



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 Bearbeiten 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

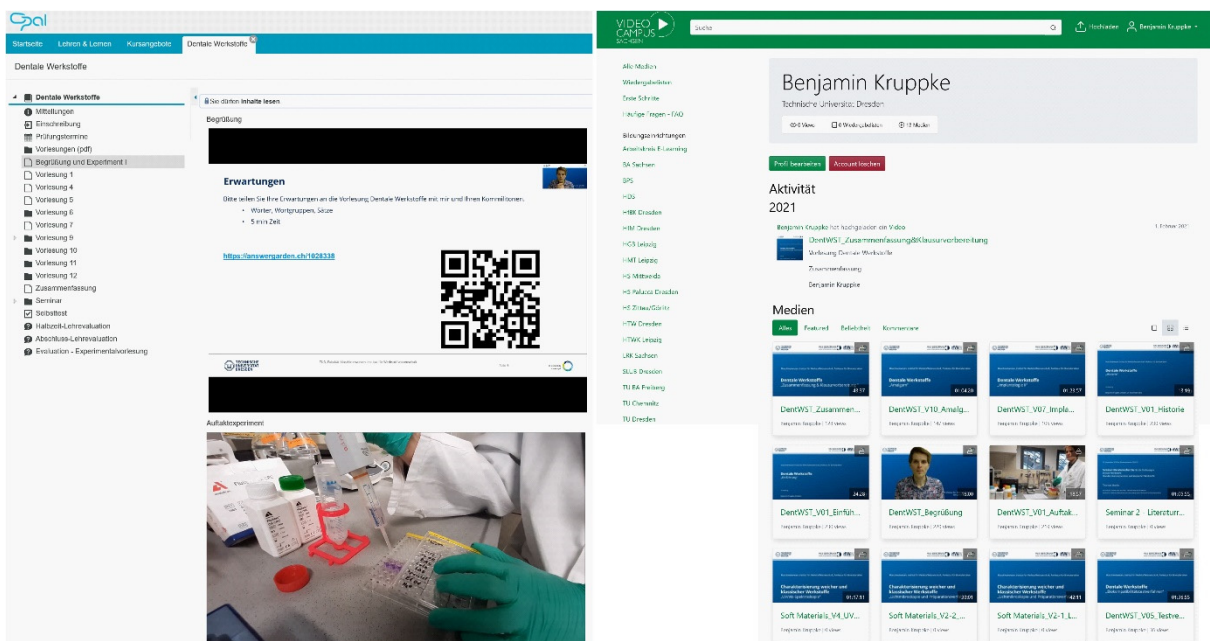


Abb. 2: Webseiten: OPAL-Kurs Dentale Werkstoffe mit einer Einzelseite und zwei darin eingebetteten Videos (links); die Videos werden über Videocampus Sachsen (rechts) gehostet und sind dort nach dem Upload und der Konvertierung in der Medienbibliothek abrufbar.

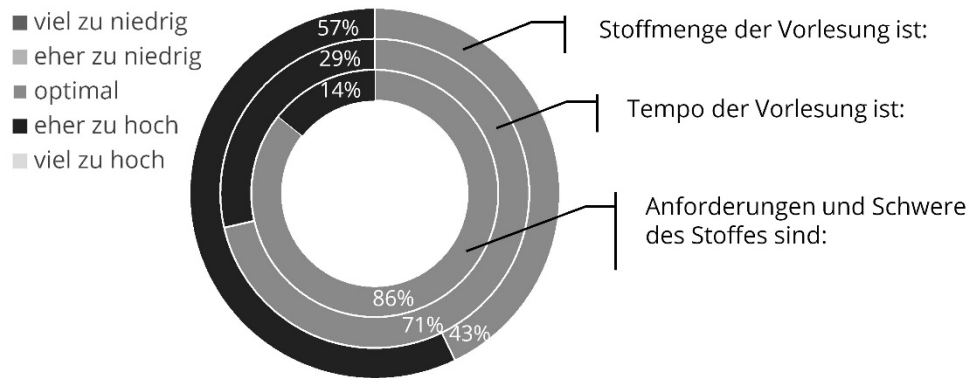


Abb. 3: Evaluationsergebnis zur vorwiegend asynchronen Vorlesung im Modul „Angewandte Biomechanik“

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 Vertorens, 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 gehäuften 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

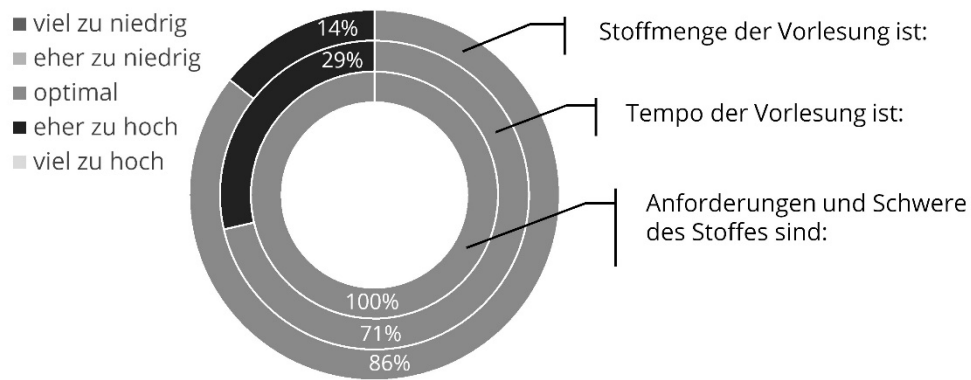


Abb. 4: Evaluationsergebnis nach Kombination verschiedener Vorlesungsmethoden im Modul „Dentale Werkstoffe“

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) 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].

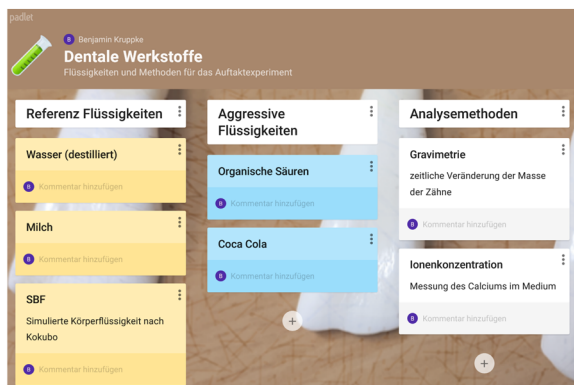


Abb. 5: Exemplarische Sammlung von Notizen auf einer digitalen Pinnwand – Webbasierte asynchrone Möglichkeit zum Sammeln von Vorschlägen via padlet.com

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; Mikrofon & 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.

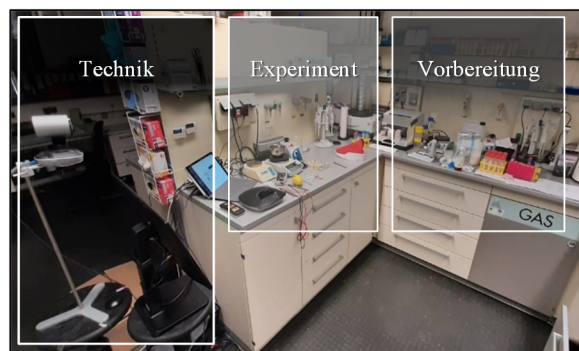


Abb. 6: Fotografie des Labors mit Aufteilung der drei Arbeitsbereiche (nach [7]).

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 Sachen 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 Classrooms* 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).

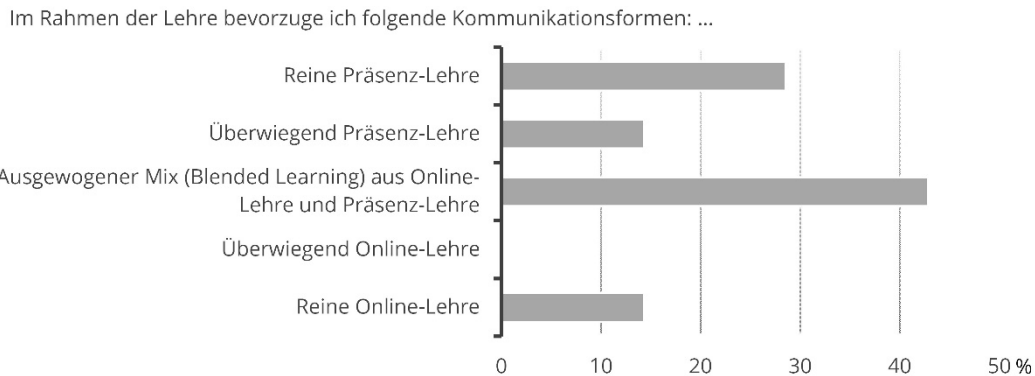


Abb. 7: Evaluationsergebnis zur Online-Lehre versus Präsenz-Lehre im Modul Dentale Werkstoffe nach Durchführung des dreiteiligen Vorlesungskonzeptes

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 Heine-mann 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.
- [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>.