

Lehre in der Elektrotechnik

Thesen

- Ähnlich wie die **Mathematik**, die Physik oder der Maschinenbau ist die Elektrotechnik kein „Zuschauersport“. Elektrotechnik kann nur durch die eigenverantwortliche, **aktive Arbeit** an echten Problemen erlernt werden. Nur vom Zuschauen lernt man nicht wirklich, wie es geht, elektrotechnische Aufgaben zu lösen, genauso wenig wie man sich das Fahrradfahren oder Klavierspielen allein durch aufmerksame Beobachtung anderer zu eigen macht.
- Genau wie beim Radfahren oder Spielen eines Instruments muss man auch in der Elektrotechnik viel üben und trainieren, auch wenn das zunächst aufwendig und anstrengend ist. Diese Anstrengung lässt sich besser überstehen, wenn man sich als Student*in mit anderen Kommiliton*innen zu einer Lerngruppe zusammenfindet und gemeinsam über Aufgaben spricht, **Problemstellungen** diskutiert sowie über technische Sachverhalte nachdenkt und dazu passende Lösungen entwickelt. Gemeinsame, **kooperative Arbeit** ist essentiell für Studienerfolg und bleibende Motivation. Lernen ist ein sozialer Prozess.
- Eine entsprechende regelmäßige **Aktivierung der Studierenden** sowie eine Initiierung und Kultivierung von sozialen Gruppenlernprozessen sollte deshalb kontinuierliches **Ziel** jeder Lehrveranstaltung sein. Außerdem ist aus meiner Sicht wichtig, gleich zu Beginn des Studiums eine **Fragenkultur** zu etablieren, in der Studierende ständig die Möglichkeit haben und auch immer wieder ermuntert werden, fachliche Fragen zu stellen, auch anonym oder pseudonym. Genauso wichtig ist eine gesunde **Feedbackkultur**, die Studierenden regelmäßig eine zeitnahe und konstruktive Rückmeldung zu ihrem jeweiligen Lernstand ermöglicht.
- Rein frontale Lehrveranstaltungen können zu einer Verstehensillusion bei allen Beteiligten führen. Ein tieferes Verständnis ergibt sich erst durch die **eigenständige** und mehrfache Anwendung des theoretischen Wissens.
- Entsprechende Anwendungskompetenzen sind nicht lehrbar, sie können nur von den Studierenden selbst entwickelt werden. Die Lehrpersonen können dabei **unterstützen**, nach dem Motto „Ich kann es euch gern erklären, aber ich kann es nicht für euch verstehen.“

Welche Kompetenzen finden sich typischerweise in den Lernzielen?

In üblichen Grundlagenlehrveranstaltungen der Elektrotechnik lernen Studierende die Definition und Bedeutung wichtiger Fachbegriffe der Elektrotechnik kennen und können diese dann fachlich korrekt und souverän innerhalb der Fachsprache verwenden. Studierende erlangen außerdem einen Überblick über verschiedene Mess- und Berechnungsverfahren für elektrotechnische Systeme, z. B. für elektrische Netzwerke, die Voraussetzungen für deren Nutzbarkeit sowie über die jeweiligen Vor- und Nachteile bei der Anwendung.

Sie können fundiert entscheiden, welches Berechnungs-, Modellierungs-, Simulations- oder Messverfahren sich für welche Art von Netzwerk, Geräte, Baugruppe oder System je nach Zielstellung der Analyse eignet und die Verfahren strukturiert und effizient zur Lösung ingenieurwissenschaftlicher Probleme anwenden.

Typischerweise benötigen Studierende dafür relativ wenig formelles Fachwissen, jedoch sehr viel Anwendungskompetenz für verschieden komplexe Problemstellungen – man muss nicht viele Formeln wissen, diese aber auf viele verschiedene Sachverhalte anwenden können.

Neben den fachlichen Kompetenzen wie logisch schlussfolgern, berechnen, modellieren, simulieren, analysieren, abschätzen oder präzise messen benötigen die Studierenden auch noch eine Reihe außerfachlicher **Kompetenzen**. Dazu zählen insbesondere das strukturierte Lösen komplexer Problemstellungen durch eine Aufteilung eines komplexen Problems in mehrere kleine und jeweils einfachere Teilprobleme, die schriftliche Darstellung und **mündliche Präsentation** sowie Verteidigung eigener Ergebnisse, Zeit- und **Projektmanagement**, die Fähigkeit zur Zusammenarbeit in **interdisziplinären Teams** sowie eine Bereitschaft zur kontinuierlichen Weiterentwicklung und zum **lebenslangen Lernen**. An der Grenze zwischen fachlichen und außerfachlichen Kompetenzen stehen Data Literacy, die Fähigkeit zu programmieren, übliche Computerprogramme zur Problemlösung und -dokumentation zu nutzen sowie effizient nach relevanten Informationen zu suchen.

Wie werden diese Kompetenzen in der Lehre adressiert? Welche Lehrformen sind verbreitet?

Übliche Lehrveranstaltungen wie **Vorlesungen**, Übungen und Tutorien fokussieren sich sehr auf die fachlichen **Kompetenzen**. Außerfachliche Kompetenzen wie die Zusammenarbeit in Gruppen sowie ein rudimentäres **Zeitmanagement** werden meist nur in Laborpraktika benötigt, in denen die Studierenden auch erste Erfahrungen mit dem wissenschaftlichen Schreiben und der fachlich korrekten Präsentation und Verteidigung ihrer Ergebnisse sammeln können.

Darüber hinaus gibt es oft nur wenige **Projektseminare** oder **Forschungsprojekte**, in denen Studierende über einen längeren Zeitraum hinweg **eigenständig** allein oder in einer Kleingruppe an einer Herausforderung arbeiten und unter entsprechender **Betreuung** sowie mit regelmäßigem **konstruktiven Feedback** eine technisch sinnvolle Lösung entwickeln.

Spätestens bei den Abschlussarbeiten, also der Bachelor-, Master- oder Diplomarbeit sollen die Studierenden in der Lage sein, innerhalb einer vorgegebenen Frist eine Problemstellung aus einem Bereich des Studiums selbstständig mit aktuellen wissenschaftlichen Methoden und unter souveräner Nutzung vielfältiger Ressourcen wie wissenschaftlicher Literatur oder komplexen Rechenprogrammen zu bearbeiten. Das kann herausfordernd sein für die Studierenden, wenn diese Fähigkeiten bis dahin im Studium kaum adressiert wurden und viele Prüfungen sich darauf beschränkten, als Hilfsmittel einen Taschenrechner und eine gedruckte Formelsammlung zuzulassen.

Wie sehen typische Prüfungen aus?

Typische **Prüfungen** in der Elektrotechnik sind gerade zu Studienbeginn aufgrund der relativ großen Kohorten schriftliche Prüfungen, in denen die jeweils eigenständige Leistung der Studierenden geprüft werden soll. Um **Plagiate** und einen Austausch der Studierenden untereinander sowie mit Dritten auszuschließen, finden solche Prüfung meist in abgeschotteten Prüfungsräumen mit eingeschränkten Hilfsmitteln statt. Der Fokus liegt dabei klar auf fachlichen **Kompetenzen**. Außerfachliche Fähigkeiten, z. B. nach dem 4K-Modell wie Kommunikation, Kollaboration, Kreativität und kritisches Denken sind nicht Teil der Prüfung, obwohl diese im späteren Berufsleben nicht unerheblich sind. Ein Vorteil solcher schriftlicher Prüfungen ist nichtsdestotrotz die objektive **Bewertungsmöglichkeit**, die jedoch manchmal die Note in den

Vordergrund stellt und dabei das aus Studierendensicht so sinnvolle und notwendige **lernförderliche Feedback** in den Hintergrund treten lässt.

Bei kleineren Kohorten von weniger als etwa 20 Studierenden sind mündliche Prüfungen mit jeweils etwa 30 min bis 45 min Dauer üblich, zum Teil auch als etwas längere **Gruppenprüfung** mit mehreren Prüflingen gleichzeitig. Diese sind naturgemäß meist etwas mehr auf die Abfrage und die Diskussion von Fach- und Konzeptwissen und weniger auf die spezifische Demonstration von Rechenkompetenzen ausgelegt. Ein weiteres übliches Prüfungsformat sind schriftliche Protokolle von Laborpraktika, in denen Studierende zeigen sollen, dass sie ihre eigenen Ergebnisse nachvollziehbar und fachlich korrekt dokumentieren können.

Relativ unüblich in der Elektrotechnik und allgemein in den Ingenieurwissenschaften sind **alternative Lehr-, Lern- und Prüfungsformate** wie Service Learning oder **Projektlernangebote**, in denen auf **interdisziplinäre** Art und Weise Studierende verschiedener Fachrichtungen zusammenkommen und gemeinsam an praktischen Aufgabenstellungen arbeiten. Auch Prüfungsformate, die formelles und informelles Lernen sowie fachliche und außerfachliche Schlüsselkompetenzentwicklung geschickt miteinander kombinieren und in denen z. B. auch multimediale Inhalte (wie Podcasts oder **Videos**) als Prüfungsleistung erstellt werden, sind nicht weit verbreitet. Solche Formate sind aus meiner eigenen Erfahrung typischerweise nicht sehr komplex in der Umsetzung, aber sehr betreuungsintensiv und zeitaufwendig für die beteiligten Lehrpersonen, insbesondere wenn man den Studierenden auch zeitnahe und konstruktives Feedback geben möchte. Da dieser Zeitaufwand durch zu wenige Dauerstellen im akademische Mittelbau oft nicht realisiert werden kann und z. B. auch nicht durch die üblichen Deputatsregelungen abgedeckt wird, finden solche aus Studierendensicht immer wieder gut bewerteten Formate leider nur geringe Verbreitung.

Das Öffnen von schriftlichen Prüfungsformaten im Sinne von Open-Book- und Open-Web-Prüfungen habe ich an der Otto-von-Guericke-Universität in Magdeburg in den „Grundlagen der Elektrotechnik“ in verschiedenen Varianten durchgeführt, als Take-Home-Variante oder in Präsenz, siehe [Mag23]. Die Studierenden saßen dabei entweder zuhause, in einem Computerlabor oder im Hörsaal und konnten dabei stets digitale Endgeräte nutzen. Die Aufgabenbögen waren individualisiert, um übermäßige Kooperation zu unterbinden (es war die individuelle Kompetenz gefragt, zur Kollaboration und Kooperation gibt es andere Assessment-Formate, siehe z. B. Abschnitt 5.9). Die Lösungen wurden von den Studierenden handschriftlich geschrieben, am Ende abfotografiert und dann im Moodle hochgeladen. Die ganze Bewertung, Korrektur, Einsichtnahme und Archivierung fanden dann online statt. Zentrales Ergebnis dabei: Der Notenschnitt ändert sich kaum, wenn man bei ähnlichen Aufgaben und abgeprüften Kompetenzen bleibt und nur die Durchführungsform ändert. Außerdem zeigt sich, dass die Studierenden (leider) den ihnen optional zur Verfügung stehenden Computer nicht unbedingt als „sehr mächtigen

Taschenrechner“ mit Simulations- und Rechenwerkzeugen wie MATLAB, Octave oder LTspice, sondern „nur“ zur schnellen Suche im Skript, im Buch oder in Übungsmitschriften nutzen.

Eine weitere Frage bei nahezu allen alternativen und offenen Prüfungsformaten ist neben dem studentischen Austausch, Plagiaten und Contract Cheating mittlerweile auch die Nutzung von **KI-Werkzeugen** wie ChatGPT oder Gemini. Stand 2024 kann fast jede*r Student*in per KI-Webdienst eine brauchbare Lösung von Klausuren erzeugen, die perspektivisch auch immer besser wird. Verstanden haben muss man die Lösung am Ende trotzdem nicht. Die Frage bleibt, wie man Verständnis ohne Texterzeugung testen kann, was bisher einigermaßen gleichgesetzt wurde (bzw. in der Form, dass Texterzeugung als Proxy für Verständnis genutzt wurde). Mehr mündliche Prüfungen oder Projekte, die auf Handlungskompetenz zur Lösung von fachspezifischen Aufgabenstellungen setzen, wären eine Lösung. Dabei fällt mir stets das Zitat einer Lehrperson in einer Online-Diskussionsrunde zur studentischen KI-Nutzung ein: „Ich möchte ja gar nicht, dass die Studierenden einen Text oder eine Problemlösung aufschreiben. Ich möchte, dass sie das Thema verstanden und durchdrungen haben.“ Hier besteht in der nächsten Jahren sicher noch viel Handlungsbedarf, nicht nur „google-feste“ sondern auch „KI-feste“ Prüfungsformate oder entsprechende **Bewertungsschemata** zu entwickeln.

Persönliche Tipps und Good-Practice-Beispiele

In den folgenden Abschnitten beschreibe ich jeweils kurz eine Lehrkonzept oder eine Idee, die ich selbst an der Otto-von-Guericke-Universität in Magdeburg ausprobiert habe und die ich guten Gewissens und mit positiven Erfahrungen, auch aus Studierendensicht, weiterempfehlen kann.

Personalisierbare Aufgaben und anonymer Peer Review

Bei diesem **formativen** (also semesterbegleitenden) Assessmentformat bekommen alle Studierenden eine individuelle Aufgabe per E-Mail zugeschickt, können diese lösen und ihre Lösung über das Moodle zur Korrektur einreichen. Um den Korrekturaufwand für die Lehrenden zu senken, begutachten sich die Studierenden dann anhand einer ebenfalls personalisierten Musterlösung gegenseitig. Das ganze Verfahren läuft automatisiert ab und ist dadurch gut skalierbar. Gegenüber einfachen **Multiple-Choice-** oder Zahlenwert-und-Einheit-Aufgaben

lassen sich hier auch der Rechenweg und Ansatz gut bewerten. Es gibt auch ein **Video** [Mag19a], ist dem ich das Verfahren in fünf Minuten erkläre.

Aktivierung von Großgruppen mit Audience Response und Peer Instruction

Um eine große Kohorte von Studierenden in einem synchronen Lehrveranstaltungsformat wie einer **Vorlesung** oder einem Plenum zu aktivieren und zum Mitdenken anzuregen, nutze ich gern sogenanntes „**Audience Response**“, siehe auch [Mag17]. Dabei stelle ich eine **Single-Choice- oder Multiple-Choice-Frage**, welche die Studierenden dann per Smartphone beantworten sollen. Zur Umsetzung gibt es sehr viele verschiedene technische Möglichkeiten und Plattformen, die sich im Funktionsumfang, der Gestaltung, der einfachen Bedienbarkeit und auch Datenschutzaspekten unterscheiden. Als Lehrperson bekommt man so ein sehr gutes Gefühl, welche Inhalte und Konzepte von den Studierenden bereits gut verstanden wurden bzw. bei welchen es sich lohnt, noch mal etwas Zeit in eine weiterführende Erklärung zu investieren.

Ergänzt werden kann diese Methode durch sogenannte „Peer Instruction“ nach [Maz17]. Dabei löst man eine vom überwiegenden Teil der Studierenden falsch beantwortete Frage als Lehrperson nicht direkt auf, sondern bittet die Studierenden im Lehrveranstaltungsraum mit ihren jeweiligen Sitznachbar*innen über die Frage und ihre jeweiligen Antwort zu diskutieren. Die Studierenden, die im Idealfall unterschiedlicher Meinung über die richtige Antwort waren, sollen dabei argumentieren, warum sie ihre eigene Antwort für richtig und die jeweils andere für falsch halten. Nach einer kurzen Diskussionszeit von wenigen Minuten lässt man die Studierenden noch mal abstimmen und erhält meist ein deutlich besseres Resultat.

Grafisches Audience Response mittels „Wall“

Bei dieser Methode, die sich ebenfalls zur synchronen Aktivierung von großen Gruppen eignet, können alle Studierenden gemeinsam per Smartphone oder Tablet-PC auf die Projektionswand zeichnen und so grafisch Aufgaben bearbeiten, deren Lösung wir dann im Plenum diskutieren können [LM19]. Gegenüber klassischen Multiple-Choice-Fragen muss sich die Lehrperson die „falschen“ Antworten nicht ausdenken. Neben vielen richtigen Lösungen offenbaren die Studierenden nämlich auch typische Fehlverständnisse und Misskonzepte, die dann durch weitere Erklärungen aufgelöst und geklärt werden können.

Tägliches „dailyGETquiz“ bei Instagram

Um die vielen entwickelten Audience-Response-Quizfragen zu den „Grundlagen der Elektrotechnik“ auch asynchron nutzen zu können, habe ich diese alle im Moodle-Kurs unserer Lehrveranstaltung hinterlegt. Dort hat sich aber leider kaum ein*e Student*in damit beschäftigt, was auch an der umständlichen Bedienung der Plattform liegt. Deshalb betreibe ich seit Oktober 2020 einen Instagram-Kanal namens **dailyGETquiz**, auf dem ich täglich in den Stories ein öffentlich einsehbares Single-Choice-Quiz zu den „Grundlagen der Elektrotechnik“ (GET) poste und die Lösung in einer weiteren Story Slide kurz und allgemeinverständlich erkläre. Dem Charakter von Instagram entsprechend, gestaltete ich die Quiz- und Antwort-Slides mit passenden Fotos, Videos oder Grafiken. Vorteilhaft an dieser Plattform ist, dass die Quizze dort auftauchen, wo viele der Studierenden sowieso digital unterwegs sind.

Anwendung des Flipped Classroom für die Lehrveranstaltung „Analyse und Berechnung elektromechanischer Strukturen“

Die Idee des Flipped oder **Inverted Classroom** ist die Verlagerung der „Vorlesung“ bzw. der Phase der Wissensvermittlung zu den Studierenden nach Hause. Diese bereiten sich dann mit entsprechenden **Erklärvideos** zu den Vorlesungsinhalten und anderen **Selbstlernmaterialien** wie Skripten oder Büchern auf die Präsenzzeit an der Universität vor. Diese kostbare Präsenzphase kann dann für hochwertige und interaktivere Aktivitäten wie die Vertiefung der Inhalte, die Lösung von komplexeren Aufgaben, die Besprechung von anwendungsnahen Problemstellungen, etc. genutzt werden.

„Umgedrehte“ Video-Nachbesprechung einer Leistungskontrolle im E-Technik-Grundstudium

In Sinne des bereits im vorherigen Abschnitt beschriebenen **Flipped Classrooms** wurde die Nachbesprechung einer Zulassungsklausur bzw. einer schriftlichen Prüfung aufgezeichnet und den Studierenden als Video zur Verfügung gestellt [Mag19c]. Die Herausforderung dabei ist, die Antworten hinreichend genau zu erklären, ohne den Inhalt der Aufgaben direkt zu verraten, damit durch die Videos kein frei verfügbarer Aufgabenkatalog von Klausuraufgaben entsteht. Vorteilhaft ist, dass man wiederum kostbare Zeit für frontale Erklärungen in der Präsenzphase

spart, die Videos zeitnah nach einer Prüfung zur Verfügung stellen kann, die Studierenden sich die Videos individuell je nach Bedürfnis (auch mehrfach) anschauen können und anschließend viel besser vorbereitet an einer eventuellen Klausur- oder Prüfungseinsicht teilnehmen.

QR-Code-Papier zum automatischen Korrekturversand

Um den Studierenden eine schnellere Rückmeldung nach einer schriftlichen Prüfung zu ermöglichen, habe ich eine Klausurpapiervorlage entwickelt, die sich automatisiert erstellen und per E-Mail verschicken lässt [Mag18c]. Das Papier enthält am oberen Rand einen QR-Code mit der E-Mail-Adresse des jeweiligen Studierenden. Die Studierenden schreiben nun im Rahmen einer Prüfung handschriftlich ihre Lösung auf das Papier. Die Lösung wird danach ebenso handschriftlich kontrolliert. Dann werden die Papiere eingescannt, die E-Mail-Adressen extrahiert und die Korrektur per E-Mail an die*den jeweilige*n Student*in zurückgeschickt. So müssen die Studierenden nicht auf einen Termin zur Prüfungseinsicht warten, um ein **Feedback** zu ihrer Lösung zu bekommen.

HAITI-Methode

Wir setzen diese Methode, die auch als „**Think! Pair! Share!**“ oder „Ich-Du-Wir“ bekannt ist, in den Übungen zur Lehrveranstaltung „Grundlagen der Elektrotechnik“ ein. Ziel ist die Bildung von Lerngruppen und die bessere Vorbereitung der Studierenden vor den Übungsterminen. Die Abkürzung HAITI steht dabei für Hausaufgaben, die zunächst allein und dann im Team bearbeitet und deren verbleibende Unklarheiten schließlich wieder im Hörsaal oder Seminarraum besprochen werden [JUKH13]. Mit der Methode soll die Bildung von festen studentischen Lerngruppen optimiert und die **Selbstlernphase** der Studierenden zur Vorbereitung auf Rechenübungen verbessert werden.

Gruppenphase bei Zulassungsklausuren in den □Grundlagen der Elektrotechnik“

Um in schriftlichen Prüfungen nicht nur den individuellen Wissensstand und die zugehörigen **Kompetenzen** abzufragen, ergänzen wir diese zum Teil durch eine Gruppenphase, in der auch die technische Kommunikations- und Diskussionsfähigkeit der Studierenden geprüft wird [Mag18b]. Dazu werden die Studierenden nach der Individualphase der Prüfung oder

Leistungskontrolle und einer kurzen Verschnaufpause gebeten, sich in einer Gruppe von drei bis vier Personen zusammenzufinden, die im Idealfall der Lerngruppe entspricht. Die Studierenden bekommen dann ein weiteres Aufgabenblatt mit Aufgaben, die so gestaltet sind, dass sich diese relativ einfach korrigieren lassen (z. B. als MC-Fragen, als Zuordnungsaufgaben, als Wahr-oder-Falsch-Aufgaben, als Sortieraufgaben etc.). Diese Aufgaben dürfen und sollen die Studierenden dann als Gruppe bearbeiten und lösen. Entscheidend dabei ist, dass jede Gruppe nur ein Lösungsblatt bekommt, die Studierenden jeder Gruppe sich also auf eine gemeinsame Lösung einigen müssen.

Twitter Challenge zu den Grundlagen der Elektrotechnik

Zur Aktivierung der Studierenden in der semesterfreien Zeit haben wir schon mehrfach eine Art „Elektrotechnik-Olympiade“ über das soziale Netzwerk X (vormals Twitter) durchgeführt [Mag18d]. Teilnahmeberechtigt waren dabei alle Studierenden der Fakultät, die noch nicht die Prüfung in den „Grundlagen der Elektrotechnik“ bestanden haben. Wir stellten die Fragen öffentlich, die Studierenden antworten ebenso öffentlich durch einen Kommentar oder „Retweet“. Die Aufgaben waren dabei meist recht knifflig oder nur mit kreativen Ansätzen, und nicht ganz offensichtlich und trivial zu lösen. Zur Motivation gab es kleine Sachpreise, die von Firmen gesponsert wurden.

Projektseminar Elektrotechnik/Informationstechnik

Ein weiteres schönes Beispiel für eine „digital erweiterte **Projektlehre**“ ist unser Projektseminar Elektrotechnik/Informationstechnik an der Otto-von-Guericke-Universität (OVGU) in Magdeburg, das umgangssprachlich als **LEGO-Praktikum** bekannt ist und jährlich am Ende des Wintersemesters stattfindet. Studierende sollen das Programmieren in MATLAB lernen und bekommen dazu als Vehikel einen LEGO-Kasten mit programmierbaren Motoren und Sensoren. In kleinen Gruppen konzipieren, entwickeln, bauen und programmieren die Studierenden dann Roboter oder Maschinen, die irgendeine mehr oder weniger sinnvolle Aufgabe erledigen [MS23]. Der gruppenübergreifende Austausch darüber erfolgt über pseudonyme Accounts in den sozialen Medien (meist Instagram) und macht die studentischen Ergebnisse damit auch für einen größeren Kreis sichtbar. Studierende entwickeln im Seminar **außerfachliche Kompetenzen** wie Zeit- und **Projektmanagement**. Sie üben außerdem in Kick-Off-, Zwischen- und **Abschlusspräsentationen** das Darstellen und Verteidigen der eigenen Ergebnisse vor einer größeren Gruppe. Die Abschlusspräsentationen werden als Live-Stream im Internet übertragen sowie als Aufzeichnung bei YouTube veröffentlicht, und sind somit auch für Außenstehende wie

Freunde und Familienmitglieder sichtbar. Am Ende des LEGO-Praktikums entwickeln die Studierenden auch erste Kompetenzen im wissenschaftlichen Schreiben, weil sie die zentralen Ergebnisse ihres Projekt als kurze drei- bis vierseitige Paper festhalten, die über das Open-Journal-System der OVGU veröffentlicht werden [MSG18].

Prüfungsaufgaben-Brainstorming

Auch eine gute Tradition am Ende der zweisemestrigen Lehrveranstaltung „Grundlagen der Elektrotechnik“ ist ein munteres Prüfungsaufgaben-Brainstorming. Die Studierenden im Hörsaal finden sich dabei in kleinen Gruppen zusammen, denken sich jeweils eine Prüfungsaufgabe aus und erstellen die dazu passende Musterlösung. Dann stellt jede Gruppe ihre entwickelte Aufgabe und die Lösung als kurzen Pitch im Plenum vor. Natürlich darf es die Aufgabe so oder so ähnlich noch nicht im Übungsheft geben. Außerdem sollte die Aufgabe ungefähr zehn einzeln bewertbare Herleitungs-, Umformungs- oder Rechenschritte beinhalten, die nicht immer wieder die gleichen sein sollten. Schaffen es die Studierenden insgesamt eine gewisse Menge (je nach Anzahl der Studierenden und möglichen Kleingruppen) solcher Aufgaben zu erzeugen, ist dann eine der Aufgaben auch ein Teil der Prüfung. Zum Sammeln der (Zwischen-)Ergebnisse über die Grenzen der Kleingruppen hinweg, lege ich z. B. ein Padlet als Online-Pinnwand an. Beim **Entwickeln von passenden Prüfungsaufgaben** schulen die Studierenden relativ „hohe“ **Bloom-Kompetenzen** wie Analysieren, Synthetisieren und Evaluieren. Außerdem wächst natürlich der Katalog möglicher Prüfungsaufgaben für die Zusammenstellung randomisierter Prüfungsbögen.

Literatur

[CSMMT20] Cleyenen, Olivier; Santa-Maria, Germán; Magdowski, Mathias; Thévenin, Dominique (2020): *Peer-graded individualized student homework in a single-instructor undergraduate engineering course*. In: *Research in Learning Technology* 28 (2020), Mai. [DOI 10.25304/rlt.v28.2339](https://doi.org/10.25304/rlt.v28.2339).

[JUKH13] Junige, Marcel; Umlauf, Timon; Kietz, Doreen; Heinze, Isabel (2013): *Die HAITI-Methode – Unterstützung der Selbstlernphasen Studierender zur Vorbereitung von Rechenübungen*. In: HDS.Forum Lehre 2013. Zittau: Hochschuldidaktisches Zentrum Sachsen.

[LM19] Loviscach, Jörn; Magdowski, Mathias (2019): *Audience Response durch Zeichnen statt Clickern –*

Ein webbasiertes System zum kollaborativen grafischen Lösen von Aufgaben. In: Robra-Bissantz, Susanne (Hrsg.); Bott, Oliver J. (Hrsg.); Kleinfeld, Norbert (Hrsg.); Neu, Kevin (Hrsg.); Zickwolf, Katharina (Hrsg.): Teaching Trends 2018 – Die Präsenzhochschule und die digitale Transformation. Waxmann Verlag GmbH, Münster.

[Mag17] Magdowski, Mathias (2017): *Erfahrungen mit Classroom Voting via Eval.uni*. Version: Januar 2017.

[Mag18a] Magdowski, Mathias (2018): *#digiPH eLecture: Personalisierbare Aufgaben & anonymer Peer Review*. In: Online-Tagung | #digiPH – Hochschule digital.innovativ. Pädagogische Hochschule Burgenland, Eisenstadt, Österreich: Virtuelle Pädagogische Hochschule.

[Mag18b] Magdowski, Mathias (2018): *Gruppenphase bei Zulassungsklausuren in den Grundlagen der Elektrotechnik*. Version: Juni 2018.

[Mag18c] Magdowski, Mathias (2018): *QR-Code-Papier zum automatischen Korrekturversand*. In: Miglbauer, Marlene (Hrsg.); Kieberl, Lene (Hrsg.); Schmid, Stefan (Hrsg.): Hochschule digital.innovativ | #digiPH Tagungsband zur 1. Online-Tagung. Books on Demand GmbH, Norderstedt.

[Mag18d] Magdowski, Mathias (2018): *A Twitter Challenge in Electrical Engineering*. Version: November 2018.

[Mag19a] Magdowski, Mathias (2019): *Personalisierbare Aufgaben und anonymer Peer Review*. In: Lightning Talk zur Summer School des Hochschulforums Digitalisierung. Akademie Berlin-Schmöckwitz, Juli 2019.

[Mag19b] Magdowski, Mathias (2019): *Personalisierte Aufgaben und passende Musterlösungen zu den Grundlagen der Elektrotechnik automatisiert mit LaTeX, pgfplots und CircuitikZ erstellen*. In: Die TeXnische Komödie 31 (2019), Dezember, Nr. 4, 34–44.

[Mag19c] Magdowski, Mathias (2019): *Eine „umgedrehte“ Video-Nachbesprechung einer Leistungskontrolle im E-Technik-Grundstudium*. In: Pinkwart, Niels (Hrsg.); Konert, Johannes (Hrsg.): DELFI 2019. Bonn: Gesellschaft für Informatik e.V., 2019.

[Mag20a] Magdowski, Mathias (2020): *Personalisierbare Aufgaben und anonymer Peer Review in den Grundlagen der Elektrotechnik*. In: Marx, Konstanze (Hrsg.); Kiesendahl, Jana (Hrsg.); Borukhovich-Weis, Swantje (Hrsg.); Glawe, Pauline (Hrsg.); Hafer, Jörg (Hrsg.); Lisek, Grzegorz (Hrsg.); Kuhnhenh, Martha (Hrsg.); Schöner, Michael (Hrsg.); Gochermann, Ulrike (Hrsg.); Lisek, Kristina (Hrsg.): Greifswalder Beiträge zur Hochschullehre - Hochschullehre im digitalen Zeitalter. Universität Greifswald, BMBF-Projekt interStudies_2 (Qualitätspakt Lehre), Oktober 2020, 75-85

[Mag20b] Magdowski, Mathias (2020): *Personalisierbare Aufgaben und anonymer Peer Review mit*

Erklärvideos als Einreichung – Wie kann man Bulimielernen verhindern, kontinuierliche Mitarbeit fördern und zeitnahe sowie individuelle Rückmeldung ermöglichen? In: Ludwigs, Stefan (Hrsg.): So gelingt E-Learning! – Reader zum Higher Education Summit 2019. München: Pearson Deutschland GmbH, Juli 2020.

[Mag23] Magdowski, Mathias (2023): *Das Beste aus Online und Präsenz – Open-Book-Prüfungen mit handschriftlichen Lösungen und digitalem Bewertungsworkflow*. Version: November 2023.

[Maz17] Mazur, Eric; Kurz, Günther (Hrsg.); Harten, Ulrich (Hrsg.) (2017): *Peer Instruction: Interaktive Lehre praktisch umgesetzt*. Berlin, Heidelberg: Springer Spektrum, 2017. <http://dx.doi.org/10.1007/>

[MS23] Magdowski, Mathias; Schallschmidt, Thomas (2023): *Spannung, Spiel und was zum Programmieren!?* – Das „LEGO-Praktikum“ als gamifizierter Programmierkurs. In: Tagungsband zum 5. Symposium zur Hochschullehre in den MINT-Fächern. Technische Hochschule Nürnberg Georg Simon Ohm: BayZiel – Bayerisches Zentrum für Innovative Lehre, September 2023.

[MSG18] Magdowski, Mathias (Hrsg.); Schallschmidt, Thomas (Hrsg.); Gerlach, Thomas (Hrsg.) (2018): *LEGO-Praktikum. Entwickeln, programmieren, optimieren: Berichte der Studierenden zum Projektseminar Elektrotechnik/Informationstechnik*.

Autor*in

Dr.-Ing. Mathias Magdowski, Mitarbeiter am Lehrstuhl für Elektromagnetische Verträglichkeit der Otto-von-Guericke-Universität Magdeburg (OVGU). Arbeitsschwerpunkte: analytische und statistische Methoden zur Modellierung von EMV-Problemen sowie alternativen Lehr- und Lernmethoden. Lehrpreis-Gewinner der OVGU in 2018 und 2022. , mathiasmagdowski