

ELEFDIA - Elektrotechnik effizient und digital in Ilias lehren (und lernen) Abschlussbericht

Eberhard Waffenschmidt und Johanna May
Technische Hochschule Köln
Vers. 1.0, 18.3.2022

1. Kurzbeschreibung

In ELEFDIA soll ein Werkzeug entstehen, das es Dozenten in kurzer Zeit ermöglicht, eine Vielzahl von elektronischen Tests in ILIAS zu erzeugen. Bisher ist die Testerstellung in ILIAS aufgrund der zahlreichen Einstellmöglichkeiten zeitaufwendig und aus Dozentsicht fehleranfällig. Die Studierenden begrüßen bereits bestehende Tests und wünschen sich mehr davon. Im Vorhaben soll ein Werkzeug entwickelt werden, das es ermöglicht, Tests außerhalb von ILIAS in großer Anzahl zu generieren, um sie dann zu importieren. Dieses Werkzeug soll auch dazu dienen, Tests zu kreieren, die den Studierenden den Einstieg in die Schaltungssimulation ermöglichen. Durch das verbesserte Training mit automatisiertem Feedback werden die Studierenden bessere Chancen haben, auch in den ersten Semestern eine gute Prüfungsvorbereitung durchzuführen und die Kompetenzen effektiver und vertiefter zu erlernen. Das fertige Tool stellen die beiden Dozenten als OER zur Verfügung (Eberhard Waffenschmidt et al., 2021; Johanna Friederike May et al., 2021).

2. Durchgeführte Arbeiten

Laut Arbeitsplan wurden die im Folgenden beschriebenen Arbeiten durchgeführt.

2.1. Digitales Tool für Übungs- und Prüfungsaufgaben

Im Antrag war die folgende Aufgabe beschrieben:

„Diese Fellowship zielt zum einen darauf ab, den Studierenden ein digitales Tool zur Verfügung zu stellen, welches sie beim regelmäßigen Üben von Standardaufgaben unterstützt und direktes Feedback gibt. Damit sich eine Routine für die Studierenden einstellt, muss dieses Tool in der Lage sein, eine große Anzahl an Übungsaufgaben zur Verfügung zu stellen. Und damit Studierende nicht einfach Ergebnisse von Vorgängern übernehmen können, muss das Tool in der Lage sein, Parameter nach einem Zufallsprinzip zu variieren.“

Durchgeführte Arbeiten:

Die Lernplattform ILIAS, welche an der TH-Köln verwendet wird, stellt die Möglichkeit zur Verfügung, elektronische Tests und dazugehörige Aufgabenpools zu erstellen und zu nutzen. Dabei kann ein Test so konfiguriert werden, dass eine ausgewählte Anzahl Aufgaben zufällig für eine zu prüfende Person aus einem Fragenpool ausgewählt wird. Weiterhin können insbesondere Formelfragen mit zufälligen Zahlenwerten konfiguriert werden. Damit können den Studierenden individuelle Tests zur Verfügung gestellt werden. Solche Tests können für Prüfungen, aber auch für Praktika und zum Selbstlernen genutzt werden. Die Erstellung von Aufgabenpools insbesondere mit Formelfragen ist jedoch in ILIAS nur umständlich gelöst.

Daher wurde ein Tool in der Programmiersprache Python entwickelt, das die Erstellung solcher Fragepools stark vereinfacht und dem Dozenten eine weitaus bessere Übersicht über die erstellten Fragen ermöglicht. Bild 1 zeigt einen Teil der Benutzeroberfläche dieses Tools. Es beinhaltet insbesondere eine Schnittstelle zu einer Tabellenkalkulation (z.B. Microsoft Excel), sodass ein Fragenpool mit Hilfe einer Tabellenkalkulation erstellt und auf formelmäßige Richtigkeit vorgetestet werden kann. Die Benutzeroberfläche ermöglicht weiterhin die Generation von inhaltlich ähnlichen, aber im Detail unterschiedlichen Aufgaben. Dazu können Zahlenwerte oder Textbausteine definiert werden, die dann im Fragentext automatisch variiert werden können (nicht in Bild 1 dargestellt).

Das Tool hat außerdem die Möglichkeit, Prüfungen auszuwerten (siehe weiter unten). So ist eine Nachkorrektur von zunächst mehrdeutig formulierten oder gar fehlerhaft gelösten Aufgaben möglich und Rundungsfehler in ILIAS können extern ausgemerzt werden.

Das Tool wurde für mehrere Lehrveranstaltungen genutzt und im Kollegenkreis an der TH-Köln sowie auf dem Tag der Digitalen Lehre Regensburg (Johanna Friederike May et al., 2021) disseminiert.

The screenshot displays the 'Formelfrage' configuration window in ILIAS. The window title is 'ilias - Test-Generator v1.6'. The interface is organized into several sections:

- Testname & Autor:** Fields for 'Name des Tests' and 'Autor', with a 'Test-Einstellungen' button.
- Formelfrage:** Fields for 'Titel', 'Beschreibung', and 'Frage'. Below these are 'Bearbeitungsdauer' (Std: 23, Min: 0, Sek: 0), 'Anzahl der Variablen' (1), and 'Anzahl der Ergebnisse' (1). There are also fields for 'Variable 1' and 'Ergebnis 1'.
- Fragentext Funktionen:** Buttons for 'Text "Latex"', 'Text "Tiefgestellt"', 'Text "Hochgestellt"', and 'Text "Kursiv"'. A 'Taxonomie-Einstellungen' button is also present.
- Fragen Attribute:** Fields for 'Schwierigkeitsgrad der Frage', 'Fragenkategorie', and 'Fragen-Typ' (set to 'Formelfrage').
- Excel Import/Export:** Buttons for 'Excel-Datei importieren' and 'Datenbank exportieren'.
- Datenbank:** Buttons for 'Datenbank anzeigen', 'Speichern unter neuer ID', 'Speichern', 'ID Laden', 'ID Löschen', 'Alle DB Einträge löschen?' (checkbox), and 'GUI Einträge entfernen'.
- Formelfrage erstellen:** A button 'ILIAS-Test erstellen' with a text input field, and checkboxes for 'Test-Einstellungen übernehmen?', 'Latex für Fragentext nutzen?', and 'Alle Einträge aus der DB erzeugen?'.
- DB Preview - Bild:** A button 'Bild aus der DB'.

Bild 1: Teil der Eingabemaske für den ILIAS-Test-Generator.

Es wurden mehrere Aufgabenpools generiert, validiert und inzwischen schon mehrfach bei den folgenden Lehrveranstaltungen für die aufgeführten Anwendungen genutzt:

Lehrveranstaltungen:

- Grundlagen der Elektrotechnik Teil I, für Studierende im Bachelor Elektrotechnik
- Grundlagen der Elektrotechnik Teil II, für Studierende im Bachelor Elektrotechnik
- Elektrische Energieverteilung, für fortgeschrittene Studierende im Bachelor Elektrotechnik
- Elektrotechnische Grundlagen, für Studierende in den Bachelorstudiengängen im Bereich Maschinenbau, siehe auch die Anleitung zur Nutzung in open book Prüfungen im Whitepaper des Hochschulforum Digitalisierung (Benjamin Eugster et al., 2021)

Genutzte Anwendungen:

- Prüfungsvorbereitung (Übungsaufgaben und Probeklausuren)
- Prüfungen erstellen und automatisiert auswerten
- Vorbereitung von Praktika
- Online-Praktika
- Begleitung von Präsenz-Praktika

Insgesamt hat sich für uns das entwickelte Tool zur Test-Generierung im ILIAS als unverzichtbares Hilfsmittel für die digitale Lehre erwiesen.

2.2. Virtuelle Laborpraktika

Im Antrag war die folgende Aufgabe beschrieben:

„Des Weiteren ist geplant, den Studierenden virtuelle Laborpraktika anzubieten, um den Praxisbezug zu stärken. Dies soll unter Einbeziehung der Schaltungssimulator-Plattform SPICE geschehen. Unter anderem sollen damit die realen Versuche im Labor vorbereitet werden und virtuelle Versuche entwickelt werden, welche im Labor möglicherweise zu aufwändig wären. Diese virtuellen Versuche sollen in die Konzeption der Laborpraktika eingebunden werden.“

Durchgeführte Arbeiten:

Aus technischen Gründen war eine Einbindung von SPICE-Simulationen in die ILIAS-Lernumgebung im Rahmen dieses Projektes nicht zu verwirklichen.

Vielmehr wurde das Stromnetz-Simulation-Tool „Panda-Power“ genutzt, um einen virtuellen Praktikumsversuch mit Hilfe der Programmiersprache Python zu verwirklichen. Panda-Power ist ein Open-Source Programm auf der Basis von Python zur Simulation von Stromnetz-Zuständen. Es kann daher kostenlos für die Lehre genutzt werden und Studierende können es problemlos privat über die Lehre hinaus ohne Lizenzierung nutzen. Daher wird es in der Lehrveranstaltung „Elektrische Energieverteilung“ in der Lehre genutzt. Das Programm hat jedoch keine für die Lehre sinnvoll nutzbare grafische Oberfläche und ist als solches für einen virtuellen Praktikumsversuch nicht geeignet.

Daher wurde auf Basis von Panda-Power eine Real-Time-Simulation mit grafischer Bedienoberfläche für ein Stromnetz mit Hilfe von Python programmiert. Bild 2 zeigt ein Beispiel für eine solche grafische Bedienoberfläche. In diesem Tool werden die Zustände des Stromnetzes grafisch angezeigt. Zum Beispiel wird die Strombelastung auf einer Stromleitung durch deren Breite und Farbe visualisiert. Weiterhin werden weitere verschiedene Komponenten wie Haushalte, Motoren, Photovoltaikanlagen oder Batterien dargestellt. Komponenten können so konfiguriert werden, dass sie automatisch gesteuert werden oder manuell bedienbar sind. Stromverbrauch oder – Erzeugung von Komponenten können mit einem zeitlich variablen Preis versehen werden und werden einzeln und in der Summe dargestellt. Der Betreuer kann in dem Stromnetz weitere Ereignisse wie Kurzschluss oder Ausfall von Komponenten erzeugen. Insbesondere können Komponenten über das Internet mit Hilfe von Schiebereglern (siehe auch Bild 2) ferngesteuert werden.

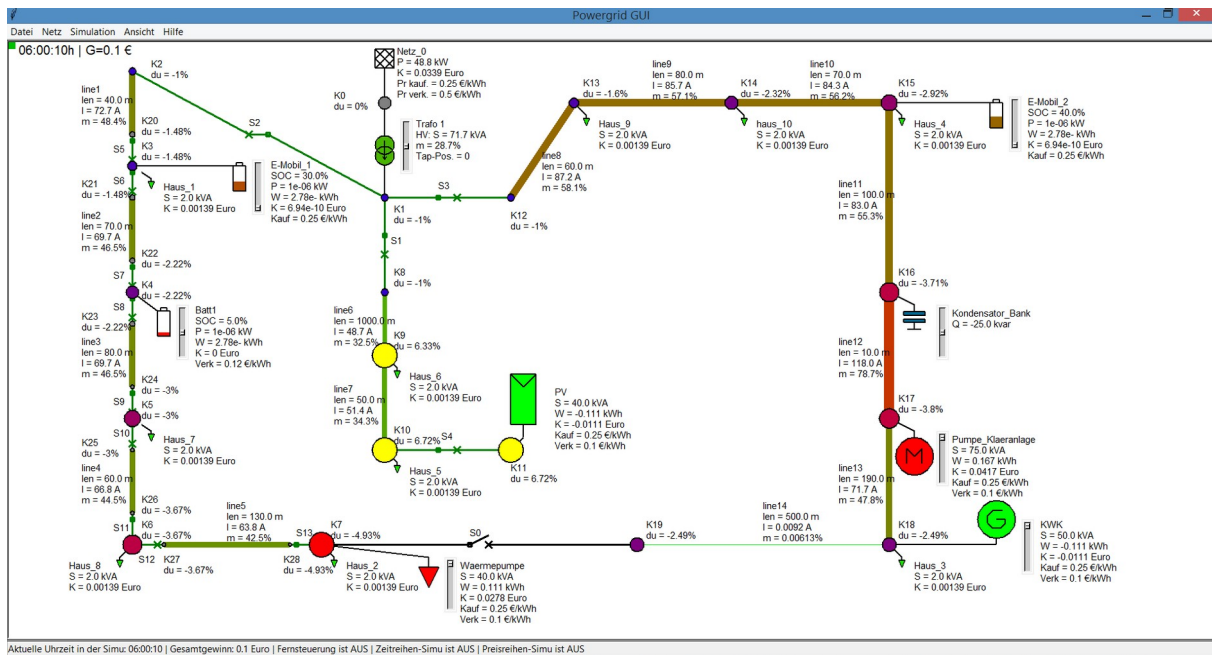


Bild 2: Bildschirmoberfläche für virtuelles Praktikum zur Stromnetzsimulation.

Während des virtuellen Praktikumsversuchs können die Studierenden über eine Videokonferenz die Bildschirmoberfläche sehen und sich untereinander und mit dem Betreuer live absprechen. Jeder Teilnehmer hat zur Interaktion die Möglichkeit, einen vorher abgestimmten Schieberegler zu bedienen. Die Teilnehmer haben nun die Aufgabe, als Betreibergesellschaft für dieses virtuelle Stromnetz zu agieren. Ziel dabei ist es, durch Kauf und Verkauf von elektrischem Strom einen möglichst hohen finanziellen Gewinn zu erwirtschaften. Dabei sind für die Komponenten individuelle Randbedingungen festgelegt. Moderiert durch den Betreuer können die Teilnehmer nun die Komponenten so steuern, dass die technischen Parameter im Stromnetz und individuellen Randbedingungen eingehalten werden und das gemeinsame Ziel erreicht wird.

Das Lernziel dieses Versuchs ist zum einen, die gelernten technischen Randparameter beim Betrieb von Stromnetzen zu vertiefen und ein Verständnis für die teilweise gegensätzlichen Anforderungen für einen Stromnetzbetrieb zu entwickeln. Weitern werden bei speziellen Ereignissen erweiterte Kenntnisse über Netzbetrieb in Anwendung gebracht.

Didaktisch hervorzuheben sind hier insbesondere die Kooperation, welche die Studierenden mitleidender entwickeln müssen. Während bei vielen klassischen Praktikumsversuchen jeder Studierende für sich dieselben Aufgaben erfüllt, wird bei diesem Versuch die Kooperation der Studierenden untereinander gefordert, wobei das Lernziel für alle dasselbe bleibt. Die gemeinsame Aufgabe zur Gewinnerzielung und der gemeinsame Betrieb stellt einen Spiel-Aspekt dar, der bei den Studierenden ein hohes Maß an mentaler Teilnahme erzielt. Bei Gruppenaufgaben und insbesondere online Veranstaltungen kann es leicht vorkommen, dass einzelne Teilnehmer weniger konzentriert oder interessiert teilnehmen, Der Spielcharakter des Praktikumsversuchs führt aber zu einer gleichmäßig hohen Beteiligung aller Teilnehmer, wie als Betreuer zu beobachten war.

Der Praktikumsversuch wurde mehrfach in der Lehrveranstaltung „Elektrische Energieverteilung“ für fortgeschrittene Studierende im Bachelor Elektrotechnik durchgeführt. Jeweils im Wintersemester 2020/21 und Wintersemester 2021/22 wurde der Versuch mit jeweils 6 Gruppen mit bis zu 8 Personen durchgeführt.

Individuelle Rückmeldungen von Studierenden zeigen eine sehr große Akzeptanz dieses Praktikumsversuchs.

2.3. Qualitätsmonitoring

„Im Rahmen der Fellowship ist ein Qualitäts-Monitoring geplant. Als Qualitätskriterium sollen insbesondere die Kennzahlen Durchfallquoten und Abbrecherquoten beobachtet werden. Zusätzlich

zur Beobachtung der Kennzahlen ist zu Anfang und gegen Ende des Projektes eine auf die Projektziele abgestimmte Evaluation oder Umfrage geplant.“

Einige Evaluationsbeiträge aus dem Wintersemester 2021-2022 im Modul Elektrotechnische Grundlagen für Studierende der Fakultät für Maschinenbau:

- Was hätte Sie im Lernprozess noch besser unterstützt?
 - „Pflichtabgaben von Arbeitsblätter, damit man gezwungen ist, sich mit den Themen zu beschäftigen. Ist zwar immer nicht so beliebt, aber ich brauche den Druck um zu lernen“
- Was hat Ihnen an dieser Lehrveranstaltung besonders gut gefallen?
 - „Besonders gut gefielen mir die Tests, man konnte Punkte für die Klausur generieren und hatte ebenfalls einen Lernfortschritt, da ich mich mit der Materie auseinandersetzen musste. [...]“
 - „Besonders gut gefällt mir die Möglichkeit Tests durchzuführen und die Praktikas.“
 - „Die Zwischentest sind sehr hilfreich“
 - „Die Zwischenteste geben sowohl eine Motivation mittels Bonuspunkte, bieten zeitgleich aber auch eine gute und innovative Möglichkeit der Überprüfung des eigenen Sachverstands der Lerninhalte und des eigenen Leistungsstandes.“
 - „Regelmäßige Onlinetests haben dafür gesorgt das ich regelmäßig etwas für das Fach tue. Die Auseinandersetzung und Durchführung der Onlinepraktika hat mir geholfen die Themen die in den Praktika behandelt wurden besser zu verstehen.“

Ähnliche Rückmeldungen gab es auch in den Semestern zuvor. Studierende scheinen regelmäßige Rückmeldungen zu schätzen. Wenngleich die Teilnahme an den Tests nicht verpflichtend ist, bringt es sie dazu, regelmäßig sich mit dem Modul auseinandersetzen und so insgesamt eine bessere Prüfungsvorbereitung zu erreichen.

Durchfallquoten und Abbrecherquoten sind pandemiebedingt nicht sinnvoll auswertbar: Ab dem Sommersemester 2020 bis einschließlich zum Sommersemester 2021, also während des Zeitraums des digital fellowships zählten Prüfungen als Freiversuch. Es ist daher kein sinnvoller Vergleich mit der Zeit vor dem Einsatz des Tools, als Prüfungen nicht automatisch Freiversuche waren, möglich. Zukünftige Prüfungen werden dahingehend ausgewertet werden.

Die automatisierte Auswertung ermöglicht es, zu überprüfen, ob Studierende besondere Denkfehler machen. Dies ist z. B. in Bild 3 zu sehen: die meisten Studierenden hatten in dieser Aufgabe das Ergebnis richtig berechnet. Der Faktor zwischen dem studentischen Ergebnis und dem korrekten Ergebnis beträgt 1. Einige wenige hatten etwa einen Faktor 10 falsch gerechnet. Dies lässt vermuten, dass diese Studierenden Fehler bei der Einheitenumrechnung gemacht hatten.

Ebenso ermöglicht es die automatisierte Auswertung, die item response theory (IRT) einzusetzen (mehr dazu bei (Partchev, 2004)). Hierfür wurden im Zeitraum des digital fellowship einzelne Prüfungen ausgewertet. Insbesondere lässt sich statistisch abschätzen, ob Studierende trotz zufälliger Fragenzuteilung gleich schwierige Prüfungen erhalten haben. Da die Fragen bisher nicht kalibriert wurden und es vielfältige Gründe geben kann, weshalb sie statistisch unterschiedlich schwierig erscheinen, wird diese Funktion jedoch noch nicht ausgiebig eingesetzt. In einem Folge-Vorhaben im Programm OERcontent.nrw (Alepa) werden die elektrotechnischen Grundlagen-Aufgaben dahingehend kalibriert werden.

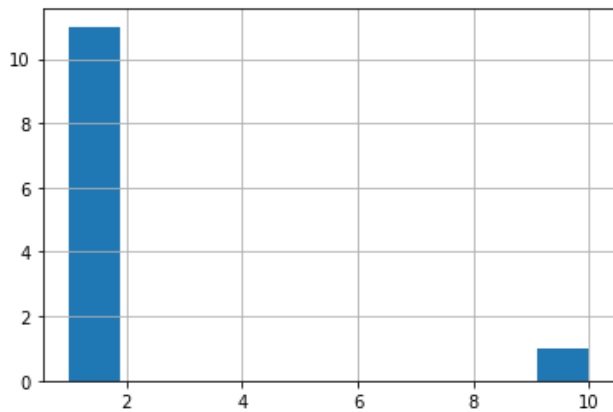


Bild 3: Automatisierte Auswertung von Aufgaben: Faktor $\frac{\text{Ergebnis}_{\text{Studi}}}{\text{Ergebnis}_{\text{korrekt}}} = 1 \rightarrow$ richtiges Ergebnis, andere Faktoren weisen auf Denkfehler hin z. B. Problem mit Dezimalumrechnung)

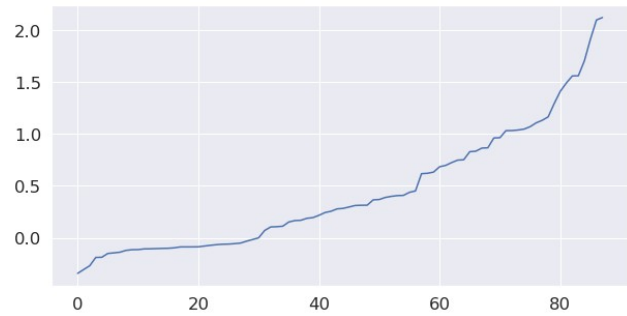


Bild 4: Theta-Variablen (item response theory) einer beispielhaften Prüfung: die besonders guten Noten sind etwas schwerer zu erreichen als die mittleren Noten (die Steigung ist rechts deutlich höher) – dies deutet darauf hin, dass einige Fragen zu leicht sind und andere zu schwer

Benjamin Eugster, Silvia Fath-Keiser, Susanne Leist, Mathias Magdowski, & Johanna Friederike May. (2021). Digitale Open-Book- und Take-Home-Prüfungen. In *Digitale Prüfungen in der Hochschule* *Whitepaper einer Community Working Group aus Deutschland, Österreich und der Schweiz* (Bd. 62).

https://hochschulforumdigitalisierung.de/sites/default/files/dateien/HFD_Whitepaper_Digitale_Pruefungen_Hochschule.pdf

Eberhard Waffenschmidt, Johanna Friederike May, Tobias Panteleit, Maximilian Jakob Fröhlich, & Patrick Lehnen. (2021). *Handbuch: ILIAS-Aufgabengenerator und Analysator*.

<https://raw.githubusercontent.com/TPanteleit/ILIAS---Test-Generator/master/ILIAS%20-%20Aufgabengenerator%20Handbuch.pdf>

Johanna Friederike May, Tobias Panteleit, Patrick Lehnen, & Eberhard Waffenschmidt. (2021, September). *Offline-Aufgabenverwaltung und -auswertung für Prüfungen in ILIAS*. Tag der digitalen Lehre 2021 - TDDL 2021: Lehre 2022 - work in progress, Regensburg und online.

Partchev, I. (2004). *A visual guide to item response theory*. <https://www.metheval.uni-jena.de/irt/VisualIRT.pdf>