



Hochschulforum
Digitalisierung

Handreichung Digitalisierung der Fachbereiche: Maschinenbau

Arbeitsgruppe DiF-Maschinenbau

Handreichung Digitalisierung der Fachbereiche: Maschinenbau

Autor:innen

Prof. Dr. Jutta Abulawi (HAW Hamburg)

Jan Beyer (Fachschaft Maschinenbau und Chemieingenieurwesen am KIT)

Prof. Dr. Thomas Blotevogel (TH Würzburg-Schweinfurt / Bayerisches Zentrum für Innovative Lehre - BayZiel)

Dr.-Ing. Silke Frye (TU Dortmund, IngenieurDidaktik)

Prof. Dr.-Ing. Kira Kastell (HS Hamm-Lippstadt)

Prof. Dr. Stefan Odenbach (TU Dresden)

Tobias R. Ortelt (TU Dortmund, Zentrum für Hochschulbildung)

Prof. Dr. Daniel Pittich (TUM)

Prof. Dr. Anja Richert (TH Köln)

Prof. Dr. Enno Stöver (HAW Hamburg)

Thomas Völk (Fachschaft Maschinenbau und Chemieingenieurwesen am KIT)

Uwe Georg Reckzeh-Stein (HRK)

Das Hochschulforum Digitalisierung

Als bundesweiter Think and Do Tank führt das Hochschulforum Digitalisierung (HFD) eine breite Community rund um die digitale Transformation an Hochschulen zusammen, macht Entwicklungen sichtbar und erprobt innovative Lösungsansätze. Dazu werden Akteure aus den Feldern Hochschulen, Politik, Wirtschaft und Gesellschaft vernetzt.

Das 2014 gegründete Hochschulforum Digitalisierung ist eine gemeinsame Initiative des Stifterverbandes, des CHE Centrums für Hochschulentwicklung und der Hochschulrektorenkonferenz (HRK). Gefördert wird es vom Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF).

Inhalt

Das Hochschulforum Digitalisierung.....	3
I. Einleitung.....	5
II. Digitalisierung und Kompetenzen als Perspektive der Hochschulbildung	7
III. Lernen und Lehren im Maschinenbau in Zeiten der Digitalisierung.....	9
III.I. Kompetenzentwicklung, Lernen und Lehren im Maschinenbaustudium.....	9
III.II. Leitfragen zur Digitalisierung im Maschinenbau.....	10
IV. Umsetzungsbeispiele zeitgemäßer und gelungener Lehre im Maschinenbau	17
V. Perspektiven, Eindrücke und Lessons Learned: zwischen Optimismus, Rollback und Zukunftsvision	34
VI. Fazit und Ausblick	39
Einzelnachweise	41
Impressum.....	42

I. Einleitung

Das *Hochschulforum Digitalisierung* (HFD) ist eine gemeinsame Initiative des [Stifterverbandes](#) (SV), des [Centrums für Hochschulentwicklung](#) (CHE) und der [Hochschulrektorenkonferenz](#) (HRK). Gefördert wird es seit 2014 vom [Bundesministerium für Bildung und Forschung](#) (BMBF). Das Projekt führt eine breite Community rund um die Digitalisierung in Studium und Lehre zusammen, macht Entwicklungen sichtbar und erprobt innovative Lösungsansätze. Dazu vernetzt, begleitet und berät das HFD Peers aus Hochschulen, Politik, Wirtschaft und Gesellschaft. Das HFD betrachtet die Digitalisierung in der Hochschulbildung als einen grundlegenden Transformationsprozess, den es gesellschaftlich zu gestalten gilt. Um die nützlichen Potenziale der Digitalisierung zu entfalten, sind alle beteiligten Peergroups gefragt.

Den unterschiedlichen Hochschul-Statusgruppen bietet das HFD eine Reihe von Angeboten und Formaten, die den Austausch zu verschiedenen Fragestellungen fördern und die Hochschulen bei der Gestaltung der digitalen Transformation unterstützen. Eines dieser Formate ist die Strategieberatung für die Hochschulleitungsebene, zu der auch eine *Fachbereichsberatung* gehört. Diese zielt darauf ab, ausgewählte Vertretungen bestimmter Fachbereiche bei ihrer strategischen Auseinandersetzung mit Studium und Lehre im digitalen Zeitalter zu unterstützen und mit allen beteiligten Statusgruppen Erkenntnisse für die jeweilige Disziplin zu entwickeln.

Ergänzend zur *Fachbereichsberatung*, die als Peer-to-Peer-Format die Dekanatsebene anspricht, bietet das HFD seit Beginn der dritten Förderphase eine weitere fachspezifische Perspektive auf die Digitalisierung an. Mit dem Format *Digitalisierung der Fachbereiche (DiF)* möchte das HFD fachspezifische Digitalisierungsexpertise innerhalb des Hochschulforums bündeln und ein niederschwelliges Angebot für Vertreterinnen und Vertreter von Fächern schaffen. DiF richtet sich dabei vornehmlich, aber nicht ausschließlich an Lehrende.

Ziel der *DiF-AG Maschinenbau*, einer Arbeitsgruppe aus Vertreterinnen und Vertretern unterschiedlicher fachdidaktischer und ingenieurwissenschaftlicher Fachperspektiven, ist es, angesichts des digitalen Wandels der Hochschulen einen multiperspektivischen Blick auf den Maschinenbau als akademisches Fach zu werfen. Durch die zahlreichen Blickwinkel, Problemstellungen und Lösungsansätze, die die AG-Mitglieder mitbringen, soll ein Bewusstsein geschaffen werden, wo das Fach angesichts des digitalen Transformationsprozesses aktuell steht und welche Hürden es zu nehmen hat, um sich als akademische Disziplin auch in Zukunft behaupten zu können. Dabei werden primär Lehrende angesprochen, um sie zu ermutigen, sich souverän den Herausforderungen der Digitalisierung und Veränderung der eigenen Lehre zu stellen und sie zu meistern. Entsprechend dem vornehmlichen Anliegen des HFD stehen hierbei die Digitalisierungsprozesse gegenwärtiger und zukünftiger Lehr-Lernräume im Fokus.

Mitglieder der Arbeitsgruppe *DiF-Maschinenbau* waren

Prof. Dr. Jutta Abulawi (HAW Hamburg)

Jan Beyer (Fachschaft Maschinenbau und Chemieingenieurwesen am KIT)

Prof. Dr. Thomas Blotevogel (TH Würzburg-Schweinfurt / Bayerisches Zentrum für Innovative Lehre - BayZiel)

Dr.-Ing. Silke Frye (TU Dortmund, IngenieurDidaktik)

Prof. Dr.-Ing. Kira Kastell (HS Hamm-Lippstadt)

Prof. Dr. Stefan Odenbach (TU Dresden)

Tobias R. Ortelt (TU Dortmund, Zentrum für Hochschulbildung)

Prof. Dr. Daniel Pittich (TUM)

Prof. Dr. Anja Richert (TH Köln)

Prof. Dr. Enno Stöver (HAW Hamburg)

Thomas Völk (Fachschaft Maschinenbau und Chemieingenieurwesen am KIT)

Besonderen Dank richtet das HFD und die Arbeitsgruppe an **Prof. Dr. Isa Jahnke** und **Prof. Dr. Andreas Huster** für die Unterstützung und Begleitung in den verschiedenen Arbeitsphasen der AG. Vom Hochschulforum Digitalisierung betreuten **Stella Berendes**, **Estefania Cepeda Velasquez** (HRK) und **Uwe Reckzeh-Stein** (HRK) die Umsetzung der AG und der vorliegenden Handreichung.

Als Ergebnis des Diskurses stellt die *DiF-AG Maschinenbau* diese Handreichung zur Verfügung, die schnell und übersichtlich einen Einstieg in die Thematik *Digitalisierung der Lehre im Maschinenbau und verwandten Disziplinen* bietet. Die Handreichung richtet sich an Mitglieder aller Hochschul-Statusgruppen, die einen ersten Zugang zu Fragen der Digitalisierung ihres Faches suchen, wobei die Lehre deutlich im Vordergrund steht. Leitgedanke ist dabei stets, die Relevanz als akademische Disziplin zukunftsfähig mit der Notwendigkeit und Realität des digitalen Wandels zu verbinden.

Notiz zur Fachauswahl

Selbstverständlich handelt es sich beim Maschinenbau lediglich um eine von zahlreichen ingenieurwissenschaftlichen Disziplinen. Unter diesen weiß der Maschinenbau aber eine große Methodenvielfalt auf sich zu vereinen, dessen Betrachtung sich voraussichtlich auf andere verwandte Fächer gut übertragen ließe. Wegen seiner Bedeutung für den Industriestandort Deutschland, des hohen Interesses in der Zielgruppe des Hochschulforums und zur Bereicherung der Erkenntnisse der Fachbereichsberatung hat sich das HFD für die Einrichtung einer DiF-AG in dieser Ingenieurwissenschaft entschieden.

II. Digitalisierung und Kompetenzen als Perspektive der Hochschulbildung

Unsere Gesellschaft ist in allen Bereichen stark von der Digitalisierung geprägt. Im Produktions- und Dienstleistungssystem zeigen sich weitreichende Veränderungen. So arbeiten in den Fertigungs- und Entwicklungsumgebungen des Maschinenbaus Roboter neben Menschen, in vollautomatisierten Produktionslinien wird shuttlegestützt im Zeitraffertempo eine Fertigung in Losgröße 1 realisiert, interagierende Transportsysteme stellen immer dort Werkstücke und Werkzeuge bereit, wo sie aktuell benötigt werden. Maschinen werden *on the flow* gewartet, weil sie eigenständig festgestellt und gemeldet haben, dass ein Verschleißteil bald Probleme bereiten könnte oder wie Menschen mit Datenbrillen immersive Projektionen (AR – Augmented Reality) nutzen, um Informationsphasen zu optimieren und Sicherheitsstandards einzuhalten. Auch im privaten Raum verwenden Menschen beispielsweise Smartphones u. a. für Online-Banking, Shopping oder Social Media. Die unterschiedlichen Bereiche unseres Bildungssystems haben auch aufgrund dieser Veränderungen in den zurückliegenden Jahren auf die Herausforderungen und die mit der Digitalisierung verbundenen Ansprüche reagiert. Im besonderen Maße sind hier jedoch die Bildungsbereiche betroffen, die eng an das Produktions- und Dienstleistungssystem gekoppelt sind. Hierzu zählen neben der beruflichen Bildung auch insbesondere die Hochschulbildung, denn diese nimmt in der zukunftsfähigen Qualifizierung der Fachkräfte von Morgen eine Schlüsselrolle ein. Für diese Bildungsbereiche und die hier zu handhabenden Qualifizierungsprozesse lassen sich fachlich-inhaltliche, didaktisch-methodische und pädagogische Aspekte der Digitalisierung feststellen. Diese Digitalisierungsaspekte schlüssig, konsistent und fachspezifisch in die Hochschulbildung, die Studiengänge und einzelne Lehr-Lernformate zu integrieren, ist eine bedeutsame Zukunftsaufgabe.

Den Einbezug digitaler Umgangs- und Kommunikationsformen in die Kompetenzziele der Studiengänge nicht verantwortungsbewusst zu realisieren, dürfte bereits aktuell untragbar sein. Dabei besteht vielfach die Vorstellung, dass die notwendige Kompetenz einen sicheren Umgang mit immer neuen konkreten technischen Anwendungen bedeuten sollte und Studierenden wie Lehrenden eine umfangreiche informationstechnische Affinität abverlange. Ebenso wird häufig die elektronische Speicherung von Lerninhalten oder das Ergänzen der eigenen Lehrveranstaltungen durch technische Geräte bereits für gelungene Digitalisierung gehalten. Das ist jeweils nicht so.

Vielmehr meint *digitalisierte Lehre* die Rückbesinnung auf wesentliche (und nicht eben neue) Bildungsideale ([HFD Arbeitspapiere 49 und 50](#)), die mit Unterstützung durch digitale Möglichkeiten in gelungene und zeitgemäße Lehr- und Lernformate überführt werden sollen. Digitalisierte Lehre denkt die Form der Veranstaltungen von den zu erreichenden Kompetenzzielen unter Berücksichtigung technischer Möglichkeiten und gesellschaftlicher (und damit studierendenfokussierter) Vorbedingungen. Sie formuliert nicht nur die zu lehrenden Inhalte, sondern hat dabei auch die Voraussetzungen der eigenen

Zielgruppe im Blick und versucht mögliche Hürden abzubauen und Zugänge zu erleichtern. So könnten beispielsweise digitale Hilfsmittel zu erleichterten Zugängen für Studierende mit körperlichen Einschränkungen beitragen. Ebenso können digitale Angebote für eine größere Aufmerksamkeit sorgen, Reichweiten erhöhen, Zielgruppen erweitern und außerdem Interessierten die Teilnahme an Studienangeboten ermöglichen, die ein klassisches Präsenzstudium aus persönlichen Gründen nicht realisieren können.

Für diese Zukunftsaufgabe einer sich verändernden digitalen Welt wiederum zeigt sich die Bildungsperspektive von Kompetenzen, welche seit der Bologna-Reform in den Hochschulen als gesetzt gilt, diesbezüglich als tragfähige Basis. Denn in dieser Zielperspektive hochschulischer Bildungsprozesse sollen Menschen dazu befähigt werden, auch auf sich kurzzyklisch verändernde (berufliche) Anforderungssituationen zu reagieren. Dies ergibt sich aus den konzeptionellen Hintergründen des Kompetenz-Konstrukts, da Kompetenzen sich übergreifend als Dispositionen selbstorganisierten Handelns beschreiben lassen. Sie sind individuenbezogene Konstrukte, also humane Ressourcen, welche in spezifischen Situationen aktiviert und angewandt werden. Fachliche Kompetenzen werden dabei insbesondere von kognitiven Ressourcen und Aspekten – wie fachlichem Wissen und Verständnis – determiniert. Bei personalen und sozial-kommunikativen Kompetenzen etwa sind emotional-affektive und damit kognitive Aspekte bedeutsam.

Insgesamt lässt sich konstatieren: „Kompetent sind die Personen, die verstanden haben, was sie tun“. Dies gilt sowohl für fachliche als auch überfachliche Kompetenzen von Ingenieur:innen des Maschinenbaus. Mit dieser Idee und Zielperspektive sind jedoch auch deutlich veränderte und anspruchsvollere Ansätze, Konzepte und Formate des Lehrens und Lernens verbunden, was die Hochschulen, aber insbesondere die Lehrenden vor neue inhaltliche und didaktisch-methodische Herausforderungen stellt. Die Digitalisierung hat diese Herausforderungen inhaltlich nochmals komplexer gemacht und zugleich neue methodische Potentiale und Möglichkeiten für das Lehren und Lernen im Maschinenbau eröffnet.

III. Lernen und Lehren im Maschinenbau in Zeiten der Digitalisierung

Nach einer Einordnung der zugrunde liegenden Begrifflichkeiten und Bedingungen soll es nun konkret um die Einordnung in die Fachkultur gehen. Zuerst werden Kompetenzbegriff und Digitalisierung auf die Fachbedingungen und -spezifika bezogen. Anschließend werden Leitfragen die Gedanken weiter ins Konkrete überführen, um schließlich eine Einordnung der bisherigen Erfahrungen aus Sicht von Lehrenden und Lernenden zu Wort kommen zu lassen.

III.1. Kompetenzentwicklung, Lernen und Lehren im Maschinenbaustudium

Der Kompetenzanspruch gilt an den Hochschulen als gesetzt und erscheint – wie vorab skizziert – auch in Zeiten der Digitalisierung als eine tragfähige Grundlage und Zielperspektive für die Ingenieur:innenausbildung von morgen. Nimmt man diesen Anspruch und die Grundideen des Kompetenzansatzes ernst, ergeben sich daraus auch Prämissen für ein kompetenzorientiertes Lehren und Lernen im Maschinenbau. Zentral sind hier:

- [1] **Konsequente Verschränkung von Wissen und Anwendung**
(insb. didaktisch)
- [2] **Studierendenzentrierung** (insb. methodisch-pädagogisch)
- [3] **Feedback und Interaktion** (insb. lerntheoretisch)

Prämisse 1] einer konsequenten Verschränkung von Wissen bzw. Verständnis und Anwendung bezieht sich dabei unmittelbar auf die Grundidee, dass Kompetenzen *Dispositionen selbstorganisierten Handelns* sind. Hieraus ergeben sich vielfältige didaktische Implikationen, die sich auf die curriculare Ausgestaltung (Prüfungsordnungen und Modulhandbücher), die Konzeption hochschulischer Lehre (didaktische und methodische Ausgestaltung der Curricula) und letztlich auch für die diesbezügliche Diagnostik (kompetenzorientierte Prüfungsformate) eines Maschinenbaustudiums auswirken.

Prämisse 2] der Studierendenzentrierung korrespondiert mit dieser Grundidee, bezieht sich aber insbesondere darauf, dass Kompetenzen individuen- und damit studierendenbezogene Konstrukte sind. Die sich daraus ergebende Studierendenzentrierung lässt sich entsprechend auch als eine zentrale Implikation sehen. Diese wurde und wird beispielsweise auch unter der Chiffre „Shift from teaching to learning“ (Barr, 1995) diskutiert und ist entsprechend mit methodischen und pädagogischen Fragen verbunden. Zentrale Aussage ist, dass Kompetenzen nicht durch Lehrende *gemacht* werden können, sondern von den Studierenden entwickelt werden müssen. Dies setzt also Methoden und Lehr- und Lernformate voraus, in denen die Studierenden sich aktiv mit den Lerngegenständen auseinandersetzen, sich diese erschließen und das Gelernte auch anwenden können. Lehrenden kommt somit die Aufgabe zu, Lernumgebungen und -angebote zu

schaffen, die Studierenden das Lernen in dieser Art ermöglichen. Sie können aber keine Kompetenzen *vermitteln* oder gar einen *Lernerfolg* der Studierenden garantieren. Lern- und Entwicklungsprozesse können von den Lehrenden nur ermöglicht, unterstützt, begleitet und reflektiert werden, was sich unmittelbar auf die Rolle der Lehrenden in einem kompetenzorientierten Studium auswirkt.

Hieran schließt die **Prämisse 3**) – Feedback und Interaktion – unmittelbar an. Die Notwendigkeit, die Aspekte Feedback und Interaktion in kompetenzorientierten Lehr- und Lernformaten zu berücksichtigen, ergibt sich wiederum aus lerntheoretischen Überlegungen des Konstruktivismus und Kognitivismus: Denn ohne angemessene Rückmeldungen ist kein Lernen möglich. Wesentlich ist hierbei, dass das Lernen nicht über passives *Konsumieren* von frontal vorgetragenen Informationen funktioniert. Über Interaktionen werden die Perspektiven der Lehrenden mit denen der Studierenden verbunden. Dies kann über Kommunikation, beispielsweise mit Hilfe von Medien, erfolgen. An dieser Stelle zeigen sich deutlich erkennbare Bezüge zur Digitalisierung, insbesondere mit methodischer Ausrichtung. Zentral ist hier die Frage, wie digitale Möglichkeiten der Interaktion bzw. Kommunikation und auch digitale Medien das Lernen in den bestehenden Ansätzen im Maschinenbau sinnvoll ergänzen, erweitern und damit auch verbessern können.

Zusammenfassend kann also konstatiert werden, dass das Ziel, kompetente Ingenieur:innen auszubilden, einen Wandel voraussetzt – einen Wandel in den Formaten und Methoden der Lehre, einen Wandel der Rollen von Lehrenden und Lernenden und einen Wandel in der Kommunikation und den Zielerwartungen: Weg von klassischen frontalen Formaten, in denen Lehrende als akademische Fachexperte:innen das von ihnen als wichtig erachtete Wissen präsentieren und dieses in Prüfungen ohne Handlungsbezug von Studierenden reproduzieren lassen. Hin zu aktiven, anwendungs- und handlungsbezogenen Formaten, in denen die Studierenden und das, was sie zum späteren beruflichen Handeln und dem entsprechenden Lernen brauchen, im Fokus stehen und es einen echten (fachlichen) Diskurs jenseits der Note einer summativen Bewertung geben kann. Und mit Blick auf die Kompetenzanforderungen der aktuellen Arbeitswelt sowie auf die Möglichkeiten als auch auf den Aufwand, den ein solcher Wandel für alle Beteiligten an den Hochschulen bedeutet, ist die Digitalisierung das bestimmende Thema.

III.II. Leitfragen zur Digitalisierung im Maschinenbau

Digitalisierung in der Hochschullehre im Maschinenbau ist nicht neu und war auch schon vor der COVID-19-Pandemie ein relevantes Thema. Doch während vermeintlich *digitale Kompetenzen* mit Bezug auf Technologien einvernehmlich als wichtig und relevant bewertet wurden, wurden z. B. Blended-Learning-Konzepte, aktivierende Tools oder Anwendungen von Augmented- und Virtual-Reality in der Lehre oft als „Spielereien“ belächelt. Doch in der Pandemie wurde plötzlich (schmerzhaft) deutlich, wie wichtig Kompetenzen von Studierenden, aber insbesondere auch Lehrenden im didaktisch zielführenden Umgang mit digitalen Medien, Anwendungen, Kommunikations- und Kooperations-tools sind. Ungeachtet verschiedener Begriffe oder auch Chiffren wie *Future Skills*, 4 Cs etc. (siehe dazu das [HFD-Themendossier zu Data Literacy und Future Skills](#)) lässt sich an dieser Stelle konstatieren, dass unterschiedliche Themenfelder der Digitalisierung – wie smarte Hardware- und Robotikentwicklungen, komplexe Datenanalysen oder nut-

zendenzentriertes Design (UX) – bereits heute Teil des ingenieurwissenschaftlichen Studiums sind. Andere, wie der angemessene Umgang mit digitalen Daten und Informationen, der Interaktion mit KI, *Digital Ethics*, oder digital gestützter Kommunikation, Interaktion und Kollaboration, entwickeln sich gerade, tlw. in rasanter Geschwindigkeit und werden schon absehbar zum Kompetenzkanon des Maschinenbaus gehören. Entsprechend erscheinen Aspekte und Leitfragen wie u. a.: Was bedeutet dies für die Gestaltung und Realisierung einer zeitgemäßen und kompetenzorientierten Hochschullehre? Muss jetzt im Kontext der Digitalisierung an den Hochschulen „alles neu und alles anders“ werden?

Welchen Beitrag leisten traditionelle Lehr- und Lernformate in einer innovativen und kompetenzorientierten Professionalisierung im Maschinenbau?

Als traditionelle Lehr- und Lernformate sollen hier solche verstanden werden, die unabhängig vom Einfluss der Digitalisierung seit Generationen einen festen Platz in der Professionalisierung zukünftiger Ingenieur:innen hatten und haben. Dazu zählen vor allem klassische Vorlesungen und Übungen, aber auch Laborübungen und Praktika. Diese Formate sind in großen Teilen durch die Idee der Vermittlung von Wissen (Vorlesungen, aber auch oft genug in angeblichen Seminaren, Übungen, Laboren und Praktika) geprägt, indem Lehrende Informationen und Wissen senden und Lernende diese empfangen. Laborübungen und Praktika sollten hingegen darauf ausgerichtet sein, das Gelernte anzuwenden, zu erproben und in die Praxis zu übertragen. Die Teilaspekte Wissen und Anwendung sind Grundvoraussetzungen eines kompetenzorientierten Lernens und müssen schlüssig aufeinander bezogen werden. Eine weitere Stärke dieser Formate ist, dass das Lernen als gemeinsamer und sozialer Prozess vor Ort stattfindet. Die Studierenden interagieren miteinander und mit den Lehrenden und es findet eine direkte und unmittelbare Kommunikation statt, für die es nur wenige Hürden (im technischen Sinne) gibt. Zudem werden in Laborübungen und Praktika häufig fachspezifische und authentische Handlungssituationen und Lernumgebungen gestaltet. Diese zeichnen sich dann auch durch die Komplexität eines realen Settings mit einer Vielzahl von situations- und subjektbezogenen Parametern aus, wie es in einem digitalen Abbild beispielsweise nicht vollständig darzustellen ist. Zudem kommt insbesondere im Fach Maschinenbau dem praktischen Erlernen motorischer Fertigkeiten und Prozesse auch weiterhin eine große Bedeutung zu. Auch hier kann traditionellen Formaten sicher eine besondere Bedeutung zugeschrieben werden, wenn sie Studierenden Hands-On-Lernerfahrungen ermöglichen.

Was wird bereits gemacht und wo stoßen traditionelle Lehr- und Lernformate an ihre Grenzen?

Wie eingangs erwähnt, gab es bereits vor der Pandemie an Hochschulen Interesse und Bereitschaft, traditionelle Lehr- und Lernformate mit digitalen Elementen zu ergänzen und Tools z. B. zur Aktivierung der Studierenden zu nutzen. Schon lange nutzen Hochschulen Learning (Content) Management Systeme (LMS). Lehrende verwenden diese Systeme u. a. bei der Organisation der Lehre oder auch aus didaktischen Überlegungen. Hinzu kommen digitale Tools und Features mit medienpädagogischer Ausrichtung. In Vorlesungen und Übungen wurden Audience-Response-Systeme ([Persike; HFD; 2018](#)) oder Feedback-Tools eingesetzt, mit dem Ziel Studierende zu aktivieren, zum Mitdenken anzuregen oder einfach nur, um die sowohl für Lehrende als auch Lernende ermüdenden

Lehr-Monologe aufzulockern. In den zurückliegenden Jahren lassen sich im Thema Online-Lehre zudem eine zunehmende Auseinandersetzung und eine Begeisterung für Lernvideos, aber auch ein Trend der Online-Vorlesungen über Videokonferenz-Tools feststellen. Die vielen Bemühungen haben ein verbindendes Element: der Versuch, traditionelle Formate und deren konzeptionelle Grundideen 1:1 in den digitalen Raum zu übertragen. Eine Vorlesung bleibt auch in einer Videokonferenz ein frontales Lehrformat und auch ein Lernvideo ist nicht mehr als ein Input, den Lernende passiv konsumieren.

Das Hochladen von Dateien und das Halten von Vorträgen vor einer Kamera sind keine digitale Lehre, sondern lediglich der Versuch, an Althergebrachtem festzuhalten, also bestenfalls die „Elektrifizierung“ (Weisband; 2021) des Bisherigen. Es fehlt weiterhin vielen Lehrenden manchmal an Bereitschaft, vielleicht an Mut und sicher zumeist auch einfach an Ressourcen und Rückhalt, um ihre Lehre mit den Möglichkeiten der Digitalisierung wirklich anders – also kompetenzorientiert und studierendenzentriert – zu gestalten und von Grund auf anders zu denken. Dabei bietet das Digitale in der Lehre die Möglichkeit, dass der Lernort Hochschule (organisatorische) Hürden bestehender Lehrformate aufgreift und den Kompetenzanspruch schlüssig in den digitalen Raum überträgt. Durch die Nutzung von LMS und weiteren Tools lassen sich auf Modulebene, aber auch in modulübergreifender Ausrichtung, beispielsweise in Projekten, Wissen und Anwendung schlüssig aufeinander beziehen und für die Studierenden nachvollziehbar nutzbar machen. Studierende können dabei in Teilen zeit- und ortsunabhängig lernen. Hinzu kommt, dass das Digitale mehr denn je den akademischen Austausch und soziale Interaktionen ermöglicht und anregt. Die Zeit vor Ort wird einmal mehr zur *Quality Time*, in der Lehrende und Studierende aktiv und miteinander interagieren, arbeiten und diskutieren oder auch das Gelernte reflektieren.

Wie verändert sich die Rolle der Lehrenden im Lehr-/Lernprozess?

Mit dem Kompetenzanspruch verändert sich auch die Rolle der Lehrenden. Dies ist in erster Linie auf zwei der vorab skizzierten Prämissen eines kompetenzorientierten Lernens – nämlich Studierendenzentrierung und Feedback und Interaktion – zurückzuführen. Lernen kann nicht gemacht werden, sondern ist ein aktiver Prozess der Lernenden. Für Lehrende bedeutet dies, dass sie Lernumgebungen (räumlich, organisatorisch, didaktisch, methodisch und medial) konzipieren müssen, in denen Lernende aktiviert werden und Lernen und Kompetenzentwicklung bestmöglich gewährleistet wird. Die individuellen Lern- und Kompetenzentwicklungsprozesse gilt es dann zu begleiten, zu moderieren, zu unterstützen. Lehrende interagieren mit den Lernenden, geben Feedback und reflektieren gemeinsam mit den Lernenden die Lernergebnisse, aber auch -prozesse. Dies erfordert auf Seiten der Lehrenden neue didaktisch-methodische und pädagogische Kompetenzen. Im Kontext der digital-angereicherten Lehre kommt noch eine weitere Facette hinzu: die kollegiale Zusammenarbeit unter Lehrenden. Lehre sollte absehbar als gemeinsame Zukunfts- und Entwicklungsaufgabe begriffen werden, da nur so die vielfältigen mit der Digitalisierung verbundenen Ansprüche und Aufwände professionell gehandhabt werden können.

Was bedeutet das für die Prüfungen?

Der Anspruch, Kompetenzen der Studierenden als Lernziele zu begreifen und diese gezielt zu fördern, weist unmittelbare Implikationen für hochschulische Prüfungen auf. Denn wenn Kompetenzen wie in Kapitel II beschrieben individuelle Handlungsdispositionen – also vereinfacht gesagt verstandenes Handeln – sind, ist in deren Feststellung, Ermittlung oder Diagnostik auch diese Dualität von Wissen/Verstehen und Anwendung/Handlung zu berücksichtigen. Wenn klassische hochschulische Prüfungsformate wie Klausuren oder mündliche Prüfungen und schriftliche Ausarbeitungen nur Wissen adressieren, können sie allein einer kompetenzorientierten Prüfung nicht gerecht werden. Es sind ergänzende, anwendungs- und handlungsbezogene Facetten erforderlich. Dies trifft gleichermaßen für analoge und digitale Prüfungen zu. ([HFD Dossier Digitale Prüfungen](#)) Weiterhin gilt zu berücksichtigen, ob Prüfungsereignisse auch über den Verlauf des Semesters verteilt werden können (formativ und summativ). Über solche Formate können nicht nur Prüfungslasten für Studierende und Lehrende verteilt werden, sondern die Studierenden erhalten Rückmeldungen zu ihren Lernergebnissen. Je nach Ausprägung können hiermit auch weitere Abstimmungsbedarfe im Kollegium verbunden sein.

Sollen kompetenzorientierte Prüfungen nun noch in den digitalen Raum übertragen werden, kommen weitere offene Fragen hinzu. Das reicht von Fragen des Prüfungsrechtes bis hin zum Proctoring – also der Fernüberwachung von Studierenden und dem Eingriff in deren Privatsphäre – mit allen Hürden und Widerständen, zu allgemeinen Fragen der Prüfungsbedingungen.

Vergleichbare Herausforderungen zeigen sich aktuell auch hinsichtlich der Nutzung diverser KI-Tools. Es werden Rufe nach Verboten laut und Überlegungen angestellt, wie zu verhindern sei, dass Studierende diese nutzen. Es bleibt gleichzeitig die anhaltende Verantwortung der Hochschulen, die Studierenden auf gegenwärtige Bedingungen der Arbeitswelt und Gesellschaft vorzubereiten. Das ist in den Prüfungen mitzubedenken. Dabei liefern diese KI-Tools, genauso wie jeder vermeintliche Betrugsversuch in Online-Prüfungen, nur einen Nutzen, wenn es um das unreflektierte Wiedergeben von Wissen geht. Echtes Verstehen und kompetentes Anwenden führen zu so individuellen Leistungen und Ergebnissen der Studierenden, dass jeglicher Betrugsansatz hier seine Wirkung verliert. Könnte also eine Prüfung „ohne zu lernen“ mit Hilfe eines KI-Tools bestanden werden, so wäre nicht das Tool das Problem, sondern die Prüfung.

Auch hier ist also ein Wandel erforderlich. Digitale Prüfungsformate wie beispielsweise E-Portfolios ermöglichen es gerade bei praxis- und handlungsbezogenen Themen im Maschinenbau, kompetenzorientierte und formative Prüfungen zu realisieren. Limitierend für die Umsetzung solcher Konzepte sind allerdings oftmals die Rahmenbedingungen an den Hochschulen. Es fehlt an Ressourcen, große Studierendenzahlen bedeuten einen großen Prüfungsaufwand und Prüfungsordnungen erlauben keine Experimente und Abweichungen von hergebrachter Norm. Auch hier braucht es weniger bürokratische Hürden und mehr Freiheit der Lehrenden, um den Mut zum Ausprobieren zu unterstützen, also auch ein neues Verständnis des Begriffes der Lehrfreiheit.

Was sollte sich neben den Methoden und der Rolle der Lehrperson im Lehr-/Lernkontext noch ändern?

Zur Veränderung der Rolle der Lehrperson im Lehr-/Lernkontext, und zur Veränderung der Methodik in der Lehre, gerade durch die Digitalisierung, wurden schon viele Punkte genannt. Lehrende müssen sich aber nicht allein diesen Herausforderungen stellen oder auch durch diesen Veränderungsprozess gehen, sondern sollten sich gegenseitig unterstützen. Dies führt auch zu einer weiteren Veränderung des Selbstbildes der Lehrenden, nämlich von einem „Shift from lone warrior to supportive community“. Aus Gesprächen mit Lehrenden, die gerne neue Methoden aufnehmen und erproben, ergibt sich, dass ihnen schon eine einzige Person, die Unterstützung und Rückhalt gibt und als *kritischer Freund* begleitet, genügend Mut macht, um Neues in der Lehre auszuprobieren und sich durch Rückschläge nicht entmutigen zu lassen. Umso besser ist es, wenn es sogar eine Gruppe Gleichgesinnter an den Hochschulen oder den Einheiten gibt, in der sich Lehrende informell austauschen, ihre Erfahrungen teilen, sich vernetzen, unterstützen und auch offen über Lehre diskutieren. Besonders zielführend erscheint es, Neuberufene zu motivieren und ihnen persönlichen Rückhalt und eine offene und wertschätzende Kommunikation bis hin zum Mentoring anzubieten. Hierzu gehört auch explizit der Austausch über Dinge, die nicht funktioniert haben. Gerade in Deutschland wäre eine entsprechende Fehlerkultur in der Lehre sehr mutmachend und letztlich gewinnbringend. Dies kann bis zur Erforschung der eigenen Lehre im Sinne eines „Scholarships of Teaching and Learning“ (Hutchings & Shulman, 1999 oder Huber, 2014) gehen. Im Idealfall gibt es zusätzlich an den Hochschulen oder hochschulübergreifend Unterstützungsangebote im didaktischen und technischen Bereich und Weiterbildungsangebote, um auch im Bereich der Lehre zum „Fachmann“ oder zur „Fachfrau“ zu werden.

In der (fachlichen) Forschung sind es Lehrende gewohnt, neue Methoden, Tools, Theorien, usw. zu erarbeiten, strukturiert zu erproben und Hypothesen zu überprüfen. Dabei werden negative Ergebnisse (dass etwas nicht funktioniert oder eine Hypothese nicht bewiesen werden kann) als Teil des wissenschaftlichen Fortschritts akzeptiert. Sie gehören untrennbar zum Forschungsprozess dazu und bringen ihn voran. In der Lehre ist ein solcher evidenzbasierter Blick auf die eigene Lehre und die Auswahl der verwendeten Methoden bisher noch nicht selbstverständlich und gegenüber Studierenden nicht transparent. Nutzbringende Ergebnisse liegen vor, z. B. aus dem Forschungsgebiet „Engineering Education Research“. Auch Werkzeuge aus der Industriezeit der Lehrenden können hilfreich sein, z. B. der kontinuierliche Verbesserungsprozess (KVP). In der Lehre lässt sich mit dem Feedback der Studierenden (und anderer) ebenfalls ein KVP-Regelkreis schließen und so die kontinuierliche Anpassung, ja Verbesserung, der eigenen Lehre erreichen.

Ändern sollte sich auch der inhaltsfokussierte Blick auf Lehrveranstaltungen, ersetzt durch Lernziele entsprechend dem kompetenzorientierten Ansatz, der oben schon beschrieben wurde. Dies gilt unabhängig vom Lehrformat, ob traditionell, „elektrifiziert“ oder digitalisiert.

Wie kann sich die strategische (Leitungs-)Perspektive auf digital angereicherte Lehre dazu positionieren?

Digitalisierung kann helfen, auf Studierenden-Bedarfe (also das, was ihnen seitens der Bildungseinrichtungen zukommen muss, um einen erfolgreichen Studienverlauf bereiten zu können) und -Bedürfnisse (also das, was Studierende als Voraussetzung für das eigene Wohl- und Sicherheitsbefinden und zur Identifikation mit Studium und Lernzielen brauchen) besser einzugehen. Etwa könnte Lehre mit digitaler Unterstützung hybrider gedacht werden: Studierende kann ermöglicht werden, an derselben Veranstaltung unmittelbar vor Ort teilzunehmen und die Vorzüge des unmittelbaren Gesprächs wahrzunehmen oder eben remote, wodurch Lehrveranstaltungen nicht verpasst werden müssen, weil eine beschleunigte gesellschaftliche Realität vielen Studierenden zusehends mehr Mobilität und zeitliche Flexibilität abverlangt. Besonders diese spürbar im Wandel begriffenen Lebensbedingungen sollten auf strategischer Ebene stets berücksichtigt werden, sind sie doch ein entscheidender Faktor für die Gewinnung neuer Studierender. Gleichzeitig muss in didaktischen Konzepten auch der Wert synchroner und präsenter Lehranteile mitbedacht werden, wie in den vorhergehenden Leitfragen umrissen. Präsenzlehre behält einen entscheidenden Wert für soziale Kompetenzentwicklung.

Das Selbststudium, welches durch die digitale Aufbereitung und asynchrone Vermittlung der Inhalte auf Seiten der Studierenden weiter gefördert wird, fördert gleichwohl Kompetenzen etwa im Bereich Eigenverantwortlichkeit und lässt sich bei Bedarf flexibler in die individuelle Alltagsgestaltung und Erwerbstätigkeit der Lernenden integrieren. Gleichzeitig können Lehrveranstaltungen somit einfach nachgehalten, später in Sinneinheiten und Einzelbeiträge eingeteilt und dauerhaft zur Verfügung gestellt werden. Dies hat nicht nur Vorteile für Lernende, insbesondere, falls die Unterrichtssprache nicht die eigene Muttersprache sein sollte. Auch die Lehrenden würden unterstützt, die eigene didaktische Methodik und die Entwicklung der Inhalte einfacher nachhalten und evaluieren zu können. Alle Aspekte der Vorteile jeweiliger Lehr(-Formats)-Anteile (also Präsenz und remote, synchron und asynchron etc.) müssen in der Curriculumentwicklung vorweg beachtet werden.

Dass Lerninhalte nicht allen Studierenden technisch zur Verfügung gestellt werden können, ist nun weitestgehend obsolet und die Digitalisierung erweitert die Präsentationsmöglichkeiten der Inhalte schon seit langem. Doch statt die Präsentation der Vorlesungsinhalte als Stichpunkte auf Powerpoint-Folien bereits für Digitalisierung zu halten, könnte man die ganze Veranstaltungsform auf den Kopf stellen, ohne an Qualität des Lehrangebots einzubüßen. Im Gegenteil: Das Konzept des Flipped (oder Inverted) Classroom, um ein prominentes Beispiel zu nennen, dreht die Phasen der Wissensvermittlung und -vertiefung um. Die Wissensvermittlung findet im Selbststudium, bereichert durch Lehrvideos, digitale Dokumente, Übungen und Hilfestellungen und hybride Lerngruppen statt. Unterstützt werden Studierende dabei etwa durch Angebote digitaler Sprechstunden. Die vertiefenden Kolloquien und Seminare können die Lehrenden nun dadurch leisten, dass Zeit durch wegfallende Vorlesungen frei würde. Zugegeben bedarf es einiger Anstrengungen und zunächst vielleicht auch einem erhöhten Personalaufwand, um diese Form der Lehre zu installieren, zu etablieren und die Aktualität der Inhalte über angemessene Zeiträume zu gewährleisten, doch lässt sich (wie stets in der Lehre) eine erst einmal etablierte Struktur weniger kompliziert aktualisieren oder leichter auf diese aufbauen. Durch die technischen Arbeits- und Speichermöglichkeiten gelingt dies voraussichtlich sogar noch besser und nachhaltiger. Eine Portionierung von Inhalten in kleinere

Sinneinheiten, beispielsweise einer Einführungsveranstaltung in Video- oder Text-Kapitel, ermöglicht anschließend eine gezieltere Aktualisierung von Teilen.

Langfristig wird aber eine Notwendigkeit der Förderung dieser Lehrkonzepte sein, dass die Entscheidungsebenen aus Fachbereichen, Hochschulen und gar der Bildungspolitik die richtigen Voraussetzungen dafür bereiten. Dazu gehört bereits eine stärkere Berücksichtigung des didaktischen Konzeptes bei Berufungsverfahren. Dazu gehört aber auch eine Flexibilisierung des Verständnisses von Lehrdeputaten.

Dabei sollte der Vorstellung entgegengewirkt werden, durch die Digitalisierung würden Gelder eingespart und Personal überflüssig. Auf Hochschullehre lassen sich die Hoffnungen bezüglich industrieller automatisierter Fertigungsprozesse nicht einfach übertragen. Tatsächlich wird eine Neugestaltung der Lehre die Hochschulen und Länder Geld kosten, neues oder besonders geschultes Personal benötigen und die Lehrenden herausfordern und neuartig beanspruchen. Letztlich darf aber die Erwartung sein, dass die digitalisierte Lehre das Lehr- und Lernverhalten mittelfristig für alle unterstützen und bereichern wird, sofern man digitale Mittel als Werkzeug guter kompetenzbasierter Lehre begreift. Sich dem nicht zu stellen, würde im Gegenteil voraussichtlich dem eigenen Fach schaden, da Studierende schwerer gewonnen würden und die Attraktivität des Studiums an Zugkraft verlöre. Gerade akademische Kernkompetenzen wie kritisches Denken, Quellenkritik, Konzentrations- und Kommunikationsfähigkeiten sind angesichts neuer Medien und Technologien wie ChatGPT sowie ihrer Begleitphänomene (wie etwa dem Hang generativer KI, Inhalte zu „halluzinieren“) gefragter und notwendiger denn je. Eine zeitgemäße Ingenieurwissenschaft wird sich dieser Realität als Lehrgegenstand, -mittel und -inhalt souverän und offen stellen müssen. Nicht zuletzt auch wegen ihrer hohen Bedeutung für den Industriestandort Deutschland ist dies von großer Bedeutung, ebenso für jeden und jede einzelne/n Lehrende/n. Das ist nicht voraussetzungslos, bedarf also gezielter Investitionen, geschulten Personals, sowohl im Bereich der didaktischen/methodischen Unterstützung als auch im Bereich der IT-Services, und insbesondere den persönlichen Willen zur Veränderung, ist aber in erster Linie ein Gewinn für Lehrende, Fach und besonders Studierende.

IV. Umsetzungsbeispiele zeitgemäßer und gelungener Lehre im Maschinenbau

Ferngesteuerter Laborversuch vom Sofa aus

Hochschule für angewandte Wissenschaften Hamburg (HAW Hamburg) in Kooperation mit der University of Shanghai for Science and Technology (USST)

Studiengänge:

- B.Sc. Maschinenbau und Produktion (HAW Hamburg),
- B.Sc. Mechatronik (HAW Hamburg),
- Bilingualer kooperativer Studiengang B.Sc. Maschinenbau (Fertigungstechnik) mit Doppelabschluss der HAW Hamburg und der USST in Shanghai

Zielgruppe: Studierende im 5./6. Fachsemester

Veranstaltungsart: Labor im Modul Industrielle Logistik

Benefit für den Lernprozess: Studierenden wird für vergleichsweise lange Zeit der Zugriff auf teure Technik ermöglicht, das Labor kann zeit- und ortsunabhängig von verschiedenen Hochschulen weltweit genutzt werden, Studierende haben nach Abschluss eine Prozessautomatisierung erfolgreich umgesetzt, Studierende üben sich in der Teamarbeit

Kernansatz: Im Studiengang Maschinenbau mit Doppelabschluss der HAW Hamburg und der University of Shanghai for Science and Technology (USST) bringt das Remote-Labor Studierende beider Hochschulen an einen Lernort zusammen. Durch den Einsatz modernster Technologie schlägt das Labor einen neuen Weg in der digitalen Arbeit ein. Das Corona bedingte Gebäudezutrittsverbot schien ein laufendes studentisches Projekt zu Fall zu bringen. Doch Prof. Dr. Henner Gärtner reagierte spontan und kreativ, indem er das benötigte selbstfahrende, fahrerlose Transportfahrzeug (FTF) mit zu sich nach Hause nahm.

Mit ein paar improvisierten Handy-Kameras bewegten die Studierenden das FTF schon bald aus verschiedenen Perspektiven im Heimnetzwerk des Professors durch dessen Wohnzimmer. Diese aus der Not entstandene Innovation war die Geburtsstunde des inzwischen fest im Curriculum verankerten Remote-Labors. Die Studierenden waren entschlossen, dass auch viele weitere Studierende vom eigenen Sofa aus den Umgang mit dem FTF lernen sollten.

Ein Team von jeweils drei Studierenden bucht sich selbständig einen Labortermin. Sie können sich von zu Hause aus also auch am Abend oder gar am Wochenende ins Labor einwählen. Eine Anleitung unterstützt, damit die Studierenden alle wesentlichen Funktionen wie die Kartierung, Navigation oder Steuerung ausprobieren können. Dabei ist jedem der drei Studierenden eine spezifische Rolle zugewiesen. Nach ganzen drei Stunden steht am Ende der Erfolg, dass vor Ort an der HAW Hamburg tatsächlich Material von A nach B bewegt wurde ohne herunterzufallen. Im herkömmlichen Laborbetrieb hätten die Studierenden niemals so viel Zeit mit dem Fahrzeug verbringen können.

Links:

- Klutta, Dylan Lennard; Gärtner, Henner: Ferngesteuerter Laborversuch - Umgang mit einem Fahrerlosen Transportsystem von zu Hause aus erlernen. Zeitschrift des Freundeskreises Maschinenbau und Produktion Berliner Tor e.V., Heft 2020/21, S. 15. http://www.freundeskreis-berliner-tor.de/fileadmin/user_upload/Zeitschrift/Zeitschrift_2020_WS.pdf
- Apostolou, Janina; Gärtner, Henner; Röther, Michael, Vaupel, Gustav; Wenck, Florian: Shanghai-Hamburg College: Anwendungsorientierte Lehre im Ausland. In: Hochschullehrerbund (Hrsg.): Die Neue Hochschule, 71. Jg. Heft 2 (2023), S. 10-13. <https://www.hlb.de/die-neue-hochschule>

Internationalisierung „on the web“ – Online-Vorkurs für internationale Studierende

Technische Universität Dortmund

Zielgruppe: Internationale Studierende vor Studienbeginn

Veranstaltungsart: Online-Vorkurs

Alleinstellungsmerkmale: internationaler Online-Kurs, gemeinsame Nutzung eines Remote-Labors, Kombination fachlicher und überfachlicher Themen

Benefit für Lernende/Lehrende: Förderung interkultureller Kompetenzen, fachspezifische und authentische Problemstellungen, Förderung der Selbstorganisation

Kernansatz: Neben der guten fachlichen Ausbildung sind auch interkulturelle Kompetenzen wichtig für zukünftige Ingenieur:innen. Mit dem Ziel der Förderung interkultureller Kompetenzen kann der Einsatz digitaler Medien eine Internationalisierung „on the Web“ ermöglichen. In einem Online-Vorkurs lernen Studierende aus verschiedenen Ländern von- und miteinander. In einer Kombination fachlicher und überfachlicher Themen und Aufgabenstellungen sammeln sie dabei erste interkulturelle Erfahrungen, bevor sie ihr Heimatland für ein Studium in Deutschland verlassen. Neben synchronen Webkonferenzen und einem begleitenden interaktiven Moodle-Kurs ist auch das gemeinsame Experimentieren mit einem Remote-Labor mit Versuchsplanung, -durchführung und -auswertung Teil des Kurses.

Links:

- <https://www.youtube.com/watch?v=GkIDX0Le36Q>
- <https://www.wbv.de/shop/openaccess-download/6004805w085>
- https://hochschulforumdigitalisierung.de/sites/default/files/dateien/Frye-HFD_Lightning-Talk_0.pdf

Blended-Learning – Projektmanagement in der Ingenieure-ohne-Grenzen-Challenge

Technische Universität Dortmund

Zielgruppe: Internationale Studierende vor Studienbeginn

Veranstaltungsart: Online-Vorkurs

Alleinstellungsmerkmale: internationaler Online-Kurs, gemeinsame Nutzung eines Remote-Labors, Kombination fachlicher und überfachlicher Themen

Benefit für Lernende/Lehrende: Förderung interkultureller Kompetenzen, fachspezifische und authentische Problemstellungen, Förderung der Selbstorganisation

Kernansatz: Neben der guten fachlichen Ausbildung sind auch interkulturelle Kompetenzen wichtig für zukünftige Ingenieur:innen. Mit dem Ziel der Förderung interkultureller Kompetenzen kann der Einsatz digitaler Medien eine Internationalisierung „on the Web“ ermöglichen. In einem Online-Vorkurs lernen Studierende aus verschiedenen Ländern von- und miteinander. In einer Kombination fachlicher und überfachlicher Themen und Aufgabenstellungen sammeln sie dabei erste interkulturelle Erfahrungen, bevor sie ihr Heimatland für ein Studium in Deutschland verlassen. Neben synchronen Webkonferenzen und einem begleitenden interaktiven Moodle-Kurs ist auch das gemeinsame Experimentieren mit einem Remote-Labor mit Versuchsplanung, -durchführung und -auswertung Teil des Kurses.

Links:

- <https://www.youtube.com/watch?v=GkIDX0Le36Q>
- <https://www.wbv.de/shop/openaccess-download/6004805w085>
- https://hochschulforumdigitalisierung.de/sites/default/files/dateien/Frye-HFD_Lightning-Talk_0.pdf

„Gute und digitale Lehre im Maschinenbau“ – Erfahrungsaustausch mit Lehrenden im eigenen Fach

Technische Universität Dortmund

Zielgruppe: Lehrende der Fakultät Maschinenbau

Veranstaltungsart: Workshopreihe

Alleinstellungsmerkmale: Peer-Feedback unter Lehrenden, fachbezogener hochschuldidaktischer Input

Benefit für Lernende/Lehrende: Austausch über neue Ideen, Sehen was Kolleg:innen machen, Feedback und Motivation aus der Peergroup

Kernansatz: Da Lehre stark durch die Fachkultur geprägt ist, werden allgemeine hochschuldidaktische Angebote oft nur als wenig übertragbar auf die eigene Lehre beurteilt. Ein größeres Vertrauen von Lehrenden gilt ihren Kolleg:innen, die in ähnlichen Themen forschen und arbeiten, für ähnliche Zielgruppen lehren und dabei vor vermeintlich ähnlichen Problemen stehen. In regelmäßigen Workshops kommen Lehrende der Lehrstühle und Institute der Fakultät zusammen. Inhalt der 3-stündigen Workshops sind zum einen kurze Inputs zu didaktischen Themen und das Vorstellen von digitalen Tools und Formaten, jeweils mit konkreten fachbezogenen Anwendungsszenarien. Zum anderen stellen Teilnehmende ihre Lehrprojekte und Ideen vor und diskutieren ausgehend davon Erfahrungen aus der Lehrpraxis mit den Kolleg:innen der eigenen Fakultät.

„Materials Caching“

Technische Universität Dortmund

Studiengang: Maschinenbau und Wirtschaftsingenieurwesen

Zielgruppe: Studierende im 1. Studiensemester (Bachelor)

Veranstaltungsart: Ergänzung zur Vorlesung und Übung /Grundlagen der Werkstofftechnik]

Alleinstellungsmerkmal: Edu-Caching, außerhochschulische Lernorte, (Real-) Erfahrungen

Benefit für Lernende/Lehrende: Unterstützung im Selbststudium, Bildung von Lerngruppen, Motivation

Kernansatz: Die Idee basiert auf dem Grundprinzip des Geocachings und führt Studierende anhand von GPS-Koordinaten, die durch die Lösung themenbezogener Aufgaben erspielt werden, zu verschiedenen Bauwerken und Produktionsstätten bestimmter Werkstoffe. Mit Einsatz der App *Actionbound* entdecken Studierende Werkstoffe und Materialien in ihrer Umwelt und erhalten fachbezogene Informationen, wodurch die Lerninhalte der Vorlesung mit dem Erlebten verknüpft und langfristig verankert werden. Den Besuch der verschiedenen Orte dokumentieren die Studierenden über ortsspezifische Aufgaben und Fotos und können so Punkte sammeln, mit denen sie in Lerngruppen in einem Wettbewerb gegeneinander antreten. Im Projekt „GamBLE Edu Cache“ wird dieses Konzept zukünftig auch für Studierende in höheren Semestern erweitert.

Links:

- <https://video.fh-dortmund.de/category/video/Lern2DApp-fuer-das-strukturierte-Selbststudium-28Materials-Caching29/4d62eb9e000678dbbb32a5ed086a8deb/19>
- <https://video.fh-dortmund.de/video/OER-Testimonials3A-Materials-Caching-/4743018d281568afa0e5b6903b3f204e/t/24.62/cc/de>
- <https://lwt.mb.tu-dortmund.de/lehrstuhl/bereiche/leitung-und-verwaltung/lukas-wojarski/>

Einsatz von digitalen Laboren

Technische Universität Dortmund (und weitere Hochschulen)

Zielgruppe: Studierende und Lehrende

Veranstaltungsart: Labor oder Integration in Vorlesungen/Übungen

Alleinstellungsmerkmal: orts- und zeitunabhängiges Experimentieren

Benefit für Lernende/Lehrende: selbstorganisiertes Lernen, Verknüpfung von Theorie und Praxis, Adressierung höherer Taxonomiestufen (bzw. Anwenden)

Kernansatz: Digitale Labore ermöglichen die orts- und zeitunabhängige Durchführung von Experimenten. Dabei können Remote-Labore (reale Hardware, zeitsynchrone Nutzung mit entsprechender Automatisierungstechnik), Ultra-Concurrent-Remote-Labore (reale Hardware, zeitasynchrone Nutzung durch vorab aufgezeichnete Daten und Videos) oder Simulationen (bspw. Virtual-Reality-Lösungen) genutzt werden, um theoretische Aspekte mit praktischen Erfahrungen zu verknüpfen. Alle drei Lösungen zielen auf die Integration höherer Taxonomie-Stufen (bspw. Anwenden und Analysieren) in das Lehr-Lern-Setting. In digitalen Prüfungen ermöglichen digitale Labore ein kompetenzorientiertes Prüfen, indem bspw. Messdaten in Excel aufbereitet werden und anschließend analysiert werden.

Links:

- <https://youtu.be/4zlsZZ69NkY>
- www.digitale-labore.de
- <https://dx.doi.org/10.3278/6004804w>
- <https://dx.doi.org/10.3278/6004805w>

Angewandte Thermodynamik – Flexible Learning und Programmieranwendung

Technische Hochschule Augsburg

Studiengang: Maschinenbau sowie Umwelt- und Verfahrenstechnik

Zielgruppe: Studierende im 4. Fachsemester

Veranstaltungsart: Pflichtveranstaltung – Seminaristischer Unterricht; Benefit für den Lernprozess: orts- und zeitungebundenes Lernen möglich

Schlagworte: Inverted Classroom, Flexible Learning, Lernlandkarte, Thermodynamik, Programmieren

Kernansatz: Der Grundgedanke basiert auf dem Modell eines Inverted Classroom (auch Flipped Classroom genannt). Die Studierenden sollen Aufgaben zur Erarbeitung der Themen (Fragen beantworten, Rechnen, Zeichnen oder Programmieren) in einem Team aus zwei Personen bearbeiten. Egal wo. Ob in der Bibliothek, im Park oder eben im Seminarraum. Eines der zusätzlichen didaktischen Elemente im Konzept des Flexible Learning besteht in der Aufforderung zur freiwilligen Erstellung von persönlichen Lernlandkarten für jede individuell ausgewählte Lerneinheit, um das Wissen zu festigen und für einen späteren Abruf – zum Beispiel zur Vorbereitung auf die Abschlussprüfung – verfügbar zu machen.

Link:

- <https://www.hs-augsburg.de/fmv/Stefan-Murza.html>

FutureING – kooperative Mixed-Reality-Lernumgebung für die Ingenieurwissenschaften

Technische Hochschule Köln

Studiengang: ingenieurwissenschaftliche Studiengänge

Zielgruppe: Studierende

Veranstaltungsart: Mixed Reality Game

Alleinstellungsmerkmal: Planspiele zu Lerninhalten orientiert an realen Arbeitsbedingungen

Benefit für Lernende/Lehrende: spielerische Vermittlung von Fachkompetenzen

Kernansatz: Spielend Lernen mit FutureING bedeutet die Umstellung der Vorlesung und Übung der Veranstaltung „Arbeitstechniken und Projektorganisation“ (ATPO) auf ein Mixed Reality Game. Das Konzept gewann 2019 den Lehrpreis der TH Köln zum Thema „Gamification“.

FutureING integriert die bestehenden Komponenten einer Lehrveranstaltung mit Planspiel in ein digitales, game-basiertes Gesamtkonzept. Es besteht aus vier Komponenten, die klassisches E-Learning mit immersiven Komponenten in Augmented und Virtual Reality sowie mit Präsenzelementen verbinden.

Links:

- https://www.th-koeln.de/anlagen-energie-und-maschinensysteme/projekte_62915.php

FutureING – kooperative Mixed-Reality-Lernumgebung für die Ingenieurwissenschaften

Technische Hochschule Köln

Studiengang: Ingenieurwissenschaftliche Studiengänge

Zielgruppe: Studierende

Veranstaltungsart: Mixed Reality Game

Alleinstellungsmerkmal: Planspiele zu Lerninhalten orientiert an realen Arbeitsbedingungen

Benefit für Lernende/Lehrende: Spielerische Vermittlung von Fachkompetenzen

Kernansatz: Spielend Lernen mit FutureING bedeutet die Umstellung der Vorlesung und Übung der Veranstaltung „Arbeitstechniken und Projektorganisation“ (ATPO) auf ein Mixed Reality Game. Das Konzept gewann 2019 den Lehrpreis der TH Köln zum Thema „Gamification“.

FutureING integriert die bestehenden Komponenten einer Lehrveranstaltung mit Planspiel in ein digitales, game-basiertes Gesamtkonzept. Es besteht aus vier Komponenten, die klassisches E-Learning mit immersiven Komponenten in Augmented und Virtual Reality sowie mit Präsenzelementen verbinden.

Link:

- https://www.th-koeln.de/anlagen-energie-und-maschinensysteme/projekte_62915.php

Praktikum@Home

Technische Universität Dresden

Studiengang: Maschinenbau und Verfahrens- und Naturstofftechnik

Zielgruppe: Studierende im 5. & 6. Studiensemester (Bachelor und Diplom)

Veranstaltungsart: Praktikum zur Vorlesung Mess- und Automatisierungstechnik

Alleinstellungsmerkmal: Anleitung zum selbstverantwortlichen Experimentieren

Benefit für Lernende/Lehrende: Unterstützung im Selbststudium, Bildung von Lerngruppen, Motivation

Kernansatz: Das Konzept basiert auf Praktikumsversuchen unterschiedlicher Struktur von Rechnerversuchen über Heimversuche mit eigenen Mitteln bis zu Experimentierkoffern auf Arduino-Basis. Die Versuche werden begleitet von Präsenzkonsultationen, in denen die Studierenden in Peer-to-Peer Diskussionen die offenen Fragen zum Versuch klären.

Links:

- <https://doi.org/10.25369/II.v1i1/2.6>
- <https://doi.org/10.25369/II.v2i1.44>
- <https://doi.org/10.25369/II.v2i2.62>

Lessons Learned

Technische Universität Dresden

Studiengang: studiengangübergreifend

Zielgruppe: Lehrende

Veranstaltungsart: Konferenz

Alleinstellungsmerkmal: offene Diskussionsplattform zur Erörterung neuer, digitalisierter Lehrkonzepte

Benefit für Lernende/ Lehrende: Übersicht aktueller Lehr-/Lernszenarien

Kernansatz: Die Serie der Fokus-Konferenzen **Lessons Learned**, die im September 2020 gestartet ist, hat sich zum Ziel gemacht, den Übergang in eine Lehre mit digitalen Elementen zu gestalten, und zwar mit einer geschickten Vermischung aus Präsenz und Digitalität. Außerdem geht es ihr um die Wertschöpfung aus den digitalen Corona-Semestern. Ursprünglich eine auf die Fakultät Maschinenwesen der TU Dresden bezogene, dort entstandene und auch weiter dort beheimatete Aktion, hat sie schon bei der zweiten Auflage die ganze Universität adressiert und wird jetzt als bundesweites Forum zum Austausch über neue Konzepte in der Lehre etabliert.

Begleitet wird die Konferenz von einem gleichnamigen Open-Access-Journal, das als Fundgrube für Best-Practice-Beispiele für unterschiedlichste Lehr-/Lernformate dienen kann.

Links:

- <https://journals.gucosa.de/ll/>
- https://www.magnetofluidynamik.de/lessons_learned/index.php

Kompetenzentwicklung der Studierenden – Kompetenzmonitor

Technische Hochschule Würzburg-Schweinfurt

Studiengang: Maschinenbau

Zielgruppe: Studierende ab dem 1. Fachsemester

Veranstaltungsart: zusätzliches Angebot

Benefit für den Lernprozess: individuelles Feedback zur Kompetenzentwicklung

Schlagnworte: Kompetenzentwicklung, Studierende, Studiengangsentwicklung

Kernansatz: Im Rahmen des BestFit-Projekts wurde für den Studiengang Maschinenbau ein praxisnahes Kompetenzprofil ermittelt, welches dem angestrebten Testverfahren zugrunde liegen sollte. Dazu wurden Lehrende, Absolventen mit Berufspraxis, Fachvorgesetzte und Personalverantwortliche der regionalen Industrie interviewt. Das entwickelte Testverfahren bildet sowohl fachliche als auch überfachliche Kompetenzen ab, die durch Selbst- und Fremdeinschätzungselemente die vorhandenen Kompetenzen der Studierenden zu verschiedenen Zeitpunkten im Verlauf des Studiums feststellen. Das Kompetenzprofil wurde zusätzlich als Basis für eine Reform des Studiengangs Maschinenbau genutzt.

Link:

- <https://www.thws.de/hochschule/hochschulentwicklung/qualitaetsmanagement/qualitaetspakt-lehre/>

Thermodynamik I – mehr Konzeptverständnis, weniger Rezepte

Technische Hochschule Würzburg-Schweinfurt

Studiengang: Maschinenbau

Zielgruppe: Studierende im 1. Fachsemester

Veranstaltungsart: Pflichtveranstaltung – Seminaristischer Unterricht

Benefit für den Lernprozess: aktive Diskussionen in der Präsenzzeit, Feedback zum Lernfortschritt, Einstieg in das ingenieurmäßige Arbeiten

Schlagworte: Thermodynamik, Konzeptfragen, Konzeptverständnis

Kernansatz: Die Lehrveranstaltung "Thermodynamik I" befindet sich im stetigen Umbau hin zu mehr Konzeptverständnis, damit einher geht allerdings eine Verringerung des Rechenanteils, auf den natürlich nicht verzichtet werden kann. Dazu wird in der Lehrveranstaltung viel mit Konzeptfragen gearbeitet, angelehnt an die Peer Instruction-Methode. Zusätzlich gibt es ein Angebot von Online-Lernstandskontrollen unter Nutzung von Moodle-Aktivitäten, Übungsaufgaben, Online-Feedback und die Möglichkeit, Fragen zur Theorie und zu Übungsaufgaben (anonym) online einzugeben. Daraus ergibt sich eine Diagnosemöglichkeit für die Lehrperson, wo noch studentische Probleme liegen, und eine Reaktion in der Lehrveranstaltung darauf.

Link:

- <https://fm.thws.de/fakultaet/personen/person/prof-dr-thomas-blotevogel/>

Lab@Home – Sensorik

Technische Hochschule Würzburg-Schweinfurt

Studiengang: Maschinenbau, Mechatronik, Mechatronics, Wirtschaftsingenieurwesen

Zielgruppe: Studierende ab dem 4. Fachsemester

Veranstaltungsart: Laborpraktikum

Benefit für den Lernprozess: ortsungebundenes Lernen mit eigener Hands-on-Erfahrung möglich

Schlagnworte: Laborpraktikum, Durchführung an beliebigem Ort möglich

Kernansatz: Das „Lab@Home“-Konzept wurde ursprünglich als Folge der Einschränkungen während der Corona-Pandemie entwickelt und wird jetzt weiterverwendet. Basierend auf der offenen Microcontroller-Plattform „Arduino“ wurden an der Fakultät Maschinenbau eine eigene Sensorplatine entwickelt und programmiert sowie Versuchsvorrichtungen konstruiert und im 3D-Druckverfahren hergestellt. Die Fakultät Elektrotechnik unterstützte bei der Platinenfertigung. Die Studierenden holen die Lab@Home-Sets in der Hochschule ab und bringen sie nach dem Versuch zurück. Der Versuch selbst findet live geführt in einer Onlinekonferenz statt. Auch nach hunderten durchgeführten Praktika ist kein einziges „Lab@Home“-Set abhandengekommen oder beschädigt worden.

Link:

- <https://www.thws.de/service/news-presse/pressearchiv/thema/die-fakultaet-maschinenbau-bietet-ein-praktikum-to-go-fuer-fhws-studierende-an/>

**Umformtechnische Fertigungsprozesse – hybride Lern- und Lehrform im Master
Hochschule für angewandte Wissenschaften Hamburg**

Studiengang: Master of Science Produktionstechnik und -management

Zielgruppe: Studierende im 1./2. Fachsemester

Veranstaltungsart: Wahlpflichtveranstaltung – Seminaristischer Unterricht/Labor

Benefit für den Lernprozess: ortsunabhängige Teilnahme auch vor dem Hintergrund beruflicher Einbindung gewährleisten, Interaktion digitaler und analoger Raum vorantreiben Schlagworte: Umformtechnik, hybrid

Kernansatz: Die Veranstaltung im Masterstudiengang zielt auf ein verstärktes Verständnis der wissenschaftlichen Fragestellungen in der Umformtechnik. Die Studierenden werden durch Selbstlernphasen sowie Gruppenarbeiten mit Forschungsarbeiten in Kontakt gebracht, beginnen erste Diskussionen entlang von Forschungsfragen und entwickeln einen Überblick über die Forschungslandschaft im Themengebiet. Die Prüfungsleistung ist ein Portfolio aus Referat mit Ausarbeitung und einem wissenschaftlichen Poster. Jede/r Studierende hat hierfür ein eigenes Forschungsthema aufzubereiten. Grundlage ist entweder eine Dissertation oder alternativ fünf Fachartikel zum Themenfeld. Die Umstellung auf ein hybrides Format ist technisch gesehen einfach, da mit entsprechenden Videokonferenz-Tools Möglichkeiten der Gruppenarbeit im digitalen Raum parallel zur Präsenz im Lehrraum möglich sind und auch durch Unterstützung mit Ruummikrofonen und entsprechender Kameratechnik eine gute Interaktion durchführbar ist. Die Erfahrung zeigt aber auch, dass die Aktivierung der Teilnehmenden im digitalen Raum Schwierigkeiten macht, wenn die Lehrveranstaltung seitens der Studierenden nur „konsumiert“ werden soll. In der Weiterentwicklung wird dieses zu mehr Selbstlernphasen mit höherer Eigenverantwortung und der Teilnahme an den dann weniger, aber intensiveren Präsenz- und Hybridphasen führen.

Link:

- <https://www.haw-hamburg.de/hochschule/beschaefigte/detail/person/person/show/enno-stoever/>

Lernort Digitale Umformtechnik – Labore als kontinuierlich weiterentwickelte Lern-Lehr-Umgebung

Hochschule für angewandte Wissenschaften Hamburg

Studiengang: Bachelor of Science Maschinenbau und Produktion, Master of Science Produktionstechnik und -management

Zielgruppe: Studierende aller Fachsemester

Veranstaltungsart: alle Lehrveranstaltungen mit Bezug zur Umformtechnik sowie laufenden Studien- und Abschlussarbeiten sowie Projekte

Benefit für den Lernprozess: Studierende gestalten ihre Lernumgebung mit, Verstärkung des Anwendungsbezugs der Lehrveranstaltungen, Austausch der Studierenden über die Fachsemester hinweg, Kooperationsmodelle im Zusammenspiel Unternehmen, Studierende, Hochschule

Kernansatz: Die digitale Transformation im Maschinenbau soll sich auch im Labor für Umformtechnik an der HAW Hamburg widerspiegeln, so dass die Anwendung von Themen der Industrie 4.0 an den Werkzeugmaschinen umgesetzt wie auch die Vorteile der Digitalisierung in den Prozessen des Labors genutzt werden. Hierzu wurde mit Studierenden eine Vision der Laborumgebung entwickelt, die zusätzlich ihre Bedürfnisse bzgl. der Lernumgebung berücksichtigen. Darüber hinaus wurden Modelle zur Kooperation zwischen Unternehmen und Studierenden entwickelt. Die Umsetzung der Vision wird seit einigen Semestern über studentische Projekte, die mit Methoden des agilen Projektmanagements bearbeitet werden, umgesetzt. Eine kontinuierliche Evaluation mit den Studierenden findet statt. Die Umgestaltung des Labors führte zur Transformation hin zum Lernort Digitale Umformtechnik, in dem nun auch Lehrveranstaltungsformate wie seminaristischer Unterricht, aber auch Kolloquien, Projektbesprechungen etc. stattfinden. Wöchentliche Austauschrunden bringen die Studierenden in den unterschiedlichen Lehr- und Lernformaten über die Semester hinweg zusammen. Der Lernort ist damit der zentrale Ort für die Umformtechnik an der HAW Hamburg. Er wird zunehmend ein Ort der Studierenden und ihrer Lernprozesse (Studierendenzentrierung).

Links:

- <https://www.haw-hamburg.de/hochschule/beschaefigte/detail/person/person/show/enno-stoever/>
- https://www.wbv.de/openaccess/themenbereiche/hochschule-und-wissenschaft/shop/detail/name/_/0/1/6004804w/facet/6004804w////////nb/0/category/1754.html

V. Perspektiven, Eindrücke und Lessons Learned: Zwischen Optimismus, Rollback und Zukunftsvision

Perspektiven von Lehrenden

Notiz: Dieser Text beruht auf den persönlichen Erfahrungen von Lehrenden der AG, die durch die ad hoc Digitalisierung der Lehre zum Sommersemester 2020 nun teilweise die große *Rolle-Rückwärts* an deutschen Hochschulen wahrnehmen. Diese Erfahrungen sind sicherlich auf viele Hochschulen und besonders auf die Lehre im Maschinenbau übertragbar.

Bis zum Ende des Wintersemesters 19/20, also kurz bevor der Corona-Lockdown auch die Schließung der Hochschulen betraf, war der Digitalisierungsstand in der Hochschullehre flächendeckend durchaus gering, wobei es natürlich stets Leuchtturmprojekte und Pionier:innen in allen Fachbereichen gab. Es wurden Lernplattformen genutzt, um Materialien für die Studierenden verfügbar zu machen oder um Nachrichten zum Verlauf einer Veranstaltung zu versenden. Der Einsatz von Vorlesungsaufzeichnungen war so gering, dass er in der Regel als außerordentliche Zusatzleistung und Innovation bewertet wurde. Das Lehrangebot als solches war klassisch aufgebaut und bestand aus Vorlesungen, Übungen und gegebenenfalls Praktika oder Laboren. All diese Lehr-Lern-Einheiten wurden so durchgeführt, wie sie schon immer vor Jahrzehnten angeboten wurden. Ergänzt wurde das klassische Lehrangebot zunehmend durch Projektarbeiten, die u. a. in den jeweiligen Akkreditierungsdurchläufen eingefordert wurden. Darüber hinaus gab es zunehmend Diskussionen um Prüfungsformate jenseits der schriftlichen Klausuren oder mündlicher Prüfungen wie auch die Einführung von Zwischenprüfungen im Semesterverlauf.

Bedingt durch die Corona-Pandemie waren ab dem Sommersemester 2020 Präsenz-Lehrveranstaltungen vollständig unmöglich geworden. Damit mussten digitale Elemente verwendet werden, um den Lehrbetrieb überhaupt aufrechterhalten zu können und in sehr kurzer Zeit eine Umstellung des Lehrbetriebs von einer Verwendung von Tafel und Overheadprojektoren/Beamer hin zu einer vollständig digitalen Inhaltsvermittlung erfolgen. Es ist bis heute eine erstaunliche Feststellung, dass aus dem Vor-Corona-Niveau innerhalb weniger Wochen, trotz sicherlich erheblicher Umstellungsschwierigkeiten, ein Lehrangebot zur Verfügung gestellt werden konnte.

Diese Feststellung, die uns heute im Wesentlichen selbstverständlich vorkommt, enthält in wenigen Worten eine ungeheure Leistung der Lehrenden an den Hochschulen in

Deutschland. Dieser Umstellungsprozess ist eine einmalige, massiv umwälzende Situation gewesen. Dabei sind an vielen Stellen nur einfache digitale Medien zum Einsatz gekommen. Beginnend mit vertonten PowerPoint Präsentationen über einfache Vorlesungsvideos, die asynchron ausgestrahlt wurden, bis hin zu vollsynchronen digitalen Vorlesungskonzepten, wurde jede Form des Einsatzes digitaler Medien erprobt. Dabei sind auch zahlreiche wirklich neuer Ideen und die Einführung wahrhaft innovativer Lehr-/Lernformen zu beobachten gewesen. Allerdings nutzte dieses Emergency Remote Teaching oftmals nicht die durch die Digitalisierung möglichen Potenziale, sondern es wurden beispielsweise Vorlesungen – 90 Minuten Input durch die Lehrenden – nicht mehr im Hörsaal gehalten, sondern per Videokonferenz live gesendet; weiterhin ohne wirkliche Interaktionsmöglichkeiten der Studierenden.

Am Ende des Sommersemesters 2020 stellte sich dann mit Blick auf die Prüfungsperiode die Erkenntnis ein, dass bei der notwendigen Durchführung digitaler Prüfungen kolossale Defizite auftraten (siehe dazu [das HFD-Dossier „Digitale Prüfungen“](#)). Dies betraf Fragen der Rechtssicherheit und der normalen Leistungskontrolle ebenso wie Probleme mit fundamentalen Ausstattungsfragen wie einem hinreichend leistungsfähigen Internet an den Hochschulen oder bei den Studierenden daheim. An dieser Stelle zeigte sich, dass der Digitalisierungsschritt an den Hochschulen nicht losgelöst von der Gesamtdigitalisierungssituation in Deutschland gesehen werden kann und Gleichstellungsfragen auch soziale und strukturelle Räume berührt. Hier stellt sich sogar die Frage, inwieweit das Studium durch die Digitalisierung sogar an Barrierefreiheit einbüßt, sind doch nun technische Anforderungen an Hard- und Software durch die Studierenden zu erfüllen.

In den folgenden Semestern, die noch massiv durch die Corona-Pandemie geprägt waren, waren die Lehrenden an den deutschen Hochschulen bereits weitgehend mit dem digitalen Betrieb vertraut. Anfangsschwierigkeiten wirkten überwunden und viele hatten die für sie passenden Formate für die Erzeugung digitaler Unterrichtsstrukturen gefunden. Dabei entstand ein zunehmend professionellerer Umgang mit digitalisierten Medien. Es zeigte sich aber auch, dass die meisten Lehrenden über den Status einer digitalen Umsetzung klassischer Vorlesungen in Form von Lehrvideos nicht hinauszugehen gedachten. Die Zahl der wirklich innovativen Formate, die die Chancen dieser beginnenden Digitalisierung zu nutzen gedachten, blieb überschaubar.

Mit der Rückkehr in den Präsenzbetrieb begann auch eine zunehmend wachsende Diskussion über den Erhalt digitaler Komponenten in der Lehre. Auch der vielfache Wunsch nach einer Rückkehr zum vorherigen Status wurde vernehmlich. Es zeigte sich an dieser Stelle eine klassische Zweiteilung des Lehrbetriebs: Während auf der einen Seite Kolleginnen und Kollegen einfach die bereits im vorangegangenen Wintersemester erzeugten Videos wieder ins Netz stellten, bemühten sich andere darum, erste echte Hybridformate zu generieren.

An dieser Stelle zeigt sich der Bedarf, der an deutschen Hochschulen zurzeit vorliegt: Es müssen sowohl die technischen als auch die didaktischen und organisatorischen Voraussetzungen geschaffen werden, die einen sinnvollen Einsatz digitaler Elemente in der Hochschullehre ermöglichen. Das ist auch, aber nicht ausschließlich eine Ressourcenfrage. Das dafür nötige Mindset beginnt aber ganz unabhängig davon bei den Lehrenden selbst.

Perspektiven von Studierenden

Notiz: Dieser Text beruht auf den persönlichen Erfahrungen von Studierenden der AG und wurde in Workshops mit weiteren Studierenden entwickelt.

Eine einheitliche Perspektive von Studierenden auf die Digitalisierung im Lehren und Lernen des Maschinenbaus der Zukunft ist nicht einfach zu finden. Im Austausch mit studentischen Vertreter:innen von Hochschulen aus ganz Deutschland haben wir festgestellt, dass sowohl die Studierenden als auch die Studiengänge des Faches Maschinenbau an den unterschiedlichen Hochschulen Deutschlands sich teilweise stark voneinander unterscheiden. Darum können und wollen wir kein perfektes Standard-Modell für digitale Lehr- und Lernkonzepte fordern. Viel wichtiger scheint es, auf die Vielfalt der Möglichkeiten aufmerksam zu machen, die die Digitalisierung im Bereich der Lehre bietet. Ebenso sollten Hochschullehrende dazu ermutigt werden, sich über diese zu informieren, sie für sich zu adaptieren und erfolgreich zu nutzen. Den ersten Schritt haben Sie mit der Betrachtung dieser Handreichung erfüllt.

Viele Studiengänge haben augenscheinlich gemein, eine große Anzahl an Pflichtveranstaltungen in ihrer Studienordnung verankert zu haben. Besonders hier zeigt sich eine große Chance, erprobte Lehr- und Lernkonzepte mit digitalen Angeboten zu verknüpfen und so die Diversität der Studierendenschaft auch in der Lehre abzubilden und zu fördern.

Im Austausch mit studentischen Vertreter:innen in hochschulischen Gremien und anderen Arbeitsgruppen mit Hochschullehrenden hat sich gezeigt, dass bei der Weiterentwicklung des Studienganges häufig Frustration auf beiden Seiten auftritt. Es entsteht der Eindruck, dass Lehrende gerne Inhalte lehren möchten, die zu den ihnen bekannten Lehrmethoden passen, während sich viele Studierende Lehrinhalte wünschen, die die Möglichkeiten der Digitalisierung anerkennen und nutzen. Dies würde allerdings auch die Nutzung neuer Lehr- und Prüfungsformen bedingen. Die studierenden Mitglieder der für diese Handreichung verantwortlichen Arbeitsgruppe zeigen sich überzeugt, dass die erfolgreiche Adaption und Nutzung neuartiger, digitaler Lehrkonzepte eine kontinuierliche, konstruktive und iterative Zusammenarbeit von Studierenden und Lehrenden erfordert. Um Veranstaltungen mit jeder Iteration verbessern zu können, bedarf es in ihren Augen einerseits eines Evaluierungskonzeptes, welches Vorschläge und wertschätzende Kritik aus der Studierendenschaft ermöglicht und andererseits der Bereitschaft von professoraler Seite, auf diese auch einzugehen.

Auch hier muss festgehalten werden, dass auch klassische Lehrformate nicht zwingend als veraltet oder nicht-kompetenzorientiert wahrgenommen werden können. Auch Vorlesungen werden regelmäßig sehr gut evaluiert und subjektiv als sinnstiftend empfunden, sofern ein Mehrwert für die eigene Kompetenzentwicklung erkannt werden kann. Oft kommt es hier auf Nuancen an, die den Unterschied zwischen gut-aufgenommener und schlecht-empfundener Lehre machen können. Es ist deshalb unabdingbar, die eigenen Veranstaltungen im Kontext des Studierendenalltags zu verstehen. Vor allem in der Nachbetrachtung der Corona-Pandemie werden z. B. Lehrveranstaltungen als strukturierende Elemente im Alltag verstanden, deren Wegfall schwerwiegende Folgen für das Privatleben und die mentale Gesundheit von Studierenden haben kann (siehe dazu die [Stellungnahme der Psychotherapeutischen Beratungsstelle für Studierende \(PBS\) des Studierendenwerkes Karlsruhe von Juni 2023](#)). Die Bedeutung von Veranstaltungen für

Studierende als Individuen kann die eigentliche Wissensvermittlung und Kompetenzentwicklung deutlich übersteigen. Änderungen in den Formaten haben deshalb immer auch eine Wechselwirkung mit dem Alltag der Studierenden.

Aus Sicht der Studierendenschaft befinden sich ein Großteil der Lehrveranstaltungen und dazugehörigen Prüfungen des Fachbereiches Maschinenbau noch in ihren digitalen Kinderschuhen. Der Großteil der aktuellen und vermutlich auch zukünftigen Studierendenschaft hat die digitale Welt, in der heute alle gemeinsam leben, von Kindesbeinen auf erlebt. Daher ist es ein großes Anliegen, diese auch in das Studium integriert zu wissen. Ebenso groß ist aber auch die Bereitschaft der Studierenden, mit ihren Lehrenden in den Austausch über digitale Lehre zu gehen. Die sich daraus ergebenden Potenziale ließen sich dann besonders gut ausschöpfen, wenn eine Zusammenarbeit auf Augenhöhe stattfindet und auch die andere Seite Bereitschaft und Begeisterung zeigte, in die digitale Welt und damit den Lebensraum der Studierendenschaft einzutauchen. Studierende sehen Digitalisierung nicht nur als Chance zur Modernisierung von Kommunikationskanälen, sondern ebenso als Chance zur schrittweisen Erprobung neuer Denk-, Lehr- und Lernansätze. Vor allem in Anbetracht der stark fallenden Einschreibezahlen ist jetzt der beste Zeitpunkt, um diese Veränderungen anzugehen.

Aus Studierendensicht ergeben sich mit der Einführung digitalisierter Lehre viele Potenziale, die in den vorangegangenen Abschnitten schon ausführlich betrachtet wurden. Eine Angst, die uns in der Diskussion mit Mitstudierenden, eigenen Lehrenden und letztlich auch in der Arbeitsgruppe kommuniziert wurde, möchten wir speziell adressieren: Die Angst vor Fehlern bei der Implementierung neuer Lehrkonzepte.

Die Digitalisierung im Maschinenbau-Studium bringt dabei doch viele Möglichkeiten für Lehrende und Lernende, näher zusammenzurücken und gemeinsam das Studium zukunftssicher, kompetenzorientiert und nachhaltig zu gestalten. Unser Wunsch für Lehrende ist deshalb, sich mit einer digitalen Lernumgebung zu befassen und auf den Einzelfall angepasst zu evaluieren, inwiefern Elemente oder ganze Veranstaltungskonzepte für die eigenen Lehrinhalte angewendet werden können. Für uns ist es wichtig, nochmals zu betonen, dass niemand aus der Studierendenschaft erwartet, dass eine neue und innovative Veranstaltung beim ersten Durchlauf komplett reibungslos verläuft. Wir verstehen, dass auch Lehrveranstaltungen kontinuierlich verbessert werden müssen, um auf die lokalen Gegebenheiten von Lehrenden, Instituten und Hochschulen angepasst zu werden. Allerdings ist eine der grundlegenden Bedingungen für das Verständnis der Studierenden eine Begegnung auf Augenhöhe: Wenn Feedback erwartet wird, dann muss die Bereitschaft fürs Dazulernen auf Seiten von Lehrenden und Lernenden gegeben sein. Entscheidungen müssen transparent gestaltet werden, (Gegen-)Vorschläge zur Verbesserung der Veranstaltung ernsthaft geprüft und gesammelt werden. Dabei gilt es immer zu beachten, dass diese Rückmeldung immer subjektiv sind und als Einzelmeinung die Meinung der Studierenden nicht vollumfänglich repräsentieren können.

Eine Chance der Digitalisierung ist es, mit weniger Aufwand mehr verschiedene Lerntypen adressieren zu können. Beschränken Sie sich bei der Umsetzung von digitalen Lehrkonzepten also nicht auf einen Modus, sondern nutzen Sie bereits investierte Ressourcen als Zusatzchance für die Wissensvermittlung, z. B. indem Live-Vorlesung und Aufzeichnungen parallel zu kurzen Erklär-Videos bestehen bleiben können. Nutzen Sie die digitalen Möglichkeiten, um den wiederkehrenden Aufwand nachhaltig zu reduzieren und genau die wiederkehrenden Angebote festzuhalten, die für die Studierenden den meisten

Mehrwert bringen. Gestalten Sie mit ersten Schritten bisherige *klassische* Formate interaktiver, z. B. durch Quiz in der Vorlesung. Schaffen Sie für Ihre favorisierten Formate klare Benefits, die einen Mehrwert für Studierende darstellen und so die Studierenden motivieren, diese Formate wahrzunehmen.

Letztlich ist das Wichtigste, dass aus Fehlern und negativem Feedback gelernt wird. Oft wird Kritik an neuartigen digitalen Werkzeugen als Fundamentalkritik am System aufgenommen. Aus eigener Erfahrung aus vielen Gesprächen mit den Studierenden des Maschinenwesens aus ganz Deutschland können wir wiedergeben, dass häufig eher die Umsetzung und der Umgang mit den neu erprobten Werkzeugen kritisiert wird. Dies wird vor allem dann hoch emotional, wenn es z. B. um Prüfungsleistungen geht. Wir möchten uns aus der studentischen Perspektive klar für ein emphatisches Verhältnis zwischen Lehrenden und Lernenden einsetzen. Behalten Sie bei der Einführung neuer Werkzeuge und Vorlesungskonzepte im Hinterkopf, welche Auswirkungen diese auf (verschiedene) Studierende hat, welche Konsequenzen sich für die Studierenden ergeben und letztlich auch, welche Erwartungen auf Seiten der Studierenden bei einem derartigen Systemwechsel geweckt werden. Treten Sie mit ihnen in Dialog und versuchen Sie, genau diese Fragen zu klären.

Wir blicken zuversichtlich in die Zukunft, denn letztlich zeigt uns die Bereitschaft, sich mit dieser Handreichung auseinanderzusetzen, auch die Bereitschaft für eine Veränderung der Lehre im Maschinenbau auf Seiten der Lesenden. Und wir sind der absoluten Überzeugung, dass engagierte Lehrende und Lernende im Maschinenbau ein gemeinsames Ziel haben: Die Faszination und die Begeisterung für Technik, Forschung und Entwicklung in aktuellen, aber auch in künftigen Generationen nachhaltig zu wecken, zu fördern und zu festigen.

VI. Fazit und Ausblick

Die vorliegende Handreichung hat den Versuch gewagt, darzustellen, wie facettenreich, gewinnbringend, aber auch herausfordernd eine hochwertige und digital angereicherte Lehre, in deren Zentrum die Studierenden und ihre Kompetenzen und individuellen Lern- und Professionalisierungsprozesse stehen, sein kann. Die Überlegungen haben jedoch auch angedeutet, dass die Digitalisierung nicht immer disruptive Veränderungen von tradierten und nach wie vor funktionalen Lehrformaten – wie Vorlesungen, Übungen, Tutorien oder auch Projekte – bedeuten kann. In erster Linie geht es darum, zu überlegen ob und wenn ja, wo digitale Möglichkeiten die Kompetenzentwicklung unserer Studierenden verbessern können, sei es in der Nutzung von digitalen Features wie Feedback-Tools, Videos, ... oder auch konzeptionell, so dass ein elaboriertes Wissen und Verstehen und dessen realitätsnahe Anwendung auch über Grenzen bisheriger Lehrformate hinweg besser gelingt. Die zahlreichen obigen Beispiele haben gezeigt: Es geht! Digitale Features unterstützen und bereichern die Kompetenzentwicklung in bestehenden und neuen Formaten an, sie eröffnen Chancen, Gutes besser zu machen und anderes weiterzuentwickeln oder in Teilen Lehre auch konsequent neu zu denken. Hierfür sind bei Lehrenden neue Expertisen, Kompetenzen, aber auch didaktische, methodische und mediale Ideen notwendig. Dies ist ein eigenständiger persönlicher Entwicklungsraum, der explizit durch Hochschulen adressiert werden muss. Ansätze wie beispielsweise der *TUM Learning Professional* setzen genau hier an. Grundidee ist, die hochschulische Lehre professionell weiterzuentwickeln, aber auch den Learning Professional als eigenständigen Karrierepfad in der Hochschullandschaft zu begreifen. Thematisch reicht das Angebot von der Entwicklung zukunftsorientierter Qualifizierungsprofile, der Ausgestaltung konsistenter Curricula, bis hin zur Konzeption innovativer (digitaler) Lehr- und Lernangebote sowie (absehbar) der Gestaltung und Umsetzung kompetenzorientierter Prüfungsformate.

Ständige Weiterentwicklung der Lehre und deren Anpassung an Rahmenbedingungen, Markterfordernisse und Zielgruppe sind Grundlagen guter Lehre. Individuelles, anonymes Feedback kann dabei durch die Nutzung elektronischer Tools in Echtzeit eingeholt werden. Auf Basis der Ergebnisse kann die Lehrperson ggfs. direkt reagieren. Eine weitere anonymisierte Befragungsform ist die Nutzung von *teaching assistant polls*, in denen eine neutrale Person in Zwiesprache mit den Studierenden tritt und die Ergebnisse aufbereitet an die Lehrperson weitergibt. Hier kann ein detaillierteres Feedback eingeholt werden.

Gute Lehre ist die Basis guter Forschung. Dabei sind beide Bereiche in ständiger Wechselwirkung und befruchten sich gegenseitig. Daher ist es wichtig, die Lehre an aktuelle Erfordernisse anzupassen, sowohl inhaltlich als auch methodisch. Etwa spielt auch der über ein Lehrendenleben hinweg wachsende Altersabstand zur Zielgruppe eine Rolle. Die eigene Studienerfahrung der Lehrenden lässt sich nicht nur inhaltlich, sondern insbesondere methodisch nicht einfach auf die Zielgruppe der aktuellen Studierenden übertragen. Deshalb ist ein konstruktiver Dialog der Lehrenden mit den Lernenden unentbehrlich, um die Bedürfnisse und Erwartungen der Lernenden an die Lehrmethoden in die Erfahrungswelt der Lehrenden zu übertragen. Hier ist wie beim interdisziplinären Austausch *Übersetzungsarbeit* zu leisten. Die Hochschule als Gemeinschaft ist daher gefragt, die Bedürfnisse der Zielgruppe immer wieder in den Kontext einzubeziehen und einzubinden. Dabei geht es um eine echte lernende Organisation, in der auch Freiräume

für kreative neue Formate und Herangehensweisen ermöglicht werden. Dazu können die o. g. Werkzeuge genutzt werden. Die so stetig weiterentwickelte Lehre macht das Fach über zeitgemäße Vermittlungsformate auch attraktiver für die Zielgruppe.

Insgesamt bleibt also festzustellen, dass diese Handreichung eine Bestärkung sein will für die, die sich schon auf den Weg gemacht haben. Sie kann aber auch ein Startschuss für jene sein, die bisher eher zurückhaltend reagiert haben. Aber insbesondere soll sie auch unseren Studierenden zeigen: Eine hochwertige und innovative Lehre sowie der Lernerfolg der Studierenden ist an unseren Hochschulen neben Forschung ebenso ein bedeutsames Zukunftsthema. Die konsistente und konsequente Digitalisierung der Kompetenzentwicklung im Maschinenbau ist eine Zukunftsaufgabe, ein generativer Prozess, sie wird nie zu Ende sein, sie kann nie 100%ig erreicht werden. Es gilt jedoch zu beginnen in spezifischen Ansätzen und Prozessen, die alle Lehrenden selbst in der Hand haben: **Die eigene Lehre.**

Einzelnachweise

Barr, R. B. & Tagg, J. (1995). From Teaching to Learning: A New Paradigm for Undergraduate Education. *Change Magazine*, 27(6), S. 12–25.

Hutchings, P., & Shulman, L. S. (1999). The Scholarship of Teaching: New Elaborations, New Developments. *Change: The Magazine of Higher Learning*, 31(5), S. 10–15. doi:10.1080/00091389909604218

Ludwig Huber: Scholarship of Teaching and Learning: Konzept, Geschichte, Formen, Entwicklungsaufgaben. In: Ludwig Huber, Arne Pilniok, Rolf Sethe, Birgit Szczyrba, Michael Vogel (Hrsg.): *Forschendes Lehren im eigenen Fach: Scholarship of Teaching and Learning in Beispielen (= Blickpunkt Hochschuldidaktik. Band 125)*. Bertelsmann, Bielefeld 2014, ISBN 978-3-7639-5305-9, S. 19–36.

Stöver, E.; Remmers, B.; Schillinger, K.: „Lernort Digitale Umformtechnik – kontinuierliche agile Entwicklung einer Lehr-Lern-Umgebung“, in: Terkowsky, C.; May, Dominik; Frye, Silke; Haertel, Tobias; Ortelt, Tobias R.; Heix, Sabrina; Lensing, Karsten (Hg.), *Labore in der Hochschullehre – Didaktik, Digitalisierung, Organisation*, Bielefeld, wbv Media, 2020, S. 127-143.

<https://hochschulforumdigitalisierung.de/de/tags/audience-response-system>
(27.07.2023)

<https://deutsches-schulportal.de/schulkultur/marina-weisband-demokratiebildung-auf-keinen-fall-ein-fach-medienkompetenz/> (13.06.2023)

<https://hochschulforumdigitalisierung.de/de/dossiers/digitale-pruefungen>
(27.07.2023)

https://hochschulforumdigitalisierung.de/de/publikationen?keys=&field_jahr_list_value_selective%5B%5D=2019 (27.07.2023)

https://www.sw-ka.de/media/?file=7054_stellungnahme_pbs_juni_2023.pdf&download (27.07.2023)

<https://hochschulforumdigitalisierung.de/de/dossiers/data-literacy> (28.07.2023)

<https://hochschulforumdigitalisierung.de/de/dossiers/digitale-pruefungen>
(28.07.2023)

Impressum



Dieses Werk ist unter einer Creative Commons Lizenz vom Typ Namensnennung - Weitergabe unter gleichen Bedingungen 4.0 International zugänglich. Um eine Kopie dieser Lizenz einzusehen, konsultieren Sie <http://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/>. Von dieser Lizenz ausgenommen sind Organisationslogos sowie falls gekennzeichnet einzelne Bilder und Visualisierungen.

ISSN (Online) 2365-7081; 9. Jahrgang

Zitierhinweis

Arbeitsgruppe DiF-Maschinenbau: „Handreichung Maschinenbau“. Arbeitspapier Nr. 73. Berlin: Hochschulforum Digitalisierung.

Herausgeber

Geschäftsstelle Hochschulforum Digitalisierung beim Stifterverband für die Deutsche Wissenschaft e.V.

Hauptstadtbüro • Pariser Platz 6 • 10117 Berlin • T 030 322982-520

info@hochschulforumdigitalisierung.de

Redaktion

DiF-AG Maschinenbau

Uwe Reckzeh-Stein (HFD/HRK)

Verlag

Edition Stifterverband – Verwaltungsgesellschaft für Wissenschaftspflege mbH

Barkhovenallee 1 • 45239 Essen • T 0201 8401-0 • mail@stifterverband.de

Layout

Satz: Julia Rosche

Vorlage: TAU GmbH • Köpenicker Straße 154 A • 10997 Berlin

Das Hochschulforum Digitalisierung ist ein gemeinsames Projekt des Stifterverbandes, des CHE Centrums für Hochschulentwicklung und der Hochschulrektorenkonferenz. Förderer ist das Bundesministerium für Bildung und Forschung.

www.hochschulforumdigitalisierung.de