

Evaluation eines online Begleitkurses „Physik für Elektrotechnik“ im Hinblick auf die Nutzung durch die Studierenden

Kevin Schmitt, Verena Spatz

Physikdidaktik, Fachbereich Physik
Technische Universität Darmstadt
Hochschulstraße 12
64289 Darmstadt

kevin.schmitt@tu-darmstadt.de,
verena.spatz@tu-darmstadt.de

Kurzfassung

Die Lehrveranstaltung „Physik für Elektrotechnik“ wurde im Wintersemester 20/21 durch ein fakultatives Lernangebot angereichert, das sich in Form eines digitalen Begleitkurses unmittelbar in die Plattform *Moodle* integrieren ließ. Zum einen wurde den Studierenden die Möglichkeit gegeben, mathematische und physikalische Grundlagen vor der Lehrveranstaltung aufzuarbeiten. Zum anderen wurden wöchentlich zu den Inhalten der Vorlesung Aufgaben zur Verfügung gestellt. Durch den Einsatz des Plugins *STACK* konnten die Aufgaben des Begleitkurses in unterschiedlichen Formaten mit automatisiertem individualisiertem Feedback gestaltet werden. So konnten die Studierenden ihren Wissensstand überprüfen und ggf. gleichzeitig Lücken im (Vor-)wissen schließen. Im Anschluss an den Vorlesungsbetrieb wurde die Nutzung dieses Begleitkurses durch die Studierenden in einer Selbstauskunft evaluiert um zu untersuchen, welche Einsatzszenarien sich aus deren Perspektive besonders eignen. Dabei wurde erhoben, in welchem Umfang und in welchen Phasen der Lehrveranstaltung auf das fakultative Angebot zurückgegriffen wurde, sowie welche Intention (Überprüfung und/oder Aufarbeitung des Wissensstandes) die Studierenden damit vorrangig verfolgten. Auch die Einschätzung des eigenen Lernzuwachs wurde erfragt.

Im Beitrag wird zunächst das Projekt und die Ausgangslage beschrieben sowie die Gestaltungsgrundlagen des Begleitkurses skizziert. Anschließend werden die einfließenden Evaluationselemente und Ergebnisse dargestellt und Konsequenzen für mögliche Optimierungen gezogen.

1. Einleitung

Im Rahmen des Projekts *digLL – digital gestütztes Lehren und Lernen in Hessen* [1] werden an der Technischen Universität Darmstadt seit dem Sommersemester 2020 qualitätsgesicherte digitale Lerninhalte in Form eines digitalen Vor- und Begleitkurses für Physik-Servicelehrveranstaltungen, die sich an Studierende mit Nebenfach Physik richten, von der AG Didaktik der Physik angeboten [2]. Bisher wurden die Lehrveranstaltungen „Physik für Bauingenieure“ im Sommersemester 2020 und „Physik I für Elektrotechnik“ im Wintersemester 2020/21 durch den digitalen Vor- und Begleitkurs auf der Lernplattform *Moodle* angereichert.

Die Motivation für die Konzeption dieses digitalen Kurses liegt in hohen Misserfolgsquoten in den genannten Veranstaltungen sowie in generell hohen Studienabbruchquoten in diesem Bereich. Die Analyse von deutschlandweiten Zahlen aufeinanderfolgender Jahrgänge zeigt, dass besonders in naturwissenschaftlichen Studiengängen hohe Studienabbruchquoten von bspw. bis zu 45% für den Absolventenjahrgang 2016 in Physik auftreten [3].

Für verschiedene ingenieurwissenschaftliche Studiengänge ergibt sich eine zusammengefasste Abbruchquote von 36% im Absolventenjahrgang 2016. Eine genauere Untersuchung des Problemspektrums zeigt aus Sicht der Studierenden besonders hohe Studienanforderungen in der Studieneingangsphase [4]. Dabei sehen Studierende neben personalen, sozialen und organisatorischen Anforderungen vor allem auch inhaltliche Studienanforderungen als kritischen Faktor an [5]. Aus den hohen Misserfolgsquoten, die auch in Physik-Servicelehrveranstaltungen in den ersten Studiensemestern zu verzeichnen sind, lässt sich vermuten, dass diese hierzu beitragen. Als eine Unterstützungsmaßnahme soll daher der konzipierte Vor- und Begleitkurs dienen.

Um diesen Vor- und Begleitkurs möglichst effektiv zu gestalten, werden Prädiktoren, die für den Studienerfolg im Fach Physik als relevant gelten, bei der Konzeption berücksichtigt. In dieser Hinsicht zeigen empirische Untersuchungen, dass mathematische Vorkenntnisse valide Prädiktoren für den Studienerfolg in Physik darstellen [6,7]. Der in diesem Zusammenhang definierte Studienerfolg setzt

sich dabei aus verschiedenen Kriterien wie Studienabbruch, Studiendauer, Noten oder Studienzufriedenheit zusammen [8]. In bisherigen Vor- und Brückenkursen für das Physikstudium lag der Fokus daher besonders auf der mathematikbezogenen Studienvorbereitung [9]. Obwohl vorhandenem physikalischen Fachwissen vor dem Studium aus Sicht vieler Lehrender eine untergeordnete Rolle zugeschrieben wird, lässt sich auch dieser Prädiktor für die Erfolgsprognose im Fach Physik empirisch nachweisen [7]. Auch bei der Untersuchung von Unterschieden naturwissenschaftlicher und mathematischer Studienvoraussetzungen zwischen Studienabbrecher*innen und Studienabsolvent*innen zeigt sich eine deutliche Diskrepanz der Vorkenntnisse bei Studienbeginn [10]. Gerade bei Nebenfachstudierenden z. B. in den ingenieurwissenschaftlichen Studiengängen lässt sich in dieser Hinsicht wegen der sehr unterschiedlichen Bildungsbiographie, wie in den demographischen Daten ersichtlich, eine große Heterogenität vermuten. Der Schwerpunkt des Vor- und Begleitkurses an der TU Darmstadt liegt daher, ergänzend zur Aufarbeitung elementarer mathematischer Voraussetzungen im Vorkurs-Modul, im Aufarbeiten physikalischen Vor- und Grundwissens entlang des begleitenden Moduls. Angestrebt wird dabei eine mittlere Komplexitätsstufe im Anforderungsniveau, die eine Brücke von Schulniveau zum universitären Niveau schaffen soll, da diese Kluft für Studienanfänger*innen besonders schwer zu überwinden scheint [11].

In diesem Beitrag werden die kumulierten Evaluationsergebnisse zum Vor- und Begleitkurs der Lehrveranstaltung „Physik I für Elektrotechnik“ aus dem Wintersemester 20/21 im Hinblick auf die folgenden drei Fragestellungen dargestellt:

I. Wie bewerten Studierende das digitale Lernangebot, insbesondere hinsichtlich ihres erreichten Lernzuwachses?

II. Wie bewerten Studierende die Nutzungsmöglichkeiten des digitalen Lernangebotes und wie nehmen sie diese wahr?

III. Welche Folgerungen können aus der Einschätzung der Studierenden für eine Weiterentwicklung des Lernangebotes gezogen werden?

Für die Darstellung dieser Ergebnisse werden zunächst die Gestaltungsgrundlagen und der vorliegende Anwendungsrahmen des digitalen Zusatzangebotes dargestellt.

2. Gestaltungsgrundlagen und Anwendungsrahmen

2.1. Gestaltungsgrundlagen

Um eine möglichst gute Passung zwischen der Lehrveranstaltung und dem Vor- und Begleitkurs zu

erreichen, deckt das digitale Zusatzangebot die gesamten Inhalte der entsprechenden Physik-Servicelehrveranstaltungen ab. Für das Wintersemester 20/21 waren dies Inhalte aus den Themengebieten „physikalische Größen“, „Mechanik“ sowie „Schwingungen und Wellen“. Insgesamt wurden dazu in 15 Sequenzen Tests bestehend aus drei bis sechs Aufgaben online auf der Lernplattform *Moodle* bereitgestellt. Durch den Einsatz des Plugins *STACK* konnten mehrstufige Multiple-Choice-Fragen, Rechenaufgaben und grafische Darstellungen integriert werden [12]. Neben der Erstellung variabler Aufgabenformate, ermöglicht *STACK*, die Eingaben der Studierenden durch ein Computer-Algebra-System auf mathematische Eigenschaften zu untersuchen und ein angepasstes, spezifisches Feedback zu geben.

Da der Vor- und Begleitkurs keine regelmäßige tutorielle Betreuung beinhaltet, sind die Aufgaben in einem selbstgesteuerten Lernprozess zu bearbeiten. Studierende überprüfen bei der Bearbeitung der Aufgaben dabei zuerst ihren eigenen Wissensstand und können erkannte Defizite im Anschluss selbstständig aufarbeiten. Dazu werden in einem allgemeinen Aufgabenfeedback die physikalischen Grundlagen der entsprechenden Aufgabe elementarisiert dargestellt. Um die Nutzung möglichst flexibel zu gestalten, stehen diese Aufgaben und Feedbacks über das gesamte Semester hinweg zur Verfügung.

Eine weitere fachdidaktische Überlegung, die in die Gestaltung der Aufgaben einfließt, liegt in der Identifikation und Adressierung von Präkonzepten [13], wodurch das Konzeptverständnis gefördert werden soll.

Neben fachdidaktischen Vorüberlegungen wurden empirische Erkenntnisse in die Erstellung der Lerninhalte einbezogen, die sich aus einer Befragung von Studierenden und Dozierenden der Fachbereiche Elektrotechnik und Bauingenieurwesen an der TU ergaben. Aus diesen Angaben zu den Anforderungen und Erwartungen wurden fünf relevante Anforderungsdimensionen für die Aufgabensets, die in unterschiedlicher Gewichtung im Vor- und Begleitkurs vertreten sind, abgeleitet [14]: Diese Anforderungsdimensionen der Aufgaben setzen sich zusammen aus „Basis- und Vorwissen“, „Verständnis physikalischer Zusammenhänge“, „Rechenfertigkeiten“, „Experimente und Phänomene“ und „physikalische Herleitungen“.

2.2. Anwendungsrahmen

In diesem Artikel wird ausschließlich der Einsatz in der Physik-Servicelehrveranstaltung „Physik I für Elektrotechnik“ betrachtet. Dabei handelt es sich um die erste von zwei aufeinanderfolgenden Lehrveranstaltungen, die in der Studienordnung für Elektrotechnik an der TU Darmstadt als Modul des Pflichtbereichs enthalten sind. Vorgesehen ist das Belegen des Moduls im ersten („Physik I für

Elektrotechnik“) und zweiten Fachsemester („Physik II für Elektrotechnik“). Bedingt durch die andauernde Corona Pandemie, hat die Lehrveranstaltung im Anwendungszeitraum rein digital stattgefunden. Dabei wurde vom verantwortlichen Dozenten das Format eines Flipped Classrooms gewählt [15]. Insgesamt waren im Moodle Kurs 300 Teilnehmer*innen zur Veranstaltung eingeschrieben und auf mehrere Übungs-Kleingruppen zugeteilt. Bei der Prüfungsleistung des Moduls handelt es sich um eine Klausur am Ende des Semesters. Die Studienleistung konnte in Form eines Lerntagebuchs über den Veranstaltungszeitraum erbracht werden, wodurch eine Verbesserung der Abschlussnote erreicht werden konnte.

Der Einsatz des digitalen Zusatzangebots unterteilt sich in einen Vorkurs, der zwei Wochen vor Beginn der Lehrveranstaltung für die Studierenden freigeschaltet wurde, und einen Begleitkurs, der in die Wochenansichten der Vorlesung integriert war. Dabei umfasst der Vorkurs insgesamt fünf Tests zu verschiedenen Inhalten: zwei rein mathematische Inhalte zu den Grundlagen der Vektor-, der Differential- und Integralrechnung und drei Inhalte zu physikalischen Grundlagen. Das semesterbegleitende Angebot besteht hingegen aus 11 Tests mit Aufgaben, welche die physikalischen Grundlagen zu den wöchentlichen Vorlesungsinhalten abdecken.

3. Datenerhebung

Die Datenerhebung umfasst die Ergebnisse der Evaluation von Vorlesungs- und Übungsbetrieb sowie die Ergebnisse der separaten Evaluation des Vor- und Begleitkurses. Die Teilnahme an dieser Evaluation war freiwillig. Außerdem wurde die Entwicklung der Teilnehmer*innenzahlen über den Verlauf des Semesters anhand der Kursaktivitäten in Moodle erhoben und analysiert.

3.1. Evaluation der Vorlesung und Übung

Die Evaluationen der Vorlesung und der Übung fanden in zwei getrennten online Fragebögen über die Befragungssoftware EvaSys nach etwa der Hälfte des Vorlesungsbetriebs während des Semesters statt. In die Vorlesungsevaluation gehen insgesamt 58, in die Übungsevaluation 41 erfasste Fragebögen ein.

Die Items der Fragebögen sind nach den Kategorien „persönliche Angaben“, „Bewertung der Veranstaltung“, „Bewertung der Lehrenden“ und „Gesamtbewertung“ aufgeteilt. Da, bis auf die Kategorie „Gesamtbewertung“, keine der Kategorien Bewertungen bezüglich des Vor- und Begleitkurses enthalten, soll sich in diesem Beitrag auf die Betrachtung des offenen Feedbacks in der Kategorie „Gesamtbewertung“ beschränkt werden.

3.2. Evaluation des Vor- und Brückenkurses

Der Vor- und Begleitkurs wurde am Ende des Vorlesungsbetriebs in einem Fragebogen innerhalb des Moodle Kurses evaluiert. Studierende, die das

digitale Zusatzangebot zur Vorbereitung auf die Klausur nutzen, hatten die Möglichkeit, die Evaluation bis zu einem Tag vor der Klausur durchzuführen. Insgesamt gehen in die Datenerhebung 35 ausgefüllte Evaluationsbögen ein.

Da diese für die Beantwortung der Fragestellungen I-III besonders relevant sind, wird dieser Fragebogen im Detail beschrieben.

Insgesamt ist der Fragebogen aus fünf Kategorien zusammengesetzt: drei Kategorien, „Anwendungsrahmen“ (AWR), „Nutzung“ (N) und „Gesamturteil“ (GU) wurden anhand von ausgewählten Items der entsprechenden Skalen aus einem „modularen Fragebogen zur Evaluation von digitalen Lehr-Lern-Szenarien“ des Projekts digLL [16] erfasst. Zusätzlich wurden die Kategorien „demografische Angaben“ und „Offenes Feedback“ ergänzt.

Die erhobenen demografischen Angaben werden durch Angaben zur Häufigkeit der Nutzung und durch eine Selbsteinschätzung der Physikkenntnisse vor Beginn der Lehrveranstaltung ergänzt. Der Anwendungsrahmen wird anhand von fünf Items bezüglich der Benutzerfreundlichkeit (AWR1), der inhaltlichen und optischen Umsetzung der online Aufgaben (AWR2), der zeitlichen und inhaltlichen Einbettung in die Lehrveranstaltung (AWR3), der Verständlichkeit der Aufgabenstellungen und Formulierungen (AWR4) und der Verfügbarkeit von Hilfsmitteln in Form von Anleitungen und Feedbacks (AWR5) bewertet.

Weiterhin bewerten die Studierenden die Nutzung des Vor- und Begleitkurses anhand der Beurteilung von sieben Aussagen zu

- dem Beitrag zum Verständnis der Inhalte aus der Lehrveranstaltung (N1),
- der klaren inhaltlichen Zielsetzung (N2),
- der eigenen Lernstandseinschätzung (N3),
- dem selbstständigen Bearbeiten (N4),
- dem spezifischen Feedback (N5),
- dem allgemeinen Feedback bezüglich der Förderung des Grundlagenwissens (N6) und
- der Vorbereitung auf die Vorlesung und Übung (N7).

Diese werden durch die Angabe des vorrangigen Nutzungszwecks ergänzt (z. B. Vor- oder Nachbereitung der Vorlesung/ Übung oder Klausurvorbereitung).

Das Gesamturteil beurteilen die Studierenden durch das Vergeben einer Schulnote (GU1), der persönlichen Einschätzung des Stoffumfangs (GU2) und der Aufgabenschwierigkeit (GU3) sowie der Angabe, ob sie den Kurs an Kommiliton*innen weiterempfehlen würden (GU4).

Bis auf zwei Items zum Stoffumfang und zur Aufgabenschwierigkeit, die auf einer Verhältnisskala

von 1: „viel zu gering“ bis 5: „viel zu hoch“ eingestuft werden, erfolgt die Bewertung anhand fünfstufiger Likert-Skalen mit den, von der Frage abhängigen, Skalenniveaus von 1: „trifft gar nicht zu“ bzw. „sehr schlecht“ bis 5: „trifft vollständig zu“ bzw. „sehr gut“.

4. Ergebnisse

Zu Beginn der Lehrveranstaltung waren 300 Studierende in den *Moodle* Kurs der Vorlesung und die Kleingruppen zu den begleitenden Übungen eingeschrieben. Hiervon haben am Vorkurs im Schnitt 103 Studierende in einem Zeitraum von zwei Wochen vor bis vier Wochen nach Vorlesungsbeginn teilgenommen. Der Wert berechnet sich dabei aus dem Mittelwert der Teilnehmer*innenzahlen der fünf Tests. Der Vorkurs wird demnach, trotz des erstmaligen Einsatzes in der Lehrveranstaltung und des geringen Bekanntheitsgrades, von vielen Studierenden genutzt. Die Zahl der Studierenden, die am Vorkurs teilnimmt, ist dabei etwa halb so groß wie die Anzahl an Abgaben der ersten Hausübung und des ersten Lerntagebucheintrages ($M=230$).

Im Laufe des Semesters lassen die Bearbeitungen der Hausübung und besonders des Begleitkurses nach. Dabei liegt der Mittelwert der Teilnehmer*innenzahl des Begleitkurses über die insgesamt elf wöchentlichen Tests bei $M=40$. Die Zahl der abgegebenen Übungen und Lerntagebucheinträge beträgt im Schnitt über das gesamte Semester betrachtet $M=144$. Bei dem Vergleich ist zu beachten, dass es sich bei der Abgabe der Übungen und Lerntagebucheinträge, im Gegensatz zum Vor- und Begleitkurs, um eine Studienleistung handelt, die sich positiv auf die Abschlussnote auswirken kann.

Die verhältnismäßig geringe Zahl an Teilnehmenden des Begleitkurses wird in Bezug auf die Ergebnisse aus der Vorlesungs- und Übungsevaluation noch einmal aufgegriffen.

4.1. Ergebnisse aus Vorlesungs- und Übungsevaluation

Die wichtigsten Ergebnisse in Bezug auf die Fragestellungen *I-III* folgen aus den freien Kommentaren am Ende der Vorlesungs- und Übungsevaluation. Da die restlichen Items nur wenige Informationen zur Bewertung des Vor- und Begleitkurses enthalten, soll eine genauere Betrachtung daher an dieser Stelle nicht erfolgen. Insgesamt ist jedoch erkennbar, dass die Lehrveranstaltung von den Studierenden positiv bewertet wird. Einzig in der Bewertung der Übungen bzw. Übungsaufgaben sind einzelne Aspekte etwas schlechter bewertet worden. Anhand des offenen Feedbacks kann dies auf den Wunsch nach Musterlösungen und weiteren Übungsaufgaben zurückgeführt werden.

Der Vor- und Begleitkurs wird in den freien Kommentaren als „super gestaltet“ beschrieben. Studierende schätzen dabei besonders das spezifische

Feedback zu falschen Aufgabenantworten als „sehr hilfreich“ ein. Hinsichtlich des selbstregulierten Lernens wird in einem Kommentar die zeitliche Flexibilität und Anpassungsfähigkeit auf das eigene Lerntempo positiv bewertet. Auch die Möglichkeit, Schulwissen wiederholen und aufarbeiten zu können, sowie die Möglichkeit, die Aufgaben mehrfach zu nutzen, werden als hilfreich angeführt.

Weiterhin nennen Studierende im offenen Feedback zur Veranstaltung z. B. den Mangel an fehlenden Grundagentexten zu physikalischen Inhalten oder den großen „Sprung“ der Schwierigkeitsstufe von Vorlesung zu Übungsaufgaben. Dies bestätigt zunächst die Berücksichtigung dieser Aspekte bei der Gestaltung des Vor- und Begleitkurses. Andererseits lässt sich, vor dem Hintergrund der niedrigen Teilnehmer*innenzahlen am Begleitkurs, darauf schließen, dass der Bedarf an Grundagentexten bzw. weiteren Schwierigkeitsstufen durch die digitalen Inhalte noch nicht gedeckt oder der Vor- und Begleitkurs noch nicht allen Studierenden bekannt ist.

4.2. Ergebnisse der Evaluation des Vor- und Begleitkurses

Die Ergebnisse der insgesamt 35 ausgefüllten Fragebögen zur Evaluation des Vor- und Begleitkurses werden quantitativ in den Abbildungen 1 und 2 dargestellt und im Folgenden beschrieben.

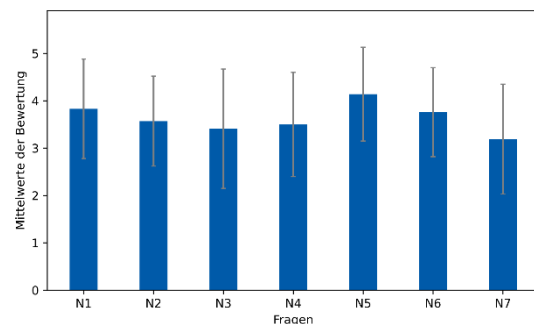


Abb.1: Grafische Darstellung der Mittelwerte inklusive Standardabweichungen bezüglich der Kategorie „Nutzen“ (*N*).

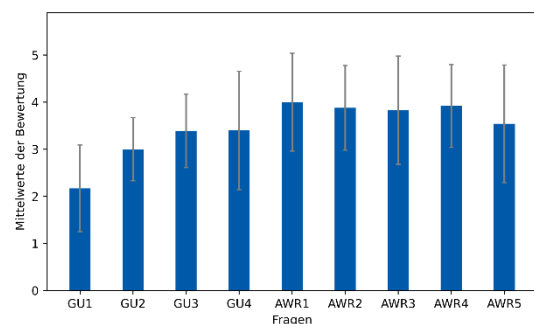


Abb.2: Grafische Darstellung der Mittelwerte inklusive Standardabweichungen bezüglich der Kategorien „Gesamturteil“ (*GU*) und „Anwendungsrahmen“ (*AWR*).

Aus der Erhebung geht hervor, dass durchschnittlich fünf Testinhalte des Vor- und Begleitkurses von den Teilnehmenden über das gesamte Semester bearbeitet wurden. Dies deckt sich mit den statistischen Werten

der Teilnehmer*innenzahlen im *Moodle* Kurs. Bei der Selbsteinschätzung der Physikkenntnisse vor der Lehrveranstaltung geben insgesamt 35% der Befragten an, sehr gute Physikkenntnisse auf dem Niveau eines Physik-Leistungskurses, einer technischen Ausbildung oder eines technischen bzw. naturwissenschaftlichen Studiums zu besitzen. 15% der Befragten geben an, Physikkenntnisse auf Schulniveau der Sekundarstufe I zu besitzen. Die übrigen 50% der Befragten besitzen nach eigenen Angaben Physikkenntnisse auf Schulniveau der Einführungsphase in der Sekundarstufe II.

In der Kategorie „Nutzen“ wird das spezielle Aufgabenfeedback (*N5*: $M=4.14$, $SD=0.99$) und der Beitrag zum Verständnis zu den Inhalten der Vorlesung (*N1*: $M=3.83$, $SD=1.05$) besonders hoch eingeordnet. Verhältnismäßig schlechter eingeschätzt wird das selbständige Bearbeiten (*N4*: $M=3.50$, $SD=1.10$) und die selbständige Lernstandeinschätzung (*N3*: $M=3.41$, $SD=1.26$). Dies deckt sich mit den Ergebnissen der Übungsevaluation. Des Weiteren wird die Förderung des physikalischen Grundlagenwissens durch das allgemeine Feedback (*N6*: $M=3.76$, $SD=0.94$) positiv bewertet. Den geringsten Nutzen des Vor- und Begleitkurses sehen die Studierenden darin, sich besser auf die Präsenzvorlesungen vorbereitet zu fühlen (*N7*: $M=3.19$, $SD=1.17$).

Die Bewertung des Anwendungsrahmens wird in Bezug auf die Aspekte „Benutzerfreundlichkeit“ (*AWR1*: $M=4.00$, $SD=1.04$), optische und inhaltliche Gestaltung“ (*AWR2*: $M=3.88$, $SD=0.90$), „zeitliche Einbettung“ (*AWR3*: $M=3.83$, $SD=1.15$) und „Verständlichkeit der Aufgaben“ (*AWR4*: $M=3.92$, $SD=0.88$) gut bewertet. Die schlechteste Bewertung in dieser Kategorie wird beim Aspekt „ausreichende Hilfsmittel“ (*AWR5*: $M=3.54$, $SD=1.25$) gegeben.

Im Rahmen der Ergebnisse zum Gesamturteil werden der Stoffumfang (*GU2*: $M=3.00$, $SD=0.67$) und die Schwierigkeit der Aufgaben (*GU3*: $M=3.39$, $SD=0.78$) von den Studierenden als angemessen eingestuft. Insgesamt wird der Vor- und Begleitkurs mit einer Schulnote von 2 bewertet (*GU1*: $M=2.17$, $SD=0.92$). Der Aussage „Ich würde den Vor- und Begleitkurs Kommiliton*innen weiterempfehlen“ stimmten die Studierenden nur teilweise zu (*GU4*: $M=3.40$, $SD=1.26$). Eine Analyse zu möglichen Gründen für die Bewertungen folgt im nächsten Abschnitt.

5. Diskussion

Hinsichtlich *Fragestellung I* schätzen die Studierenden besonders das individuelle Feedback zur Fehleranalyse sowie das allgemeine Feedback zum Aufarbeiten von physikalischem Grundlagenwissen förderlich für den erreichten Lernzuwachs ein. Anhand der beschriebenen Ergebnisse ist zu erkennen, dass das digitale Format des Vor- und Begleitkurses grundsätzlich positiv

angenommen wird. In Bezug auf *Fragestellung II* wird das Zusatzangebot von den Studierenden größtenteils zur Vorbereitung auf die Lernveranstaltung in Form des Vorkurses eingesetzt. Zusätzlich verwenden viele Studierende die digitalen Inhalte nach dem Vorlesungsbetrieb zur Klausurvorbereitung. Weniger Anwendung findet das digitale Angebot während des Semesters in Form des Begleitkurses.

Es werden nun mögliche Gründe für die schlechter bewerteten Aspekte der Evaluation beschrieben und im Anschluss zur Beantwortung von *Fragestellung III* mit einbezogen.

Ein möglicher Grund für den schlechter eingeschätzten Nutzenaspekt hinsichtlich der Vorbereitung auf die Vorlesung könnte sein, dass die Inhalte des Begleitkurses ein niedrigeres Anforderungsniveau haben als die Inhalte der Vorlesung. Dies folgt daraus, dass nicht darauf abgezielt werden soll die Vorlesung zu ersetzen, sondern hierfür die physikalischen Grundlagen zu fördern. Weiterhin stellt die selbstständige Bearbeitung des Vor- und Begleitkurses für einige Studierende eine Herausforderung dar. Dies könnte auf die ungewohnte Handhabung der digitalen Antworteingabe von physikalischen Einheiten oder Formeln zurückzuführen sein, da diese Übung erfordert.

Dass Studierende den Vor- und Begleitkurs nur teilweise weiterempfehlen würden, kann eventuell anhand des zusätzlich entstehenden Zeitaufwands begründet werden. Dies deutet sich auch durch die geringen Teilnehmer*innenzahlen des Begleitkurses und der angegebenen Nutzung (vorrangig zur Vorbereitung auf die Klausur) an.

Für die Optimierung des Vor- und Begleitkurses lassen sich daraus verschiedene Konsequenzen ableiten. Um den zusätzlichen zeitlichen Aufwand zu verringern, könnte der Vor- und Begleitkurs in kommenden Semestern als ein Teil der Studienleistung von Physik-Servicelehrveranstaltungen besser integriert werden. Lehrende hätten dann die Möglichkeit, mit einem minimalen Zeitaufwand Übungsaufgaben durch Aufgaben aus dem digitalen Aufgabensortiment zu ersetzen und damit eine bessere Komplexitätsstufung zu erreichen [11].

Da außerdem der Wunsch nach weiteren Hilfestellungen zu den Inhalten geäußert wurde, werden in der Überarbeitung weitere Fach- und Informationstexte integriert. Dies lässt gleichzeitig einen verbesserten Umgang mit der Heterogenität der Vorkenntnisse der Studierenden zu [17].

6. Fazit und Ausblick

Zusammengefasst wird deutlich, dass die beschriebenen Evaluationskomponenten den Bedarf an digitalem Zusatzmaterial in Form eines Vor- und Begleitkurses zu Physik-Servicelehrveranstaltungen

hervorheben. Weiterhin zeigt sich, dass die Studierenden eine hohe Akzeptanz bezüglich des digitalen Formats haben und dessen Nutzen und Anwendungsrahmens insgesamt positiv beurteilt wird.

Im Hinblick auf die Teilnehmer*innenzahlen stellt sich heraus, dass, obwohl der Vorkurs von einem großen Teil der Studierenden genutzt wird, die Teilnahme am Begleitkurs abnimmt. Hier sollte darüber nachgedacht werden, ob eine bessere Integration des Begleitkurses in die Lehrveranstaltung hinsichtlich der zu erbringenden Studienleistung zu einer höheren Beteiligung führen könnte. Neben der Selbsteinschätzung des Lernzuwachses sollte weiter untersucht werden, wie bzw. ob sich der Einsatz der digitalen Inhalte auf die Leistungen in Abschlussprüfungen von Physik-Servicelehrveranstaltungen auswirkt.

Als Folge dieser Erhebung ist zukünftig geplant, die oben beschriebene Evidenz des Einflusses physikalischen Vorwissens auf den Erfolg in Physikveranstaltungen insbesondere in der Gruppe der Nebenfachstudierenden weiter zu untersuchen. Dazu soll eine detaillierte Betrachtung des physikalischen Vorwissens nach verschiedenen Vorwissensarten [18] erfolgen und untersucht werden, in welcher Hinsicht das digitale Angebot besonders fruchtbar sein kann.

7. Literatur

- [1] Homepage des Projekts digLL – digital gestütztes Lehren und Lehren in Hessen. Online abrufbar unter: <https://www.digll-hessen.de/> Abgerufen am 24.05.2021.
- [2] Schmitt, K. & Spatz, V. (2020): Online-Lernumgebung für Physik-Serviceveranstaltungen. In: PhyDid B, Didaktik der Physik, Beiträge zur DPG-Frühjahrstagung 2020.
- [3] Heublein, U & Schmelzer, R. (2018): Die Entwicklung der Studienabbruchquoten an den deutschen Hochschulen. DZWH-Projektbericht, Hannover 2018.
- [4] Albrecht, A. (2011): Längsschnittstudie zur Identifikation von Risikofaktoren für einen erfolgreichen Studieneinstieg in das Fach Physik. Dissertation, Freie Universität Berlin, Berlin 2011.
- [5] Bosse, E. & Trautwein, C. (2014): Individuelle und institutionelle Herausforderungen der Studieneingangsphase. Zeitschrift für Hochschulentwicklung, Jg.9/Nr.5, 41-62.
- [6] Krey, O. (2012): Zur Rolle der Mathematik in der Physik – Wissenschaftstheoretische Aspekte und Vorstellungen Physiklernender. Logos-Verlag, Berlin 2012.
- [7] Buschhüter, D., Spoden, C. & Borowski, A. (2016): Mathematische Kenntnisse und Fähigkeiten von Physikstudierenden zu Studienbeginn. Zeitschrift für Didaktik der Naturwissenschaften, Springer Verlag, Band 22, 61-75.
- [8] Freyer, K. (2013): Zum Einfluss von Studieneingangsvoraussetzungen auf den Studienerfolg Erstsemesterstudierender im Fach Chemie. Dissertation, Universität Duisburg-Essen.
- [9] Buschhüter, D., Spoden, C. & Borowski, A. (2016): Studienerfolg im Physikstudium: Inkrementelle Validität physikalischen Fachwissens und physikalischer Kompetenz. Zeitschrift für Didaktik der Naturwissenschaften, Springer Verlag, Band 23, 127-141.
- [10] Heublein, U., Schmelzer, R., Sommer, D. & Spangenberg, H. (2003): Ursachen des Studienabbruchs. Analyse 2002. Hannover: HIS.
- [11] Woitkowski, D. (2020): Komplexitätsgestaffelte Übungsaufgaben zur Unterstützung im ersten Semester Physik. In: PhyDid B, Didaktik der Physik, Beiträge zur DPG-Frühjahrstagung 2020.
- [12] Sangwin, C. J. (2015): Who uses STACK? A survey of users of the STACK CAA system, May 2015, Loughborough University, Juni 2015, Fachmedien Wiesbaden 2016.
- [13] Schecker, H., Wilhelm, T., Hopf, M., Duit, R. (Hrsg.) (2018): Schülervorstellungen und Physikunterricht, Ein Lehrbuch für Studium, Referendariat und Unterrichtspraxis. Springer Spektrum.
- [14] Schmitt, K. & Spatz, V. (2021): Anforderungen und Erwartungen an Physik-Servicelehrveranstaltungen. In: Habig, S. (Hrsg.): Naturwissenschaftlicher Unterricht und Lehrerbildung im Umbruch? Gesellschaft für Didaktik der Chemie und Physik.
- [15] Enders, J. (2016): Peer Instruction und Flipped Classroom in der Service-Lehre Physik. In: PhyDid B, Beiträge zur DPG-Frühjahrstagung Hannover 2016.
- [16] Schwinger, M., Kärchner, H. & Gehle, M. (2020): Modularer Fragebogen zur Evaluation von digitalen Lehr-Lern-Szenarien. Innovationsforum Wirksamkeitsanalyse, Projekt digital gestütztes Lehren und Lernen in Hessen, Philips-Universität Marburg. Online verfügbar unter: <https://www.digll-hessen.de/projekt/innovationsforen/innovationsforum-wirksamkeitsanalyse/#fragebogen2> Abgerufen am 24.05.2021.
- [17] Bosse, E. et al. (2019): Gelingendes Studieren in der Studieneingangsphase. Ergebnisse und Anregungen für die Praxis aus der Begleitforschung zum Qualitätspakt Lehre im Projekt StuFHe. Veröffentlicht im Rahmen des StuFHe – Projekts.
- [18] Hailikari, T., Nevgi, A. & Lindblom-Ylänne (2007): Exploring alternative ways of assessing

prior knowledge, its components and their relation to student achievement: a mathematics based case study. *Studies in Educational Evaluation* 33 (2007), 320-337.