

Konzeptentwicklung für die Hybridisierung der Grundlagenlabore der Elektrotechnik am Beispiel eines Laborversuches und unter Berücksichtigung der Sichtweise von Studierenden

Sergej Lamanov, Shk. Iheb Belaiba, Sebastian Azer, Matthias Haupt

Jade Hochschule, Fachbereich Ingenieurwissenschaften, Friedrich-Paffrath-Straße 101

Abstract

An der Jade Hochschule erlernen die Studierenden in den Grundlagenlaboren der Elektrotechnik den Umgang mit den wichtigsten Laborgeräten wie Signalgeneratoren und Oszilloskopen. Sie erstellen und analysieren Schaltungen und führen Fehlersuchen durch. Dabei verknüpfen die Lernenden die vorher erworbenen theoretischen Grundlagen mit der Praxis. Bisher wurden diese Versuche nur in reiner Präsenzform angeboten. Dies stellt i.a. eine hohe Eintrittshürde für die Studierenden dar, die vor allem mit der begrenzten Zeit, in der sie die Versuche durchführen sollen, überfordert sind. Daher werden in dem Projekt Futur. A virtuelle und Remote-Versuche für die Studierenden im Grundlagenstudium konzipiert. Allerdings fehlt es derzeit aufgrund häufig spezifischer Anforderungen aus technischer und didaktischer Sicht an konkreten Modellen für die Umsetzung digitaler Labore im ingenieurwissenschaftlichen Basisstudium. Die Umstellung der Grundlagenlabore auf hybride Lehrformate erfordert daher eine gründliche Analyse derzeitiger Präsenzlabore, um eine optimale technische Durchführung zu erzielen. Als Startpunkt wird durch eine angepasste Umfrage die Sichtweise der Studierenden berücksichtigt, die Aufschluss über die Bedürfnisse sowie Lernstrategien von Studierenden bei der Vorbereitung und Auswertung von Laborversuchen gibt. Darauf basierend beginnt die Konzipierung für die Transformation von Laborversuchen auf digitale Lehrformate. Hierbei werden einzelne Versuche im Hinblick auf Ablauf sowie eingesetzte Geräte untersucht, um eine Einschätzung zu erreichen, ob virtuelle oder hybride Umsetzungen möglich bzw. sinnvoll sind. Aus den Sicherheitsanforderungen wird auf einem eigenen Server eine eigenständige Versuchsoberfläche (für Simulationen und Fernzugriff) erstellt. Da ein Remote-Versuch nur von einer Person gleichzeitig bedient werden kann, bietet sich der Einsatz eines Buchungssystems mit Authentifizierungsschlüssel an. Die Umsetzung eines ersten Laborversuches „Messen im Drehstromnetz“ ergibt die Fragestellung, inwieweit Remote-Versuche bei der Vorbereitung sowie der Auswertung unterstützen können. Der Praxisbezug ist ein wichtiger Aspekt im Grundlagenstudium, der durch eine reine digitale Labordurchführung entfallen würde. Es wird daher mit der Planung eines hybriden Laborversuches begonnen, dessen Durchführung mehrere Schritte beinhaltet. Des Weiteren stellt sich die Frage bezüglich der „Messbarkeit“ von Lernerfolgen durch den Einsatz digitaler Laborversuche. Durch die analytische Untersuchung eines Experiments mit zwei Probanden-Gruppen aus dem Studierendenkreis können mögliche Potenziale für eine optimierte technische Umsetzung identifiziert werden.

Der vorliegende Beitrag beschreibt die Vorgehensweise bei der Konzeptentwicklung und Umsetzung hybrider Labore sowohl aus didaktischer als auch aus technischer Sicht. Die Ergebnisse der Studierendenbefragungen zum Themenkomplex hybride Laborversuche werden präsentiert.

1. Einleitung

Das Grundlagenlabor der Elektrotechnik verfügt über eine Vielzahl umfangreicher Laborversuche. Herkömmliche Lehrmethoden mit klassischen Laboranleitungen und Vor-Ort-Laborversuchen sind oft unzureichend, um die Studierenden auf die Laborversuche und die erforderlichen Fähigkeiten im Hauptstudium vorzubereiten. Digitale Lehrformate können hierbei eine Unterstützung bei der Vor- und Nachbereitung von Laborversuchen darstellen. Eine schrittweise Einführung der Studierenden in die Komplexität der Lehrinhalte durch die Hybridisierung der Elektrotechnik-Laborversuche ist das Ziel.

2. Sichtweise von Studierenden zu digitalen Lehrformaten

Um ein erfolgreiches Konzept zu erstellen, ist es unerlässlich die Wünsche und Perspektiven der Studierenden zu berücksichtigen. Insgesamt haben 40 Studierende an der Vorevaluation teilgenommen, wobei 18 von ihnen aus dem Studiengang Elektrotechnik stammen und die restlichen 22 aus den sogenannten 3M-Studiengängen: Maschinenbau, Medizintechnik und Meerestechnik. Im Folgenden werden die Ergebnisse der Umfrage präsentiert, die für die Entwicklung des Konzeptes relevant sind.

Die meisten befragten Studierenden haben eine technische Ausbildung und Erfahrungen beim Umgang mit elektrischen Laborgeräten. Es ist wichtig, sich auch an den Bedürfnissen und Fähigkeiten von Studierenden zu orientieren, die keinen technischen Hintergrund haben. Die Hybridisierung von Laborversuchen sollte so gestaltet werden, dass sie für alle Studierenden zugänglich ist, unabhängig von ihrem Hintergrund oder Vorerfahrung. Die grundlegenden Funktionen der Geräte sollten detaillierter erklärt werden.

Zu Beginn der Konzeptentwicklung wurden Überlegungen angestrebt, in welchem Format die virtuellen/hybriden Labore den Studierenden zur Verfügung gestellt werden sollten. Die Auswertung der Frage zur mög-

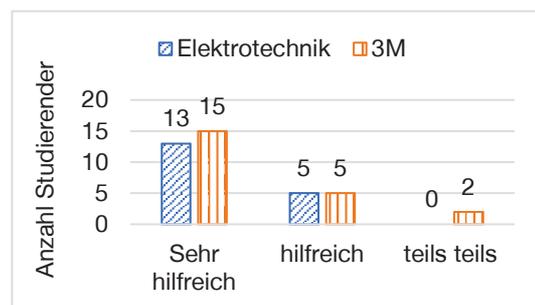
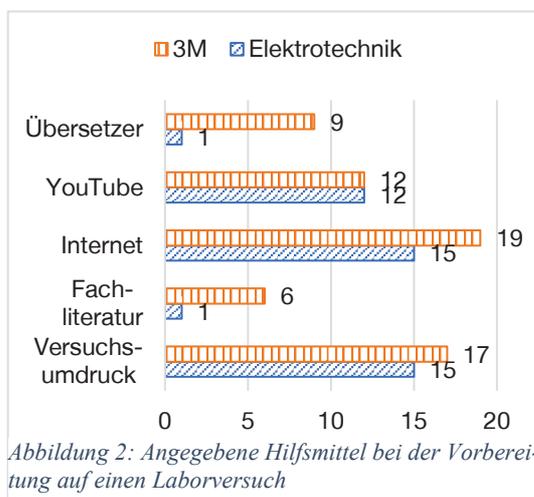


Abbildung 1: Wie hilfreich wäre eine Online-Lernplattform zur Vorbereitung auf Laborversuche?

lichen Nutzung einer Online-Lernplattform, in der die Studierenden die Möglichkeit hätten, Laborversuche durchzuführen, zeigt Abb. 1. Daraus ist ein Trend zu erkennen, dass die Studierenden solch eine Lernplattform zur Vorbereitung nutzen würden. Das Erstellen einer Online-Lernplattform hat viele Vorteile, unter anderem kann das Netzwerk

durch Bestandteile wie Lernvideos, Fragen-Quiz, Videokonferenzen, virtuelle Treffen etc. erweitert werden (Sturm & Rundnagel, 2021). Ebenso wurde bei der Umfrage das persönliche Lernverhalten von Studierenden berücksichtigt. Abb. 2 gibt einen Überblick darüber, welche Hilfsmittel sie benutzen, um sich auf praktische Laborversuche vorzubereiten. Durch persönlichen Austausch mit Studierenden wurde deutlich, dass sie bei der Vorbereitung nach Erklärungen für konkrete Aufgabenstellungen im Internet beispielsweise auf YouTube suchen. Um die Produktivität bei den Studierenden zu erhöhen kann die Unterstützung des Vorbereitungs-

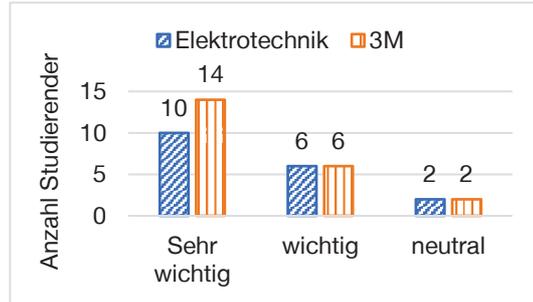


Abbildung 3: Wie wichtig finden Sie es, sich vor dem Labor einen Überblick über die Geräte zu verschaffen?

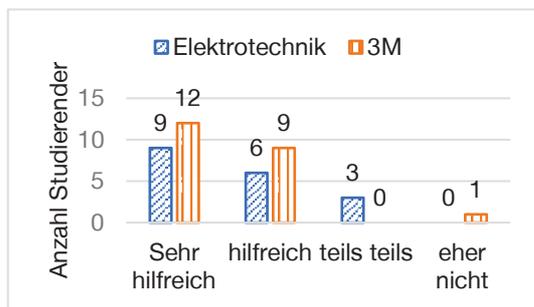


Abbildung 4: Experimentieren am Lernort mit Laborversuchen im Kleinformat

prozesses durch ein Lernvideo passend zu dem Labor erfolgen, in dem sowohl theoretische als auch praktische Aspekte erläutert werden (Sacher & Bauer, 2020). Viele Studierende erachten es außerdem als sinnvoll, sich vor dem Labortermin einen Überblick über die Messeinrichtung zu verschaffen (Abb. 3). Abschließende Selbsttests, z.B. in Form von Multiple-Choice-Quiz können das Verständnis technischer Zusammenhänge fördern (Borukhovich-Weis et al., 2021). Im

Grundlagenlabor der Jade Hochschule arbeiten die Studierenden in Gruppen von zwei bis drei Personen und eher selten in einer Vierergruppe zusammen. Dadurch kommt es häufig zu einer ungleichmäßigen Arbeitsverteilung. Manche Studierende trauen sich nicht am Laborequipment zu experimentieren und etwas auszuprobieren, da sie Angst davor haben, etwas falsch zu machen. Bruchmüller & Haug (2001) definieren das Grundlagenlabor als ein klassisches Anfängerpraktikum, das speziell empirischen Untersuchungen grundlegenden wissenschaftlichen Erkenntnissen dient. Insgesamt 30 von 40 Studierenden gaben an, dass sie bei der Labordurchführung im Sinne der erfolgreichen Kompetenz- und Erkenntnisgewinnung lieber alleine statt in einer Gruppe arbeiten würden. Diese Erkenntnis führte zu Überlegungen für den Aufbau eines s.g. Laborkoffers, der nahezu alle Versuche im Kleinformat beinhaltet und ausgeliehen werden kann. Die Mehrheit der Studierenden fand eine derartige Möglichkeit als hilfreich (Abb. 4). Damit können die Studierenden die Laborversuche auch an einem alternativen Lernort praktisch ausüben. Damit wird angenommen, dass sich die Studierenden damit effizienter auf Laborversuche vor Ort vorbereiten können.

3. Konzeptentwicklung und Serverstruktur

Insgesamt zehn Laborversuche müssen die Studierenden absolvieren, um das Grundlagenstudium an der Jade Hochschule erfolgreich abzuschließen. Nach Analyse bestehender Laborversuche konnten gleichartige Versuche zu Einem zusammengefasst werden. So wurden z.B. Laborversuche „Messen mit Oszilloskop“ und „Schaltungsanalyse“ zu einem Versuch 1 „Oszilloskop“ vereint. Hierbei werden beide Versuchsteile in einem Turn durchgeführt. Durch das neue Konzept kann der technische Aufwand für die Digitalisierung reduziert werden. In Abb. 5 ist eine Gegenüberstellung des klassischen und hybriden Konzeptes zur Vorbereitung auf die Laborversuche dargestellt.

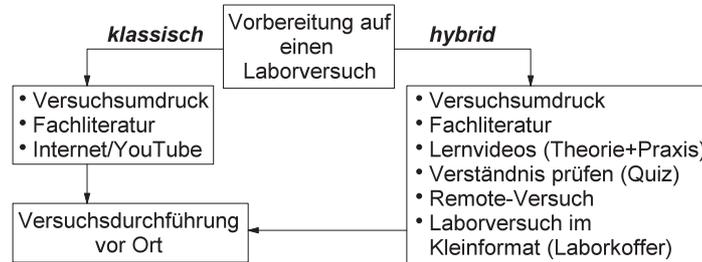


Abbildung 5: Gegenüberstellung des klassischen und hybriden Konzeptes zur Vorbereitung auf Laborversuche

Als Basis für die Hybridisierung aller Laborversuche soll am Beispiel des Versuches „Messen im Drehstromnetz“ das neue Konzept untersucht werden. Hierbei sollten Möglichkeiten identifiziert werden, um bei der bestehenden Lernplattform, den Inhalt sowie den Ablauf beim Remote-Versuch zu optimieren. Dafür bekommen die Studierenden im laufenden Sommersemester (2023) den Zugang zur Lernplattform, in der sie sich auf o.g. Laborversuch gemäß Abb. 5 vorbereiten können. Über den Moodle-Kurs können die Lernenden dazu ihr Feedback und Erfahrungen abgeben. Es laufen bereits Entwicklungen des Versuches im Kleinformat. Nach Fertigstellung soll das neue Konzept durch ein Experiment mit zwei Probandengruppen aus dem Studierendenkreis analytisch untersucht werden. Das Feedback sowie die Ergebnisse der Untersuchung sollen helfen, mögliche Optimierungen für technische Umsetzung zu identifizieren sowie den Lernerfolg „messbar“ zu machen.

Die im Labor der Jade Hochschule entwickelte Serverstruktur zeigt Abb. 6. Das Ziel der technischen Konzeptentwicklung ist es, Open-Source-Anwendungen zu verwenden. Für zahlreiche Hardware-Komponenten stehen ausgereifte Python-Bibliotheken zum Anbinden von http-Anfragen zur Verfügung.

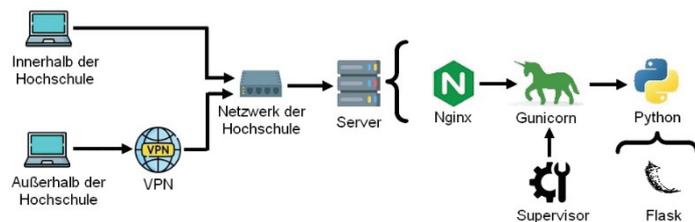


Abbildung 6: Netzwerk- und Serverstruktur

Zur Realisierung von Webseiten mit dynamischen Inhalten wurde JavaScript-Code geschrieben. Um die asynchronen Anfragen vom Webinterface an den Server zu leiten wurde das Ajax-Konzept benutzt. Beim Aufbau der lokalen Serverstruktur wurde ein Nginx-Webserver verwendet, da dieser erfahrungsgemäß gute Performance aufweist. Als Web-Server-Gateway-Interface (WSGI) wurde Gunicorn eingesetzt. Um die Überwachung von Gunicorn-Prozessen zu gewährleisten wurde ein s.g. Supervisor (Prozesssteuerungssystem) verwendet. Die Online-Plattform bietet den Zugang zu Laborversuchen, die webbasiert angesteuert werden. Vor der eigentlichen Versuchsdurchführung haben die Studierenden die Möglichkeit Lernvideos zur Theorie und Praxis anzuschauen und anschließend ihr Wissen mit einem Fragen-Quiz zu überprüfen. Da nur ein Studierender gleichzeitig an einem

Remote-Versuch teilnehmen kann, wurde ein System zur Generierung von Zugangsschlüsseln entwickelt, das über ein Dashboard für Informationsmanagement verwaltet wird. Das Dashboard ermöglicht außerdem die Organisation von weiteren Diensten wie der Erstellung von Fragen, der Bereitstellung von Hardware und dem Führen eines Logbuches.

Quellen

- Bruchmüller, H.-G. & Haug, A. (2001). Labordidaktik für Hochschulen. Eine Hinführung zum praxisorientierten Projekt-Labor. Alsbach/Bergstraße: Leuchtturm-Verlag.
- Sacher, M. D & Anna, B. B. (2020). Kompetenzförderung im Laborpraktikum. In C. Terkowsky, D. May, S. Frye, T. Haertel, T. R. Ortelt, S. Heix, K. Lensing (Hrsg.), *Labore in der Hochschullehre* (S. 51 – 66), doi:10.3278/6004804w
- Sturm, N & Rundnagel, H. (2021). Agiles Lernen digital gestützt: Die Methode *eduScrum* in der Hochschullehre, https://doi.org/10.1007/978-3-658-32849-8_32. In Hochschulforum Digitalisierung (Hrsg.), *Digitalisierung in Studium und Lehre gemeinsam gestalten* (S. 577 – 598). Stifterverband Berlin, Deutschland, <https://doi.org/10.1007/978-3-658-32849-8>
- Borukhovich-Weis, S., Gryl, I., Łaczkowska, E., Bulizek, B. (2021). Mobiles Lernen, Selbststeuerung und Gamification. Ergebnisse einer qualitativen Begleitstudie zu Chancen und Grenzen einer Inverted-Classroom-Veranstaltung in der Lehrer*innenprofessionalisierung. In Hochschulforum Digitalisierung (Hrsg.), *Digitalisierung in Studium und Lehre gemeinsam gestalten* (S. 475 – 505). Stifterverband Berlin, Deutschland, https://doi.org/10.1007/978-3-658-32849-8_27