



## Bewältigung der Lehre unter Corona-Bedingungen an einer der kleineren Universitäten

H. Witte\*, T. Helbig, C. Hönemann, S. Lutherdt, S. Wenzel

*Fachgebiet Biomechatronik, Fakultät für Maschinenbau, Institut für Mechatronische Systemintegration (IMSi), Fakultäts-übergreifende Institute für Mikro- und Nanotechnologien (IMN), Life Science Technologies (LiSTec) und intelligente und interaktive immersive Medien und Technologien (I4MT), Technische Universität Ilmenau*

### Abstract

Die Technische Universität Ilmenau versucht auch unter „Corona-Zwängen“ durch Kontakteinschränkungen in Kombination mit begrenzten Lehrkapazitäten Seminare, Übungen und Praktika angemessen durchzuführen und die Lehre nicht zu vorlesungslastig werden zu lassen. Die Seminar- und Praktikumsräume gaben jedoch auch unter intensiver zeitlicher Raumbewirtschaftung von 7 Uhr bis 21 Uhr „zentral“ wie durch die Fachgebiete bei Einhaltung der Hygienevorschriften keine ausreichenden Kapazitäten zur Durchführung in Präsenz her.

Der Beitrag berichtet daher über von uns getestete Möglichkeiten zur Umsetzung der etablierten Lehrformate in Onlineformate. Zusätzlich werden Lösungen zur sicheren Realisation von Präsenzprüfungen unter Pandemie-Bedingungen dargestellt.

Technische Universität Ilmenau tries to conduct seminars, exercises and practical courses appropriately even under "corona constraints" due to contact restrictions in combination with limited teaching capacities and not to let the teaching become too lecture loaded.

The seminar and practical course rooms, however, did not provide sufficient capacities for the implementation in presence even under intensive time management from 7 a.m. to 9 p.m. "centrally" as by the departments in compliance with hygiene regulations.

The article therefore reports on possibilities tested by us for the conversion of established teaching formats into online formats. In addition, solutions for the secure realization of face-to-face examinations under pandemic conditions are presented.

\*Corresponding author: [Hartmut.Witte@tu-ilmenau.de](mailto:Hartmut.Witte@tu-ilmenau.de)

## 1. Rahmenbedingungen

Vor der ersten Coronawelle wurde digitaler Unterricht an unserer Universität unter Experimentalklauseln nur vereinzelt ausprobiert. Universitäts-übergreifende Sichtbarkeit hat dabei GOLDi [1] gewonnen. Ähnlich wie viele andere Einrichtungen gerieten wir damit zu Beginn der ersten Coronawelle unter Zugzwang und waren auf die Situation nicht adäquat vorbereitet. Dabei fiel wegen des Prozesses der Prüfung der Datenschutzsicherheit und rechtlicher Aspekte die Entscheidung für ein Videokonferenzsystem als "Rückgrat" der Online-Lehre spät, welches dann verbindlich für die Nutzung im Unterricht vorgeschrieben wurde. Bei der Auswahl erfolgte weder eine Beteiligung der Anwender noch der an der Universität durchaus vertretenen Usability-Expert:innen.

- Mittelgroße bis kleine Universität
- 5.225 Studierende, 1.638 internationale Studierende, 1.059 Studienanfängerinnen und Studienanfänger (9/2021)
- 46 Studiengänge bei < 100 Professuren (19 Bachelor, 25 Master, 2 Diplom)
- Digitale Lehre bis 2020 nur in kleinem Umfang
- Zahl der Räume für Präsenzunterricht hinreichend, **unter Abstandsgebot großer Engpass**
- Gesamtuni: 1 Raum für Tele-Teaching, 1 Raum für Tele-Konferenzen
- April 2020 Freigabe von Webex® für dienstliche Videokonferenzen, kleiner Fond für Kameras u.ä.
- **Gleichzeitig Untersagung der Nutzung eingeführter Systeme (MS Teams®, Zoom®, GoToMeeting®)**
- **Bisher kein zertifiziertes Online-Prüfungssystem (in Präsenzzeiten hat sich evaexam unter Experimentierklausel für standardisierte Papier-Prüfungen bewährt)**
- Generell kein Proctoring (Landesverfassungsgericht Freistaat Thüringen)

*Abb. 1: Rahmenbedingungen für digitale Lehre an der Technischen Universität Ilmenau zu Beginn der Corona-Pandemie*

Da viele Fachgebiete in Eigeninitiative bereits seit Längerem andere Videokonferenzsysteme etabliert und in diesen den Unterricht rechtzeitig zum Vorlesungsbeginn vorbereitet hatten, kam es bei der kurzfristigen Umstellung zu erheblichen Friktionsverlusten und deutlichem Mehraufwand. Ähnlich stellte sich die Situation

im Prüfungszeitraum dar. Aus Gründen des Datenschutzes wie der Rechtssicherheit wurde die vorhandene Kommunikationsplattform Moodle als Werkzeug für die regelkonforme Durchführung von Prüfungen genutzt, deren eingeschränkte Gebrauchstauglichkeit für Prüfende und Prüflinge ebenfalls zu Mehraufwand führte. Teilweise standen die Prüfungskurse erst am Prüfungstag zur Verfügung, die Prüfungsteilnehmer:innen konnten so nicht vorab informiert und instruiert werden. Ab dem zweiten Durchgang waren diese organisatorischen Probleme beseitigt.

Eine Unterstützung der Einführung von Lernsoftware (oder so weit von einzelnen Fachgebieten bereits vor der Pandemie genutzt Integration) fand aufgrund mangelnder Ressourcen nicht statt. Weitere Details s. Abb. 1.

Daher ist im Folgenden über Maßnahmen der Selbsthilfe von Lehreinheiten zu berichten.

## 2. Das größte Problem: Umsetzung von Präsenzpraktika in Online-Formate

In der Biomechatronik enthalten die Praktikumsversuche naturgemäß auch auf der Objektseite durchweg eine Bio-Komponente. Aufgrund der Betreuung des Studienganges "Biomedizintechnik" neben der Studienrichtung "Biomechatronik" und im Hinblick auf die Berufsbilder beider Ausbildungsrichtungen finden daher auch nicht-invasive Beobachtungsexperimente mit Messungen am Menschen statt, wobei die Versuchspersonen reihum die Studierenden selbst sind - wer Untersuchungen am Menschen durchführen will, muss die Perspektive der Versuchsperson aus eigener Erfahrung kennen. Nur so ist bei späterer eigener Versuchsplanung beginnend mit den Aspekten "Belastung/Beanspruchung" (Lehrinhalte unserer arbeitswissenschaftlichen Veranstaltungen) und "Zumutbarkeit" eine nutzerorientierte Gestaltung von Experimenten mit Menschen gebahnt (Sicherung der Biokompatibilität). Beobachtungsexperimente mit Tieren lernen unsere Studierenden bei Interesse in gemeinsam mit dem Institut für Zoologie und Evolutionsbiologie an der FSU Jena betreuten

Qualifikationsarbeiten kennen (z.B. als Vorbereitung für den Bau von bio-inspirierten Robotern).

Alle diese Versuche waren bisher nur in Präsenz durchführbar und unter Kontaktverbot nicht realisierbar. Im Folgenden sei an einem Beispiel die Anpassung an Pandemie-Bedingungen veranschaulicht (Abb. 2, 3).

#### Versuch: Exoskelett

Zielgruppe: Ba MTR – Spezialisierung Biomechanik  
Gruppengröße: 3

#### Ablauf:

##### Termin 1:

- Einführung Arduino®
- Einlesen, Analysieren, Ausgabe von Sensordaten
- Diskussion

##### Termin 2:

- Vorstellung EduExo®
- Kurze Wiederholung EMG (<-> Vorlesung, Seminar)
- Einlesen, Analysieren, Ausgabe von Winkel- und EMG-Daten
- Diskussion

##### Termin 3:

- Ansteuerung von Aktoren
- Aufbau eines Regelkreises
- Diskussion Latenzen

#### Erfolgsnachweis: Dokumentierte Funktionsfähigkeit



Abb. 2: Praktikum "Grundlagen der Biomechanik" in Präsenz: Aufbau eines Regelkreises zur Ansteuerung eines Exoskelettes mit EMG-Daten

In drei Versuchsteilen wird zuerst Arbeitsfähigkeit bei der Nutzung eines Arduino®- $\mu$ C hergestellt (Einlesen von Sensordaten), die Vorkenntnisse der Studierenden sind hier mangels passender Ausbildungseinheiten in den Studiengängen stark unterschiedlich. Dann erfolgt die Einarbeitung in einen kommerziell verfügbaren Demonstrator für ein eingelenkiges Exoskelett (EduExo®) mit EMG-Sensoren.

Im dritten Teil wird die Arduino®-Ausbildung um die Ansteuerung von Aktoren ergänzt, es wird ein Regelkreis aufgebaut, der das EduExo® den Armbewegungen der Proband:innen folgen lässt.

Für eine Online-Nutzung des Versuches wurde der Versuch um einen vierten Teil ergänzt.

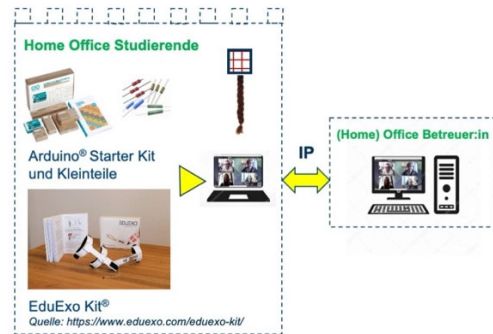


Abb. 3: Ergänzung des Regelkreises zur Ansteuerung eines Exoskelettes mit EMG-Daten durch eine Fernanbindung (IP4)

Es erfolgt die Anbindung des Systems über IP an einen entfernten Mess- und Steuerrechner. Je nach Coronalage kann entweder der Online-Zugriff direkt auf das über das universitätsinterne (IP4) Netz oder bei Betretungsverbot der Universitätsgebäude per VPN aus dem studentischen Home-Office erfolgen. Die Kombination beider Varianten und deren Vergleichsmöglichkeit durch Anwesenheit der betreuenden Praktikumsassistenten in Nähe der Hardware an der Universität führt zu angeregten Diskussionen über die beobachteten Latenzen und den Breitbandausbau in Deutschland.

In der nächsten Erweiterung wird eine Ansteuerungsmöglichkeit über ein mobiles Endgerät (G5-Standard) folgen. Das Gesamtkonstrukt wird auch in Präsenzzeiten weiter Einsatz finden.

---

*Lesson learned:  
"Corona" als  
Innovationsimpuls*

---

Während der mechatronische Teil der Ausbildung durch Verwendung mechatronischer Lö-

sungen relativ einfach an die Online-Lehre anzupassen war, bereitet der Bio-X-Part deutlich größere Probleme.

Für die beiden oben benannten Studiengänge sind anatomische und physiologische Kenntnisse Berufsgrundlage. Deswegen wird seit Gründung des Fachgebietes 2002 ein auf die Zielgruppe Ingenieur:innen zugeschnittener Unterricht angeboten. Bis etwa 2010 erfolgten ergänzend in freiwilliger Teilnahme anatomische Demonstrationen im Präparatorium des Anatomischen Institutes der FSU Jena (zwei der FG-Mitarbeiter hatten umfangreiche Erfahrungen in der Betreuung von Kursen der Makroskopischen und Mikroskopischen Anatomie). Durch neu erwachsende versicherungsrechtliche Einschränkungen (Durchführung studentischer Dienstreisen außerhalb der Bologna-Excel®-Tabelle curricularer Veranstaltungen; Unfallgefahr auf dem Präpariersaal) mussten wir 2010 zur Nutzung von Schlachthofmaterial für eigenständige Präparation durch die Studierenden übergehen. Bei Durchführungen in unseren Lehrräumen besteht wieder Versicherungsschutz.

Der für interdisziplinäre Lehre notwendige Blick in andere Institutionen wurde damit wieder einmal erfolgreich verhindert.

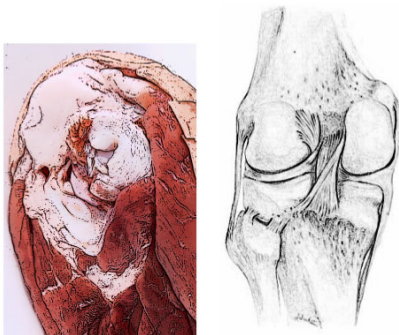


Abb. 4: Kniegelenk - oben: Anatomische Demonstration auf dem Präpariersaal - unten: eigenständige Präparation an Schlachthofmaterial (Schwein)

Die Präparation erfolgt in Dreiergruppen von Studierenden (Festhalten und Positionieren

des Materials, Präparation, Assistenz bei der Präparation), wobei die Rollen regelmäßig getauscht werden (Abb. 4).

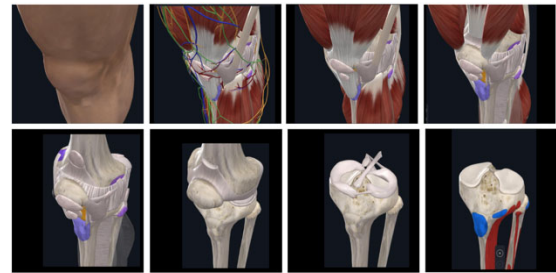


Abb. 5: Kniegelenk - eigenständige virtuelle Präparation an Menschen (f/m) in Complete Anatomy® (Elsevier), eigene Screenshots

Unter den Abstandsvorgaben der Corona-Prävention war eine Durchführung nicht möglich. Ersatzweise wurde der Einsatz einer Software zur virtuellen Präparation eines Menschen (f/m - das ist besonders zu erwähnen, die meisten Produkte bieten auch heute noch nur die männliche Anatomie dar) getestet und von allen Beteiligten als sehr hilfreich empfunden (Abb. 5).

Die Anschaffung ist im Januar 2022 erfolgt (Zeitpunkt des Abschlusses dieses Beitrags), jetzt sind nur noch datenschutzrechtliche Hürden für den Einsatz zu nehmen (avisiert ab Sommersemester 2022, dann sind seit Beginn der Pandemie zwei Jahre vergangen).

Ab Sommersemester 2022 ist die Umstellung von Fächern (3 LP) auf Module (5 LP) vollständig. Das neue Modul "Anatomie und Physiologie" wird aus Vorlesungen und dem zusätzlichen Angebot von virtueller Präparation am Menschen bestehen. Das Modul "Human Serving Systems" bietet Praktikums-vorbereitend wie -begleitend ebenfalls die virtuelle Präparation am Menschen an, sie wird ergänzt durch die Präparation an Schlachthofmaterial.

#### Lessons learned:

- Objektiver Zwang macht erfinderisch und beschleunigt schon lange geplante Weiterentwicklungen.
- Digitalisierung setzt die Zusammenarbeit aller "Stakeholder" zum Erreichen des Ziels voraus.
- Die Trias - "Theorie - Praxis in Präsenz - beide

begleitet durch Software" - verspricht maximalen Lerneffekt (auch durch fachspezifische Ansprache der Studierenden auf verschiedenen Wegen mit Schwerpunktsetzung nach individuellen Präferenzen).

- Die bereits erfolgte rechnerische Erhöhung des Lehrumfangs (vorher vier Wochenstunden Unterricht =  $2 \times 3 \text{ LP} = 6 \text{ LP}$ , jetzt  $5 \text{ LP} \rightarrow 20\%$  mehr Workload Bachelor- und Master-Studierende) bei gleichbleibender Lehrkapazität (also auch  $20\%$  mehr Lehrkapazität erforderlich) wird absehbar mit dem "geringeren Aufwand für digitale Lehre" (entspricht der Startposition aller "Digital Naives") gegengerechnet werden. Eine kleine Universität wie unsere läuft damit Gefahr, durch Schrumpfung hinsichtlich der Human Resources und damit auch fachlich unterkritisch zu werden.

### 3. Anpassung von Vorlesung und Seminaren an Online-Bedingungen

Mit dem Zwang zur Nutzung von Videokonferenzsystemen sind diverse technische Probleme verbunden. Hier sei nur auf die andersartige Nutzungs- und Nutzerorientierung bei der Entwicklung derartiger kommerzieller Lösungen für die Industrie verwiesen. Hier werden die Leser:innen nach der Pandemie Ihre eigenen Erfahrungen im Umgang mit den fünf "großen" Angeboten einbringen können. An die Bedarfe der Lehre ist keines der Systeme wirklich angepasst. Objektiv besonders belastend ist der "hybride" Unterricht: Präsenzvorlesung im (für Pandemiebedingungen zu kleinen) Hörsaal und deren gleichzeitige Online-Übertragung. Dabei erfolgte bei den Vorlesungen mit zwei Terminen in der Woche die Aufteilung in eine "Montagsgruppe" und eine "Donnerstagsgruppe" (Präsenztage). Die (subjektive) Beanspruchung der Lehrenden konnte angesichts dafür nicht ausgestatteter Lehrräume nach Optimierung durch Nutzung von zwei Übertragungsketten (Laptop-Video-Audio-Beamer und Laptop-Video-Internet) gesenkt werden, der Einsatz einer "virtuellen Tafel" (iPad an MacBook) führt aber zu einem ähnlichen Beanspruchungsniveau wie das Spielen einer "hakenden" Orgel. Die in Präsenz üblichen "Pingo-Abfragen" während der Vorlesungen entfielen komplett, das hätte zwei Personen zur Bedienung der Technik erfordert.

Nach Absage des Präsenzunterrichtes für größere Gruppen wurden die wieder reinen Online-Vorlesungen videodokumentiert und über "Moodle" bereitgestellt, um den Studierenden, welche zwischenzeitlich am jeweils anderen Termin der Woche die Teilnahme an anderen Lehrveranstaltungen aufgenommen hatten, keine Nachteile erwachsen zu lassen.

Es sei auch erwähnt, dass für mobilitätseingeschränkte Lehrende der Transport zweier kompletter Rechnerausrüstungen zu jedem Veranstaltungstermin erheblich körperliche Beanspruchungen hervorruft.

Bionik ist in den zwanzig Jahren seit Begründung des Bionik-Kompetenznetzwerks "Bio-KoN" durch das hohe Engagement der deutschen Bionik-Community zu einer Routine-Methode geworden.

Mit dem Beginn der Pandemie musste der langjährig Lehrende im Fach "Technische Biologie und Bionik" gesundheitsbedingt vorzeitig aus dem Dienst ausscheiden. Da er diese Veranstaltung aufgrund des didaktischen Geschickes des promovierten Biologen von der anschaulichen Darstellung "am Objekt" bis hin zu Exkursionen in die Natur lebte, war die Übernahme der Veranstaltung durch "Nicht-Biologen" zwangsläufig mit einem Wechsel des didaktischen Konzeptes verbunden (s. Abb. 6).

Da eine baldige Teil-Integration der Inhalte des Faches in die neuen Module "Biologisch orientierte Methoden der Ingenieurwissenschaften" und "Biomechatronik" vorgesehen ist, wurde in den Semestern bis dahin der technisch-biologische Teil mit den Beispielbetrachtungen und der Vorstellung der bionik-orientierten Transfermethoden incl. der VDI-Richtlinien auf etwa den halben Umfang gekürzt, und in der anderen Hälfte wurden agile Methoden (adaptiertes Scrum-Modell) eingeführt und angewendet. Die Teilnehmer:innen erarbeiteten erst "naiv" und dann in drei bis vier "Sprints" schrittweise Konzepte für von der/n Gruppe/n vorgeschlagenen "Produkte" (Abb. 6).

Durch die Notwendigkeit der Anleitung durch einen "Scrum Master" war der Personalaufwand verdoppelt, letztlich sogar mehr als das, da von Woche zu Woche eine Anpassung an den Lauf der Gruppenarbeit vor- und nachbereitet werden musste. Die anfängliche Skepsis



der auf "Wasserfall-Methoden" trainierten Studierenden legt sich nur langsam, im "Learning by Doing" konnte aber jeweils mehr als die Hälfte der Teilnehmer:innen davon überzeugt werden, Agile Methoden auch in Zukunft in ihrem Repertoire zu berücksichtigen. Bei dem ersten Masterjahrgang, in dem Teilnehmer:innen der Veranstaltung vertreten sind, sehen wir bereits deutliche Verbesserungen in der Gruppenarbeit, bisher dauerte es etwa ein Semester länger, bis Gruppenarbeit routiniert ablief.

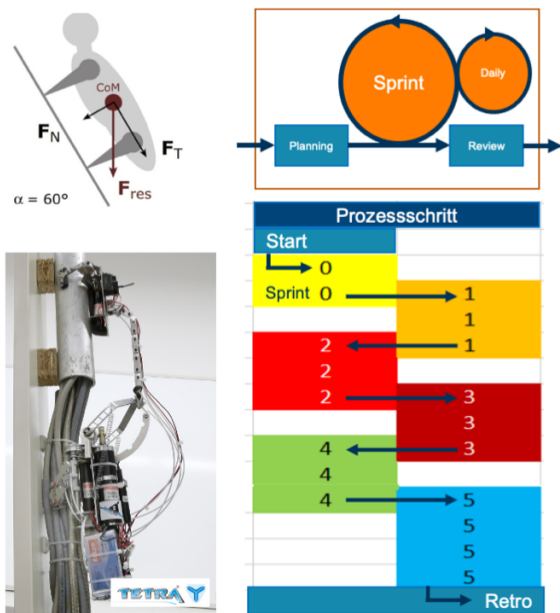


Abb. 6: "Technische Biologie und Bionik" des Kletterns (links) ergänzt durch Gruppenarbeit mit agilen Methoden (rechts)

#### Lessons learned:

Es zeigt sich einmal mehr, dass die direkte Verknüpfung von Theorie und eigener Anwendung der vorgestellten Methoden den größten Lernerfolg (gleichrangiger Wissens- und Kompetenzerwerb) bewirkt. "Verfremdungseffekte" sind gleichermaßen altbekannte Motivationsmittel. Didaktische Konzepte müssen "wegen der Digitalisierung" nicht "ganz anders" werden, aber ihre Umsetzung muss angepasst werden.

## 4. Präsenzprüfungen unter Corona-Bedingungen

Im ersten "Coronasemester" fanden noch Präsenzprüfungen statt. Zur Einhaltung der Hygienebestimmungen waren organisatorische und technische Anpassungen erforderlich (s. Abb. 7, 8).

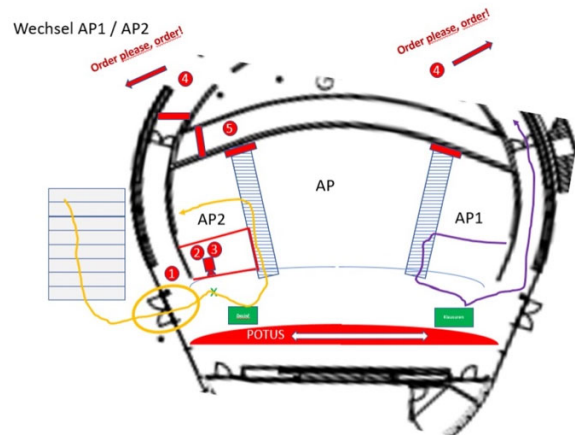


Abb. 7: Planung von Einlass, Durchführung und Auslass bei Präsenzprüfung unter Vermeidung von Kontakten mit Abständen  $< 2,50$  m während des Gesamtprozesses: Anwendung von Methoden der Logistik, Produktionsplanung und -steuerung

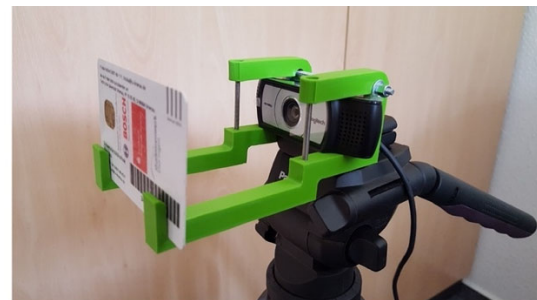


Abb. 8: Einlass zu Präsenzprüfungen unter Vermeidung von Kontakten mit Abständen  $< 2,50$  m zwischen Prüfenden und Studierenden (bei gleichzeitiger Kontrolle der Abstände in der Warteschlange durch "Chief Whips"). Realisation geeigneter Vorrichtungen und Setups für die Identitätskontrolle ohne rechnernutzbare Datenspeicherung (Beschränkung auf Eintragung in Anwesenheitsliste auf Papier)

Die weiteren Prüfungen erfolgten im "Moodle" als "Prüfungs-Moodle", entwickelt vom Rechenzentrum der Technischen Universität Ilmenau unter Nutzung eines anderen Spektrums der Moodle-Funktionen und Orientierung an Richtlinien des Personendatenschutzes und den codifizierten Prüfungsbestimmungen. Die Probleme fehlender Möglichkeiten zum "Proctoring" konnten nicht kompensiert, von sozialer Vereinsamung der Studierenden war angesichts der Prüfungsergebnisse zumindest prüfungsbezogen nichts zu bemerken (offensichtlich hatten die Studierenden in Großgruppen sehr fleißig in intensivem Informationsaustausch gelernt).

## 5. Unbewältigte Probleme

Das Problem der "Kachelwand" (oder auch des "Schwarzen Loches") haben wir alle mehr oder minder stark durchlitten. Insbesondere bei größeren Gruppen von Bachelor-Studierenden erwiesen sich mit fortschreitender Laufzeit der Pandemie die grauen Kacheln als zunehmend "ausgehärtet", selbst nach intensiver Aufforderung durch die Lehrenden wurde auch von den Fragenden kein Blickkontakt hergestellt - die meisten Teilnehmenden hatten nicht einmal mehr eine Videokamera parat. Das nachvollziehbare Argument war "Wenn wir alle die Kamera einschalten, reicht die Bandbreite nicht aus". Hierzu wäre eine technische Evaluation wünschenswert.

Es ist eine zunehmende Scheidung in gut funktionierende soziale Cluster und umfangreiche Segregation von Einzelkämpfer:innen zu beobachten.

---

*Für Online-Lehre ist analog zur "Netiquette" ein (zumindest informeller)*

*Codex dringend erforderlich, um der sozialen Deprivation aller Beteiligten gegenzusteuern.*

---

## 6. Lessons learned

Neben dem bisher Angesprochenen lassen sich einige weitere Beobachtungen anführen, daraus Fragen formulieren und teilweise Hypothesen ableiten.

- Langsam anlaufende Unterstützung durch den Dienstherrn provozierte die „jetzt erst recht“-Haltung der lehrenden Ingenieur:innen und weckte Kreativität wie Experimentierfreude („Wir wollten doch schon lange ´mal ...“)
- Längst geplante Umstellungen in der Lehre ("dafür haben wir jetzt keine Zeit") werden ausgelöst
- Der Austausch Lehrende – Lernende wird fachbezogener, aber es kommt kaum zum Abbau der persönlichen Distanz
- Bei den Studierenden teilweise fehlende Identifikation mit „meiner“ Uni und „meinen“ Lehrkräften. Ausnahme: bei 1:1 – Betreuung von Qualifikationsarbeiten.
- Der Zuwendungsbedarf der Studierenden ist stark gestiegen – Problem mit der Lehrkapazität, Forschung bleibt auf der Strecke.
- Ilmenauer Sonderregel unter Pandemiebedingungen: Note kann gestrichen werden - Teilnahme an „weniger wichtigen“ Veranstaltungen nimmt ab
- Gruppenbildung klappt insbesondere bei Klausuren über (dabei verbotene) Social Media ohne Probleme, für die Eintragung in Planungslisten zur Organisation des Studiums und damit Entlastung der Lehrenden aber nicht.
- Studierende sind immer noch experimentierfreudig, aber die typische Eigeninitiative Ingenieurstudierender nimmt ab („Einfach ´mal ausprobieren!“ wird ersetzt durch „Wo ist denn hier der Animator?“)
- Die vielseitig begabten Studierenden "starten durch". Die "Begabtenförderung" funktioniert nur noch bei kontaktsuchendem Verhalten der Studierenden, bei Ingenieurstudierenden nicht so ausgeprägt wie in anderen Studiengängen. "Bestenauslese" bekommt sozial-darwinistischen Charakter.
- Die Corona-Disziplin bei Studierenden war (soweit auf dem Campus beobachtbar) höher als bei vielen Mitarbeiter:innen.
- Mysterium: warum ist „von zuhause aus an der Uni 3D-Drucken“ in Präsenzzeiten hochattraktiv, wird unter Home-Office-Bedingungen trotz Zugänglichkeit der Labore aber kaum nachgefragt? Hat „Corona“ ein „Zuhause-3D-Drucken“ etabliert?

---

*Ohne vernünftige Werkzeuge für Online-Prüfungen ist die Online-Lehre vorrangig eine Bespaßungsnummer.*

---

## 7. Scheinlösungen und Lösungen: Awakenings

Wie immer an Hochschulen ist Geld nicht alles, aber ohne Geld alles nichts. Das bezieht sich gleichermaßen auf Personalkapazitäten wie auf Infrastruktur.

Zu Beginn der Pandemie war das Leuchtturmprojekt zur digitalisierten Lehre an der Technischen Universität Ilmenau "SIMGAM" (Simulationen und Games in den Selbstlernphasen eines Blended-Learning-Grundlagenkurses). Das Projekt wird im Rahmen des gemeinsamen Programms „Fellowships für Innovationen in der digitalen Hochschullehre“ des Stifterverbandes für die Deutsche Wissenschaft und des Thüringer Ministeriums für Wirtschaft, Wissenschaft und Digitale Gesellschaft mit 50.000 Euro für 12 Monate gefördert. Wer bei "Leuchtturm" den Scheinriesen Herrn Tur Tur vor dem inneren Auge hat, liegt sicher nicht ganz falsch.

Warum die Einrichtung so "unerwartet" von der Notwendigkeit digitaler Lehre getroffen wurde, hat sicher eine Vielzahl von Ursachen. Diesbezügliche Analyse mag später durch Fachleute erfolgen. Warum aber im dritten Corona-Jahr eine Förderung von Projekten zur digitalen Lehre durch den Freistaat Thüringen noch immer nicht erfolgt, und sich die TU Ilmenau durch Einwerbung von Stiftungsmitteln vor den Karren spannen muss, erkläre, wer will - ich kann es nicht.

## 8. Nächste Schritte

Um die Zukunft nicht in Untätigkeit zur verschlafen, bearbeiten wir als Mitglied im Ilmenauer Team "examING" (als eines von 139 Projekten von der Stiftung Innovation in der Hochschullehre im Bund-Länder-Programm „Hochschule durch Digitalisierung stärken“ gefördert) im Projekt "DIGexam" ein Thema zur In-

tegration von digitalen Lehr- und Prüfungsmitteln. Dabei soll einerseits geprüft werden, wie digitale Lehrmittel in die Abschlussprüfungen von Modulen eingebunden, andererseits aber die Studierenden auch schon während der Lehrveranstaltungen an die Prüfungsformate der Abschlussprüfungen herangeführt werden können.

Im Projekt DIGexam sollen die Möglichkeiten zum kompetenzorientierten digitalen Prüfen mittels EvaExam genutzt, durch systematisch erhobene Daten evaluiert und belegt und die vorhandenen Möglichkeiten durch die Verwendung und Einbindung einer zusätzlichen Online-Lernsoftware erweitert werden. Durch diese Kombination können neue Lern-, Übungs- und Prüfungsformate angeboten werden, deren Nutzung zu einer Kompetenzsteigerung bei den Studierenden führen soll. Gleichzeitig soll durch die Einbindung und Nutzung der zusätzlichen Lernsoftware eine Erhöhung der Nutzerakzeptanz sowohl bei den Prüfenden als auch den Studierenden erreicht werden. Die Erreichung dieser beiden Ziele wird durch eine systematische Erhebung fortlaufend evaluiert. Mit den Ergebnissen werden die angebotenen Prüfungsformate überarbeitet und angepasst (Abb. 9).

**Welche spezifischen Potenziale haben digital gestützte Prüfungen hinsichtlich der Kompetenzüberprüfung?**

**Wie kann die praktische Umsetzung aussehen und auf andere Module/Kurse übertragen werden?**

**Wie lassen sich fachliche und überfachliche Kompetenzen (z. B. Kooperations-, Kollaborations-, und Kommunikationskompetenzen) sinnvoll prüfen?**

*Abb. 9: Leitfragen im Projekt examING [2]*

Nach der Überarbeitung werden diese neu geschaffenen Möglichkeiten allen Fakultäten und Struktureinheiten zur Verfügung gestellt. Mit ausgewählten Fachgebieten aus allen Fakultäten (Ziel: je ein FG/Fakultät) wird eine abschließende Evaluierung im Rahmen der regulären Prüfungen unter Nutzung der jeweiligen fachspezifischen Online-Tools (z.B. Simulations- oder CAD-Tools) durchgeführt.



Durch den Einsatz von EvaExam-Online-Prüfungen können neue Prüfungsformate effektiv generiert werden, da auf vorhandene und erprobte Fragenkataloge zur Weiternutzung zurückgegriffen werden kann. Zugleich besteht die Möglichkeit zum direkten Vergleich erzielter Prüfungsleistungen (sowohl semesterbegleitend als auch bei Abschlussprüfungen), da für die mit EvaExam durchgeführten Papierprüfungen eine langjährig fortlaufende Ergebnisverfolgung verfügbar ist.

In einem direkten Vergleich zwischen Moodle und EvaExam erwies sich das aufgabenspezifische Instrument EvaExam als das wesentlich effektivere wie auch effizientere.

Inwieweit die Evaluationsergebnisse zum Abschluss des Projekts überformt sein werden durch den mehrjährig aufgebauten internen Druck zur Nutzung einer vom Infrastrukturdienstleister (Rechenzentrum) favorisierten Lösung bleibt einer gesonderten Bewertung vorbehalten.

Durch den Wechsel der Studierenden in die neu geschaffenen Module ergibt sich eine notwendige Überlappungszeit von einem Jahr, in welcher einige der Lehrveranstaltungen sowohl im Winter- als auch Sommersemester zu lesen ist. Dafür wird ein Teil der betreffenden Lehrveranstaltung als Blended Learning über videogestützte Onlinevorlesungen durchgeführt, die durch Beratungs- und Kommentargespräche begleitet werden. Für diesen Teil ist eine Evaluation geplant, inwieweit sich die Ergebnisse der Vergleichsgruppen generell unterscheiden und in welchen Bereichen mögliche Unterschiede sichtbar werden. Zudem wird erhoben, ob und inwieweit das neu erarbeitete Prüfungsset für die Studierenden mit dem Blended Learning (besser) geeignet ist als für die Vergleichsgruppe.

Die geplante Lösung der Kombination aus EvaExam Online-Prüfungen mit 3D Complete Anatomy (Elsevier) für die Lehre im Bachelor-Modul „Anatomie/Physiologie“ (Studiengang

Biomedizintechnik, derzeit 76 Studierende) bietet die Möglichkeit, das bisher nach Abschluss der Lehrveranstaltungsreihe erreichte Kompetenzlevel der Studierenden vom reinen Verstehen und ersten Ansätzen der Anwendung auf das Niveau der Analyse anzuheben. Mittels fortlaufender Übungsprüfungen werden die Studierenden dazu gebracht, selbstständig ihren Kenntnisstand zu überprüfen und einschätzen zu lernen. Die ein- und zweidimensionalen Lehrinhalte der bisherigen Lehr- und Prüfungsform werden durch den Einsatz von 3D Complete Anatomy als Lernplattform und Prüfungstool erweitert zu einer (pseudo-)dreidimensionalen Wissensvermittlung und -überprüfung. Die Studierenden erkennen räumliche Lagebeziehungen und wenden diese in selbständigen digitalen „Präparationsübungen“ an. Das entspricht einer Erhöhung der erreichbaren Kompetenz von Level K2 (Taxonomie nach Bloom [3]) auf durchgängig K3 bzw. teilweise auch K4. Mittels der innerhalb von EvaExam durchgeführten Selbst-Assessments wird dieses erreichte Kompetenzlevel für die Studierenden zudem sichtbar gemacht.

Nach erfolgreichem Abschluss der Tests, Auswertung und Evaluation der Ergebnisse sowie Nutzerbefragungen werden aus allen Fakultäten Fachgebiete mit ähnlichen Anforderungen an die Nutzung von digitalen Tools in Onlineprüfungsszenarien eingebunden und es werden gemeinsam exemplarische Prüfungsformen erarbeitet. Abschließend werden diese Szenarien getestet und die Ergebnisse werden gemeinsam analysiert. Hierin werden die Erfahrungen des FG Biomechatronik zur Durchführung von Nutzertests etc. aus den langjährigen eigenen Arbeiten in der Usability-Forschung eingebracht.

Abb. 10 stellt das geplante "Verweben" der digitalen Werkzeuge über die angedachten Wechselbeziehungen dar.

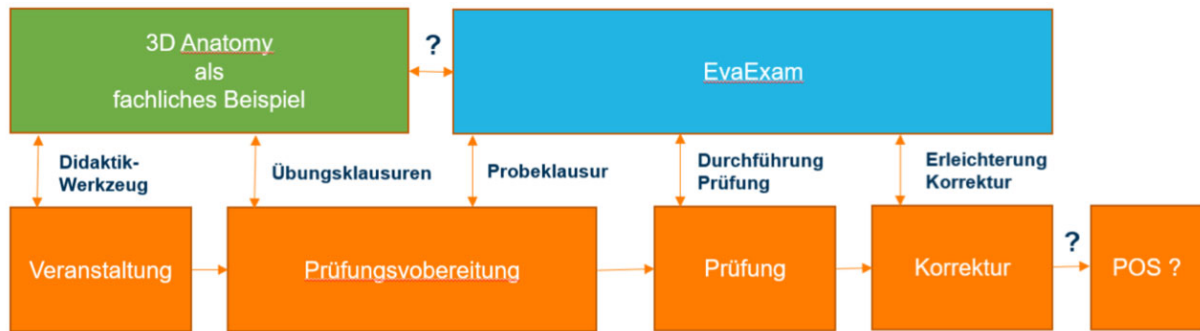


Abb. 10: Abgestimmte Nutzung von Softwarelösungen für das Semester-begleitende Lehren und Prüfen (POS: "Prüfungs-Online-Server").

## Literatur

- [1] Grid of Online Lab Devices Ilmenau: <http://goldilabs.net/info.pdf>
- [2] Geigenmüller, A. (Vizepräsidentin für Studium und Lehre der Technischen Universität Ilmenau): Infoveranstaltung zu examING am 10.11.2021
- [3] Bloom, B. S., Engelhart, M. D., Furst, E. J., Hill, W. H. & Krathwohl, D. R. (Hrsg.). (1956). Taxonomy of Educational Objectives. The Classification of Educational Goals, Handbook I: Cognitive Domain. New York: David McKay Company, Inc.