We present our concept here, which has made it possible to conduct computer experiments from the fields of quantum chemistry and statistical thermodynamics as a Lab@Home computer-lab courses. Individualised tasks, controlled pre-production of numerical results, continuous communication with the students and extensive use of digital teaching methods were the decisive foundations for successful implementation.

\*Corresponding author: [jan-ole.joswig@tu-dresden.de](mailto:jan-ole.joswig@tu-dresden.de)

## 1. Einleitung

Ein Teil der Ausbildung in den Studiengängen Chemie und Lebensmittelchemie beschäftigt sich mit dem Fachgebiet der Theoretischen Chemie. Dieser Teil vermittelt die Grundlagen der Quantenmechanik, verschiedene Modelle zur Berechnung von molekularen Eigenschaften sowie Methoden der Elektronenstrukturrechnung. Bedingt durch die Interdisziplinarität dieses Gebiets sind die Studierenden mit Problemstellungen aus Physik, Mathematik und Computeranwendung konfrontiert, die alle zur Bearbeitung chemischer Fragestellungen benötigt werden. Wir haben die Erfahrung gemacht, dass die Vermittlung dieser Zusammenhänge durch praktische Übungen (Hands-On-Kurse) gut funktioniert und schon früh entsprechende Computerexperimente entworfen und durchgeführt [1].

Normalerweise fand dieses Computerpraktikum unter Aufsicht zu festgelegten Zeiten in einem gut ausgestatteten Computer-Pool statt. Durch die im Jahr 2020 aufgetretene Pandemie und die Lockdowns waren allerdings Präsenzveranstaltungen gar nicht bzw. nur unter erschwerten Umständen durchführbar. Wir haben uns daher schon früh entschlossen, diesen Bereich unserer Lehrveranstaltungen nach Hause zu verlegen: als Lab@Home. Zugute kam uns dabei die Tatsache, dass heutzutage alle Studierenden mit Computerhardware ausgerüstet sind und wir keine praktischen Versuche im Labor durchführen müssen.

Wir stellen in diesem Artikel unser Konzept der Überführung dieser Computerversuche in individualisierte Versuche vor, die im Homeoffice durchgeführt werden konnten. Die Planung für das Sommersemester 2020 erfolgte innerhalb von 14 Tagen, nachdem die TU Dresden in den Notbetrieb gegangen war. Wir haben unser Konzept, das nun bereits im zweiten Jahr erfolgreich läuft, stetig weiterentwickelt und an individuelle Gegebenheiten verschiedener Lehrveranstaltungen angepasst.

## 2. Computerpraktika

Unser vorliegendes Konzept haben wir auf zwei Praktika der Studiengänge Bachelor Chemie und Lebensmittelchemie angewendet.

Beide Praktika sind in den Modul-Kanon der Physikalischen Chemie (PC) eingebunden und sollen hier kurz beschrieben werden: Das Modul PC2 („Theorie der chemischen Bindung“) findet als Pflichtmodul beider Studiengänge im dritten Semester statt und beschäftigt sich mit den Grundlagen der Quantenmechanik (Schrödinger-Gleichung, Teilchen im Kasten, harmonischer Oszillator, Wasserstoffatom, Molekülorbital-Theorie, Hückel-Theorie) sowie Grundlagen der Elektronenstrukturrechnungen, wie Hartree-Fock-Methode und Dichtefunktionaltheorie. Neben der Vorlesung und einer Seminarreihe wird der Inhalt vor allem im PC2-Computerpraktikum vermittelt, das fünf Computerversuche beinhaltet. Deren Themengebiete sind: (1) Atomorbitale, (2) Ionisierungspotential, (3) Molekülorbitaltheorie, (4) Hückel-Theorie und (5) Schwingungsspektren.

Im sechsten Semester nehmen die Studierenden des Bachelorstudiengangs Chemie außerdem am Pflichtmodul PC3 („Spezielle Physikalische Chemie“) teil, das sich mit den Teilgebieten Photochemie, Elektrochemie, Theoretische Chemie und Statistische Thermodynamik beschäftigt. Auch hier gibt es neben den Vorlesungen und einer Seminarreihe ein Praktikum, das aus zwei gleich großen Teilen besteht: einem Laborpraktikum, das die Teilgebiete Photochemie und Elektrochemie abdeckt, und einem Teil mit Computerexperimenten, die sich mit den Teilgebieten Theoretische Chemie und Statistische Thermodynamik beschäftigen.

Beiden Computerpraktika gemeinsam sind deren Modalitäten: Jeder der fünf (PC2) bzw. drei Versuche (PC3) wird durch ein versuchsbezogenes Seminar vorab eingeleitet, in dem die wichtigsten Grundlagen wiederholt und Besonderheiten des Versuchs diskutiert werden. Anschließend gibt es für die Studierenden in einen Zeitraum von vier Tagen die Möglichkeit, einen elektronischen Eingangstest (Antestat) durchzuführen, um die Zulassung zur Durchführung zu erhalten. Die hierbei erreichte Note geht in die Endnote ein.

Für diesen Eingangstest gibt es innerhalb des vorgegebenen Zeitraums zwei Wiederholungsmöglichkeiten. Tabelle 1 fasst wichtige Kenngrößen beider Praktika zusammen.

Tab. 1: Zusammenfassung wichtiger Merkmale der zwei Module, in denen Lab@Home-Computerpraktika durchgeführt wurden. Die Laufzeit bezieht sich auf die Semester unter Pandemie-Bedingungen.

	Modul PC2	Modul PC3
<b>Modultitel</b>	Theorie der chemischen Bindung	Spezielle Physikalische Chemie
<b>Studiengänge</b>	Chemie, Lebensmittelchemie	Chemie
<b>Studierende (2020)</b>	ca. 90 (ca. 45 Zweiergruppen)	ca. 40
<b>Semester</b>	3. (Wintersemester)	6. (Sommersemester)
<b>Anzahl Versuche</b>	5 (+ Vorversuch)	3 (+ Vorversuch)
<b>Laufzeit (2020)</b>	13 Wochen	8 Wochen

Der eigentliche Versuch findet zu einem festgelegten Termin in unserem Computerpraktikumsraum statt, in dem 20 Computerarbeitsplätze mit der notwendigen Software ausgestattet sind. Jeder Versuch wird in Zweiergruppen durchgeführt, die Ergebnisse werden sofort handschriftlich protokolliert, diskutiert und das Protokoll am Ende des Versuchstages abgegeben. Der zeitliche Aufwand für die Studierenden vor Ort beträgt bei guter Vorbereitung etwa vier Stunden pro Versuch.

### 3. Herausforderungen

Mit dem Beginn eines Lockdowns ungewisser Dauer im Frühjahr 2020 ging die Notwendigkeit einer Entscheidung einher, ob und wie das im Sommersemester angesetzte PC3-Computerpraktikum durchgeführt werden könnte. Insbesondere die Unsicherheit über die Dauer des Lockdowns ließ uns schnell zu der Entscheidung gelangen, das Computerpraktikum nach Hause zu verlegen. Damit konnte die Zeit des harten Lockdowns sinnvoll genutzt werden und es wurden die Zeitblöcke, die für dieses Praktikum vorgesehen waren, frei und konnten den Kollegen für die Durchführung der experimentellen Laborpraktika zur Verfügung gestellt werden. Diese Lösung fand in der Studierendenschaft und unter den Kollegen großen Anklang.

Da die Qualität der Ausbildung auch unter diesen außergewöhnlichen Bedingungen zu gewährleisten war, warf die Verlagerung des Computerpraktikums an den studentischen Rechner als virtuelles Lab@Home-Praktikum eine Reihe von Fragen auf, die im Vorfeld zu lösen waren:

- Ist die bisher verwendete Computational-Chemistry-Software geeignet, auch von un-

erfahrenen Studierenden ohne direkte Betreuung sinnvoll angewendet zu werden?

- Wie ist die korrekte und schnelle Installation der Software auf unterschiedlicher Hardware mit verschiedenen Betriebssystemen zu gewährleisten?
- Wie kann eine (zeitliche) Benachteiligung einzelner Studierender durch leistungsschwache Hardware verhindert werden?
- Wie kann eine asynchrone, aber doch lückenlose Betreuung während der Durchführung der Computerversuche garantiert werden?
- Wie kann erreicht werden, dass sich alle Studierenden selbst mit dem Stoff beschäftigen und die notwendigen Arbeitsschritte eigenständig durchführen?
- Wie können im Homeoffice geschriebene Testate sinnvoll gestaltet werden?

### 4. Lösungsansatz: Lab@Home

Unser Lösungsansatz für diese Fragen war die Individualisierung des Lab@Home-Computerpraktikums. In diesem Abschnitt erläutern wir zunächst die Einzellösung zu den aufgeworfenen Fragestellungen des vorherigen Abschnitts und geben im anschließenden Abschnitt einen Überblick über die Modalitäten des Lab@Home-Praktikums, die sich nach drei Semestern herauskristallisiert haben.

Die im Computerpraktikum verwendete Computational-Chemistry-Software war auch vor der Pandemie schon das Software-Paket ADF (Amsterdam Density Functional) [2,3]. Über Lehrlicenzen kann mit vielen Computational-Chemistry-Software-Herstellern verhandelt werden. Dieses Programm verfügt über eine

grafische Benutzeroberfläche, auf der Moleküle einfach generiert und alle Parameter der durchzuführenden Berechnung in Drop-Down-Menüs eingestellt werden können (Abb. 1). Da diese Software auf den gängigen Betriebssystemen (MS Windows, Mac OS, Linux) läuft, war sie ideal für unseren Ansatz geeignet. Wir begleiten den Installationsprozess und die Bedienung durch einen Messenger-Dienst-Kanal, aber auch per E-Mail und gegebenenfalls durch Videokonferenzen. Im Allgemeinen treten hierbei keine größeren Probleme auf, da der Installationsprozess dieser kommerziell erhältlichen Software bereits für die drei gängigen Betriebssysteme optimiert ist.

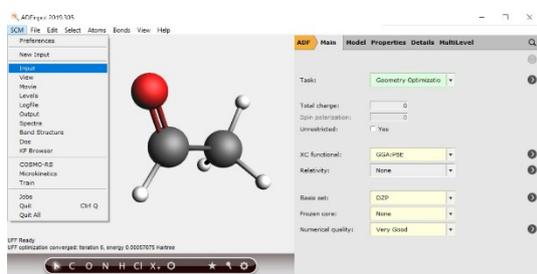


Abb. 1: Grafische Benutzeroberfläche des Programmpakets ADF [2,3]. Moleküle können intuitiv erstellt und Berechnungsparameter in verschiedenen Drop-Down-Menüs eingestellt werden.

Zusätzlich zur Möglichkeit des Lab@Home halten wir aber auch zwei vollständig eingerichtete Desktop-Workstations im Bereich des Campus in Einzelbüros bereit, so dass Studierende ohne die benötigten Hardware-Voraussetzungen die Versuche unter den gegebenen Schutzmaßnahmen jederzeit durchführen könnten. Dadurch erreichen wir ein barrierefreies Computerpraktikum.

Die Installation der Software wird mittels eines Vorversuchs begleitet. In diesem Kurzversuch, zu dem kein Protokoll abgegeben werden muss, erhalten die Studierenden zusätzlich zur Installationsanleitung die numerischen Ergebnisse bestimmter Berechnungen, um diese zu reproduzieren und sich so mit der Software vertraut zu machen. Wir fragen bei diesem Versuch zusätzlich Informationen über die benötigten Rechenzeiten ab. Dadurch können wir die individuelle Hardware abschätzen und bei der Vergabe der Berechnungsparameter darauf achten, dass Studierende mit weniger

leistungsstarker Hardware auch rechentechnisch weniger anspruchsvolle Datensätze zugeordnet bekommen.

Zur asynchronen, lückenlosen Betreuung während der Computerversuche verwenden wir den an der TU Dresden etablierten Messenger-Dienst [matrix] [4]. Der jeweilige Praktikums-Chat-Kanal wird dabei ca. 12 Stunden pro Tag sowohl an Wochentagen als auch an Wochenenden betreut, so dass auf Studierendenseite im Falle von Fragen ein möglichst geringer Zeitverlust während der Bearbeitung der Versuche entsteht. Hierbei sind die Mitarbeiter der Professur für Theoretische Chemie involviert, die sich bei der Betreuung ablösen.

Die größte Herausforderung war die Qualitätssicherung: Während im Computerpool das Wechselspiel zwischen gewünschtem lehrreichem Austausch unter den Studierenden und unerwünschter Weitergabe von Lösungen relativ einfach überwacht werden kann, ist dies in einer Lab@Home-Situation nicht mehr möglich. Wir konnten dieses Problem umgehen, indem wir die Aufgabenstellungen individualisiert haben: Die Studierenden erhielten also individuelle Berechnungsparameter und zu untersuchende Moleküle zugeteilt. Mit diesen werden zwar qualitativ dieselben Ergebnisse erhalten, sie unterscheiden sich aber quantitativ (Abb. 2).

**T1: Geometrieoptimierung**  
 Verwenden Sie bitte für Ihre Berechnungen die angegebenen Funktionale (F) und Basisätze (B) für die gezeigten Moleküle.  
 Verwenden Sie Molekül 1 für die Aufgaben 1, 2 und 3.

Aufgabe	Molekül 1 (Molekül 1 ebenfalls in Aufgabe 1 & 2)			
	Atomart 1	Atomart 2	Atomart 3	Atomart 4
1	HBr	PF5	NO2	PF5
2	HCl	BLV1P2P	NO2	PF5
3	HBr	BLV1P2P	CO2	PF5
4	HCl	PF5	NO2	PF5
5	HBr	PF5	CO2	PF5
6	CO	BLV1P2P	H2O	BLV1P2P
7	CO	PF5	CO2	BLV1P2P
8	H2	BLV1P2P	NO2	BLV1P2P
9	CO	PF5	H2O	PF5
10	H2	BLV1P2P	NO2	LDV1P2P
11	CO	PF5	H2O	LDV1P2P
12	HBr	PF5	NO2	LDV1P2P
13	HCl	BLV1P2P	NO2	LDV1P2P
14	HBr	PF5	CO2	LDV1P2P
15	CO	PF5	NO2	LDV1P2P
16	HBr	BLV1P2P	CO2	LDV1P2P
17	HBr	PF5	NO2	LDV1P2P
18	HCl	PF5	CO2	LDV1P2P
19	HBr	PF5	NO2	LDV1P2P
20	CO	BLV1P2P	H2O	LDV1P2P
21	CO	PF5	NO2	LDV1P2P
22	CO	BLV1P2P	NO2	LDV1P2P
23	F2	PF5	H2O	LDV1P2P
24	CO	PF5	NO2	LDV1P2P
25	CO	BLV1P2P	NO2	LDV1P2P
26	F2	BLV1P2P	NO2	LDV1P2P
27	CO	PF5	NO2	LDV1P2P

Abb. 2: Individuelle Zuteilung verschiedener Moleküle und Berechnungsparameter (Funktionale, Basisätze) an die Studierenden.

So konnten die Grundlagen für die didaktisch gewünschten Schlussfolgerungen gelegt werden, es mussten aber von allen Teilnehmern die entsprechenden Rechnungen selbständig durchgeführt, also individuelle Ergebnisse produziert werden. Auf diese Weise wurde zur eigenständigen Lösung der Aufgaben animiert



wissen konnten die Aufgaben schneller bearbeiten als unvorbereitete Teilnehmer. Wir haben die Eingangstests daher in Ausgangstests umgewandelt, um den Lernerfolg zu überprüfen und zu belohnen.

Den Herausforderungen, die die Verlegung der Computerpraktika nach Hause mit sich bringt, kann also wie folgt begegnet werden:

- **Eignung der Software:** Das von uns verwendete Programmpaket ADF ist optimal für die Ansprüche des Lab@Home geeignet. Andere Software kann dies auch sein, wurde von uns jedoch nicht getestet. Es empfiehlt sich, auf einfache Installation und intuitive Bedienbarkeit zu achten. Die Möglichkeit des Erwerbs von Lehrlizenzen oder eine freie Lizenzierung ist dabei von Vorteil.
- **Korrekte Installation:** Auch wenn kommerzielle Programme üblicherweise auf eine möglichst zuverlässige Installation ausgelegt sind, haben wir diese mit einem Vorversuch begleitet.
- **Technische Gleichberechtigung:** Abgefragte Rechenzeiten gaben einen Anhaltspunkt für die Leistungsfähigkeit der verwendeten Hardware. Diese konnte so in der Zuordnung der Datensätze berücksichtigt werden.
- **Asynchrone, lückenlose Betreuung:** Ein Messenger-Dienst bietet die optimale Möglichkeit, schnell auf Fragen der Studierenden zu antworten.
- **Eigenständigkeit:** Die Individualisierung der Aufgabenstellungen führt zur eigenständigen Beschäftigung mit dem Stoff. Gemeinschaftsaufgaben motivieren zusätzlich.
- **Ausgangstests statt Eingangstests:** Zur Überprüfung und Belohnung des Lernerfolgs wurden elektronische Abtestate durchgeführt, die in die Versuchs- bzw. Modulnote eingingen.

## 5. Digitale Betreuung

Nutzung einer Lernplattform: Spätestens mit dem Beginn der Pandemie wurden die Vorteile der Nutzung einer Lernplattform offenbar. Wir

haben die sächsische Lernplattform OPAL bereits zuvor intensiv für unsere Lehre genutzt. Die folgenden Funktionen waren dabei besonders hilfreich:

- **Studentische Registrierung:** E-Mail-Kontakte mit den Studierenden waren so jederzeit möglich.
- **Upload/Download-Ordner:** Die Protokolle wurden per Upload durch die Studierenden abgegeben. Die bewerteten Protokolle konnten zum Download bereitgestellt werden.
- **Elektronische Tests:** Die Ausgangstests wurden mit Hilfe des Testwerkzeugs ONYX durchgeführt. Für Ausgangstests wurde keine Wiederholungsmöglichkeit gegeben. In wenigen Fällen wurde der Versuch mit einem mündlichen Kolloquium abgeschlossen.
- **Forum:** Zunächst wurde das in die Lernplattform integrierte Forum zur Beantwortung von Fragen genutzt. Der Messenger-Dienst hat sich aber als für diesen Zweck geeigneter erwiesen.
- **Klausur:** Abschlussklausuren wurden während der Pandemie als online-Klausuren mit individualisierten Aufgabenstellungen durchgeführt.

### Synchrone/asynchrone digitale Vorlesungen:

Alle Vorlesungen der Module wurden aufgezeichnet und waren während des gesamten Semesters über eine Videoplattform (Videocampus Sachsen [5]) des Bildungsportals Sachsen [6] online abrufbar. Dadurch konnte das klassische Vorlesungsformat mit 90 Minuten Frontalunterricht beibehalten werden, denn bei Bedarf konnten die Vorlesungen ganz oder teilweise nachträglich angesehen werden. Die Aufzeichnung erfolgte zum Teil aus dem Hörsaal mit minimaler Präsenz oder vom Laptop über einen Videostreaming-Dienst.

Online-Seminare mit Breakout-Räumen: Eine der größten Herausforderungen war es, die Aufmerksamkeit in Seminaren zu halten, die aus verschiedenen Gründen nicht aufgezeichnet wurden. Dies geschah hauptsächlich durch Unterbrechungen des Vortrags durch Break-

out-Sessions, in denen die Studierenden in zufällig generierten Kleingruppen Aufgaben bearbeiten konnten. Zum Teil betraf dies schon Lösungsansätze der Computerversuche. Dadurch wurde Abwechslung erzeugt und zur eigenständigen Beschäftigung mit dem Stoff angeregt. Die Schwelle, Fragen zu stellen, war in Kleingruppen deutlich reduziert.

Lernvideos: Neben den Online-Seminaren wurden die wesentlichen Inhalte der Versuche in kurzen Videos zusammengefasst, um den Studierenden zu ermöglichen, sich auch nach der jeweiligen Seminarveranstaltung mit den Inhalten zu beschäftigen. Pro Versuch wurden zwei bis drei Videos von je 10 bis 20 Minuten Länge produziert und über die Videoplattform Videocampus Sachsen veröffentlicht.

Digitale Klausur: Eine der größten Herausforderungen war das Stellen einer digitalen Klausur. Während die technischen Voraussetzungen durch die Lernplattform OPAL und das Testwerkzeug ONYX gegeben waren, kam es hier auf eine gute Konzeption der Klausuraufgaben an. Wir haben uns für eine Open-Book-Klausur entschieden (inkl. Internetnutzung), da die Verwendung unerlaubter Hilfsmittel unter den gegebenen Umständen nicht überprüfbar war. Die Fragestellungen wurden entsprechend angepasst, so dass eine Online-Suche nach Lösungen keine Ergebnisse ergab oder zu lange dauerte. Zusätzlich wurden auch hier die Aufgabenstellungen individualisiert und zufällig verteilt und sortiert, so dass auch eine nicht auszuschließende Kommunikation unter den Studierenden zu viel Zeit in Anspruch nehmen würde. Die Notenverteilung hat sich nicht von denen der Vorjahre unterschieden, die Quote an nichtbestanden Prüfungen war jedoch leicht erhöht.

Kommunikation: Als entscheidender Punkt für den Erfolg des Praktikums hat sich die Kommunikation mit den Studierenden erwiesen. Hierbei schien der wichtigste Punkt eine schnelle Beantwortung von Fragen zu sein. Dies war auch der Grund, weswegen wir nach einem Semesterdurchlauf von der Benutzung eines Forums zur Benutzung eines Messenger-Dienstes übergegangen sind, da hier die Benachrichtigungsfunktion bei neuen Inhalten technisch besser umgesetzt ist.

Zur Kommunikation gehörte auch, den Studierenden das Gefühl des Betreut-Seins zu geben: Wir haben daher nicht nur alle Termine, Modalitäten und Praktikumsmaterialien frühzeitig veröffentlicht, sondern auch freitags eine wöchentliche E-Mail mit den Terminen der kommenden Woche und weiteren kurzen Informationen versendet.

## 7. Lab@Home-Schlüsselemente

Für die erfolgreiche Durchführung eines Lab@Home-Computerpraktikums haben sich für uns folgende Punkte als entscheidend herauskristallisiert:

- Individualisierbare Aufgabenstellungen (quantitativ verschieden, qualitativ analog).
- Gute und permanente elektronische Kommunikation mit den Studierenden.
- Unterstützung der Asynchronizität durch bereitgestellte Lernvideos und Vorlesungsmitschnitte.
- Durchführung elektronischer Tests auch als Vorbereitung auf digitale Klausuren.
- Bereitschaft der Verantwortlichen zu neuen und ungewohnten Lehr- und Bewertungsformaten.

Diese Punkte bedingen einen erhöhten Personal- und Zeitaufwand sowohl bei der Vorbereitung als auch bei der Durchführung. Wir haben abgeschätzt, dass der Aufwand pro Semester bei etwa 1.000 Mitarbeiterstunden, wahrscheinlich aber sogar höher liegt. Hierin ist die benötigte Zeit für gedankliche Vorbereitung und Konzeption nicht einbezogen. Ein gut eingespieltes, nicht zu kleines Team ist daher unbedingt von Nöten.

In kommenden Semestern wird der Aufwand sicherlich sinken, allerdings müssen zum Beispiel die numerischen Ergebnisse bei Software-Updates regelmäßig überprüft werden.

## 8. Nachhaltigkeit und Diversität

Computerpraktika können generell als nachhaltige Lehrform angesehen werden. Die eigenständige Beschäftigung mit dem Stoff fin-

det ohne Chemikalienverbrauch und sogar unabhängig von vor Ort zur Verfügung stehenden Räumlichkeiten statt. Die Individualisierung brachte einen erhöhten Vorbereitungs- und Betreuungsaufwand mit sich, da mehrere tausend Datensätze produziert und getestet werden mussten. Dieser Prozess kann durch erfahrene Helfer unter Verwendung von scripting zumindest teilweise automatisiert werden. Die Datensätze müssen zwar überprüft werden, sobald ein Software-Update der verwendeten Programme durchgeführt wurde. Im Prinzip stehen sie aber für weitere Jahrgänge zur Verfügung. Auch für zukünftige Präsenzveranstaltungen können sie genutzt werden, da dann zwar eine synchrone Lehrveranstaltung durchgeführt wird, jede teilnehmende Gruppe aber individuelle Aufgabenstellungen erhalten kann.

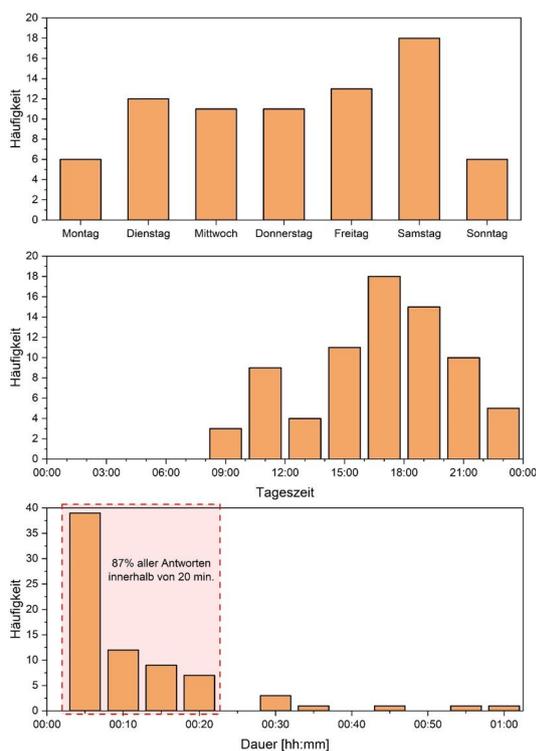


Abb. 5: Statistische Auswertung der Aktivitäten des Messenger-Dienst-Kanals für das Wintersemester 2020/21: Fragenhäufigkeit nach Wochentag (oben) und Tageszeit (Mitte) sowie Antwortzeit durch unsere Mitarbeiter (unten).

Insbesondere die statistische Auswertung des Praktikums-Kanals im Messenger-Dienst [matrix] zeigte, dass das Bearbeitungsverhalten der Studierenden stark vom typischen Tagesablauf mit Präsenzveranstaltungen abwich

(Abb. 5). Die Lab@Home-Aufgaben wurden vermehrt am Wochenende und am Abend durchgeführt. Die Statistik zeigt auch, dass unsere Mitarbeiter es geschafft haben, ca. 90% der gestellten Fragen unabhängig von Wochentag und Uhrzeit innerhalb von 20 Minuten zu beantworten.

Für Studierende, die sich mit besonderen Umständen auseinandersetzen haben, z.B. bei Krankheit oder Abwesenheit, ist die Möglichkeit, ein asynchrones Computerpraktikum zu absolvieren, sicherlich attraktiv. Mit dem gleichzeitigen Angebot des Durchführens vor Ort (durch bereitgestellte, buchbare Hardware im Bereich des Campus) sind unsere Lab@Home-Computerpraktika barrierefrei.

## 9. Zusammenfassung und Ausblick

Bedingt durch die im Frühjahr 2020 aufgetretene Pandemie und die daraus resultierenden Lockdowns waren wir gezwungen, ein neues Konzept für alle von uns durchgeführten Computerpraktika zu entwickeln. Mittlerweile laufen Lab@Home-Praktika bereits im dritten Semester erfolgreich. Der wichtigste Punkt bei der Entwicklung war die Aufrechterhaltung der Lehrqualität. Wir haben dies erreicht, indem wir die Aufgabenstellungen individualisiert haben. Zusätzlich haben wir für eine gute und permanente Kommunikation mit den Studierenden gesorgt. Hier hat sich ein Messenger-Dienst als vorteilhaft erwiesen. So war es möglich, den sich allein mit dem Stoff beschäftigenden Studierenden ein Betreuungsgefühl zu geben. Positiv aufgenommen wurden vor allem die Asynchronität und die Barrierefreiheit. Zusätzlich zu den zu vermittelnden Themengebieten waren die Studierenden aber auch gezwungen, sich mit computertechnischen Fragestellungen auseinanderzusetzen (Programminstallation, vertiefte Nutzung von Tabellenkalkulationsprogrammen etc.), die ihnen auch außerhalb der Theoretischen Chemie zugutekommen.

## Danksagung

Wir danken allen Beteiligten dieses Projekts: Thomas Heine und Antje Völkel, den Systemadministratoren und Doktoranden der Ar-

beitsgruppe Theoretische Chemie, dem Zentrum für interdisziplinäres Lernen und Lehren (ZILL) der TU Dresden, insbesondere dem eLearning-Support, sowie den Studienjahrgängen 2017/2018 des Studiengangs Chemie und 2019 der Studiengänge Chemie und Lebensmittelchemie. Wir danken außerdem der Firma SCM für die Unterstützung mit ADF-Lehrlizenzen.

## Literatur

- [1] Computational Chemistry Workbook, T. Heine, J.-O. Joswig, and A. Gelessus, Wiley-VCH (2009), ISBN 978-3-527-32442-2
- [2] G. te Velde, F. M. Bickelhaupt, E. J. Baerends, C. Fonseca Guerra, S. J. A. van Gisbergen, J. G. Snijders and T. Ziegler, Chemistry with ADF, J. Comput. Chem. **22** (2001), 931, DOI: [10.1002/jcc.1056](https://doi.org/10.1002/jcc.1056)
- [3] ADF 2021.1, SCM, Theoretical Chemistry, Vrije Universiteit, Amsterdam, The Netherlands, <http://www.scm.com>
- [4] [matrix], Open-Source-Messengerdienst: <https://matrix.org>
- [5] Videocampus Sachsen (gemeinsame Videoplattform sächsischer Universitäten, Hochschulen und der Berufsakademie Sachsen), betrieben von der BPS Bildungsportal Sachsen GmbH: <https://videocampus.sachsen.de>
- [6] Bildungsportal Sachsen, Die sächsische E-Learning-Landesinitiative, <https://bildungsportal.sachsen.de>





# Virtuelle PC Pools für Computerpraktika am Beispiel der Materialwissenschaften

S. Kampmann<sup>1</sup>, D. Bodesheim<sup>1</sup>, A. Croy<sup>1</sup>, T. Schied<sup>1</sup>,  
R. Gutierrez<sup>1</sup>, A. Dianat<sup>1</sup>, G. Cuniberti<sup>1,2,3,\*</sup>

<sup>1</sup> Lehrstuhl für Materialwissenschaft und Nanotechnik, Institut für Werkstoffwissenschaft, Fakultät Maschinenwesen, Technische Universität Dresden

<sup>2</sup> Dresden Center for Computational Materials Science (DCMS), Technische Universität Dresden

<sup>3</sup> Dresden Center for Intelligent Materials (DCIM), TU Dresden

## Abstract

Computerpraktika stellen einen wichtigen Bestandteil vieler Lehrveranstaltungen dar, welche die Grundlagen und Details von computergestützten Methoden vermitteln sollen. In den Materialwissenschaften spielen solche Methoden eine zunehmend wichtige Rolle. Typischerweise setzen die Praktika eine physische Präsenz in den PC Pools voraus, u.a. da eine Vielzahl von verschiedenen Programmen lokal installiert und bereitgestellt werden muss. Um Computerpraktika auch in der Online-Lehre vollumfänglich und weitestgehend unabhängig von den Gegebenheiten der Studierenden einsetzen zu können, wurde im Wintersemester 2020/21 ein virtueller PC Pool auf Basis von virtuellen Maschinen mit Web-basiertem Zugang eingerichtet. Dieser virtuelle PC Pool wurde in verschiedenen Lehrveranstaltungen erfolgreich eingesetzt und kann auch bei hybriden Lehrformaten in verschiedenen Disziplinen verwendet werden.

Computer practicals are an important part of many courses that are designed to teach the basics and details of computer-based methods. In the materials sciences, such methods play an increasingly important role. Typically, the practical courses require a physical presence in the PC pools, among other things because a large number of different programmes have to be installed and made available locally. In order to be able to use computer practicals fully and as far as possible independently of the students' circumstances in online teaching, a virtual PC pool based on virtual machines with web-based access was set up in the winter semester 2020/21. This virtual PC pool has been successfully used in various courses and can also be used in hybrid teaching formats in various disciplines.

\*Corresponding author: [gianaurelio.cuniberti@tu-dresden.de](mailto:gianaurelio.cuniberti@tu-dresden.de)

## 1. Einleitung

In den meisten Lehrveranstaltungen mit Bezug zu Computersimulationen sind Praktika vorgesehen, durch die die Studierenden die Simulationsmethoden ausprobieren und anwenden sollen. Die Computerpraktika finden typischerweise in PC Pools statt, wo die notwendige Software zur Verfügung steht und Fragen durch den Praktikumsleiter direkt vor Ort beantwortet werden können. Außerhalb der Pools können die Studierenden die entsprechende Software zwar prinzipiell auf dem eigenen PC installieren, was sich aber durch die Heterogenität der verschiedenen Hardware und Betriebssysteme teilweise sehr schwierig gestaltet. Ein virtueller PC Pool, bei dem die benötigte Umgebung serverseitig bereitgestellt wird, bietet eine praktikable Lösung für die digitale Lehre. Aber auch hier sind verschiedene Aspekte, insbesondere bezüglich eines sicheren und niedrigschwelligen Zugangs, zu beachten [1-3].

Im vorliegenden Artikel soll am Beispiel der Lehrveranstaltungen *Computersimulation in der Materialwissenschaft*, *Computational Methods II*, *Concepts of Molecular Modeling*, *Computational Materials Science: Molekulardynamik* und *Kontinuumsmethoden*, welche für Studierende der *Werkstoffwissenschaft* im 8. und 9.

Semester, sowie für Studierende verschiedener Masterstudiengänge (*Computational Modelling and Simulation*, *Nanobiophysics*, *Organic and Molecular Electronics*, sowie *Physik*) an der TU Dresden angeboten werden, die Einrichtung und Nutzung eines virtuellen PC Pools für die Materialwissenschaften beschrieben werden. Die hier vorzustellende Lösung wurde mit Hilfe des Zentrums für Informationsdienste und Hochleistungsrechnen (ZIH) der TU Dresden erarbeitet und umgesetzt.

## 2. Anforderungen

Wie eingangs erwähnt, sollen die Praktika den Vorlesungsstoff durch eigene Versuche ergänzen und mit Hilfe von Projekten vertiefen. Hierfür werden den Studierenden Aufgaben gestellt, welche mit bereitgestellter Software bearbeitet werden sollen. Die Simulationsergebnisse müssen anschließend ausgewertet und interpretiert werden. Im Rahmen der Praktika mit Bezug zur Materialwissenschaft wird verschiedene (freie) Software zur Materialsimulation unter Linux eingesetzt. Hierbei müssen verschiedene Größenskalen der zu untersuchenden Materialien abgedeckt und mit der eingesetzten Software behandelt werden können (siehe Abb. 1 und Tab. 1).

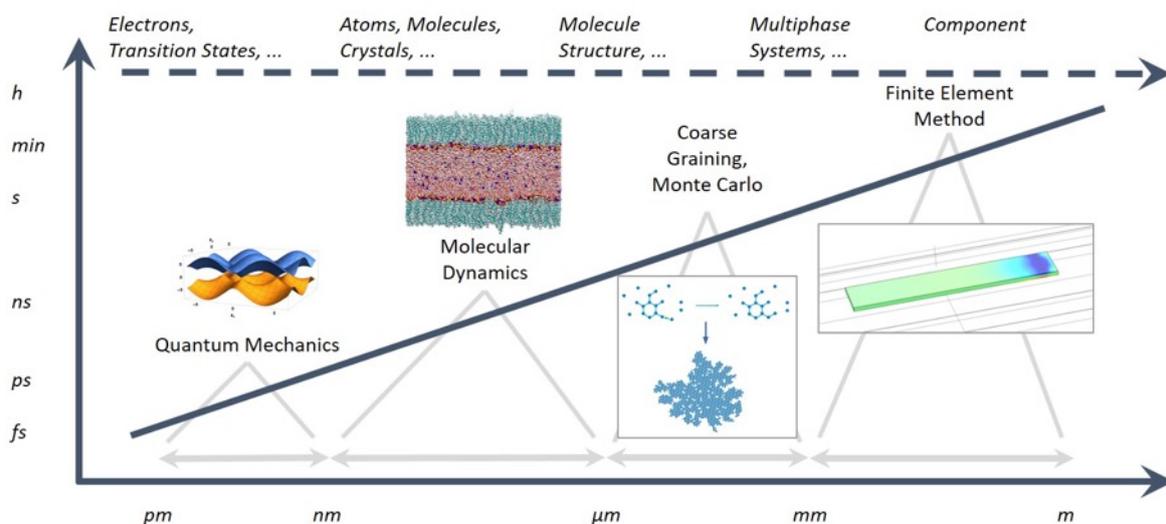


Abb. 1: Übersicht der Methoden zur Beschreibung verschiedener Zeit- und Längenskalen.

Tab. 1: In den Computerpraktika verwendete Softwareprogramme und deren Anwendungsbereich (Skala)

Software	Beschreibung	Atomistisch	Mikro	Meso	Makro
Jupyter-Notebook [15]	Auswertung und Visualisierung	✓	✓	✓	✓
OVITO [12]	3D Visualisierung und Analyse	✓	✓	✗	✗
VMD [16]	3D Visualisierung und Analyse	✓	✓	✗	✗
LAMMPS [11]	Molekulardynamik Simulationen	✓	✓	✗	✗
DFTB+ [13]	Elektronenstrukturberechnungen	✓	✗	✗	✗
Avogadro 2 [17]	Visualisierung von Molekülen und deren Manipulation	✓	✗	✗	✗
COMSOL [14]	Finite Elemente Software	✗	✗	✓	✓

Diese Programme sollen auch im virtuellen PC Pool allen Studierenden zur Verfügung stehen. Zusätzlicher Administrationsaufwand durch Installationssupport auf verschiedenen Hardwareplattformen und Betriebssystemen sollte weitestgehend vermieden werden. Idealerweise sollen die Studierenden auch außerhalb der Praktikumszeiten vollen Zugriff auf Programme, Daten und Rechnerkapazitäten haben. Zusätzlich sollte darauf geachtet werden, dass die Studierenden identische virtuelle Desktopumgebungen bereitgestellt bekommen. Zudem ist insgesamt der Datenschutz zu gewährleisten.

### 3. Umsetzung

Für die Umsetzung des virtuellen PC Pools, der eine Kapazität von 80 virtuellen Maschinen umfasste, wurde eine Lösung erarbeitet, die auf den folgenden Komponenten beruht:

- Die virtuellen Maschinen wurden in einer Cloud-Umgebung des ZIH betrieben. Die Konfiguration sowie das Monitoring der virtuellen Maschinen erfolgt über ein Web-Interface, das ebenfalls vom ZIH bereitgestellt wird.
- Jede virtuelle Maschine basierte auf einer vordefinierten Installation, welche sämtliche Software umfasste. Als Betriebssystem wurde *Ubuntu 20.04* [4] verwendet.
- Als Virtual Network Computing (VNC) Server kam *Turbo-VNC* zum Einsatz [5]. Der VNC Server ermöglicht den Fernzugriff auf die virtuelle Maschine.

- Der Zugang wurde über ein Web-Interface mit Hilfe der Software *noVNC* realisiert [6] und durch Transport Layer Security (TLS) abgesichert. Als ressourcenschonende Desktopoberfläche wurde *Xfce* [7] gewählt (siehe Abb. 2).
- Den virtuellen Maschinen wurde jeweils eine feste Domain zugewiesen.

Aus Sicht der Studierenden ergeben sich mit dieser Lösung eine Reihe von Vorteilen. Jeder Nutzer hat eine eigene, individuelle virtuelle Umgebung. Der Zugriff erfolgt über den Browser und ist daher weitestgehend hardware- und betriebssystemunabhängig. Auch bisher IT-Unerfahrene können unproblematisch Zugang auf einer Vielzahl von Endgeräten erhalten. Die Übertragung ist verschlüsselt und der Zugang ist passwortgeschützt. Sämtliche Software ist vorinstalliert und getestet, wodurch allen Teilnehmenden identische Software zur Verfügung steht. Es können auch lizenzpflichtige Programme ohne eigene lokale Installations-

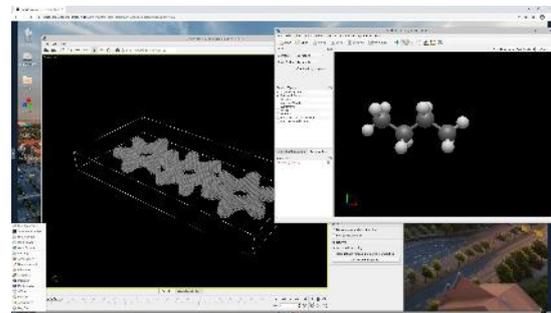


Abb. 2: Screenshot des virtuellen Desktops. Im Vordergrund sind Visualisierungen mit OVITO und Avogadro 2 zu sehen.

tion genutzt werden, da der Bereich der IP Adressen eingeschränkt ist. Daten können über eine Cloudlösung oder durch Netzlaufwerke bereitgestellt und abgerufen werden.

Aus Administratorsicht bietet die gefundene Lösung ebenfalls mehrere Vorteile. Die im Praktikum verwendete Software kann weitestgehend zentralisiert verwaltet und getestet werden. Die Ressourcen können dynamisch an den Bedarf angepasst werden und sind prinzipiell immer verfügbar. Der Zugang und die Verwaltung können dabei graphisch oder per Terminal erfolgen. Für eine zentrale Administration kann die Software *Cluster-SSH* [8] verwendet werden, mit der man gleichzeitig auf alle virtuellen Maschinen zugreifen und Befehle ausführen kann. Auf diese Art und Weise wurden auch randomisierte Passwörter, die für den Webzugriff erstellt wurden, den einzelnen Maschinen zugewiesen. Auch ist somit die Nachinstallation von Software oder das Ablegen von Dateien komfortabel möglich. Zudem ist auf diesem Wege die Rückführung der virtuellen Maschinen in den Ausgangszustand nach Semesterende problemlos möglich.

#### 4. Durchführung

An den Lehrveranstaltungen *Computersimulation in der Materialwissenschaft*, *Computational Methods* und *Concepts of Molecular Modeling* nahmen im Wintersemester 2020/21 insgesamt 80 Studierende teil. Jeder Teilnehmende bekam seine eigene virtuelle Maschine zugewiesen. Zusätzlich wurde den Mitarbeitern, die die Praktika betreuen, jeweils eine virtuelle Maschine, die identisch mit den anderen virtuellen Maschinen war, zur Verfügung gestellt.

Während der online-Praktikumsveranstaltungen konnten die Studierenden mit Hilfe der Bildschirmübertragungsfunktion gängiger Videokonferenzsysteme, wie z.B. Big Blue Button oder Zoom, die Arbeitsschritte auf der grafischen Oberfläche der virtuellen Maschine nachvollziehen. Durch die einheitliche Installation konnten auftretende Fehler schnell eingegrenzt werden.

Zur Bereitstellung praktikumsrelevanter Dateien wurde die Lernplattform OPAL [9] und der von der TU Dresden bereitgestellte Cloudservice [10] verwendet. Der Zugang zu diesen Ressourcen auf der virtuellen Maschine ist wie gewohnt über den Browser möglich.

Insbesondere für die Vorlesung *Concepts of Molecular Modelling* war der einfache und unbeschränkte Zugriff sehr wertvoll, da es Studierende aus den internationalen Masterstudiengängen gab, die sich nicht in Deutschland aufhielten und damit in vielen Fällen nur asynchron Zugang zu Programmen und Daten hatten.

In den Praktika dieser Lehrveranstaltung sollen die Studierenden den Umgang mit Molekulardynamikprogrammen wie *LAMMPS* [11], mit Visualisierungssoftware wie *OVITO* [12] und mit der Programmiersprache Python zur Datenauswertung und zur Durchführung von Monte Carlo Simulationen lernen (siehe Abb. 3). Die gelernten Fähigkeiten wurden am Ende des Praktikums in einem kleinen von den Studierenden durchgeführten Projekt über Molekulardynamik oder Monte Carlo angewandt. Schwerpunkte der Lehrveranstaltung *Computational Methods* sind Methoden zur Berechnung der elektronischen Struktur, welche am

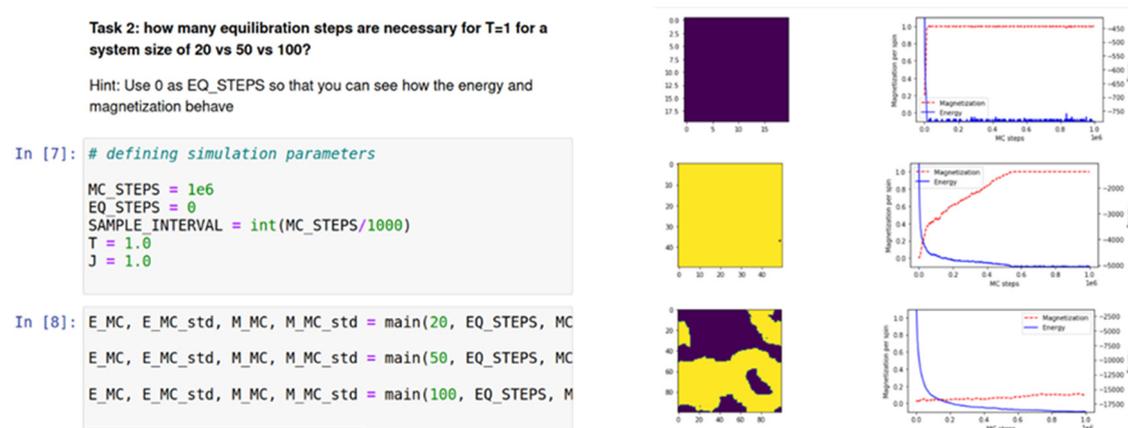


Abb. 3: Auszug aus einem Jupyter-Notebook über Monte Carlo Simulationen.

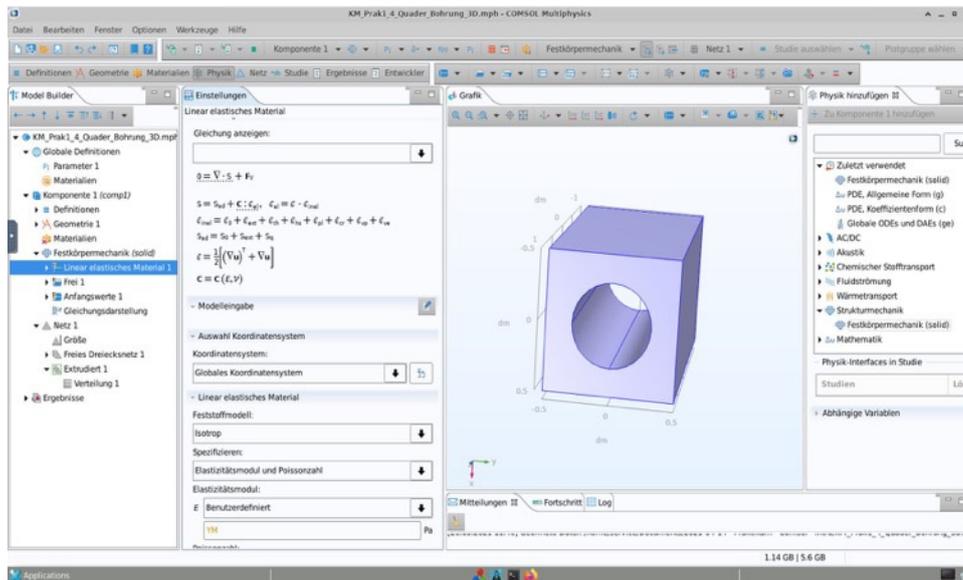


Abb. 4: Screenshot eines Berechnungsbeispiels in der Finite Elemente Software COMSOL [14] aus dem Praktikum der Lehrveranstaltung Kontinuumsmethoden.

Beispiel von DFTB+ [13] praktisch erprobt werden. Bei der *Density Functional Based Tight Binding* (DFTB) Methode handelt es sich um eine Näherung der Dichtefunktionaltheorie, die insbesondere eine Betrachtung von sehr großen Systemen erlaubt. Im Praktikum der Lehrveranstaltung *Kontinuumsmethoden* werden grundlegende Stofftransportphänomene, sowie thermische bzw. mechanische Problemstellungen behandelt. Gleichzeitig wird der praktische Umgang mit der weit verbreiteten (lizenzpflichtigen) Finite Elemente Software COMSOL [14] anhand von Berechnungen vereinfachter Beispiele solcher Problemstellungen vermittelt (siehe Abb. 4). Gerade bei der Verwendung lizenzpflichtiger Software bietet der virtuelle PC Pool eine einfache Lösung, allen Studierenden einen Zugang zu ermöglichen. Das Verständnis der Herangehensweise an materialwissenschaftliche Fragestellungen und deren Bearbeitung mit Hilfe von Kontinuumsmethoden befähigt die Teilnehmenden schließlich, sich Lösungen anders gearteter Probleme, die nicht Teil des Lehrumfangs sind, selbstständig zu erschließen.

In den folgenden zwei Unterkapiteln werden der Aufbau und Ablauf jeweils einer Praktikumseinheit exemplarisch dargestellt. Dabei wird zunächst auf die Verwendung von Python eingegangen und danach eine Fragestellung mit Bezug auf die Molekulardynamik beschrieben.

#### 4.1 Praktikum 1: Python

Am Anfang des Semesters erfolgte eine Einführung in Python, um auch Studierenden ohne jegliche Vorkenntnisse in Programmierung einen leichten Einstieg zu ermöglichen. Ziel war, dass die Studierenden einfachen Python-Code verstehen und ebenfalls selbstständig Skripte, zum Beispiel zur Datenauswertung, erstellen können. Daher wurde bei den Kursen auf möglichst große Beteiligung und Eigenarbeit der Studierenden gesetzt, um einen möglichst großen Lernerfolg zu garantieren.

Die Tutorien wurden online über die Plattform Zoom abgehalten. Die Studierenden mussten eigenständig Programmieraufgaben während des Tutoriums lösen, welche dann besprochen wurden. Es wurde regelmäßig über Umfragen der aktuelle Fortschritt der Studierenden bei der Aufgabenbearbeitung geprüft, um zu ermitteln, wann welche Aufgaben besprochen werden sollten. Des Weiteren wurden die Tutorien aufgezeichnet, so dass asynchrones Lernen problemlos möglich war, falls zum Beispiel Studierende in einer anderen Zeitzone waren oder sonstige andere Verpflichtungen hatten.

Die Programmieraufgaben wurden in sogenannten *Jupyter-Notebooks* [15] erstellt. Dies ist eine Umgebung, in welcher Abschnitt für Abschnitt Code-Teile ausgeführt werden können und ebenfalls Textbausteine eingefügt werden können (siehe Abb. 5). Diese Jupyter-Note-

books wurden so gestaltet, dass genaue Anweisungen und Erklärungen bereits enthalten waren und kleine Programmieraufgaben zu lösen waren. Die Studierenden sollten dann während des Kurses die Aufgaben in den Notebooks eigenständig lösen, während Tutoren in der Zoom-Konferenz für Fragen bereitstanden. Die Notebooks konnten in den virtuellen Maschinen über OPAL heruntergeladen und bearbeitet werden.

### 3. Variables

As in other programming languages, we use variables in python. A variable has a name (for example `x`, `n_1`, `good_variable_name`, `nAnAnA` etc.) and an assigned value to it which can be of different types. Python automatically recognizes which type a variable is. The following types are important for now:

- numbers
  - int (1, 2, 345, -3, etc.)
  - float (1.23, 5.123, -1.2, etc.)
  - complex (3.13j, 1+4.2j)
- string ('this is a string', 'one string to rule them all', etc.)
- boolean (True or False)

So, how do we **assign variables**? We just write `variable = value`:

```
In [ ]: a = 3 # integer
        print(a)

        b = 'Atoms are our friends' # string
        print(b)

        c = "Python is fun" # string
        print(c)

        the_number_pi = 3.14159 # float
        print(the_number_pi)

        a_complex_variable = 3.3 + 3.0j # complex
        print(a_complex_variable)

        FUN = True # boolean
        print(FUN)

        x = 23.5 + 18.5 # we can also assign the result of a
        print(x)
```

#### Exercise

Now let's try **calculating the ratio** from above, but now **using variables**, so that we could easily change values.

First assign each variable a value (use the values from the exercise above) and then calculate the ratio. Assign the result to the variable called `ratio` and print out the variable `ratio`.

```
In [ ]: 
```

Abb. 5: Auszug aus einem Jupyter-Notebook zur Einführung in die Programmierung mit Python.

Neben den Einführungskursen zu Python gab es außerdem ein Python-basiertes Tutorium über Monte-Carlo Simulationen (siehe Abb. 3). Dieses Tutorium wurde ebenfalls in Jupyter-

Notebooks abgehalten, indem auch hier Erklärungen und Aufgaben enthalten waren, die von den Studierenden bearbeitet wurden.

Am Ende des Semesters bearbeiteten die Studierenden ein eigenes kleines Projekt, über welches Sie einen Bericht anfertigten. Da die Virtuellen Maschinen jederzeit über den Browser von zu Hause aus nutzbar waren, konnten alle Studierenden selbstständig von zu Hause dieses Projekt durchführen.

### 4.2 Praktikum 2: Molekulardynamik

Molekulardynamik-Simulationen sind eine wichtige Säule der computergestützten Materialwissenschaft. Im Rahmen der Praktika lösten die Studierenden vorgegebene Aufgaben anhand von kommentierten Eingabeskripten. Eine solche Aufgabenstellung lautet z.B.

- 1) Generieren Sie ein ideales Gold-Nanowire (kfz, L = 8 nm, R = 1,2 nm).
- 2) Berechnen Sie die Abhängigkeit des Druckes von der Dehnung in z-Richtung.
- 3) Berechnen Sie die Abhängigkeit der potentiellen Energie von der Dehnung während des Dehnungsprozesses und berechnen Sie die Bruchdehnung für das Nanowire.

Die Ausführung des entsprechenden Skripts dauert nur wenige Minuten. Anschließend kann das Verhalten des Nanowire mit Hilfe von *OVITO* visualisiert und so die kritische Dehnung gefunden werden (siehe Abb. 6). Die Auswertung der Druck-Dehnung- und Energie-Dehnung-Kurven kann dann beispielsweise in einem Jupyter-Notebook oder durch separate Software erfolgen. Insgesamt fanden vier Praktika statt, in denen jeweils eine Aufgabe, wie exemplarisch beschrieben, bearbeitet wurde. Thematisch wurden dabei unter anderem folgende Themengebiete abgearbeitet: Generierung und Deformation von Kohlenstoffstrukturen; Aufwärm- und Abkühlprozesse von Nanostrukturen.

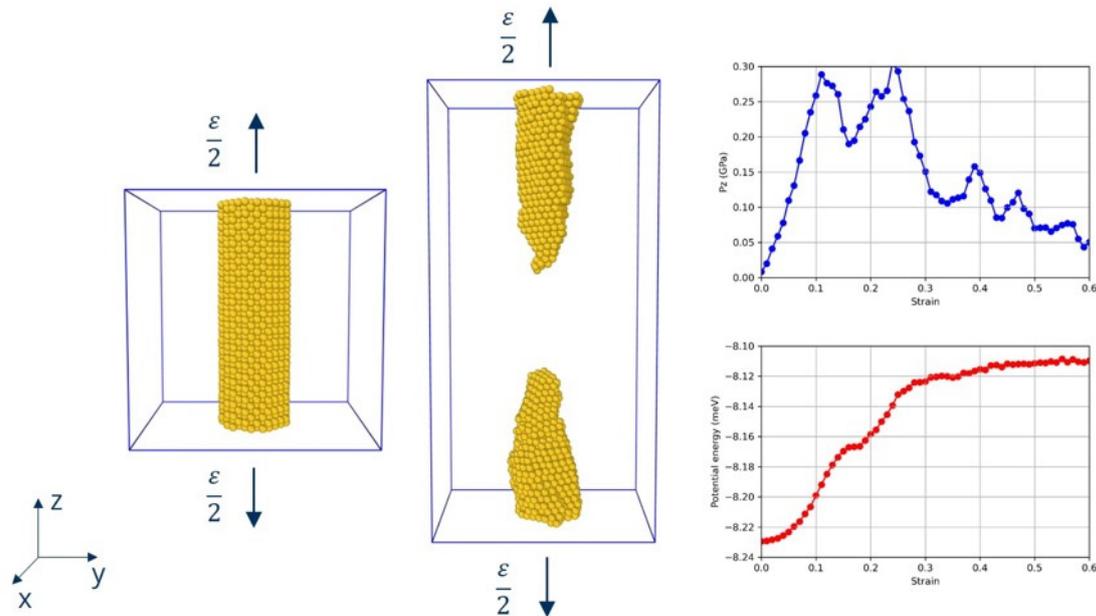


Abb. 6: Visualisierung eines Gold-Nanowire in OVITO a) ohne Dehnung, und b) mit 60 Prozent Dehnung. c) Mechanische Spannung (oben) und potentielle Energie (unten) in Abhängigkeit von der Dehnung

## 5. Fazit und Ausblick

Insgesamt stellt die hier vorgestellte Lösung eine komfortable und praktikable Möglichkeit für die Durchführung von Computerpraktika auch im Bereich der hybriden Lehre dar. Durch den Zugang über die virtuellen Maschinen konnten die Praktika ohne Einschränkungen durchgeführt werden. Dabei ist die standardisierte Bereitstellung von Software und der sichere, jederzeitige und unproblematische Zugang durch die Weboberfläche hervorzuheben. In Zukunft besteht daher die Möglichkeit die Aufgaben und Lösungsfortschritte der Studierenden parallel in den Computerpools und den virtuellen Maschinen zur Verfügung zu stellen. Somit kann der flexible Zugang für die Studierenden zu den Praktika-Ressourcen gewährleistet und gleichzeitig die individuelle Lehrbetreuung gestärkt werden.

## Danksagungen

Wir möchten uns insbesondere bei Herrn Holger Mickler, Herrn Christopher Mosch und Herrn Matthias Jurenz vom ZIH der TU Dresden für Ihre sehr hilfreiche Unterstützung bei der Konzeptfindung, Installation und Fehleranalyse bedanken.

## Literatur

- [1] Luo, F., Gu, C. and Li, X. 2015. Constructing a virtual computer laboratory based on Open Stack. *10th International Conference on Computer Science & Education (ICCSE)*. doi: 10.1109/ICCSE.2015.7250353
- [2] Bastidas, C. E. C. 2011. Enabling remote access to computer networking laboratories for distance education. *2011 Frontiers in Education Conference (FIE)*. doi: 10.1109/FIE.2011.6142731
- [3] Hu, X., Le, H., Bourgeois, A. G. and Pan, Y. 2018. Collaborative Learning in Cloud-based Virtual Computer Labs. *2018 IEEE Frontiers in Education Conference (FIE)*. doi: 10.1109/FIE.2018.8659018
- [4] <https://releases.ubuntu.com/20.04/>
- [5] <https://www.turbovnc.org/>
- [6] <https://novnc.com/>
- [7] <https://www.xfce.org/>
- [8] <https://github.com/duncs/clusterssh>
- [9] <https://bildungsportal.sachsen.de/opal>
- [10] <https://tu-dresden.de/zih/dienste/service-katalog/zusammenarbeiten-und-forschen/datenaustausch/cloudstore>
- [11] <https://lammps.sandia.gov/>
- [12] <https://www.ovito.org/>
- [13] <https://dftbplus.org/>
- [14] <https://www.comsol.de/>
- [15] <https://jupyter.org/>
- [16] <http://www.ks.uiuc.edu/Research/vmd/>
- [17] <https://www.openchemistry.org/projects/avogadro2/>





## Erfahrungen bei EXAM/ONYX-Klausuren

J. Hoffmann, A. Brosius

*Professur Formgebende Fertigungsverfahren, Institut für Fertigungstechnik, Fakultät Maschinenwesen,  
TU Dresden*

### **Abstract**

Ein Jahr digitale Lehre bedeutet auch ein Jahr digitale Prüfungen. In diesem Paper sollen dazu einige praktische Erfahrungen aus Sicht der Professur Formgebende Fertigungsverfahren (FF) zusammenfassend vorgestellt werden. Dabei ist der Einsatz der an der TU Dresden zur Verfügung stehenden Softwareplattform EXAM@TUD Schwerpunkt der Betrachtungen. Bei deren Nutzung gibt es neben vieler positiver Ansätze auch einige Schwachpunkte, die noch einer Verbesserung bedürfen. Diese sollen als Erfahrungsbericht aus ca. 60 Online-Klausuren (Probe- und Abschluss) hier näher vorgestellt werden.

One year of digital teaching also means one year of digital examinations. This paper will summarise some practical experiences from the perspective of the Chair of Shaping Manufacturing Processes (FF). The main focus is on the use of the EXAM@TUD software platform available at the TU Dresden. In addition to many positive approaches, there are also some weak points in its use that still require improvement. These are to be presented here in more detail as a report of experience from approx. 60 online examinations (trial and final).

\*Corresponding author: [jens.hoffmann@tu-dresden.de](mailto:jens.hoffmann@tu-dresden.de)

## 1. Vorbemerkungen

Ein Jahr digitale Lehre bedeutet auch ein Jahr digitale Prüfungen. In diesem Paper sollen dazu einige praktische Erfahrungen aus Sicht der Professur Formgebende Fertigungsverfahren (FF) zusammenfassend vorgestellt werden.

Die Professur beschäftigt sich in der Lehre schwerpunktmäßig mit den Fachgebieten Urform- und Umformtechnik, Zerspan- und Abtragtechnik sowie Produktionsautomatisierung und Fertigungsplanung im Bereich der Teilefertigung. Entsprechend umfangreich ist das aktuelle Lehrangebot, welches seit dem Sommersemester 2020 wie an der gesamten TU weitgehend digital umgesetzt wird. Zur digitalen Lehre gehört auch das entsprechende Angebot an Prüfungen zum Nachweis des Lehr- und Lernerfolges.

Auf Grund des großen Lehrrumfangs ergaben sich zum Abschluss des Sommersemesters 2020 insgesamt 16 sowie zum Ende des Wintersemesters 2020/21 in Summe 41 Probe- und Abschlussklausuren, die alle digital in Eigenverantwortung oder in Kooperation mit anderen Lehrstühlen online realisiert wurden (Abb. 1).

Die verschiedenen Klausuren wurden mit Hilfe des Systems EXAM@TUD realisiert (Abb. 2). Diese Software wurde von der Firma BPS Bildungsportal Sachsen GmbH speziell für die TU Dresden eingerichtet. Bei den Klausuren wa-

ren zwischen 4 und 400 Teilnehmer zu verzeichnen. Der zeitliche Umfang der Klausuren betrug zwischen 80 und 180 min mit einem Anteil der Professur FF von 20 bis 90 min.

1 Klausurarbeit Umformtechnische Verfahrensgestaltung
Umformtechnik, Zerspan- und Abtragtechnik, Oberflächen und 2 Schichttechnik - alte DPO
Umformtechnik, Zerspan- und Abtragtechnik, Oberflächen und 3 Schichttechnik - neue DPO
4 Klausurarbeit Werkstoffherstellung und Fertigungstechnik
5 Klausurarbeit 1 Fertigungstechnik
6 Fertigungstechnik RES MECH
7 Klausurarbeit Abtragetechnik und Werkzeugkonstruktion
8 Produktionstechnik - Produktion und Planung MW-MB-PT-02
9 Produktionsautomatisierung und Logistik
10 Klausurarbeit Fertigungsplanung - Teilefertigung
11 Klausurarbeit Präzisions-, Ultrapräzisions- und Mikrozerspanung
12 Fertigungsplanung WING
Verfahren der Urform- und Umform- und Zerteiltechnik - Werkstück- 13 und Verfahrensgestaltung
14 Klausurarbeit Fertigungsplanung 1
15 Klausurarbeit Fertigungstechnik und Produktion & Logistik
16 Klausurarbeit 2 Fertigungstechnik
17 Fertigungstechnik MW-MB-06
18 Klausurarbeit Werkzeuge der Umform- und Zerteiltechnik
Klausurarbeit Produktionstechnik - Werkzeugmaschinen und 19 Produktionsautomatisierung
20 Klausurarbeit Rapid Product Development
21 Klausurarbeit Mehrachstechnologien

Abb. 1: Online-Klausuren im Wintersemester 2020/21 (jeweils Probe- und Abschlussklausur)

Die Ursache für diese hohe Anzahl an Klausuren liegt auch in der Übergangsphase zwischen verschiedenen Diplomprüfungsordnungen (DPO) im Bereich des Maschinenwesens sowie dem Wunsch der Universitäts- und Fakultätsleitung, in jedem Semester den Studierenden alle Prüfungsleistungen zu ermöglichen.

The screenshot shows the OPAL Exam@TUD web interface. At the top, there is a search bar and user information for 'Jens Hoffmann'. Below the navigation bar, the page title is 'Willkommen bei Exam@TUD 3'. The main content area is divided into two columns. The left column, titled 'Meine Institution', features the logo of Technische Universität Dresden and contact information for the OPAL Exam@TUD platform. It also includes a 'Support-Telefon für Prüfungsdurchführende während einer Online-Klausur' section with a table of exam times for the week of Monday, 22.02, to Saturday, 27.02. The right column, titled 'Zuletzt geöffnet', lists several exams, including '2020-21 MAX Probeklausur', '2020-21 MAX Abschlussklausur', '2020-21 RPD Klausur', '2020-21 RPD Probeklausur', '2020-21 PA WZM Abschlussklausur', and 'Klausurarbeit Fertigungsplanung - WING (337510)'. A blue banner at the bottom right of the screenshot reads 'OPAL Exam@TUD: Die Prüfungsplattform der Technischen Universität Dresden'.

Abb. 2: Startansicht der Prüfungsplattform EXAM3

## 2. Verwendete Software

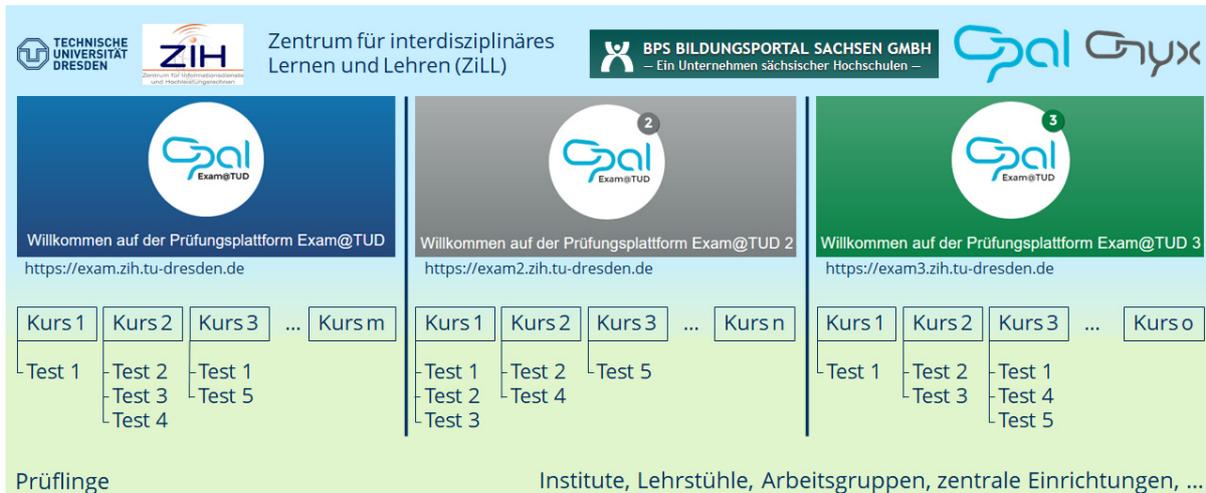


Abb. 3: Struktur der Prüfungsplattform EXAM in der Prüfungsperiode nach dem Wintersemester 2020/21

Wie bereits erwähnt wird an der TU Dresden die Prüfungsplattform EXAM@TUD [1] mit der Software ONYX der BPS GmbH [2] verwendet. Nachdem im Sommer 2020 nur die Plattform EXAM genutzt werden konnte, stehen jetzt zusätzlich EXAM2 und EXAM3 zur Verfügung (Abb. 3). Laut Auskunft des ZILL (Zentrum für interdisziplinäres Lernen und Lehren) [3] können jeweils bis zu 500 Teilnehmer gleichzeitig aktiv sein. Aus den bisherigen Erfahrungen kann diesen Plattformen unter Verantwortung des ZIH eine hohe Stabilität und Zuverlässigkeit bescheinigt werden.

Allerdings verliert sich durch den Einsatz dreier paralleler Plattformen ohne softwaremäßige Verknüpfung schnell der Überblick für den Prüfenden und der Aufwand für den Datentransfer ist relativ hoch. Aktuell muss ein Kurs von einer Plattform als gepacktes Archiv heruntergeladen und anschließend auf eine der beiden anderen Plattformen hochgeladen werden. Hier sollte nachgebessert werden, um die Plattformen, wie in Windows, üblich als parallele Laufwerke nutzen und auch Verknüpfungen zwischen Elementen (Kurse, Tests) verschiedener Plattformen ermöglichen zu können.

## 3. Abgrenzung

Die Durchführung der Prüfungen erfolgt auf Basis der gültigen Prüfungsordnung des jeweiligen Bereiches. Dabei läuft im Vorfeld das in Abb. 4 dargestellte Prozedere ab.

Basis: Studienordnungen

- Lehrveranstaltungen im laufenden Semester  
zusätzliche Prüfungen laut Festlegungen (Nach-/Wiederholer, DPO-Wechsel, ...)
  - Terminplanung durch Prüfungsamt
  - Abstimmung Art der Klausur (Online/Präsenz/...)
  - Terminfeinplanung und Zuweisung Ort/Plattform durch TU-Verwaltung
- Erstellung Probe-/Abschlussklausur
  - Information Teilnehmer
  - Prüfung der Kurse und Tests durch ZiLL
  - Klausurdurchführung
  - Klausurauswertung/ Notenmeldung

Gegenstand  
dieser Präsentation

Abb. 4: Abgrenzung des in diesem Paper betrachteten Bereiches der Prüfungsvorbereitung, -durchführung und -auswertung

Die in der Abbildung entsprechend gekennzeichneten Schritte sollen im Folgenden näher betrachtet werden. Sie weichen von dem bei Präsenzklausuren gewohnten Ablauf deutlich ab.

#### 4. Prüfungsvorbereitung

Digitale Prüfungen erfordern eine andere, meist arbeitsaufwändigere technische und informationstechnische Vorbereitung als bekannte Präsenzklausuren.

Generell besteht eine digitale Prüfung auf ONYX-Basis aus einem OPAL-Kurs und einem oder mehreren Testbausteinen mit jeweils einem ONYX-Test. Ein Test, der die jeweiligen Aufgaben enthält, kann bei Bedarf in verschiedenen Kursen verwendet werden.

Innerhalb der Kurse erfolgen die Steuerung der Prüfung sowie die Verwaltung der Teilnehmer. Dazu sind verschiedene Voreinstellungen und Verknüpfungen einzurichten.

Im ONYX werden die einzelnen Aufgaben erstellt und eingebunden. Diese können nach bestimmten Kriterien in Sektionen zusammengefasst werden.

Die Verwaltung der Teilnehmer und deren Ergebnisse erfolgt im Rahmen des Kurses.

Zusammenfassend kann gesagt werden, dass der Vorbereitungsaufwand für eine digitale Prüfung meist wesentlich höher als für eine Präsenzklausur ist.

#### 5. Kurs

Basis für die Erstellung einer Online-Klausur ist ein OPAL-Kurs (Abb. 5). Dieser kann neu oder als Kopie angelegt bzw. wiederverwendet werden. Bei einer Wiederverwendung sind die Nutzerdaten zu aktualisieren. Alte Daten gehen dabei verloren. Aus Sicht der Aufbewahrung der Ergebnisse früherer Online-Klausuren entsprechend den geltenden Vorschriften ist es empfehlenswert, mit einer neu erstellten Kopie des Kurses zu arbeiten. Bei Probeklausuren kann durchaus davon abgewichen werden, da hier der Aspekt der Aufbewahrung der Nutzerdaten keine Rolle spielt.

In Verbindung damit steht ein wesentliches Problem bei der Nutzung von ONYX wie bei OPAL insgesamt: Die Dateiverwaltung (Abb. 6). Es ist nicht möglich, als Nutzer auf Kursebene mit Ordnern oder Verzeichnissen zu arbeiten und damit den vorhandenen Datenbestand sinnvoll zu strukturieren. Bisher kann nur über den Namen des Kurses eine sinnvolle Strukturierung erfolgen (z.B. Voransetzung eines Präfixes des jeweils relevanten Prüfungszeitraumes bei der Kursbezeichnung). Bei ca. 60 Kursen wird es daher schnell unübersichtlich. Hier besteht dringender Handlungsbedarf seitens der BPS GmbH.



Abb. 5: Startansicht eines Online-Prüfungskurses

The screenshot shows the 'Meine Lerninhalte - Tests' section of the EXAM/ONYX interface. A table lists various tests with columns for 'Favorit', 'Typ', 'Titel', 'Verantwortliche(r)', 'Lizenz', 'Semester', 'Erstellt am', 'Sichtbarkeit', and 'Aufrufe'. A red box on the left side of the table contains the text '64 Einträge'.

Favorit	Typ	Titel	Verantwortliche(r)	Lizenz	Semester	Erstellt am	Sichtbarkeit	Aufrufe
<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	2020-21 Maschinen der Umform- und Zerteiltechnik	Jens Hoffmann, Alexander Brosius		semesterübergreifend	am 25.02.2021 um 12:51 Uhr	<input type="checkbox"/>	5
<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	2020-21 Werkzeuge der Umform- und Zerteiltechnik	Jens Hoffmann, Alexander Brosius		semesterübergreifend	am 24.02.2021 um 15:09 Uhr	<input type="checkbox"/>	12
<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	2020-21 Werkzeuggestaltung und -fertigung	Jens Hoffmann, Alexander Brosius		semesterübergreifend	am 25.02.2021 um 12:51 Uhr	<input type="checkbox"/>	6
<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	Probeklausur Werkzeuge der Umform- und Zerteiltechnik	Alexander Brosius, Jens Hoffmann		semesterübergreifend	am 03.02.2021 um 15:11 Uhr	<input type="checkbox"/>	16
<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	Fertigungstechnik MB (7730) Klausur 2020/21	Volkmr Flemming, Jens Hoffmann, Christiane Kamusella, Anne Richter, Alexander Brosius		semesterübergreifend	am 23.02.2021 um 08:29 Uhr	<input type="checkbox"/>	54
<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	2020-21 Fertigungstechnik 1 Klausur 2 Abschlussklausur	Jens Hoffmann		semesterübergreifend	am 23.02.2021 um 14:08 Uhr	<input type="checkbox"/>	5
<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	FT_Feb 2021 Teil OST	Jens Hoffmann		semesterübergreifend	am 24.02.2021 um 14:08 Uhr	<input type="checkbox"/>	0
<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	Fertigungstechnik MB (7730) Probeklausur 2020/21	Jens Hoffmann, Volkmr Flemming, Sylvia Frin		semesterübergreifend	am 08.01.2021 um 09:48 Uhr	<input type="checkbox"/>	23
<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	Fertigungstechnik 1 Klausur 2 Abschlussklausur	Jens Hoffmann		semesterübergreifend	am 18.12.2020 um 14:07 Uhr	<input type="checkbox"/>	8
<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	2020-21 Fertigungstechnik Klausur 2 Abschlussklausur	Jens Hoffmann, Alexander Brosius		semesterübergreifend	am 23.02.2021 um 14:04 Uhr	<input type="checkbox"/>	1

Abb. 6: „Kursverwaltung“ im EXAM/ONYX

The screenshot shows the 'Test-Konfiguration' settings page. The 'Prüfungsmodus' section has a checkbox for 'aktivieren' which is checked. The 'Prüfungssteuerung' section has a checkbox for 'aktivieren' which is checked, and a checkbox for 'Prüfung durch den Tutor starten' which is unchecked. Blue callouts point to these sections with the text 'Prüfungsmodus aktivieren (Voreinstellung: deaktiviert)' and 'Prüfungssteuerung aktivieren (Voreinstellung: deaktiviert)'. Other settings include 'Prüfungsbrowser', 'Zugriff', 'Abgabe der Prüfung', and 'Prüfungseinsicht'.

Abb. 7: Einstellungen bei der Test-Konfiguration (Beispiel)

Für unsere Klausuren verwenden wir, wie bereits erwähnt, neue oder kopierte Kurse. Diese müssen allerdings jedes Mal eingerichtet werden, da leider die Voreinstellungen des Systems EXAM/ONYX nicht den Anforderungen der TU Dresden bzw. des ZILL entsprechen (Abb. 7). Speziell für die Sichtbarkeit der Auswertung der durchgeführten Tests ist eine Anpassung erforderlich. Auch hier besteht Nachbesserungsbedarf bei der Weiterentwicklung der Software für die Zukunft.

Teilnehmer der Klausuren können entsprechend den Vorgaben des Systems eingeladen werden oder sich selbständig einschreiben. Am Lehrstuhl wird im Allgemeinen letztere Variante in Verbindung mit einer Bestätigung der Teilnahmebedingungen zur Prüfung bevorzugt. Es ist zu beachten, dass sich die Teilnehmer nicht selbständig wieder austragen können (leider keine Voreinstellung im System, muss manuell eingerichtet werden, Abb. 8).

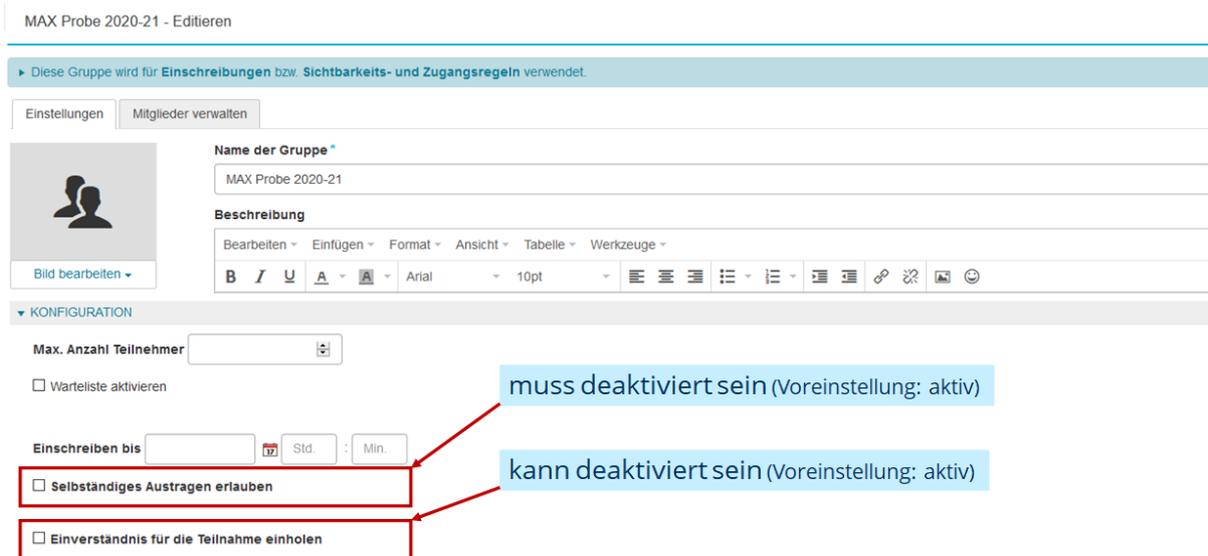


Abb. 8: Einstellungen bei der Mitgliederverwaltung

Zu beachten ist, dass bestimmte Einstellungen zur Prüfungssteuerung im OPAL-Kurs (z.B. Anzahl der Lösungsversuche im Testbaustein) oder im ONYX-Test (z.B. Prüfungsdauer) zu realisieren sind. Bei der Anzahl der Lösungsversuche ist auch eine Festlegung an beiden Stellen möglich, die Einstellung im ONYX-Test hat jedoch keinen Einfluss auf den Klausurablauf. An dieser Stelle ist eine Synchronisierung der Einstellungen zwischen OPAL und ONYX unbedingt erforderlich.

## 6. Test

Der ONYX-Test beinhaltet die verschiedenen Aufgaben einer Klausur. Wie bereits erwähnt können für eine Klausur ein oder mehrere Tests verwendet werden. Jeder einzelne ONYX-Test muss durch einen Testbaustein eingebunden werden. Die Nutzung eines ONYX-Tests in verschiedenen Testbausteinen oder OPAL-Kursen ist möglich und kann den Arbeitsaufwand reduzieren.

Innerhalb eines ONYX-Tests können Aufgaben zu Sektionen zusammengefasst werden (Abb. 9). Hier ist eine getrennte Ermittlung der erreichten Punkte möglich. Diese werden leider bisher nur in der Prüfungsauswertung angezeigt, können aber nicht für die Weiterverarbeitung, z. B. als Excel-Datei, gespeichert wer-

den. Es bleibt nur der manuelle Export der Daten – das Fehlen dieser Funktionalität ist für den Nutzer nicht nachvollziehbar.

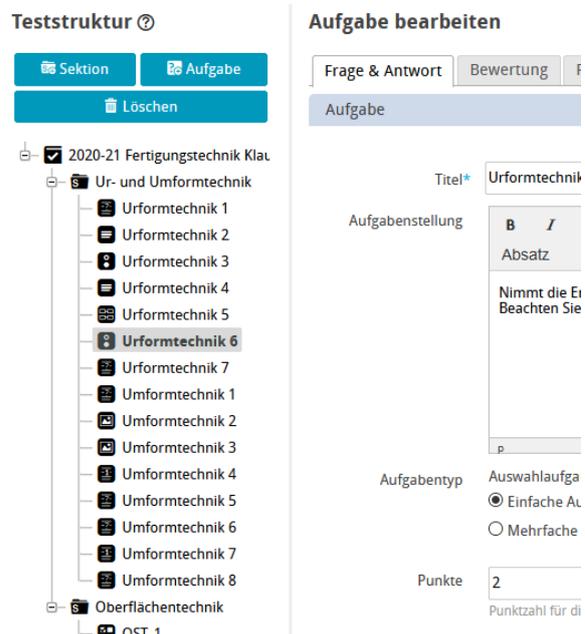


Abb. 9: Aufbau eines Tests mit Sektionen

Im Test können, wie bereits erwähnt, verschiedene Festlegungen zur Prüfungssteuerung getroffen werden. Dazu zählen z.B. die Auswahl der Aufgaben, deren Reihenfolge sowie die Art und Weise der Bearbeitung durch den Prüfling (linear/frei).

Diese Definitionen erfordern fundierte Kenntnisse über die Wirkung der und Inhalte der Parameter, Erfahrung und Konzentration bei der Einstellung. Wünschenswert wäre eine bessere Voreinstellung der Parameter speziell nach den Vorgaben der TU sowie eine bessere Beschreibung der Funktionalitäten.

## 7. Aufgabentypen und zugehörige Schwierigkeiten

Es stehen verschiedene Aufgabentypen zur Nutzung bereit (Abb. 10). Diese unterscheiden sich naturgemäß von denen, die aus Präsenzprüfungen bekannt sind. Ausnahme ist der sogenannte Freitext. Die weiteren Aufgabentypen sind gut nutzbar. Eine entsprechende Erläuterung ist im ONYX-Editor hinterlegt sowie über das ZILL verfügbar. Es gibt dazu an unserem Lehrstuhl noch einige spezielle Erfahrungen, auf die jetzt eingegangen werden soll.

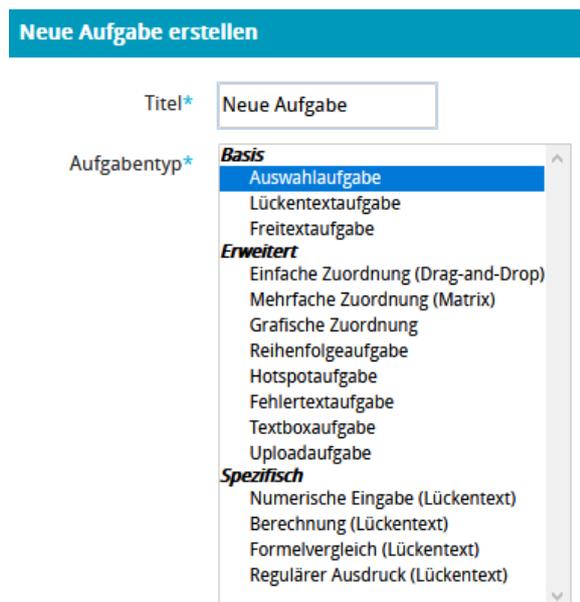


Abb. 10: Verfügbare Aufgabentypen

Fragen können zwischen verschiedenen Tests kopiert oder verschoben werden. Dies kann über die Funktion „extrahieren“ und anschließenden Import erfolgen. Soll dies noch zwischen verschiedenen EXAM@TUD-Plattformen erfolgen ist zusätzlich noch, wie bereits bei den Kursen beschrieben, ein Down- und ein Upload erforderlich. Dies geht sicherlich auch einfacher und zeitgemäßer und ist damit ein weiterer Wunsch für zukünftige Entwicklungen.

### 7.1. Problematik Auswahlaufgabe Multiple Choice

Bei Auswahlaufgaben stehen die Varianten Single und Multiple Choice zur Verfügung. Während bei einer richtigen Lösung (Single Choice) keine wesentlichen Probleme bei der Erstellung auftreten, verhält es sich bei Multiple Choice anders. Hier sind die Vorgaben der MC-Richtlinie der TU Dresden zu beachten [4]. Dies bedingt bei der Bewertung eine Reihe von Einstellungen, die zunächst nicht unbedingt logisch erscheinen. Die Frage ist, warum diese hochschulspezifischen Anforderungen nicht durch Voreinstellungen des ONYX-Systems besser abgefangen werden. Auch hier besteht aus unserer Sicht Nachbesserungsbedarf.

### 7.2 Problematik Lückentext

Eine weitere mögliche Aufgabenform ist der Lückentext. Dabei wird in einem Text ein Wort oder eine Wortgruppe bzw. eine Zahl durch eine Lücke ersetzt. In diese ist durch die Prüfungsteilnehmer die entsprechende Lösung einzutragen. Diese Eingabe wird vom System mit einer Vorgabe und eventuell definierten Alternativen verglichen. Trotz der Möglichkeit zur Programmierung einer „Unschärfe“ (Buchstabenabweichung, Groß-/Kleinschreibung) ist es schwierig, alle möglichen richtigen Antwortoptionen zu erfassen. Dies führt zu häufig notwendigen manuellen Nachkorrekturen und erhöht damit den Aufwand. Sinnvoll ist die Lücke bei exakten Werten (z.B. Zahlen), sonst eher misslich.

### 7.3 Problematik Freitext

Der bekannten Fragestellung bei Präsenzklausuren sehr ähnlich kommt der Aufgabentyp „Freitext“. Hier können zu einer Frage durch den Teilnehmer in ein Textfeld entsprechende Ausführungen eingegeben werden. Diese müssen nach der Klausurdurchführung durch den Prüfer manuell bewertet werden. Eine Automatisierung der Bewertung ist bei diesem Aufgabentyp nahezu unmöglich. Der Prüfer sollte bei der Erstellung einer Aufgabe dieses Typs verhindern, dass der Teilnehmer mittels Copy&Paste einfach Texte aus anderen Anwendungen (pdf-Dateien, Internet, ...) kopieren kann, was nicht erlaubt ist und einen

Betrugsversuch darstellt. Dies kann durch Setzen einer entsprechenden Option erfolgen. Diese ist jedoch auch eine wenig versteckt („Einfügen externer Inhalte zulassen“, Abb. 11).

### Aufgabe bearbeiten

The screenshot shows a user interface for editing a task. At the top, there are four tabs: 'Frage & Antwort', 'Bewertung', 'Feedback', and 'Optionen'. The 'Optionen' tab is selected. Below the tabs, there are three sections:

- Lösungenversuche:** A checkbox labeled 'Einstellung des übergeordneten Strukt.' is checked. Below it is a dropdown menu showing the number '1', with the text 'Anzahl der Aufgaben-Lösungsversuche pro Test' underneath.
- Sicherheit:** A checkbox labeled 'Einfügen externer Inhalte zulassen' is checked.
- Kommentare:** Three radio buttons are present: 'Einstellung des übergeordneten Strukt.' (selected), 'Auf Aufgabenebene zulassen', and 'Nicht zulassen'.

Abb. 11: Anzeige der Sektionsergebnisse

Im Unterschied zu den anderen Aufgabentypen ist bei Freitext-Aufgaben der Vorbereitungsaufwand sehr gering, dafür muss mehr Zeit in die Auswertung gesteckt. Speziell bei Teilnehmerzahlen von größer 20 ... 50 ist dieser Aufwand individuell zu hinterfragen.

### 7.4 Hochladen von Dateien

Neben Freitext-Aufgaben besteht aktuell auch die Möglichkeit, Dateien im Rahmen einer Klausur hochzuladen. Damit können zum Beispiel Lösungswege oder Skizzen von den Prüflingen erfasst und zur Bewertung bereitgestellt werden. Somit besteht die Möglichkeit, den Bearbeitungsweg besser nachzuvollziehen und Folgefehler zu berücksichtigen.

Abhängig von der Dateigröße und der verfügbaren Internetverbindung kann dieses Mittel jedoch problematisch werden. Der Bewertungsaufwand ist ähnlich hoch wie bei Freitextaufgaben.

### 8. Vorbereitung zur Durchführung

Zunächst sollte vor dem Prüfungstermin nicht vergessen werden, die erstellten OPAL-Kurse (nicht ONYX-Tests) öffentlich zu machen (Einstellung im EXAM@TUD) sowie die Sichtbarkeits- und Zugangsregeln für den Kurs korrekt

zu setzen. Speziell die Zeit und die Zugehörigkeit zu bestimmten Teilnehmergruppen ist hierbei zu beachten.

Nach der Erstellung der Kurse und Tests ergibt sich die Problematik der Informationsweitergabe an potenzielle Teilnehmer über Modalitäten und den Link zum Kurs. Eine aktive Unterstützung durch Prüfungsamt und Studienbüro bei Onlineklausuren bezüglich der Information der Teilnehmer erfolgt leider nicht.

Fertig vorbereitete Klausuren werden dankenswerter Weise durch die Mitarbeiter:innen des ZILL vor dem Prüfungstermin noch einmal geprüft. Erforderliche Korrekturen sollten noch vor der Klausur durchgeführt werden. Dass manchmal dafür nicht besonders viel Zeit zur Verfügung steht, müssen sich die Kursverantwortlichen allgemein selbstkritisch ankreiden lassen, da die Fertigstellung der benötigten Kurse und Tests doch teilweise sehr „zeitnah“ erfolgt und damit kaum Zeit zur Überprüfung durch das ZiLL bleibt.

### 9. Teilnehmerverwaltung

Ein bisher noch nicht näher betrachteter Punkt bei der Durchführung der Online-Klausuren ist die sich ändernde Aktualität der Teilnehmer. Zunächst sind die bereits erwähnten Einstellungen in der Nutzerverwaltung sicherzustellen.

Für die Erfassung der aktiven Teilnehmer gibt es zwei Möglichkeiten.

- Wenn im Vorfeld die kompletten aktuellen Teilnehmerlisten über Hisqis oder Selma (Verwaltungssysteme für studentische Leistungen an der TU Dresden) bereitstellen können, diese für eine Einladung und die anschließende Klausurteilnahme genutzt werden. Dabei sind diese Daten in der Teilnehmerverwaltung zu erfassen und nur diesen Teilnehmern ist der Zugang zu ermöglichen. Leider ist dieser Weg durch die Vielfalt der Teilnehmerkreise auch aus anderen Bereichen und die damit verbundene Unvollständigkeit und Unübersichtlichkeit der Daten nicht immer gegeben.
- Alternativ kann eine automatische Einschreibung beim Zugang zum Kurs definiert werden. Damit kann jeder, der die Zugangsdaten besitzt (Link und Passwort) den Test absolvieren. Eine Kopplung der

automatischen Einschreibung mit einer Zustimmung zu der aktuellen Prüfungsbedingungen ist möglich (Baustein „Einschreibung zur Klausur“). Es besteht dabei aber die Gefahr, das auch Unberechtigte Zugang erhalten.

Im Nachgang zur Prüfung müssen dann die Ergebnisse der Teilnehmer teilweise sehr arbeitsaufwändig den verschiedenen Hisqis- und Selma-Datenbeständen zugeordnet werden.

### 10. Durchführung der Online-Klausur

Die Durchführung der Online-Klausuren hat sich im Wintersemester 2020/21 als weitgehend problemlos erwiesen. Wenn nicht menschliche Fehler (falscher Test eingebunden, falsche Einstellungen, ...) zu Problemen führen, sind die drei Plattformen stabil durchgelaufen. Der Verantwortliche hat wenige Eingriffsmöglichkeiten (Test neustarten, beenden, Zeitzugabe), bei Störungen der Internetverbindung jedoch gar keine. Auch ist die Überwachung der Arbeitsweise der Teilnehmer (Täuschungsversuche) nahezu unmöglich.

In seltenen Fällen musste über das Bewertungstool die Anzahl der Prüfungsversuche (die normalerweise eins nicht überschreiten sollte) manuell bei Abbruch der Bearbeitung der Klausur zurückgesetzt werden.

Unklar ist aktuell die Zeitsteuerung der Klausur. Es gibt einen zeitlichen definierten Zugang zum OPAL-Kurs sowie eine Begrenzung der Bearbeitungsdauer des ONYX-Tests. Bedeutet der Zugangszeitraum nur die Begrenzung der Startzeit der Klausur durch den Studierenden oder begrenzt dieser auch die Bearbeitungsdauer auf das Gesamtzeitfenster? Wie ist dies mit dem zugewiesenen Zeitfenster für die Online-Klausur abzustimmen? Hierzu bedarf es der Klärung seitens des Prüfungsausschusses.

### 11. Auswertung der Online-Klausuren

Nach der Durchführung der Online-Klausuren ist die Auswertung erforderlich. Auch dazu

sind verschiedene Hilfsmittel verfügbar. Zunächst sollten die manuellen Bewertungen (Freitext, Lückentext, Datei-Upload) durchgeführt werden. Diese werden im System nach manueller Eingabe gemeinsam mit allen anderen verwaltet. Anschließend stehen die Ergebnisdaten zur Auswertung im System bereit. Bei einem durchgehenden Test (z.B. ohne Nutzung von Sektionen für getrennte Teil-Tests) kann der Ergebnisexport über den Download im Bewertungswerkzeug erfolgen. Wenn verschiedene Teilgebiete getrennt bewertet werden sollen und dabei die Sektionen in einem Test genutzt wurden, muss über die Dateiarchivierung agiert werden. Dabei entsteht eine sehr umfangreiche Datei mit sämtlichen Informationen. Allerdings ist diese aktuell nur im csv-Format verfügbar und muss erst nach Excel transformiert werden. Am Bildschirm werden die Teilergebnisse angezeigt (Abb. 12) aber leider nicht gespeichert. Auch hier wäre eine Verbesserung der Nutzerfreundlichkeit wünschenswert.

<b>Test:</b>	Produktion und F
<b>Abgabedatum:</b>	19.02.21, 11:50
<b>Anzahl Fragen:</b>	58
<b>Erreichte Punkte:</b>	86,83 / 137
<b>Punkte der Sektion S1 - Arbeitswissenschaft (10 Punkte):</b>	18 / 32
<b>Punkte der Sektion S2-Fertigungsplanung - Montage:</b>	8,34 / 20
<b>Punkte der Sektion S3 - Fertigungsplanung - Teilefertigung:</b>	22 / 26,5
<b>Punkte der Sektion S4 - Produktion und Logistik:</b>	38,5 / 58,5
<b>Benötigte Zeit:</b>	1:19:59

Abb. 12: Anzeige der Sektionsergebnisse

### 12. Konflikt DPO - ONYX

Neben anderen wesentlichen Festlegungen erfolgt durch die DPO die Zuordnung der einzelnen Lehrveranstaltungen zu Modulen. Für diese werden die Kriterien für die entsprechenden Prüfungsleistungen definiert. Zu einem Modul können eine oder mehrere Lehrveranstaltungen gehören.

Ein Beispiel ist die Fertigungstechnik im 1. Semester (Abb. 13).

- **Beispiel: Fertigungstechnik 1. Semester MW-MB-06, knapp 400 Teilnehmer**
  - 4 Haupt-Teilgebiete: Ur- und Umformtechnik, Zerspan- und Abtragtechnik, Fügetechnik, Oberflächen- und Schichttechnik, „Sonstige“
  - 3 ... 4 Professuren fachlich beteiligt → getrennte Aufgaben und Auswertung
  - Prüfungsdauer laut DPO: 180 min (keine Aufteilung auf Teilgebiete genannt)
- **Umsetzung mit EXAM**
  - ein Testbaustein pro Teilgebiet
    - Aufgabenstellung und Auswertung unkritisch (je Testbaustein ein Test)
    - Zeitbegrenzung kritisch (Zeit je Test bedeutet Aufteilung der 180 min)
  - ein Testbaustein für alle, Arbeit mit Sektionen im Test
    - Aufgabenstellung unkritisch
    - Auswertung äußerst aufwändig (keine Ausgabe der Ergebnisse je Sektion, Arbeit mit Excel-Datei aus Datenarchivierung „schwierig“)
    - Zeitbegrenzung unkritisch (Gesamtzeit 180 min für Gesamttest)

Abb. 13: Problematik verschiedene Teilgebiete in einem Test

Im Modul MW-MB-PT-03 sind die beiden Lehrveranstaltungen Werkzeugmaschinen und Produktionsautomatisierung enthalten, deren zeitlicher Umfang identisch ist. Die Gesamtprüfungsdauer beträgt 180 min. Die beiden Teile werden von verschiedenen Professuren durchgeführt. Sinnvoll ist es, zwei inhaltlich getrennte Teilprüfungen durchzuführen und anschließend die Teilnoten zu verrechnen. Wie ist eine Umsetzung in EXAM@TUD möglich?

**Variante 1** wäre die Nutzung zweier getrennter Tests und entsprechend von zwei Testbausteinen. Es werden dann die Prüfungsergebnisse auch getrennt ermittelt. Eine übergreifende Prüfungszeit kann aber nicht definiert werden, sondern nur die Zeiten je Teilgebiet, was nach DPO nicht rechtens ist.

**Variante 2** wäre ein Test mit zwei entsprechenden Sektionen. Es wird eine Gesamtprüfungszeit definiert und der Prüfling teilt sich diese selbst ein. Problematisch dabei ist, dass für die beiden Sektionen keine getrennten Ergebnisse ermittelt werden können. Es kann nur eine sehr große unübersichtliche Datei zur manuellen Auswertung über die Dateiarchivierung erzeugt werden. Wie bereits erwähnt, werden Sektionsergebnisse zwar angezeigt, aber nicht gespeichert.

### 13. Problemfälle Hisqis / Selma

Ein wesentliches Problem sind die fehlenden Schnittstellen zu den im Prüfungsamt bzw. Studienbüro verwendeten Softwareplattformen

Hisqis und Selma. Alle Systeme arbeiten mit der Ein- und Ausgabe von Daten im Excel-Format, damit enden aber auch leider schon die Gemeinsamkeiten. Struktur und Inhalt unterscheiden sich wesentlich, womit ein manueller Aufwand zur entsprechenden Datentransformation in mehr oder weniger großem Umfang anfällt.

### 14. Zusammenfassung

Insgesamt ist im Ergebnis der aktuellen Prüfungsperiode festzustellen, dass die Online-Klausuren sicher und stabil gelaufen sind. Es muss mehr Zeit für die Vorbereitung der Klausuren gegenüber Präsenzprüfungen aufgewendet werden, auch sind die Fragstellungen den Möglichkeiten der Software anzupassen. Ob dies für die Studierenden positiv oder negativ wirkt, ist fach- und sachabhängig.

Der Aufwand für die Auswertung der Klausuren kann zwischen sehr gering und umfangreich schwanken. Die Ursachen dafür wurden in den vorherigen Abschnitten ausführlich dargestellt. Offen bleibt die Frage nach der rechtssicheren Feststellung von Betrugsversuchen. Diese können durch geeignete Maßnahmen bei der Gestaltung der Klausuren eingeschränkt, aber nicht vollständig ausgeschlossen werden. Es muss davon ausgegangen werden, dass den Teilnehmern alle Unterlagen (Skripte, Bücher, Internet, ...) während der Klausur zur Verfügung stehen. Dies ist bei der Gestaltung der Aufgaben und der Prüfungssteuerung zu bedenken.

Für die genutzte Plattform EXAM@TUD hier noch einmal zusammenfassend die aus unserer Sicht vorrangigen Änderungs- bzw. Entwicklungswünsche:

### **Nutzersysteme EXAM / EXAM2 / EXAM3**

- Nutzung der Kurse / Test über Plattformgrenzen hinweg bzw. Verwendung einer einheitlichen Plattform
- Transfer der Kurse / Tests zwischen den Plattformen vereinfachen (nicht mehr über Download/Upload mit lokalem Speicher)
- Aufbau einer Ordnerstruktur für Kurse zur Erhöhung der Übersichtlichkeit (analog zu Aufgabenpool)

### **OPAL-Kurse / ONYX-Tests**

- Voreinstellungen anpassen
  - Nutzerverwaltung mit-Sperrung des selbständigen Austragen und dem Deaktivieren des Sendens einer Information über Einschreibung
  - Prüfungsversuche limitieren
  - Anzeige Auswertung der Prüfung deaktivieren
  - Prüfungssteuerung aktivieren
- Einstellungen abstimmen zwischen Kurs und Test (Zeit für Zugriff, Anzahl der Zugriffe, ...)
- Ende der Zugriffszeit bedeutet Ende der Bearbeitungszeit des Tests
- MC-Aufgaben: Voreinstellungen an MC-Richtlinie der TU Dresden anpassen
- Direktausgabe der Sektionsergebnisse in Datei ermöglichen
- Bewertungstool an Realität anpassen / flexibler machen
- Ausgabe von Aufgaben-/Teil-/Sektionsergebnissen in Datei ermöglichen
- Abstimmung / Umsetzung Studienordnungen mit den entsprechenden Softwaremöglichkeiten
- Transfer von Aufgaben zwischen Tests vereinfachen

### **Prüfungsorganisation, -verwaltung**

- Informationen für Studenten auch über Prüfungsamt (Link, Termin)

- Bereitstellung Kontaktdaten aus Hisqis / Selma
- einheitliche Datenformate oder Direktschnittstellen Hisqis – Selma – ONYX

Diese Wünsche sollten durch die Fakultät gesammelt und über die TU oder direkt an die BPS GmbH übermittelt werden.

Ein Dank gilt abschließend den Kolleg:innen des Prüfungsamtes Maschinenwesen für die flexible Unterstützung bei der Klärung verschiedenster Probleme der Organisation und Verwaltung der Prüfungen, den Mitarbeiter:innen des ZILL für Ihre aktive Unterstützung bei der Vorbereitung und Durchführung der Online-Klausuren durch Schulungen, Unterlagen und kritischen Blick auf die Kurse sowie auch dem ZIH für die stabile Rechentechnik.

### **Literatur**

- [1] <https://exam.zih.tu-dresden.de>,  
<https://exam2.zih.tu-dresden.de>,  
<https://exam3.zih.tu-dresden.de>
- [2] <https://www.bps-system.de/>
- [3] <https://tu-dresden.de/tu-dresden/organisation/rektorat/prorektor-bildung/ZILL>
- [4] <https://tu-dresden.de/tu-dresden/organisation/rektorat/prorektor-bildung/zill/e-learning/corona/digitale-pruefungen/bewertung-von-mc-aufgaben>
- [5] [https://tu-dresden.de/ing/maschinenwesen/resourcen/dateien/studium/pruefungsamt/folder-2015-05-26-9353339805/mbpt\\_19\\_2601.pdf?lang=de](https://tu-dresden.de/ing/maschinenwesen/resourcen/dateien/studium/pruefungsamt/folder-2015-05-26-9353339805/mbpt_19_2601.pdf?lang=de)  
Abruf: 26.02.2021, 07:00 Uhr





# Möglichkeiten von OpalExam zur Verbesserung von Klausurbewertung und -einsicht

M. Fiedler, M. Kästner

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

## Abstract

Durch die Umstellung von Präsenz- auf Onlineklausuren stehen Lehrende vor neuen Herausforderungen. Dabei geht es nicht alleine nur um die technische Herausforderung, sondern auch um den eigenen Anspruch, Klausuren online so zu modellieren, dass Betrugsversuche entweder verhindert werden können oder dem Betrügenden keine Vor- sondern Nachteile bieten. Lehrenden stehen dabei während der Klausurmodellierung in OpalExam verschiedene Möglichkeiten zur Verfügung: Definition von Zufallswerten durch Verwendung von Variablen in der Aufgabenstellung, Erstellung mehrerer Varianten einer Aufgabe, die den Studierenden zufällig zugewiesen werden oder auch Änderung der Aufgabenreihenfolge für die Studierenden und Definition eines linearen Durchlaufs durch die Klausur. Die einzelnen Optionen können dabei natürlich auch kombiniert werden.

Wird ein nichtlinearer Verlauf (Studierende können zwischen den Aufgaben beliebig hin- und herspringen) durch die Klausur angestrebt, so werden die Klausuren durch die Wahl der ersten beiden Optionen komplexer. Für Studierende wird dadurch zwar die Zusammenarbeit erschwert, die Bewertung der Antworten des Studierenden durch den Prüfenden allerdings auch. Innerhalb dieses Aufsatzes werden deshalb Möglichkeiten aufgezeigt, wie der Bewertungsaufwand gesenkt und dabei gleichzeitig die Klausureinsicht erleichtert werden kann.

The switch from offline to online exams presents teachers with new challenges. Not all challenges are technically, a challenge is also the own demand to model online exams so that cheating attempts can either be prevented or do not offer advantages but disadvantages to the cheater. Teachers have various options at their disposal when modelling exams in OpalExam: Definition of random values by using variables in the assignment, creation of several variants of an assignment that are randomly assigned to the students or also change of the assignment order for the students and definition of a linear run through the exam. Of course the individual options can also be combined.

If a non-linear progression (students can jump back and forth between tasks at will) through the exam is the goal, the exams become more complex by choosing the first two options. While this makes it more difficult for students to collaborate, it also makes it more difficult for the examiner to evaluate the student's answers. In this paper, it will be shown how the assessment effort can be reduced while at the same time making it easier for the students to review the exam results.

\*Corresponding author: [melanie.fiedler@tu-dresden.de](mailto:melanie.fiedler@tu-dresden.de)

## 1. Einleitung

Die Umstellung von Präsenz- auf Onlineklausuren stellt Lehrende vor neue Probleme und Herausforderungen. Neben der Umstrukturierung von Aufgaben und auftretenden technischen Problemen und Herausforderungen, siehe z.B. [1, 2], stellen Betrugsversuche ein ernstzunehmendes Problem dar, vgl. [3, 4, 5]. Um Betrug durch Zusammenarbeit ohne Online-Proctoring zu verhindern, können die Aufgaben individuell auf die Studierenden zugeschnitten werden, was jedoch den Aufwand bei Aufgabenerstellung, -bewertung und -einsicht deutlich erhöhen kann. Onyx in OpalExam enthält dabei einige Funktionen, die Klausurbewertung und -einsicht vereinfachen können. Sektion 2 gibt zunächst eine Übersicht über aktuelle Möglichkeiten zur Vermeidung von Betrugsversuchen während der Klausurerstellung in OpalExam. Sektion 3 diskutiert die Vor- und Nachteile der dadurch entstehenden, komplexeren Modellierung. Die Dokumentation der erreichten Punkte pro Antwort für Aufgaben mit mehreren Aufgabenfeldern ist in Opal bisher nicht als Einstellung verfügbar. Wie dies trotzdem realisiert werden kann, wird in Sektion 4 beschrieben. Eine Vergabe von Teilpunkten auf Antworten, die nicht der richtigen Lösung entsprechen, weil z.B. ein Term in der Berechnung vergessen wurde, ist in Opal nur bei der Verwendung von Lückentexten mit dem Lückentyp Formel möglich. Eine Dokumentation der notwendigen Programmierung ist in Sektion 5 gegeben. Die Berücksichtigung von Folgefehlern in längeren Rechenaufgaben ist ebenfalls in Lückentexten mit dem Lückentyp Formel möglich. Wie genau wird in Sektion 6 beschrieben. In Sektion 7 folgt schließlich eine Zusammenfassung der hier beschriebenen Möglichkeiten.

## 2. Möglichkeiten zur Vermeidung von Betrugsversuchen

Bei der Nutzung der Testfunktion in Opal bzw. OpalExam können Aufgaben und Tests in Onyx modelliert und den Studierenden online zur Verfügung gestellt werden. Werden Klausuren online durchgeführt, so kann eine Zusammenarbeit von Studierenden nicht ausgeschlossen

werden. Sei es in der Form von mehreren Studierenden, die theoretisch mit ihren Laptops nebeneinandersitzen oder auch per Videochat miteinander verbunden sein könnten. Eine Kontrolle durch den Lehrenden ist gerade was das letztere Szenario angeht, schwierig bis nicht umsetzbar.

Es bleibt nur, Klausuren so zu modellieren, dass das Resultat einer Zusammenarbeit zwischen Studierenden zu großen Zeiteinbußen führt und so für Studierende weniger attraktiv wird.

Dafür gibt es verschiedene Möglichkeiten:

- Die Verwendung von Zufallswerten in der Aufgabenstellung durch Definition von Variablen,
- die Erstellung mehrerer Aufgabenvarianten,
- die Änderung der Aufgabenreihenfolge und Einstellung eines linearen Verlaufs durch die Klausur.

Wird nur die Aufgabenreihenfolge einer Klausur geändert, so können Studierende zwar nicht per Videochat die Aufgabe zusammen bearbeiten, sind aber dennoch in der Lage, die Ergebnisse untereinander auszutauschen, wenn alle die gleichen Zahlenwerte, Fragen oder Bilder haben. Ein einfacher Screenshot kann sehr leicht untereinander ausgetauscht werden. Außerdem ist ein großer Unterschied zur Präsenz dadurch gegeben, dass Studierende durch die Einstellung des linearen Verlaufs nicht mehr beliebig zwischen einzelnen Aufgaben hin und her wechseln können. Wird stattdessen ein nichtlinearer Verlauf eingestellt, so dass die Studierenden beliebig zwischen den Aufgaben wechseln können, ist die Wirkung der Änderung der Aufgabenreihenfolge fast schon kosmetischer Natur.

Eine Verbesserung kann durch die Verwendung von Zufallswerten in der Aufgabenstellung erreicht werden. Dafür werden die gegebenen Größen, z.B. eine Länge  $a$  mit einer Zufallszahl belegt. Dies geschieht durch die Einführung von Variablen, die bei Aufrufen der Aufgabe durch die Studierenden automatisch belegt und in den Aufgabentext eingebunden werden, siehe Abb. 1. Diese Variablen werden

im Weiteren als Vor-Abgabe-Variablen bezeichnet, da ihre Werte bereits vor Abgabe der Aufgabe durch die Studierenden festgelegt werden und nicht mehr geändert werden können.

Für diese Vor-Abgabe-Variablen können im Reiter „Variablen“ der Aufgabe z.B. Zahlenintervalle mit zu definierender Schrittweite festgelegt werden, Abb. 2.

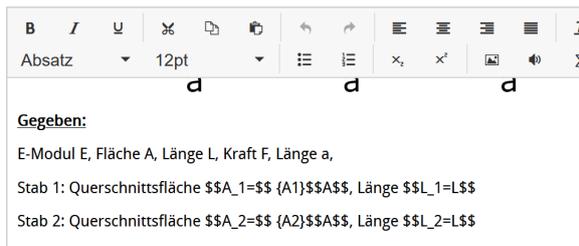


Abb. 1: Einbindung von Vor-Abgabe-Variablen in den Aufgabentext

Den Studierenden werden dann bei Aufruf der Aufgabe automatisch Zahlenwerte zugewiesen, die sich von denen ihrer Kommilitonen unterscheiden. Dadurch kann zumindest das Abschreiben von Zahlenwerten vermieden werden.

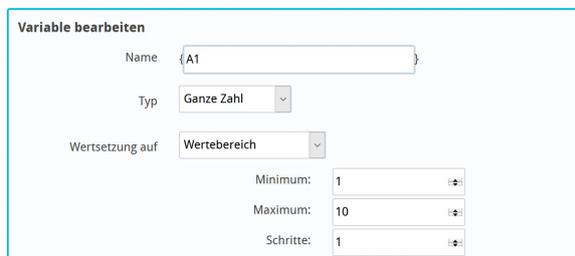


Abb. 2: Definition eines Intervalls an Zufallswerten für eine Vor-Abgabe-Variable

Was natürlich immer noch möglich ist, ist das Teilen des Lösungswegs unter mehreren Studierenden. Um dies zu unterbinden, können verschiedene Versionen einer Aufgabe entwickelt werden, siehe Abb. 3. Diese Option ist vergleichbar mit der Ausgabe von A und B Klausurversionen in der Präsenz, wenn eine Einhaltung der notwendigen Sitzabstände in der Vergangenheit nicht eingehalten werden konnte.

Durch kleinere Änderungen in der Aufgabenstellung ist eine 1:1 Übernahme des Lösungs-

weges der Kommilitonen so nicht mehr so einfach möglich. Eine Orientierung an einer anderen Musterlösung kann stattdessen zu Zeit- und Punkteverlust führen, wenn der Studierende die Unterschiede finden muss bzw. diese übersieht.

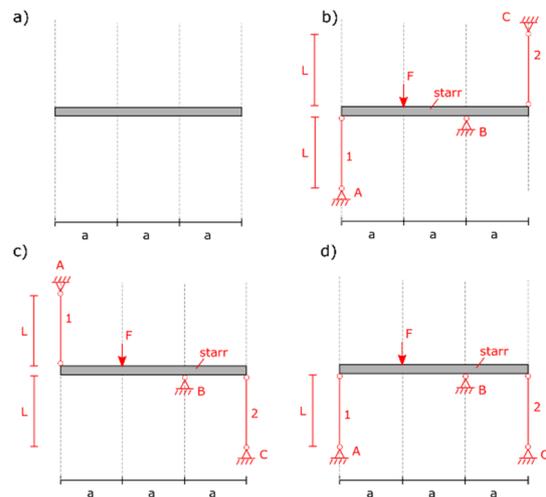


Abb. 3: Darstellung verschiedener Varianten für eine Aufgabe: a) Klausurvorgabe für die Studierenden, b)-d) Varianten der Aufgabe

### 3. Vor- und Nachteile der komplexen Modellierung

Eine Kombination aus Zufallswerten und Aufgabenvarianten macht ein Abschreiben und Zusammenarbeiten so für die Studierenden unattraktiv. Für den Modellierer der Klausur wird dadurch allerdings auch der Modellierungsaufwand und so die Komplexität deutlich erhöht. Außerdem kann es zu Zeitunterschieden bei der Klausurbewertung kommen, wenn die automatische Auswertung überprüft wird. Anders als in einer Präsenzklausur sind Korrigierende dann nicht mehr in der Lage, auf den ersten Blick den Fehler in der Lösung alleine anhand des Ergebnisses zu erkennen, da jeder Studierende eigene Zahlenwerte erhält und es zudem noch verschiedene Aufgabenvarianten gibt.

Modellierer haben also zwei Möglichkeiten: Entweder die Klausuraufgaben und deren Ergebnisabfragen so engmaschig zu modellieren, dass eine Nachbewertung bzw. Vergabe von Teilpunkten durch Korrigierende nicht notwendig wird. Allerdings besteht bei einer

engmaschigen Ergebnisabfrage schnell die Gefahr, bereits einen Lösungsweg vorgeben zu müssen, was den Schwierigkeitsgrad der Klausur senkt.

Oder bereits während der Modellierung der Klausur die Klausurbewertung im Blick zu haben und die Aufgaben so zu erstellen, dass eine Vergabe von Teilpunkten, eine Berücksichtigung von Folgefehlern und eine Dokumentation von erreichten Punkten pro Antwort und nicht nur pro Frage, automatisiert möglich ist. Die zweite Variante führt dabei zu einer schnelleren, weil übersichtlicheren Nachbewertung sowie weniger Fragen von Studierenden bei der nachfolgenden Klausureinsicht.

#### 4. Anzeige von erreichten Punkten pro Antwort bei Aufgaben mit mehreren Antwortfeldern

Innerhalb der Klausurmodellierung können Aufgaben erstellt werden, in der Studierende mehr als eine Antwort geben müssen, z.B. eine Lückentextaufgabe mit mehreren Lücken oder eine Auswahlaufgabe mit mehreren Auswahlfeldern. Die Opal-Auswertung zeigt dabei jedoch nur die Gesamtpunktzahl der Aufgabe sowie die Information richtig/falsch für jede Antwort an. Die Information, wie viele Punkte pro Lücke erzielt wurden, fehlt.

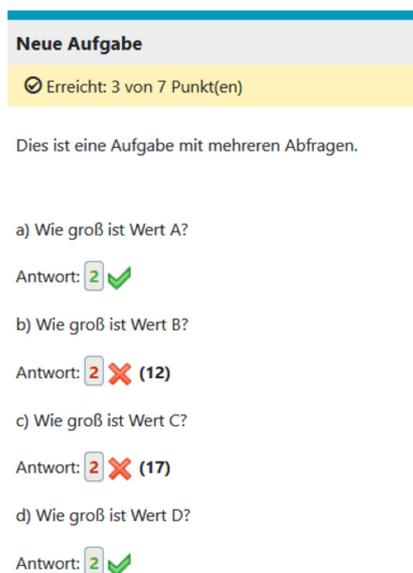


Abb. 4: Anzeige der Auswertung einer Aufgabe mit mehreren Lücken. Lediglich die Gesamtpunktzahl wird oben angezeigt, [6]

Haben alle Antworten den selben Schwierigkeitsgrad und jeder Lücke wird die selbe Punktzahl zugewiesen, so ist dies bei der Auswertung kein Problem. Sollen die einzelnen Antworten hingegen unterschiedlich gewichtet werden, so fehlt die Angabe der erreichten Punkte für jede Antwort. Dies führt zu unnötigen Schwierigkeiten bei der Nachkorrektur der automatischen Bewertung und der Klausureinsicht, siehe Abb. 4. Eine Anzeige der erreichten Punktzahl hinter jeder Antwort wäre deshalb sinnvoll.

Zur Anzeige von erreichten Punkten pro Antwort können Nach-Abgabe-Variablen verwendet werden, vgl. [6]. Diese werden genauso wie Vor-Abgabe-Variablen in den Aufgabentext eingebunden, jedoch erst nach Abgabe der Aufgabe mit Werten belegt. Dadurch erscheinen Sie für Studierende innerhalb der Klausur nicht und werden erst bei der Klausurkorrektur sichtbar. Neben der Verwendung zur Anzeige von erreichten Punkten pro Antwort können Nach-Abgabe-Variablen so auch zur Anzeige von expliziten Hinweisen für Bewertende oder auch für die Klausureinsicht genutzt werden.

Die Definition der Nach-Abgabe-Variable erfolgt dabei im Reiter „Variablen“ unterhalb der Vor-Abgabe-Variablen. Nach-Abgabe-Variablen können dabei ebenso mit Text, festen Werten oder Variablenwerten belegt werden. Anders als Vor-Abgabe-Variablen können Nach-Abgabe-Variablen dabei auch auf die programminternen Variablen SCORE, MAXSCORE, MINSCORE, LEARNERRESPONSE, etc. zugreifen.

Wird z.B. die Nach-Abgabe-Variable „{1Score}“ definiert und gleich der programminternen Variable „SCORE\_GAP\_1“ gesetzt, so enthält diese Variable die erreichte Punktzahl des Studierenden nach Beantwortung der Lücke 1. Wird diese Variable in den Aufgabentext eingebunden, so erscheint nach Abgabe des Studierenden seine erreichte Punktzahl im Aufgabentext, siehe Abb. 5.

In [6] ist eine Schritt-für-Schritt-Anleitung zur Nutzung der Nach-Abgabe-Variablen zur Anzeige von erreichten Punkten pro Lücke dokumentiert.



Abb. 5: Erweiterung der Aufgabenstellung durch Nach-Abgabe-Variablen zur Anzeige der erreichten Punkte pro Lücke, [6]

## 5. Vergabe von Teilpunkten

Eine Erweiterung der Punktevergabe für richtige und falsche Antworten durch Teilpunkte kann ebenfalls während der Klausurmodellierung realisiert werden. Basis hierfür ist der Aufgabentyp Lückentext mit dem Lückentyp „Formel“, vgl. [7]. Die Höhe der Maximalpunktzahl der Lücke wird dabei weiterhin über die Einstellungsoption „Punkte“ der Lücke definiert. Die korrekte Antwort wird ebenfalls weiterhin über das vorgesehene Feld „Lösung“ definiert.

Um Teilpunkte zu vergeben, muss der Lückentyp „Formel“ im Expertenmodus verwendet werden, was die Möglichkeit zur Programmierung einer if-else-Bedingung ermöglicht. Als Bewertungskriterium muss dabei von „Richtig/Falsch“ auf „Punkte“ gewechselt werden, siehe Abb. 6.

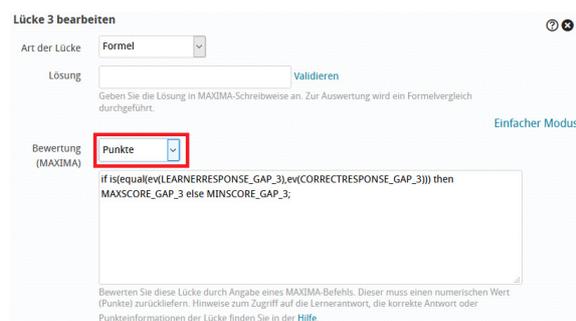


Abb. 6: Bildunterschriften in Open Sans, 9pt, kursiv, linksbündig. 4pt Abstand vor dem Bildunterschriftstext, [7]

Voreingestellt ist dabei eine if-else-Bedingung die überprüft, ob die Studierendenantwort (LEARNERRESPONSE) der korrekten Antwort (CORRECTRESPONSE) entspricht. Ist dies der Fall, so erhält der Studierende die Maximalpunktzahl (MAXSCORE), andernfalls die Minimalpunktzahl (MINSORE) also 0.

Um neben der Maximal- und Minimalpunktzahl auch Teilpunkte vergeben zu können, muss die if-else-Bedingung durch eine zusätzliche Bedingung erweitert werden. Dazu wird eine weitere if-else-Bedingung modelliert, die überprüft, ob der Studierende z.B. eine Abweichung von 1 von der korrekten Antwort hat. Ist dies der Fall, so erhält der Studierende noch 1/3 der Maximalpunktzahl, siehe Abbildung 7.

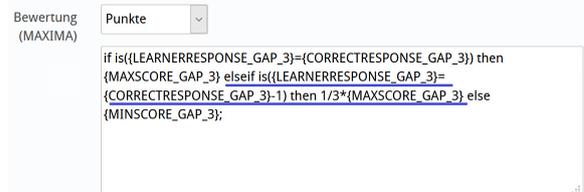


Abb. 7: Erweiterung der Programmierung durch eine weitere if-Bedingung(blau markiert)

Wird nicht mehr die volle Punktzahl der Aufgabe an den Studierenden vergeben, so zeigt Opal dies in der Auswertung durch die Vergabe eines gelben Hakens an, siehe Abbildung 8.



Abb. 8: Darstellung der Bewertung von richtig, falsch und Teilpunkten, [7]

Seit dem 30.03.2021 werden die grünen und gelben Haken sowie die roten Kreuze auch in der assessment-PDF beim Export über die Datenarchivierung angezeigt, [8]. Die Anzeige kann so auch für die Klausurbewertung und -einsicht genutzt werden.

## 6. Berücksichtigung von Folgefehlern

Bei der Bewertung von Präsenzklausuren macht die Bewertung von Folgefehlern einen großen Anteil der Klausurbewertungszeit aus. Um diesen Anteil zu schmälern, kann die automatische Klausurauswertung genutzt werden. Dies macht vor allem bei Klausuren mit einer hohen Teilnehmerzahl Sinn.

Sollen innerhalb einer Aufgabe Folgefehler gewertet werden können, so gibt es verschiedene Möglichkeiten, wie dies realisiert werden kann. Eine Diskussion dazu ist in [9] enthalten.

Für eine nichtlineare Klausurmodellierung wird hier der Aufgabenbaustein „Lückentext“ mit dem Lückentyp „Formel“ verwendet. Innerhalb des Expertenmodus wird weiterhin die Option „Punkte“ gewählt.

Die in Sektion 5 definierte, erweiterte if-else-Bedingung wird zur Berücksichtigung eines Folgefehlers aus Lücke 2 um eine weitere if-else-Bedingung erweitert. Diese fragt bei einer falschen Lösung ab, ob die falsche Lösung als Folgefehler entstanden ist. Falls ja, so können darauf basierend ebenfalls Punkte gegeben werden, falls nein, so erhält der Studierende 0 Punkte.

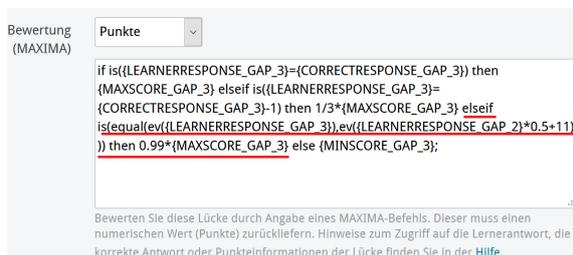


Abb. 9: Ergänzung der Maxima-Programmierung um eine weitere if-Bedingung (rot unterstrichen)

In Abb. 10 wurde für einen Folgefehler 1% der erreichbaren Punktzahl der Lücke abgezogen. Durch den geringen Abzug wurde die Lücke als Teilpunkte gewertet, vgl. Abschnitt 5, und für den Korrigierenden kenntlich gemacht. Wie

groß der Abzug sein soll, kann bei der Aufgabenmodellierung frei gewählt werden.



Abb. 10: Automatische Auswertung mit Berücksichtigung von Folgefehlern

Soll noch deutlicher sichtbar werden, dass hier ein Folgefehler gewertet wurde, kann eine Nach-Abgabe-Variable {3FF} definiert werden, die im Folgefehler-Fall den Textwert „Folgefehler!“ und ansonsten den Wert „“ annimmt, Abb. 11.



Abb. 11: Automatische Auswertung mit Bewertung und gesondertem Hinweis auf Folgefehler

Dafür muss auch für die Nach-Abgabe-Variable eine if-Bedingung erstellt werden, siehe Abb. 12. Anschließend kann diese dann genauso wie die anderen Nach-Abgabe-Variablen in den Aufgabentext eingebunden werden.

Variable bearbeiten IMS QTI Quellcode anzeigen

Name: {3FF}

Typ: Text

Wertzsetzung auf: Berechnung (MAXIMA)

```
if ((is({3Score})>0.98*({3MaxScore})) and not({3Score}={3MaxScore})) then "Folgefehler" else "";
```

Abb. 12: Erstellung der Folgefehler-Textvariablen für Lücke 3

## 7. Zusammenfassung

Die Umsetzung von Präsenz- auf Onlineklausuren hält einige Hürden bereit. Um Betrugsversuche zu minimieren, müssen Abschreiben und Zusammenarbeiten unattraktiv gemacht werden. Dies geht mit einer Zunahme an Komplexität der Aufgabenmodellierung einher. Um dabei nicht auch noch eine Zunahme des Bewertungsaufwandes zu verursachen, können bereits während der Aufgabenmodellierung gezielt Nach-Abgabe-Variablen eingesetzt oder Formellücken programmiert werden.

Nicht verschwiegen werden darf dabei, dass dies natürlich die Zeit der Aufgabenmodellierung sowie der -überprüfung zunächst deutlich erhöht. Ist der Einsatz von digitalen Klausuren jedoch auch weiterhin geplant, z.B. in Kombination mit einer Präsenzklausur [9], so kann sich der Modellierungsaufwand lohnen, wenn in der nachfolgenden Prüfungsperiode ähnliche Aufgaben durch kleinere Anpassungen aus den bereits vorhandenen erzeugt werden können. Auf Dauer kann so ein Aufgabenpool entstehen, der die Klausurbewertungszeit gezielt und dauerhaft minimiert.

## Literatur

- [1] Schlecht, B.; Rosenlöcher, T.: Möglichkeiten und Grenzen der digitalen Lehre und Prüfung im Grundlagenfach Maschinenelemente; Book of Abstracts der 1. Lessons Learned Konferenz; 14.+15.10.2020 in Dresden; TU Dresden; 2020
- [2] Dohmen, Eike.; Lange, Adrian; Odenbach, Stefan: Online-Prüfung mit OPAL und ONYX – Wieviel besser sind 8 Monate?; Book of Abstracts der 2. Lessons Learned Konferenz; 18.+19.03.2021 in Dresden; TU Dresden; 2021
- [3] Schmidt, Th.: Morgen ist das heute von gestern, oder: Wie laufend alles anders kam; Book of Abstracts der 1. Lessons Learned Konferenz; 14.+15.10.2020 in Dresden; TU Dresden; 2020

- [4] Bilen, Eren; Matros, Alexander.: Online cheating amid Covid-19; Journal of Economic Behavior and Organization; Vol. 182; p. 196-211; 2021
- [5] Abdelrahim, Yousif; How Covid-19 quarantine influenced online exam cheating: A case of Bangladesh university students; Journal of Southwest Jiaotong University; Vol. 56; 2021
- [6] Fiedler, Melanie: Verwendung von Nach-Abgabe-Variablen zur Anzeige der Punktzahlen jeder Lücke in Lückentextaufgaben; <https://tud.link/2m1r>; Stand: 31.05.2021;
- [7] Fiedler, Melanie: Vergabe von Teilpunkten in Lückentextaufgaben; <https://tud.link/sbuw>; Stand: 31.05.2021
- [8] BPS Bildungsportal Sachsen GmbH: BPS Release Notes; <https://www.bps-system.de/help/display/OR/ONYX+Testsuite+9.9>; Stand: 30.05.2021
- [9] Fiedler, Melanie; Kästner, Markus: Rechnerische Klausuren in OpalExam unter Berücksichtigung von Folgefehlern modellieren – Vorteile, Nachteile und Zukunftsaussichten; Book of Abstracts der 2. Lessons Learned Konferenz; 18.+19.03.2021 in Dresden; TU Dresden; 2021





## Online-Prüfung mit OPAL, ONYX und MAXIMA Chancen und Grenzen

E. Dohmen, A. Lange, B. Kraus, S. Sturm, S. Odenbach

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

### Abstract

Der Transfer klassischer Präsenzklausuren in digitale Formate ist perspektivisch wohl unumgänglich, um als Teil einer zeitgemäßen und qualitativ hochwertigen Ausbildung auch zielorientierte sowie anspruchsvolle Leistungsüberprüfungen durchzuführen. Im Rahmen dieser Veröffentlichung skizzieren wir an konkreten Beispielen die Chancen und Grenzen der Testplattform ONYX in Zusammenspiel mit dem Computeralgebrasystem MAXIMA unter Nutzung des Lernmanagementsystems OPAL bei der Umsetzung zweier Online-Prüfungen mit bis zu 500 Studierenden. Interessant sind dabei insbesondere die beobachteten Verlagerungen der Arbeitsanteile hinsichtlich Konzeption, Klausurbetreuung und Korrektur, die wir vorstellen und deren Auswirkungen wir diskutieren.

The transfer of classical classroom examinations into digital formats is probably inevitable in the future in order to carry out goal-oriented and demanding performance examinations as part of a modern and high-quality education. In this publication, we outline the opportunities and limitations of the ONYX testing platform in conjunction with the computer algebra system MAXIMA using the learning management system OPAL in the implementation of two online examinations with up to 500 students. Of particular interest are the observed shifts in the proportion of work with regard to conception, examination supervision and correction, which we present and whose effects we discuss.

\*Corresponding author: [eike.dohmen@tu-dresden.de](mailto:eike.dohmen@tu-dresden.de)

## 1. Einleitung

Im Sommersemester 2020 sowie im folgenden Wintersemester wurden an der Professur für Magnetofluidodynamik, Mess- und Automatisierungstechnik im Rahmen der Lehrveranstaltung „Mess- und Automatisierungstechnik“ sowohl semesterbegleitende Lernstand-Selbstevaluationen für die Studierenden als auch die Semesterabschlussprüfungen erfolgreich digital umgesetzt.

Die Vorlesungsreihe „Mess- und Automatisierungstechnik“ ist auf Sommer- und Wintersemester aufgeteilt und wird mit jeweils einer Prüfung abgeschlossen. Beide Prüfungen waren dabei bisher in einen Grundlagenteil mit 10 Einzelfragen sowie einen Rechenteil mit 4 komplexen Rechenaufgaben untergliedert. Die Teilnehmendenzahlen sinken erfahrungsgemäß vom ersten zum Folgesemester bei dieser Veranstaltung von über 500 Studierenden auf etwa 400. Unabhängig von der Konzeption der Prüfungen benötigte die Korrektur in jedem Semester für den gesamten Fragenteil ca. 1 Personenmonat und für jede der Rechenaufgaben ca. 0,5 Personenmonate. Pro Jahr ergaben sich für die Prüfungskorrektur damit also in etwa 6 Personenmonate Personalaufwand.

Basierend auf den positiven Rückmeldungen der vergangenen Jahre zu unterstützenden asynchronen und individualisierbaren Lernangeboten wie Vorlesungsaufzeichnungen, Skripten, Literatur und Feedbackkanälen wurde bereits 2019 mit der Planung einer ergänzenden Online-Probeklausur im Lehrmanagementsystems (LMS) OPAL [1] begonnen, um einerseits die Vor- und Nachteile einer Online-Prüfung zu analysieren und andererseits den Studierenden eine umfassende asynchrone Möglichkeit zur individuellen Wissensüberprüfung sowie zur Prüfungsvorbereitung bereit zu stellen.

Das verwendete LMS OPAL sowie die darin integrierte Test-Suite ONYX [2] werden vom E-Learning Dienstleister BPS Bildungsportal Sachsen GmbH (BPS) technisch entwickelt. „Die BPS Bildungsportal Sachsen GmbH wurde Ende 2004 von 11 sächsischen Hochschulen gegründet, um diese bei der Einführung und nachhaltigen Nutzung neuer Medien in der akademischen Aus-

und Weiterbildung zu unterstützen. Ihre Kernaufgabe liegt in der bestmöglichen Beförderung des breiten Einsatzes internetgestützter Lehr-/Lernszenarien in den Hochschulen Sachsens sowie diesen verbundenen Einrichtungen“ [3]. Der Arbeitskreis „E-Learning der Landesrektorenkonferenz Sachsen“ unterstützt die Hochschulen bei der Fortführung des mit der Initiative „Bildungsportal Sachsen“ erfolgreich eingeschlagenen Weges, ihre Potenziale auf dem Gebiet des E-Learning zu bündeln und gemeinsam zu entwickeln [...]“ [4]. In ONYX ist das quelloffene Computeralgebrasystem MAXIMA eingebunden.

Mit Beginn der Corona Pandemie im Frühjahr 2020 wandelte sich die als Ergänzungsangebot gedachte Online-Probeklausur in eine alternative Notwendigkeit für eine rein digitale Gewährleistung der Lehre. Im Rahmen dieser Veröffentlichung möchten wir das Potential von mit OPAL, ONYX und MAXIMA umgesetzten Online-Prüfungen kritisch betrachten. Hierfür geben wir Einblicke in unsere Vorgehensweise, stellen ausgewählte Beispiele unserer Umsetzungen vor, präsentieren aufgetretene Probleme, Workarounds sowie Lösungen und schätzen den Zeitaufwand ab, um mit unseren Erfahrungen schließlich eine Diskussion zu Chancen und Grenzen von Online-Tests im Vergleich zu klassischen Präsenzumsetzungen anzustoßen. Daraus leiten sich auch weitergehende Fragestellungen ab: Welche Treffsicherheit wird in Bezug auf die übergeordneten Lehr-/Lernziele erreicht? Welche Komplexität kann abgebildet werden? Wie aufwändig ist eine Online-Prüfung?

Darüber hinaus werden wir auf die eingesetzte Kommunikationsplattform Element [5] (auf Basis des quelloffenen Matrix-Protokolls) eingehen, mit der die begleitende Kommunikation erfolgreich umgesetzt wurde.

In dieser Publikation werden wir chronologisch von der Prüfungskonzeption bis zur Prüfungsauswertung die oben genannten Punkte adressieren und dann ein Fazit formulieren.

## 2. Konzeptentwicklung

Zentrale Anforderung bei der Umsetzung eines Online-Prüfungskonzept auf Basis eines bestehenden, klassischen Präsenzprüfungs-

konzeptes ist einerseits die präzise Neudefinition von Lernzielen, ggf. durch Extraktion aus bestehenden Prüfungen, und andererseits die Ableitung neuer, auf die Möglichkeiten von OPAL, ONYX und MAXIMA angepasster, umsetzungsfähiger Aufgaben unter Fokussierung dieser Lernziele. Hierbei scheint den Autoren neben der Kenntnis von möglichen Aufgabentypen (bspw. in der Testumgebung ONYX) für Prüfungen in MINT-Fächern und einem fachlichen Hintergrundwissen, vor allem ein tiefes technisches Vorwissen (im Sinne von Programmierkenntnissen) zur Parametrierung von ONYX-**Aufgaben**<sup>1</sup> mittels Variablen und zur Umsetzung mathematischer Fragestellungen mit dem Computeralgebrasystem MAXIMA essentiell.

Leider fehlte für die Konzepterstellung im Sommersemester 2020 an der TU Dresden noch eine zentrale Anlaufstelle, die neben organisatorischen Fragen auch didaktische, rechtliche und technische Fragen klären konnte, bei der Erstellung der Prüfungen aktiv begleitete und/oder entsprechende Kontakte vermittelte.

Mit hohem Engagement stand im folgenden Wintersemester das Team des „Zentrum für interdisziplinäre Lernen und Lehren“ (ZiLL) [6] als zentrale Anlaufstelle für eben diese Fragen zur Verfügung und unterstützte sogar begleitend bei der Erstellung von Tests. Zudem wurde an der Fakultät Maschinenwesen die „Task Force Digitale Prüfung“ aus freiwilligen Expert:innen zusammengestellt, die mit umfangreichen Erfahrungen zu ingenieurspezifischen Prüfungslösungen Kolleg:innen beraten konnten.

### 3. Autor:innen

Im Zuge der Konzeptentwicklung ergibt sich auch die Frage des Autor:innenkreises zur Generierung von entsprechenden Prüfungen, denn fachliches Vorwissen gepaart mit dem notwendigen spezialisierten Vorwissen hat – im besten Fall – nur ein sehr eingeschränkter Personenkreis. Uns unterstützte ein fachfremder eScout (eine Studentin mit Vorerfahrung

mit dem verwendeten LMS OPAL) sehr erfolgreich, allerdings mussten ihre und unsere Erwartungen angepasst werden, da ohne entsprechendes Fachwissen natürlich keine ONYX-**Aufgaben** selbstständig generiert und nur sehr eingeschränkt adaptiert werden können. Dies führt dazu, dass sich die Aufgaben des eScouts auf Zuarbeiten in den Bereichen Abbildungserstellung und Einpflegen von fertig vorbereiteten **Aufgaben** in ONYX auf Basis detaillierter Handlungsanweisungen beschränkten.

eScouts sind daher nach den konkreten Anforderungen und ihren Befähigungen auszuwählen, wobei eine Kombination sehr verschiedener Qualifikationen (bspw. Psychologie und Physik) besonders hilfreich wäre, aber real wohl nur durch interdisziplinäre eScout-Teams abgebildet werden könnte.

War die zentrale Hürde im Sommersemester 2020 noch die schnelle Umsetzung eines Online-Prüfungskonzept aus dem bestehenden Präsenzkonzept und die damit verbundene Einarbeitung sowie Befähigung von (Mit-)Autor:innen, konnte im Wintersemester auf der erarbeiteten Basis mit sehr guten technischen Kenntnissen, bspw. bei **Aufgaben**-Parametrierungen, Variablendefinitionen, Zufallswerten oder MAXIMA-Funktionen, aufgebaut werden.

Im Wintersemester 2020/2021 stand uns die tatkräftige Unterstützung eines eScouts durch das Medienzentrum der TU Dresden leider nicht mehr zur Verfügung, da man möglichst viele Lehrstühle mit dem eScout-Programm erreichen wollte. In Anbetracht der vermittelten fachlichen und technischen Befähigung wurde dies von uns als sehr ungünstige Konzeption im eScout Projekt wahrgenommen, da der effektive Nutzen für unseren Lehrstuhl in Summe sehr gering war. Aus unserer Sicht sind eScouts sehr effektive Keimzellen zur personellen Unterstützung sowie Streuung von Wissen zur Umsetzung von Online-Inhalten. Wesentlich hierfür sind eine gute bis sehr gute Befähigung von Studierenden zu eScouts und aufgrund der Einarbeitungsdauer längerfris-

<sup>1</sup> **Fett kursiv** hervorgehobene Begriffe kennzeichnen feste Bezeichnungen oder Fachtermini aus OPAL oder ONYX. Die Markierung dient der Abgrenzung zu Begriffen aus dem allgemeinen Sprachgebrauch. Beispiel: Es wurde

eine komplexe Aufgabe als ONYX-**Test** umgesetzt und darin jede Teilaufgabe (dieser komplexen Aufgabe) als ONYX-**Aufgabe**.

tige Verträge der eScouts zur Sicherstellung eines Wissenstransfers sowie eines echten Nutzens für die Bildungseinrichtung. Auch eine Befähigung lehrstuhleigener studentischer Hilfskräfte wäre denkbar.

#### 4. Klausurerstellung

Während der Klausurerstellung sind sowohl in MAXIMA als auch in ONYX und OPAL Besonderheiten und Bugs zum Vorschein gekommen, die wir im Sinne eines Wissenstransfers nun gemeinsam mit unseren Lösungen oder Workarounds vorstellen möchten.

Bei der Nutzung des Algebrasystems MAXIMA sind einige Besonderheiten bei der Nutzung zu beachten. MAXIMA berücksichtigt bei logischen Ausdrücken beispielsweise das Kommutativgesetz nicht, d. h. „a AND b“ ist nicht zwangsläufig gleich „b AND a“ und auch „c OR d“ ist nicht gleich „d OR c“. Bei **Aufgaben** zur Booleschen Algebra und Logik ist das natürlich durchaus ein Problem! Hier liegt allerdings kein Bug im eigentlichen Sinne vor, denn die MAXIMA Bedienungsanleitung schreibt dazu ganz klar „AND ist nicht kommutativ, da aufgrund von nicht ausgewerteten Operanden die Ausdrücke a AND b und b AND a ein unterschiedliches Ergebnis haben können.“

Auch bei der Verwendung der imaginären Zahl  $i$  (in MAXIMA als  $\%i$  definiert) ist Vorsicht geboten. Der Ausdruck  $1/i$  wird in MAXIMA nicht direkt als äquivalent zu  $-i$  interpretiert, sondern muss erst durch Nutzung der Funktion `expand(1/%i)` „vereinfacht“ werden, um äquivalent zu  $-i$  erkannt zu werden. Hier gäbe es weitere Beispiele basierend auf Besonderheiten von MAXIMA. Die Leistungsfähigkeit dieses Open Source Computeralgebrasystems ist enorm, aber für eine effektive und zuverlässige Verwendung muss man sich hier erst mit der „Technik“ vertraut machen.

Bei der Klausurplanung sollten auch Nomenklaturen bspw. für Indizes genau diskutiert und auf Ihre Tauglichkeit geprüft werden. Das Formelzeichen  $a_i$  würde in MAXIMA bspw. mittels `a[i]` eingegeben, hingegen im Textsatzsystem LaTeX als  $a_i$ . Bei numerischen Indizes, wie bspw.  $a_1$  wäre in MAXIMA zudem die Schreibweise `a1` zulässig. Bei der Vorschaufunktion in ONYX werden sowohl MAXIMA als auch LaTeX

Ausdrücke interpretiert, weshalb ein identisches Vorschaubild entsteht (Abb. 1) und die Eingabe damit für die Studierenden gleichwertig erscheint. Da MAXIMA allerdings nur die Schreibweise `a[i]` als Index interpretieren würde, würde auch nur diese Antwort als korrekt bewertet. Bei Abfrage einer Variablen kann dieses Verhalten durch Hinterlegen von Alternativlösungen in ONYX abfangen werden, was jedoch bei Formelvergleichen nur aufwändiger zu lösen wäre. Um auch den Studierenden gerecht zu werden und nicht das Lehrziel MAXIMA mit in den Lehrplan aufzunehmen, können durch Schreibweisen wie  $a_i$  bzw.  $A_i$  auch Indizes unterbunden werden – in jedem Fall sollte hier aber ein durchgängiges und einheitliches Konzept in Aufgabenstellungen und Lösungen verfolgt werden.



Abb. 1: Vorsicht bei Indizes. Unterschiedliche Eingaben der Studierenden führen zu scheinbar gleichen Ergebnissen, die allerdings von ONYX und MAXIMA nicht gleich interpretiert werden.

Und wenn eine oder alle **Aufgaben** in ONYX plötzlich nicht mehr funktionieren, ist es ratsam zu prüfen, ob es eventuell gerade ein Server-Update gab, bei dem die ONYX oder MAXIMA Versionen aktualisiert wurden (so geschehen in der Prüfungsphase des Sommersemesters 2020, wodurch einige MAXIMA Berechnungen funktionsunfähig wurden). Hier wäre es wünschenswert, allen OPAL oder ONYX Nutzern im Voraus eine automatisierte Info über Updates zukommen zu lassen.

Aber auch richtige Bugs führen teilweise zu Funktionsproblemen, bspw. funktionierten **Aufgaben** vom Typ **Mehrfache Zuordnung** bis Juli 2020 nur mit maximal vier Zeilen, obwohl man mehr Zeilen einfügen konnte. Oder aber bei **Aufgaben** vom Typ **Grafische Zuordnung** konnte man mehrere Elemente übereinander ziehen oder verlor Elemente durch einen Programmierfehler im digitalen Nirwana – hier reagierte BPS sehr schnell und konnte mit unseren Hinweisen den Bug im Juli beheben. Besonders nervenraubend ist es, wenn **Aufgaben** sich plötzlich nicht mehr speichern lassen bzw.

die vermeintlich gespeicherten Änderungen nicht gespeichert werden (Abb. 2).

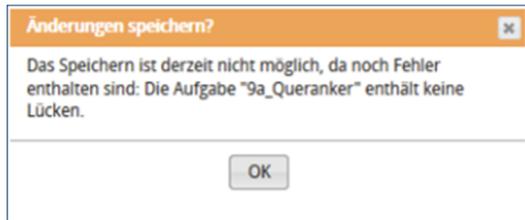


Abb. 2: Nervenraubende, weil nicht nachvollziehbare ONYX Fehler (es waren mehrere Lücken in der Aufgabe implementiert), die nur durch Neuerstellung der Aufgabe umgangen werden können.

Hier hilft aus unserer Erfahrung heraus im besten Falle ein Kopieren der **Aufgabe** oder leider häufiger nur ein vollständiges Neuerstellen. Und manchmal hilft bei ONYX nur ein Abmelden, Schlafengehen und Anmelden, damit **Aufgaben** über Nacht plötzlich funktionieren. Warum einige dieser Probleme auftreten und aufgrund welcher Umstände, konnten wir nicht immer klären. Laut BPS erfolgt wohl regelmäßig gegen 2:00 Uhr nachts eine automatische Bereinigung des Systems, was zumindest eine Erklärung für die teils wundersame Problemlösung über Nacht wäre.

Ein häufig wiederkehrender Wunsch bei unserem Autorenteam war ein Offline-Tool zur Testerstellung, aus dem **Aufgaben** oder eben ganze **Tests** dann exportiert werden können, um diese bspw. im ONYX **Aufgabenpool** zu importieren. Hintergrund dieses Wunsches ist, dass die verschachtelte Struktur, ein umständliches Erstellen von mehreren Variablen, lange Ladezeiten für Seiten und Instabilität (vermutlich durch hohe Serverlast) ein enormer Zeitfresser sind und die Nerven auf die Probe stellen.

Eine Klausur wird in OPAL als Kursbaustein **Test** verstanden. Die TU Dresden hat sich insbesondere aus Stabilitäts- und Datenschutzgründen entschieden, für Prüfungen eine eigene OPAL-Instanz namens OPAL Exam@TUD zu erstellen. Der Kursbaustein wird in der Regel mit einem ONYX **Test** verknüpft, welcher aus mehreren **Aufgaben** besteht. Zudem kann man als Strukturierungshilfe noch **Sektionen** einfügen. Wesentliche Auswirkungen ergeben sich bei einem **Test** durch die zu definierende

Bearbeitungsabfolge als linear oder nichtlinear. Bei einer linearen Abfolge der **Aufgaben** müssen die Studierenden die Prüfung also schrittweise im vorgegebenen Muster durchlaufen. Wünschenswert wäre daher eine nichtlineare Abfolge, die es den Studierenden ermöglicht, entsprechend ihrer Stärken und Schwächen eine individuelle Abfolge der **Aufgaben** zu wählen. Allerdings geht das schon dann nicht, wenn nur eine **Aufgabe** auf einer anderen aufbaut oder aber mit einer **Aufgabe** die Lösung zu einer vorhergehenden verraten würde. Der programmieretechnisch nicht so versierten Aufgabenersteller:in, scheint die einfache Lösung naheliegend, innerhalb einzelner **Sektionen** eine lineare Abfolge festzulegen, zwischen mehreren **Sektionen** allerdings nichtlinear, frei auswählen zu können – leider ist das derzeit nicht möglich. Um hier einen zufriedenstellenden Workaround zu schaffen, wurde die Klausur MAT2 daher innerhalb eines Kurselementes vom Typ **Struktur** in 12 **Tests** aufgeteilt, von denen jeder **Test** eine klassische Komplexaufgabe bzw. einen Themenblock darstellt. Zusätzlich wurde initial ein **Test** für die Selbständigkeitserklärung eingefügt. Um die Bearbeitungszeit nicht für jeden **Test** starr festzulegen und damit eine individuelle Zeiteinteilung zu erlauben, wurde der Zugang zum Kursbaustein **Struktur** auf die Bearbeitungszeit beschränkt. Soweit noch übersichtlich, allerdings kommt eine weitere Herausforderung zum Tragen – die Berücksichtigung unterschiedlicher Bearbeitungszeiten für Studierende mit Nachteilsausgleich. Leider war es bis zu Beginn 2021 nicht möglich, Studierenden ohne Abbruch der Bearbeitung (meist aufgrund von technischen Problemen) ein zusätzliches Zeitkontingent zuzuweisen. Hierfür wurde der Baustein **Struktur** daher vervielfältigt, um sowohl nach Nachteilsausgleich zu unterscheiden als auch nach einer HISQIS Registrierung (Abb. 3).

Der präsentierte Workaround hat aber auch seine Schattenseiten, denn bei der Ausführung der Klausur im Prüfungsmodus ist es bei technischen Problemen eines Studierenden erst notwendig zu wissen, in welchem Test gerade gearbeitet wurde, um bspw. ein Fortsetzen der Bearbeitung zu ermöglichen. Zudem muss immer wieder zwischen den Tests gesprungen werden, um mögliche Probleme mittels der

Prüfungsansicht zu identifizieren. Darüber hinaus ergibt sich der erschwerende Nebeneffekt, dass beim Export der Klausurergebnisse nicht eine Datei sondern für unseren Fall 4 x 12 also 48 Einzeldateien exportiert und wieder miteinander harmonisiert werden müssen. Wünschenswert wäre folglich eine erweiterte Teststruktur, die eine Kombination linearer und nichtlinearer Inhalte ermöglicht.

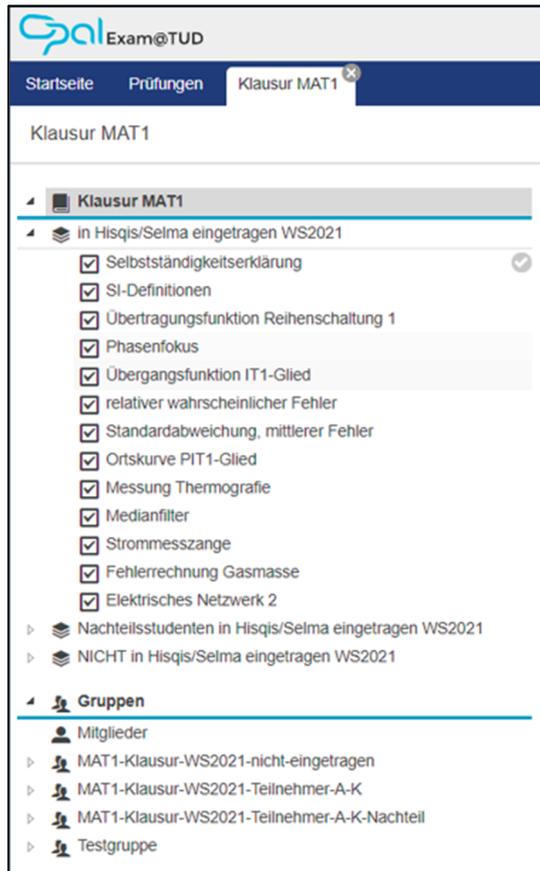


Abb. 3: OPAL „Struktur“ Kursbausteine als Container für eine Klausur mit den Aufgaben als separaten linearen Tests zur Kombination linearer und nichtlinearer Abläufe.

Im Sommersemester 2020 überraschten bei der Arbeit in ONYX und OPAL noch viele Besonderheiten oder auch Bugs, die an BPS als Entwickler gemeldet wurden. Zudem wurden Wünsche zur Implementierung einiger fehlender Funktionalitäten geäußert. Wesentliche Punkte waren für uns hier einerseits die Möglichkeit zur individuellen Verlängerung der Bearbeitungszeit beispielsweise für Studierende mit Nachteilsausgleich (ohne, dass technische Probleme vorliegen) und andererseits die Möglichkeit zur Kombination linearer und nicht-linearer Teststrukturen. Insbesondere

dieser letzte Punkt ist wesentlich für eine Akzeptanz und Gleichwertigkeit von Online-Prüfungen. Studierende müssen entsprechend ihrer persönlichen Stärken die Möglichkeit haben, sich die Bearbeitungszeit sowie die Bearbeitungsinhalte über eine nichtlineare Struktur eines Tests individuell einteilen zu können. Dementgegen steht, dass insbesondere anspruchsvollere, komplexe Aufgaben als reine Online-Varianten nur mit aufeinander aufbauenden, linear strukturierten Teilaufgaben umsetzbar sind (ohne Lösungen von Teilaufgaben auf dem Silbertablett zu liefern).

Erfreulich ist, dass die individuelle Zeitvorgabe von BPS noch kurz vor der Prüfungsperiode im Frühjahr 2021 implementiert wurde. Allerdings nur im Rahmen eines **Tests**. Für OPAL-Kursbausteine vom Typ **Struktur**, in denen mehrere **Tests** zusammengefasst sind, siehe Abb. 3, ist das nicht möglich. Erneut und deshalb überaus ärgerlich ist, dass die fehlende Kombination linearer und nichtlinearer Teststrukturen die Arbeit der Aufgabenersteller:innen so massiv beeinträchtigt! Für uns ist das die zentrale Schwachstelle der aktuellen ONYX Test-Suite.

Hieraus resultierte leider auch, dass die implementierte individuelle Zeitvorgabe faktisch nicht nutzbar war und der bekannte, deutliche Mehraufwand wieder entstand, da ein rein linearer Prüfungsablauf nach unserer Wahrnehmung keine faire Prüfungslösung darstellt. Um eine nichtlineare Klausur bereitstellen zu können, die gleichzeitig lineare Komplexaufgaben enthält, wurden daher erneut alle Aufgaben als eigenständige **Tests** innerhalb eines übergeordneten OPAL Kursbausteins **Struktur** definiert. Damit hatte eine individuelle Zeiterhöhung innerhalb eines ONYX **Tests** leider keine Auswirkung auf einen anderen **Test** im gleichen Strukturbaustein von OPAL, womit die neu implementierte Funktion für unseren Fall leider ihre eigentliche Aufgabe völlig verfehlte. Anstelle eines ONYX **Tests** mit 13 **Aufgaben** hatten wir also wie im Vorsemester einen OPAL Kursbaustein **Struktur** als Klausur mit 13 linearen ONYX **Tests** als Aufgaben (vgl. Abb. 3). Da wir zudem für Studierende mit Nachteilsausgleich eine erhöhte Bearbeitungszeit realisieren mussten, musste diese Klausurstruktur in OPAL wieder gedoppelt werden und zusätzlich benötigten wir eine weitere **Struktur**

für Studierende ohne HISQIS bzw. SELMA Eintrag, sodass sich schließlich insgesamt 39 ONYX-**Tests** ergaben.

Um den Studierenden eine ergänzende Sicherheit zu bieten und bei unklaren Fehlern eine weitere Entscheidungsgrundlage zu haben, wurde nach rechenintensiven Teilaufgaben eine **Uploadaufgabe** integriert, in der die Studierenden handschriftliche Notizen oder Skizzen hochladen können (Abb. 4). Leider führten die Dateiuploads unter Prüfungsbedingungen teilweise zu deutlichen Verzögerungen.



Abb. 4: In einen Test integrierte Aufgaben zum Upload handschriftlicher Notizen nach rechenintensiven Teilaufgaben.

## 5. Befähigung der Studierenden

Wie bereits erläutert, muss die Syntax von MAXIMA erlernt werden – natürlich auch von den Studierenden. Daher ist es essentiell, frühzeitig im Semester Tests anzubieten, mit denen eine Eingabe von Formeln in MAXIMA-konformen Ausdrücken, aber auch der Umgang mit OPAL, ONYX, MAXIMA und Feedbacksystemen sowie der eigenen Hardware geübt werden kann.

Wir haben zusätzlich versucht, diese Syntax-Problematik dadurch zu entzerren, dass wir eine einfache Schreibweise für Variablen mit Indizes (bspw.  $DT = D_T$ ) vorgegeben haben, die in den betreffenden **Aufgaben** als Begleittext über eine globale Variable im **Test** mit in die Aufgabenstellung eingebunden wurde. Trotzdem traten hier während der Klausur mehrfach Nachfragen auf, weshalb auf semesterbegleitende Tests nicht verzichtet werden sollte.

Auch der Upload von Dateien, das Erfassen (scannen, fotografieren) und komprimieren von Dateien oder eine realistische Einschätzung der Stabilität der heimischen Internetverbindung sind relevant.

Wünschenswert wären dementsprechend fakultätsübergreifende, einheitliche Regeln für OPAL, ONYX und MAXIMA. Eventuell könnten den Studierenden perspektivisch Einführungskurse für diese Werkzeuge mit Tipps und Anregungen für die Heimarbeit und Online-Prüfungssituationen angeboten werden. So könnten Studierende und Lehrende auf einem Grundstock aufsetzen, der für alle Veranstaltungen und Lehrstühle im Wesentlichen identisch wäre.

## 6. Prüfungsbetreuung

Die Begleitung und Betreuung der Studierenden während einer Prüfung ist bei digitalen Formaten von enormer Bedeutung und scheint aus unserer Sicht zwingend erforderlich für eine faire und erfolgreiche Online-Prüfung. Fragen oder Probleme der Studierenden können so geklärt oder auch mögliche Fehler in Aufgaben schnell identifiziert werden. Die Rückmeldungen der Studierenden bestätigen, dass allein die Möglichkeit Probleme oder Fragen an die Betreuenden richten zu können, Sicherheit gäbe und beruhigend wirken würde – man sei nicht allein während der Prüfung. Das ist ein nicht zu unterschätzender Wert und positiver psychologischer Effekt.

Die Vorbereitungsphase bis zur fertigen Online-Klausur ist lang und intensiv – alle Daten werden zimal überarbeitet, auf Verständlichkeit und inhaltliche Korrektheit geprüft. Dann kommt die Klausur und (natürlich) finden Studierende einen Fehler in der Aufgabenstellung! Was tun? Alle Studierende müssen nun schnellstmöglich über das Vorgehen informiert werden, aber wie?

Begleitend zu den OPALexam Servern moderieren wir einzelne Chaträume mit jeweils ca. 80 Personen bei der Element-Instanz der TU Dresden (matrix.tu-dresden.de), welche auf dem quelloffenen Messenger-Protokoll Matrix basiert. Die Plattform hat sich dabei über zwei Semester und mehrere Prüfungen sowie Praktika als sehr zuverlässig, schnell und effizient

für die interne Kommunikation sowie die Prüfungsbetreuung erwiesen.

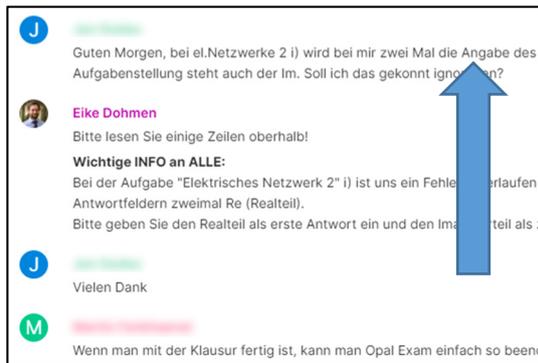


Abb. 5: Auszug aus einem prüfungsbegleitenden Chatraum: Was tun, wenn bei einer Online-Klausur Fehler entdeckt werden?

Die Chats sind prädestiniert, um wesentliche Informationen nahezu instantan an alle Studierenden zu verteilen. Allerdings „wandern“ auch wesentliche Informationen aufgrund der Chatstruktur schnell aus dem Blick und müssen daher regelmäßig erneut gepostet werden, um niemanden zu benachteiligen (Abb. 5).

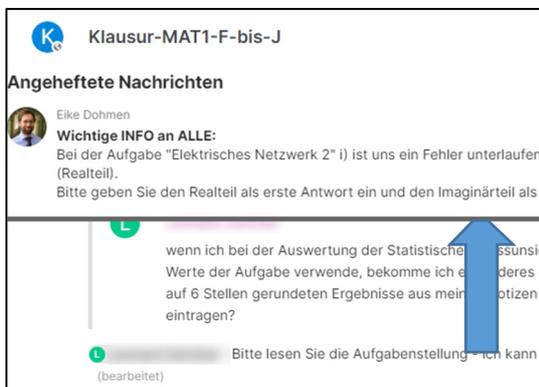


Abb. 6: Blick in die Zukunft: mit der Labor-Funktion „Anheften“ können wichtige Nachrichten für alle Mitglieder eines Raums dauerhaft im Blick bleiben.

Während der MAT 1 Klausur in diesem Wintersemester konnten so, unter Nutzung des Matrix-Chats, 99% alle Studierenden erfolgreich auf einen Fehler in der Aufgabenstellung hingewiesen werden. Um die dauerhafte Bereitstellung wesentlicher Informationen im Chat zu ermöglichen, gibt es derzeit in Matrix im Labor-Stadium die Funktionalität **Anheften**, wodurch Nachrichten direkt unterhalb vom Raumnamen fest angeheftet werden (Abb. 6).

Dieses Feature soll perspektivisch auch für alle anderen Benutzer zur Verfügung stehen.

### Absicherung durch Datei-Upload

Neben der aktiven Betreuung ist die Möglichkeit zum Upload bspw. von handschriftlichen Notizen oder Skizzen ein hilfreiches Instrument, um Studierenden eine ergänzende Sicherheit zu bieten und bei unklaren Fehlern während der Korrektur eine Entscheidungsgrundlage zu schaffen. Dementsprechend wurde nach rechenintensiven Teilaufgaben eine **Uploadaufgabe** in die **Tests** integriert. Leider sind die Dateiuploads ein wesentlicher Grund für eine erhöhte Serverlast und benötigen teilweise relativ viel Zeit, welche den Studierenden unter Prüfungsbedingungen dann gegebenenfalls fehlt. Abhilfe würde hier ein Upload nach der Klausur schaffen, der dann allerdings die Wahrscheinlichkeit von inkonsistenten Antworten und von Täuschungsversuchen erhöht.

### Multi-Tasking für die Prüfenden

Zu Beginn der Prüfungsphase des Sommersemesters 2020 zeigten sich teils deutliche Leistungsgpässe von OPAL, welche insbesondere bei großen Klausuren mit viel „Gleichzeitigkeit“ von Nutzer:innenaktionen (wie beispielsweise Uploads von Ergebnissen) zu langen Wartezeiten und in einem Fall sogar zum Serverabsturz während einer laufenden Prüfung führten. Dementsprechend wurde noch während der Prüfungsperiode im Sommer 2020 eine schnelle und einfache Lösung zur Behebung umgesetzt, indem drei unabhängige Instanzen von OPAL ausschließlich für Prüfungen mit dem Namen OPALexam auf Servern an der TU Dresden eingerichtet wurden. Leider blieb diese Notlösung auch noch für die Prüfungszeit im Frühjahr 2021 erhalten. Hierdurch mussten die Betreuenden neben ggf. vorhandenen Kommunikationsplattformen auch auf drei separaten Servern gleichzeitig eingeloggt sein, um die Studierenden während der Klausur betreuen zu können (Abb. 7). Zudem konnten Verbindungsprobleme, fehlende Einschreibungen oder sonstige technische Probleme bei Studierenden nur unter exakter Kenntnis des Vor- und Nachnamens (sonst uneindeutig), Kenntnis über einen möglichen Nachteilsausgleich sowie Kenntnis der

zuletzt bearbeiteten Aufgabe behoben werden.

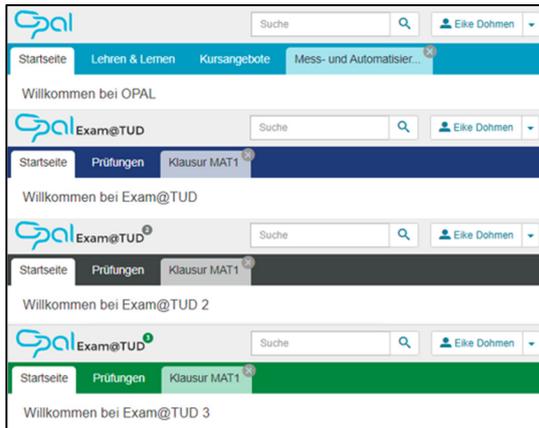


Abb. 7: OPAL, OPALexam, OPALexam2 und OPALexam3 – hier ist Multitasking der Prüfenden gefragt.

Durch diese parallelen Strukturen mussten die Betreuer gleichzeitig auf drei Servern mit jeweils drei der genannten OPAL-Kursbausteine vom Typ **Struktur** (mit/ohne Nachteilsausgleich, mit/ohne HISQIS/SELMA Eintragung) mit wiederum jeweils 13 ONYX **Tests** aktiv sein und nebenher noch zwei Kommunikationskanäle (Betreuende untereinander, Betreuende mit Studierenden) bedienen. Wollte Studierenden „mal schnell“ das Fortsetzen der Bearbeitung ermöglicht werden, musste – wie bereits beschrieben – zuerst der vollständige Name, der Server, der jeweilige **Struktur** Kursbaustein und die zuletzt bearbeitete **Aufgabe** bekannt sein.

## 7. Prüfungssteuerung

Unter dem Begriff **Prüfungssteuerung** ist ein sehr hilfreiches Werkzeug zur Kontrolle der Prüfung und zur Lösung von Problemen in OPAL integriert worden. Hier hat BPS in 2020 und 2021 viele Verbesserungen implementiert, wie beispielsweise die Anzeige der individuell verbleibenden Restzeit von Studierenden oder aber die Anzeige von Verbindungsproblemen sowie eine automatische Fortsetzung der Prüfung nach Verbindungsabbrüchen. Trotzdem sind auch hier noch Verbesserungen möglich. Einige ausgewählte Besonderheiten bzw. Kuriositäten stellen wir im Folgenden vor.

Teilweise schien es leider nicht möglich nach Ablauf der Bearbeitungszeit die Klausur manuell für wenige noch bearbeitende Studierende zu beenden (Abb. 8). Wir vermuten, dass es sich hierbei um einen Anzeigefehler handelt und hoffen auf Aufklärung/Abhilfe durch BPS.

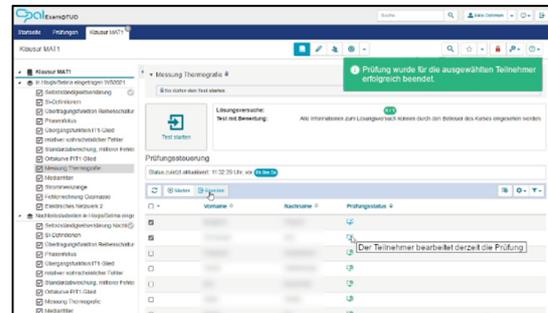


Abb. 8: Screenshot vom Ende der Klausur – nach Ablauf der Bearbeitungszeit (inkl. evtl. gewährter Zeitpuffer) wurden einige Studierende weiterhin als „bearbeitend“ angezeigt; kurios – auch mit der Prüfungssteuerung konnte dieser Status nicht geändert werden.

Einige wenige Studierende hatten bei unserer Probeklausur mit einer Bearbeitungszeit von 1 h nach einer 1 h noch über 1 h Restzeit für die Bearbeitung, was nach unserem Verständnis unmöglich sein müsste (Abb. 9). Bei diesen Einzelfällen musste (und konnte) die Probeklausur manuell beendet werden.



Abb. 9: Screenshot vom Ende der Probeklausur – ein Student hat noch 1h 10m Restdauer für die Bearbeitung, obwohl die Probeklausur nur 1h Bearbeitungszeit hatte.

## Prüfungszeitraum variabel?

Ein Student, der die Prüfung erst kurz vor dem Bearbeitungsende um 10:30 Uhr startete, reagierte sehr verärgert auf das harte, manuelle Ende der Klausur um 11:15 Uhr und postete einen Screenshot, der den Grund für seine Entrüstung offenbarte: bei SELMA (dem Online-Portal zur Prüfungsverwaltung) wurde der Klausurzeitraum fälschlicherweise von 00:05 Uhr bis 23:59 Uhr aufgeführt (Abb. 10).



Abb. 10: Screenshot eines Studenten aus SELMA – als Prüfungszeitfenster ist der ganze Tag ausgewiesen.

## 8. Datenexport

Das Prüfungsteam war außerordentlich erleichtert, als die Klausur mit über 500 Studierenden ohne größere Zwischenfälle erfolgreich beendet wurde. Traditionell wird dann an unserem Lehrstuhl noch am gleichen Abend eine erste Übersichtsstatistik zur Punkteverteilung des in Präsenzklausuren üblichen Fragenteils veröffentlicht.

Die sehr ungünstige Zerstückelung der Klausur über mehrere Server und Substrukturen zieht sich leider besonders merklich bis in die Phase des Datenexports und der Prüfungskorrektur. Nun mussten alle Ergebnisse aus 13 **Tests** in 3 Kursbausteinen **Struktur** auf 3 unabhängigen Servern – folglich 117 Einzeltests – heruntergeladen, geprüft und ggf. nachbewertet werden.

Allein für die entsprechende Datenarchivierung aus OPAL inkl. Download der 3,8 GB ZIP-Archive wurde (bei guter Internetverbindung) fast eine Stunde benötigt! Danach mussten die Excel-Dateien mit den Testergebnissen aus den Archiven extrahiert werden, was leider immer noch schneller war als ein alleiniger Download der Excel-Files in OPAL (denn es gibt lediglich eine Möglichkeit zur Anzeige der PDF-Datei, d. h. jede PDF-Datei muss erst angezeigt werden, um diese anschließend speichern zu können. Nun hatte einer der Autoren die ehrenvolle Aufgabe alle 117 Excel-Dateien zusammen zu kopieren, um zumindest danach eine effiziente Korrektur zu erzielen. Grundsätzlich ging das mit 2-3 Arbeitsstunden verhältnismäßig schnell, ...

### Voreinstellungen und Zeichensätze

...wäre da nicht noch die Tatsache, dass auf allen genannten drei OPALexam Instanzen (OPALexam, OPALexam2 und OPALexam3)

VOR dem Export noch die Exporteinstellungen hätten einheitlich auf seine persönlichen Einstellungen gesetzt werden müssen, um auch immer Excel-Dateien mit passender Zeichencodierung zu erhalten (Abb. 11).



Abb. 11: Systemeinstellungen zum Exportformat sowie zum Zeichensatz.

Konkret waren auf den drei OPALexam Instanzen drei verschiedene Grundeinstellungen für das Exportformat festgelegt – anscheinend werden diese Grundeinstellungen also weder vom vorhandenen OPAL-Account übernommen noch einheitlich gesetzt. Probleme entstehen daraus ggf. bei der Datenarchivierung (manchmal CSV, manchmal XLS) und vor allem bei der Erkennung von Zahlen, die je nach Zeichensatz als Text interpretiert werden!

Alle Zahlen wurden bei uns als Text eingelesen, was wiederum bedeutete, dass alle Spalten mit Zahlen nachträglich, EINZELN in Zahlen konvertiert werden mussten (Text in Spalten). Damit aber nicht genug, denn beim Export der Ergebnisse der MAXIMA-Rechenaufgaben wurden die **Lernerantworten** entgegen der sonstigen Einstellung mit "." als Dezimaltrennzeichen exportiert. Hier sind beim Datenexport einige Fallstricke verborgen, die sich in Luft auflösen würden, wenn nur *eine* OPAL-Instanz mit *einem* ONYX Test (für *eine* Klausur) und *einer* global gültigen, einfachen Voreinstellung, deren Auswirkungen auch dem Laien verständlich sind, ausreichend wären. Der Aufwand zur Softwareanpassung durch BPS sollte daher immer auch der Tatsache gegenübergestellt werden, dass viele Nutzer:innen mit den dargestellten Mehraufwendungen zu ringen haben.

### Datenverluste?

Mit der zusammengeführten Tabelle ist dann ein wesentlicher Schritt zur Kontrolle und Nachbewertung gemacht. Teilweise lagen in

der Excel-Tabelle aus der Datenarchivierung aber keine Variablenwerte vor oder diese wurden als „null“ deklariert (Abb. 12).

D	E	F	G	CS
			Max	Max. Punkte: 1,0
Matrik	Abgabe	Da	T	Punkte
				Variable (platz_hinweis_G_omega_h)
	11:14:34	2059	1	0 Die gegebene Übertragungsfunktion lautet
	10:23:43	1250	1	1 Die gegebene Übertragungsfunktion lautet
	10:56:45	1925	1	1 Die gegebene Übertragungsfunktion lautet
	11:03:06	1696	1	0 Die gegebene Übertragungsfunktion lautet
	10:37:54	2465	1	1 Die gegebene Übertragungsfunktion lautet
	11:05:12	2380	1	1 Die gegebene Übertragungsfunktion lautet
	10:57:40	1277	1	1 Die gegebene Übertragungsfunktion lautet
	11:14:56	1279	1	1 Die gegebene Übertragungsfunktion lautet
	11:09:17	1863	1	1 Die gegebene Übertragungsfunktion lautet
	11:01:09	895	1	0 null
	10:59:27	2109	1	1 Die gegebene Übertragungsfunktion lautet
	11:00:04	2263	1	1 Die gegebene Übertragungsfunktion lautet
	10:45:32	3826	1	0 Die gegebene Übertragungsfunktion lautet

Abb. 12: Auszug aus der erstellten Excel-Bewertungstabelle mit fehlenden Variablenwerten (rechts).

Positiv ist, dass einerseits die Punktzahlen korrekt in die Excel-Datei exportiert werden und dass andererseits die Prüfungsansicht im Webinterface neben den Eingaben der Studierenden auch deren Sicht der Prüfung vollständig dokumentiert und als PDF bereitstellt.

Ein ähnliches Problem tritt beim Export von Gleitkomma-Variablen (Float) aus Aufgaben mit MAXIMA-Berechnungen auf, bei dem nur 2 Nachkommastellen exportiert werden. In einer Fehlerrechnungsaufgabe wurde damit die Variable `delta_p_global_e` nicht wie angegeben mit 1,140762589549 exportiert, sondern landete in Excel als 1,14. Da auf Basis dieser Variablen weitere Berechnungen angestellt werden, welche mit 6 Nachkommastellen korrekt angegeben werden müssen, hilft dann nur noch eine Analyse im Webinterface. Problematisch ist das vor allem, wenn eine Auswertungsformel fehlerhaft angegeben wurde und für alle Studierenden eine Nachberechnung der Ergebnisse durchgeführt werden soll – hier fehlen dann die entsprechenden Eingangsdaten.



Abb. 13: Verlaufsprotokoll als neues, mächtiges Feature in OPAL zur Prüfungsbewertung

Da es zudem bisher nicht möglich ist, solche Fehler der Prüfenden durch eine automatisierte Neuauswertung im Webinterface abzufangen, müsste hier jede Variable manuell exportiert werden, um nachbewerten zu können. Mit dem Verlaufsprotokoll hat BPS ein mächtiges Werkzeug implementiert, um auf Basis der Server-Protokolle Problemen auf die Schliche zu kommen (Abb. 13).

```
#####
Exam Change Log for user: , assessmentId: ,
course-Id: 103216254083960, courseNode-Id: 103238369591969
created 2021-02-15T10:53:36,452
#####
2021-02-15T10:53:36,452 INFO trainee: test started
2021-02-15T10:53:38,667 INFO exam control: status set to WORKING
2021-02-15T11:14:52,856 INFO exam control by supervisor: test finished
2021-02-15T11:14:52,866 INFO exam control by supervisor: test finished
2021-02-15T11:14:53,705 INFO exam control: status set to FINISHED
2021-02-15T11:14:56,849 INFO: test finished
```

Abb. 14: Problemanalyse mit dem Verlaufsprotokoll - Prüfungsabbruch durch Prüfer (Ende Klausur 11:00 Uhr – Beendigung durch Prüfer im übergeordneten OPAL-Kursbaustein Struktur für alle verbleibenden Teilnehmer 11:14:52 Uhr).

Bezüglich des oben genannten Problems mit fehlenden Variablen in der Exportdatei konnte so festgestellt werden, dass die leeren Zellen immer bei einem Prüfungsabbruch durch Prüfende oder Studierende auftraten (Abb. 14).

```
#####
Log for user: , assessmentId: ,
103216254083960, courseNode-Id: 103238369591969
1-02-15T10:15:44,316
#####
10:15:44,316 INFO trainee: test started
10:15:48,624 INFO exam control: status set to WORKING
10:47:13,661 INFO exam control: status set to WORKING, CONNECTION_LOST
10:50:45,852 INFO trainee: test resumed
10:50:48,666 INFO exam control: status set to RESUME_REQUESTED
10:53:33,547 INFO trainee: test resumed
10:53:33,665 INFO exam control: status set to RESUME_REQUESTED
10:55:07,945 INFO trainee: test resumed
10:55:08,673 INFO exam control: status set to RESUME_REQUESTED
10:56:07,251 INFO trainee: test resumed
10:56:08,685 INFO exam control: status set to RESUME_REQUESTED
10:58:14,744 INFO exam control by supervisor: test resumed, additional time: 10 minutes
10:58:18,675 INFO exam control: status set to RESUME_ALLOWED
10:59:38,681 INFO exam control: status set to RESUMED
11:10:08,706 INFO exam control: status set to FINISHED
11:10:08,899 INFO: test finished
11:14:52,910 INFO exam control by supervisor: test finished
```

Abb. 15: Problemanalyse mit dem Verlaufsprotokoll – Zeit abgelaufen (Ende der Klausur mit 10 Minuten Zusatzzeit 11:10 Uhr).

Für Zeilen, die lediglich „none“ als Variablenwert konnte hingegen ein Ablauf der Prüfungszeit während der Bearbeitung als Ursache identifiziert werden (Abb. 15).

## 9. Prüfungskorrektur

Im Rahmen der Neuerstellung unserer Klausur hatten wir uns stets bemüht, die Perspektive der Studierenden zu berücksichtigen. Bei der Korrektur der Klausur wurde dann klar, dass

auch der Blick auf die Aufgaben aus der Perspektive der Korrigierenden notwendig ist. Welche Aufgaben sind effizient zu korrigieren und zu bewerten? Wo geraten wir in Entscheidungsprobleme? Ein Beispiel hierfür ist die klassische **Lückentextaufgabe**, bei der neben dem Fachwissen der Studierenden auch deren Wortschatzwissen, Satzbildung, Mundart, vorhandene Tastatur und nicht zuletzt die Rechtschreibung zu berücksichtigen sind. So wurden bspw. für eine Lücke mit der korrekten Antwort „additiv“ folgende Antworten gegeben, die als korrekt zu bewerten oder zumindest zu diskutieren wären.

- |                    |                   |
|--------------------|-------------------|
| - additiv $Y+Z=Y2$ | - verknüpft       |
| - addiert          | - gekoppelt       |
| - addierend        | - zusammen        |
| - addierend        | - zusammengeführt |
| - per Addition     | - kombinierend    |
| - summarisch       | - konjunktiv      |
| - vereinigt        | - positiv         |

Diese Menge an korrekten Antworten für einen einfachen Lückentext ist kaum vorhersehbar oder abfangbar. Mit einer Umstellung von einer **Lückentextaufgabe** auf eine **Textboxaufgabe** könnten diese Probleme abgestellt werden, ohne den Anspruch oder den Wert der Aufgabe wesentlich zu beeinflussen. Bei einer anderen Aufgabe informierte uns ein Student, er habe eine Schweizer Tastatur und daher kein „ß“, weshalb er bei den betreffenden Antworten „ss“ verwendet habe. Dieser „Fehler“ wäre relativ gut durch Alternativlösungen abfangbar, aber auch hier ist die Nutzung einer **Textboxaufgabe** eine zuverlässige Alternative.

Ähnlich unvorhersehbar ist die kreative Intelligenz der Studierenden, die eine weitere korrekte Lösung bei einer vermeintlich eindeutigen **Zuordnungsaufgabe** generiert (Abb. 16). Bei der Bewertung von Aufgaben muss daher ergänzend zur automatisierten Auswertung immer noch eine manuelle Überprüfung bzw. Korrektur der Antworten erfolgen.

Bei Abbruch eines Tests während der Bearbeitung der letzten **Aufgabe** (bspw. durch technische Probleme) kann es vorkommen, dass die automatisierte Bewertung scheitert, da zufällig generierte Variablen für die Aufgabensteuerung nicht gespeichert werden. In unserer

Klausur passierte dies bei mehreren Studierenden bei einer Komplexaufgabe (realisiert über einen **Test** mit mehreren **Aufgaben**) zur Steuerung, bei welcher der Variablen {Aufgabentyp} zu Beginn des **Tests** zufällig „Taktstrasse“ oder „Mischer“ zugewiesen wurde.

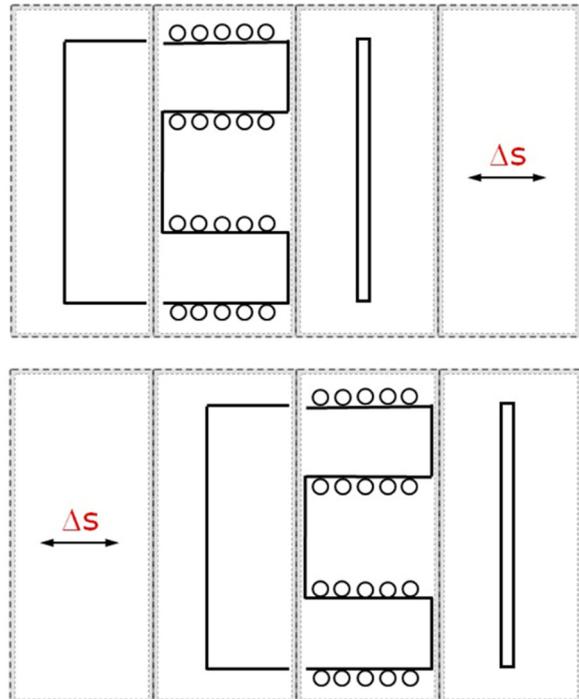


Abb. 16: Musterlösung (oben) und korrekte Alternativlösung (unten) zur Aufgabe: „Skizzieren Sie das Messprinzip eines induktiven Queranker-Wegaufnehmers“.

Im beschriebenen Fall war die Variable {Aufgabentyp} allerdings leer, obwohl einige Studierende bereits alle Fragen auf Basis dieser Variablen beantwortet hatten. Die Studierenden erhielten damit null Punkte auf Ihre Antworten, unabhängig davon, ob diese richtig oder falsch waren. Dieser Fehler ist nur durch eine Nachkontrolle der Antworten identifizierbar. Hilfreich erwies sich hierbei der Datenexport in eine Excel-Datei, in welcher mit bedingter Formatierung falsche Lösungen farblich hervorgehoben werden konnten und auch komplexe Nachbewertungen auf Basis von Formeln möglich waren. Formelbasierte Nachbewertungen waren insbesondere bei systematischen Fehlern hilfreich, bspw. WENN (Aufgabentyp = „Taktstrasse“) UND (Punkte = 0) DANN (Zusatzpunkte = +0,5). Bezüglich des Datenexports ist noch anzumerken, dass das Exportformat (ins-

besondere der Zeichensatz) in den persönlichen Einstellungen von OPAL festgelegt werden können (Abb. 11).

Ein Wermutstropfen beim Excel-Export ist derzeit noch, dass online getätigte Nachbewertungen inkl. der hinterlegten Begründungen nicht exportiert werden, weshalb derzeit eine kombinierte Online- und Offline-Bewertung nur bedingt möglich sind. Dieser Sachverhalt ist allerdings bereits an BPS übermittelt und wird hoffentlich bei den nächsten Überarbeitungen berücksichtigt.

Vorteilhaft ist die Online-Korrektur bei einer intensiven Prüfung jeder einzelnen Antwort aller Studierenden, da hier den Korrigierenden ein eindeutiges, übersichtliches optisches Feedback mit allen relevanten Informationen gegeben wird (Abb. 17). Nachteilig sind allerdings die Reaktionsgeschwindigkeit von OPAL zum Laden der Seiten und die verschachtelte Navigation. Leider wird das optische Feedback beim PDF-Export (bspw. mit der Funktion Archivieren) nicht mit exportiert. Die zentral in ein Archiv exportierten PDFs lassen sich zwar viel schneller öffnen und sichten, allerdings fehlt hier leider dieses sehr hilfreiche Feature. Positiv zu bemerken ist, dass BPS hier stetig die Schnittstellen weiterentwickelt und auch an dieser Stelle bereits einige neue Features seit der Klausur ergänzt wurden.

Fehler passieren und können nur durch intensive, kritische Überprüfungen identifiziert werden. Gerade durch den komplexen und für die Bediener:innen nur bedingt transparenten Aufbau von OPAL und ONYX sind Flüchtigkeitsfehler kaum zu vermeiden. Inhaltliche Fehler können nur von Fachkolleg:innen effizient ermittelt werden. Um aber technische Fehler oder Probleme bei Klausuraufgaben zu identifizieren, wäre ein stochastischer Prüfungstestbot (ein Programm, das für eine definierte Anzahl von fiktiven Nutzer:innen zufällig Ergebnisse generiert) eine aus unserer Sicht denkbare Anregung. Dies könnte ein Programm sein, welches bspw. für 100 virtuelle Prüflinge Fragen mit Zufallswerten beantwortet, Tests abbricht oder Fragen überspringt usw. und die entstandenen Daten als Validierungsdatensatz dann exportiert.

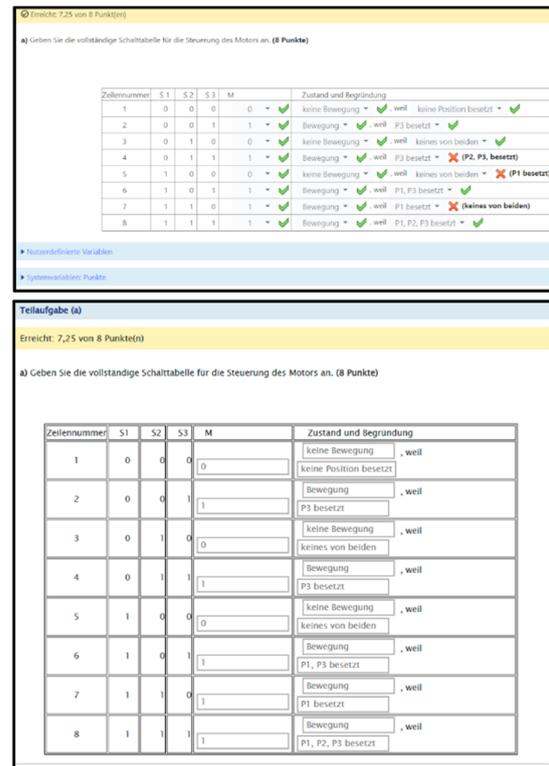


Abb. 17: Online-Bewertungswerkzeug mit optischem Feedback zu den Antworten inkl. der Musterantwort und Variablen (oben) im Vergleich mit dem entsprechenden exportierten Offline-PDF (unten).

### Täuschungsversuche

Interessant ist die nähere Betrachtung der Dateinamen der Dateiuploads. Einerseits finden sich hier Hinweise auf zweifelhafte Aufnahmequellen (bspw. WhatsApp\_Image\_xyz) und andererseits erstaunliche Übereinstimmungen (bspw. „IMG20200728\_081613\_4.jpg“). Betrugsversuche konnten nicht ausgeschlossen werden, jedoch war unsere Wahrnehmung, dass sehr wenige Studierende versucht haben zu täuschen und insbesondere im Sommersemester 2020 der überwiegende Teil der Studierenden eigentlich eher froh war, überhaupt eine Prüfung ablegen zu können.

Im folgenden Wintersemester wurde jedoch deutlich häufiger behauptet, man habe sich gerade vertippt oder verklickt, hätte aber in den danach hochgeladenen handschriftlichen Notizen Belege dafür, dass man etwas ganz anderes abgeben wollte. Hier ist eine durchgängig eindeutige Vorgehensweise essentiell, die bereits vor der Klausur in Form von Rahmenbedingungen eindeutig kommuniziert wird – in diesem konkreten Fall, dass nur die Online-Ein-

gabe zählt und die Uploads lediglich als Ergänzung bei technischen Problemen oder in Ausnahmefällen dienen.

## 10. Potentialabschätzung

Um Chancen und Grenzen darstellen zu können, möchten wir den Arbeitsaufwand abschätzen. Eine erste (fundierte) Prüfungsstatistik konnte bereits wenige Stunden nach der Prüfung generiert werden. Die Korrektur des gesamten Fragenteils dauerte in Summe etwa drei Personentage im Vergleich zu etwa einem Personenmonat bei der klassischen Papierklausur. Die Korrektur der Rechenaufgaben dauerte je Aufgabe lediglich zwei bis drei Personentage im Vergleich zu je einem halben Personenmonat. In Summe lag der Bewertungsaufwand damit bei 12 Personentagen im Vergleich zu bisher drei Personenmonaten (ca. 60 Personentage) je Semester. Dabei sind der Datenexport und die Datenkonsolidierung bereits anteilig mit einbezogen. Unabhängig vom enormen Einarbeitungs- und Vorbereitungsaufwand konnte die reine Korrekturzeit für die Klausur MAT2 damit auf 20% reduziert werden. Der Vorbereitungsaufwand hingegen umfasste schätzungsweise 6 Personenmonate bei der initialen Umsetzung und etwa 1-2 Personenmonate im Folgesemester. Damit ist bei der Vorbereitung insgesamt ein deutlicher zeitlicher Mehraufwand von bis zu 100% entstanden. Die Aufwandsabschätzung verdeutlicht das besondere Potential von Online-Prüfungen insbesondere durch Verlagerung der Zeitaufwendungen von der Korrektur in die Vorbereitung lernzielangepasster, aktueller Fragestellungen sowie einer Flexibilisierung des Lernens bei einer erhöhten Barrierefreiheit. Für die Lehrenden sinkt insbesondere bei Klausuren mit vielen Teilnehmenden (> 30 Personen) der Korrekturaufwand dramatisch. Aber auch für kleinere Lehrveranstaltungen kann sich der Aufwand lohnen, da gerade semesterbegleitende Lernstandüberprüfungen auf ähnliche Weise mit OPAL, ONYX und MAXIMA umgesetzt werden können und dann in leicht abgewandelter Form als Basis für eine Klausur dienen können. Zudem fällt der Einarbeitungsaufwand in Technik und Möglichkeiten nach der ersten Prüfungsgenerierung

deutlich geringer aus, wodurch sich der Zeitaufwand für die Klausurerstellung sowie -durchführung erneut reduziert.

### OPAL & ONYX

Die von der TU Dresden eingesetzten Tools OPAL und ONYX werden von BPS entwickelt. Diese Werkzeuge haben für unseren Lehrstuhl aber auch für die TU Dresden und den Freistaat Sachsen dementsprechend eine wichtige Rolle in der Lehre und bei Online-Prüfungen. Positiv anzumerken sind die zuverlässigen, schnellen und durchweg kompetenten Antworten bei Problemen, Fragen oder Anregungen. Obgleich einige der Anregungen (bspw. Kombination linearer und nicht-linearer Strukturen) aufgrund des programmiertechnischen und damit verbundenen finanziellen Aufwands leider auf eine Umsetzung warten lassen. Hier sollten die Wünsche und Anmerkungen zentral (hochschulweit oder landesweit) koordiniert gebündelt und priorisiert werden. Unser größter Wunsch hinsichtlich der Funktionalität von ONYX wäre es, eine Kombination von linearen und nichtlinearen ONYX-**Tests** zu realisieren.

### Rahmenbedingungen

Wesentlich wäre es, die Rahmenbedingungen an der TU Dresden für Online-Prüfungen praxistauglich und konkret festzulegen, insbesondere im Spannungsfeld von Prüfungswertigkeit, Datenschutz, Identitätsprüfung, Prüfungsordnungen, aber auch hinsichtlich angepasster Weiterbildungsangebote für Lehrende und Lernende. Nach einem Jahr gibt es an der TU Dresden nach wie vor keine Lösung zum Thema datenschutzkonformer Identitätsprüfung bei Online-Prüfungen, was zwangsläufig zu einer Entwertung von Prüfungen hinsichtlich ihrer eigentlichen Aussagekraft über die Leistung eines Prüflings führt und den Wert der Bemühungen aller Beteiligten deutlich reduziert. Denkbar wäre es, ein eAssessment Center für Online-Prüfungen mit (mehreren) zentralen Räumlichkeiten zu schaffen.

### Zentrale Koordinierungsstelle

Um ein lehrstuhlübergreifendes zukunftsfähiges, konkurrenzfähiges und attraktives Lehrangebot mit Online-Prüfungen anbieten zu können, ist eine dauerhafte personell, räumlich und technisch entsprechend ausgestattete

zentrale Einrichtung an einer Hochschule erforderlich. Diese sollte nicht nur auf Zuruf verfügbar sein, sondern im Sinne einer exzellenten Hochschulentwicklung proaktiv die Lehrstühle ermutigen, neue Lehr- und Prüfungskonzepte umzusetzen.

In diesem Zusammenhang ist das „Zentrum für interdisziplinäre Lernen und Lehren“ ZiLL hervorzuheben, welches sich dieser Aufgabe an der TU Dresden angenommen hat und Kompetenzen, Informationen, Weiterbildungsangeboten sowie Ansprechpartner:innen für eine Umsetzung von Online-Angeboten bereitstellt. Hier ist zu hoffen, dass das ZiLL fester Bestandteil der Universitätsstruktur wird und damit langfristig erhalten bleibt.

Aber hervorzuheben sind auch das Engagement des Teams der TU-eigenen Messaging Plattform [matrix.tu-dresden.de](https://matrix.tu-dresden.de) sowie die Task Force Digitale Prüfungen, bei der freiwillige Lehrende der Fakultät Maschinenwesen andere Lehrende bei Fragen zur Prüfungserstellung mit Ihren Erfahrungen beraten.

### eScouts

eScouts sind ein hervorragendes Konzept und stellen für uns Keimzellen zur Wissensvermittlung zu und Umsetzung von Online-Inhalten dar. Interdisziplinäre eScout Teams und regelmäßige Treffen der eScouts könnten aus unserer Sicht dazu beitragen, das zugrunde liegende interdisziplinäre Potential wirklich auszuschöpfen. Zugleich wären längere Verträge für eScouts sinnvoll, um eine finanzielle Sicherheit zu geben und einen Knowhow-Transfer sicherzustellen. Dabei sollte überlegt werden, ob ein entsprechender finanzieller Anreiz für eScouts geschaffen wird, indem diese hinsichtlich Ihres Gehalts höher eingestuft werden als eine studentische Hilfskraft – immerhin sollten Weiterbildungen und Zusatzqualifikationen zur Befähigung als eScout erforderlich sein, die auch entsprechend honoriert werden müssten. Eine Absicherung der eScout Grundqualifikation bspw. über eine eScout Summer school oder ein eScout Zertifikat könnte das leisten und damit lukrative Studierendenjobs eröffnen.

### Fazit

Unabhängig von den derzeitigen, pandemiebedingten Einschränkungen in der Präsenz-

lehre sind Online-Prüfungen damit für die Autoren ein leistungsfähiges und zeitgemäßes Prüfungsformat.

## 11. Anregungen

Im Rahmen der turbulenten Semester sind eine Reihe von Ideen und Vorschlägen entstanden, mit denen wir anregen möchten bzw. deren Umsetzung aus unserer Sicht wünschenswert wäre und zu Effizienzsteigerungen führen könnte. Diese sollen im Folgenden zusammenfassend, stichpunktartig aufgelistet werden:

- Kombination linearer und nicht-linearer Navigation in ONYX-**Tests**
- Offline-Erstellung von ONYX-**Tests**
- fakultätsübergreifende Standards für Plattformen und Nomenklatur (MAXIMA)
- Einführungs-Webinare in OPAL, ONYX, MAXIMA für Studierende
- Server-Updates nur mit Ankündigung
- eine leistungsfähige OPAL-Instanz
- stochastischer Prüfungstestbot
- standardisierte eScout Qualifikation
- interdisziplinäre eScout Teams
- längerfristige eScout Beschäftigung

## Danksagung

Wir danken Frau G. Haase, die uns im Sommersemester 2020 erfolgreich bei der Umsetzung der Online-Inhalte unterstützte und als eScout aus dem Projekt „Studiengänge flexibel gestalten“ (SFG) des Medienzentrums der TU Dresden finanziert wurde, um zu einer Flexibilisierung der Studierbedingungen beizutragen.

## Literatur

- [1] <https://www.bps-system.de/cms/products/opal-learn-management/>, 20.05.2021
- [2] <https://www.bps-system.de/cms/produkte/onyx-testsuite/>, 20.05.2021
- [3] <https://bildungsportal.sachsen.de/portal/parent-page/institutionen/bps-bildungsportal-sachsen-gmbh/>, 20.05.2021
- [4] <https://bildungsportal.sachsen.de/portal/parent-page/institutionen/arbeitskreis-e-learning-der-lrk-sachsen/>, 20.05.2021
- [5] <https://doc.matrix.tu-dresden.de/>, 20.05.2021
- [6] <https://tu-dresden.de/tu-dresden/organisation/rektorat/prorektor-bildung/zill/>, 20.05.2021