

Physikgrundlagen digital - reloaded in der Online Lehre 2020/2021

Andreas Daberkow¹, Stephan Pitsch², Axel Löffler³, Juliane König-Birk⁴, Wolfgang Knaak⁵, Günther Kurz⁶, Kirsten Wegendt⁷, Karin Hehl⁸ und Johanna Karouby⁹

Abstract: Um den Übergang von Schule zur Hochschule zu erleichtern, brauchen Studierende technischer Fächer häufig eine Auffrischung ihrer Kenntnisse in Mathematik und Physik. Ein Online-Lernsystem für Physik kann Studierende bei der Beschäftigung mit physikalischen Inhalten unterstützen. Zudem kann ein Physik-Wissenstest Lücken im individuellen Wissensstand aufzeigen und zum Lernen der fehlenden Themen motivieren. Die Arbeitsgruppe „eLearning in der Physik“ der Hochschulförderung Süd-West (HfSW) bestehend aus den baden-württembergischen Hochschulen Aalen, Esslingen, Heilbronn, Mannheim und Reutlingen hat einen Aufgabenpool von über 200 Physikaufgaben für Erstsemester erarbeitet, sie stehen den Studierenden mit Lösungen in Lernmanagementsystemen zum Selbststudium und jetzt auch im Zentralen OER-Repositorium (Open Educational Ressource) der Hochschulen in Baden-Württemberg (ZOERR) zur Verfügung. In diesem Beitrag wird über den Einsatz der Online-Übungsaufgaben in 2020/2021 berichtet, über die Ergebnisse der Wissenstests und über die in der Corona-Zeit neu eingerichteten eTutorien.

Keywords: eLearning, Physik, Aufgabenpool, Mechanik, Elektrizitätslehre, Optik, Wärmelehre, Schule, Wissenstest, Zulassungstest, Ingenieurwissenschaften, Naturwissenschaften, eTutorium

1 Einleitung

An viele Hochschulen für angewandte Wissenschaften (HAW) kommen ca. 60% der Studienanfänger über einen mittleren Bildungsabschluss, oft in Kombination über den zweiten Bildungsweg. Die damit verbundene Vielfalt führt dazu, dass diese Studienanfänger wenig Kontinuität nicht nur in der Grundlagenausbildung in Mathematik, sondern auch in der Grundausbildung in Physik erfahren haben. Viele Hochschulen starteten Fördermaßnahmen zur Mathematik, an der Hochschule Heilbronn (HHN) beispielsweise ist ein digitales und individualisiertes Lernen und integriertes Prüfen von Mathematik-Grundlagen seit 2012 mit über 10.000 Aufgaben erfolgreich online im Einsatz, siehe beispielsweise [Da16]. Vergleichbare Aktivitäten zur Grundlagenphysik

¹ Hochschule Heilbronn, Max-Planck-Str. 39, 74081 Heilbronn, andreas.daberkow@hs-heilbronn.de

² Hochschule Reutlingen, Alteburgstraße 150, 72762 Reutlingen, stephan.pitsch@reutlingen-university.de

³ Hochschule Aalen, Beethovenstraße 1, 73430 Aalen, axel.loeffler@hs-aalen.de

⁴ Hochschule Heilbronn, Max-Planck-Str. 39, 74081 Heilbronn, juliane.koenig-birk@hs-heilbronn.de

⁵ Hochschule Mannheim, Paul-Wittsack-Straße 10, 68163 Mannheim, w.knaak@hs-mannheim.de

⁶ Hochschule Esslingen, Kanalstraße 33, 73728 Esslingen am Neckar, guenther.kurz@hs-esslingen.de

⁷ Hochschule Heilbronn, Max-Planck-Str. 39, 74081 Heilbronn, kirsten.wegendt@hs-heilbronn.de

⁸ Hochschule Reutlingen, Alteburgstraße 150, 72762 Reutlingen, karin.hehl@reutlingen-university.de

⁹ Hochschule Aalen, Beethovenstraße 1, 73430 Aalen, johanna.karouby@hs-aalen.de

wurden später aufgesetzt. Erste Anfänge finden sich bei [KG11]. Die Arbeitsgruppe cosh (Cooperation Schule Hochschule) hat nach ihrem Mindestanforderungskatalog (MiAnKa) zur Mathematik einen MiAnKa Physik entwickelt, siehe z.B. [Kä19]. Parallel dazu entstand ein von der Gruppe TU9 der deutschen Universitäten zertifizierter digitaler Lehr- und Übungsbrückenkurs für die Grundlagenphysik.¹⁰ Andere führten ein hochschulinternes Tool ein, wie zum Beispiel PhysikOk der Hochschule Aalen, das aber nur Studierenden dieser Hochschule zugänglich ist. Ein durch den Pearson-Verlag angebotenes Online-Physik-Kompodium war nur in englischer Sprache verfügbar.¹¹

Eingebettet in diese Rahmenbedingungen wurden gemeinsam Aufgaben definiert und Ende 2012 eine Arbeitsgruppe „eLearning und eAssessment Physik“ der HfSW gegründet. Ziel war es, durch einen gemeinsam entwickelten Aufgabenpool Ressourcen zu sparen, durch Kooperation mit dem Schulbuchverlag Cornelsen [Ca13] das Niveau zum Schulabschluss zu erreichen und die Qualität der Aufgaben durch gemeinsame Begutachtungen zu verbessern. Vor allem sollten im ersten Schritt die vermuteten Physik-Grundlagenschwächen der Studierenden diagnostiziert werden. Diese Schwächen wurden dann von ersten Diagnosetests mit über 350 Teilnehmenden auch bestätigt [Da15]. Im Vordergrund stand auch die erklärende Visualisierung physikalischer Zusammenhänge in Aufgaben und Lösungen. Im Pandemiejahr 2020 wurde der HfSW-Aufgabenpool überarbeitet und 2021 in ersten Teilen als OER allgemein publiziert¹².

2 Design von Übungsaufgaben, Antwortalternativen und Lösungen

The image shows a digital learning interface with four main panels. The 'Aufgabenstellung' panel on the left contains a task description about a camera and a diagram of a camera. The 'Antwortmöglichkeiten + Feedback' panel in the center lists four answer options with feedback. The 'Alternativen/Variation' panel on the right shows a ray diagram of a camera. The 'Lösungsweg' panel on the far right provides a detailed solution path with a ray diagram.

Abb. 1: Grundkonzept der Aufgaben, Antwortmöglichkeiten, Lösungen und Variationen

¹⁰https://www.kit.edu/kit/pi_2020_105_onlinekurs-physik-gut-vorbereitet-studieren.php | Kurs-Webseite www.brueckenkurs-physik.de

¹¹<https://mlm.pearson.com/northamerica/masteringphysics>

¹²<https://www.oerbw.de/> | Suchbegriff *Physik Aufgabensammlung*

Das Fundament zum Aufgabenpool entstand in den Jahren 2013 bis 2015 mit 223 Physik-Aufgaben auf über 900 Seiten im Format MS-Office (PowerPoint) und umfasst 4 Fachthemen mit der Unterteilung in den Schwierigkeitsgrad Schulabschluss sowie Hochschulstart. Von den 223 Aufgaben sind 40 für einen Diagnosetest ausgekoppelt. Jede Aufgabe besitzt ein Deckblatt mit Aufgabenstellung und Illustration sowie eine Fragestellung. Dafür stehen dann mindestens 4 Antwortmöglichkeiten zur Verfügung, von denen mindestens eine die Fragestellung richtig beantwortet. Auf einer weiteren Folgeseite zum Lösungsweg wird dann die richtige Antwort mit einer weiteren Illustration angemessen erläutert, siehe auch Abb. 1. Die Aufgaben sind jetzt in die Lernmanagementsysteme ILIAS und Moodle migriert.

- ☐ M-1.008x00-AA Impuls 1
- ☐ M-1.008x01-AA Impuls 2
- ☐ **M-1.008x02-AA Impuls 3**
- ☐ M-1.009x00-AA
- ☐ M-1.009x03-AA
- ☐ M-1.010x00-AA
- ☐ M-1.010x01-AA
- ☐ M-1.010x02-AA
- ☐ M-1.010x03-AA

Aufgabenstellung:
 Ein Airbus A-380 ($m = 500 \text{ t}$) fliegt von Frankfurt nach Moskau. In x -Richtung besitzt das Flugzeug eine Geschwindigkeit von 700 km/h . Wegen Windinfluss bewegt sich das Flugzeug in einer Richtung, die um 30° gegen die die x -Richtung gedreht ist.



Frage: Welchen Betrag hat der Impuls des Flugzeugs? (Taschenrechner empfohlen).

Lösungsweg zur Aufgabe:
 Um den Impuls zu berechnen, muss zunächst die Gesamtgeschwindigkeit des Flugzeuges v aus der Geschwindigkeit in x -Richtung (v_x) bestimmt werden. Diese erhält man durch die trigonometrische Beziehungen am rechtwinkligen Dreieck, wobei α der einschließende Winkel zwischen v und v_x ist:
 $\cos \alpha = \frac{v_x}{v}$
 $v = \frac{v_x}{\cos \alpha}$
 Nun kann man den Impuls ausrechnen:
 $p = m \cdot v = m \cdot \frac{v_x}{\cos \alpha} = 500 \text{ t} \cdot \frac{700 \frac{\text{km}}{\text{h}}}{\cos 30^\circ} = 500.000 \text{ kg} \cdot \frac{700 \cdot \frac{1000}{3600} \frac{\text{m}}{\text{s}}}{\cos 30^\circ} \approx 112 \cdot 10^6 \frac{\text{kg m}}{\text{s}}$

Abb. 2: Aufgaben und Implementierung in ILIAS

Einen Eindruck der Aufgaben in ILIAS zeigt die Abb. 2. Die Teilnehmenden können in ILIAS mithilfe der Frageliste in den schon beantworteten bzw. noch zu bearbeitenden Fragen navigieren (Abb. 2 links). Die Aufgaben müssen durch Rechnen gelöst werden, unter Zuhilfenahme eines einfachen Taschenrechners oder auch durch Beantworten von Verständnisfragen. Die richtige Antwort wird mit Antwortalternativen zur Wahl angeboten. Durch Anfordern der Rückmeldung wird bei einer falschen Antwort ein Hinweis gegeben, bei der richtigen Antwort wird die ausführliche Lösung angezeigt (Abb. 2 rechts).

3 Integration in den Semesterablauf

Die Einstieger in den ausgewählten technischen Studiengängen werden in den ersten Wochen in ihren Physikvorlesungen auf das Übungsangebot im Lernmanagementsystem aufmerksam gemacht und es wird ihnen angeboten, an einem Test zur Selbsteinschätzung ihrer Physikkenntnisse teilzunehmen.

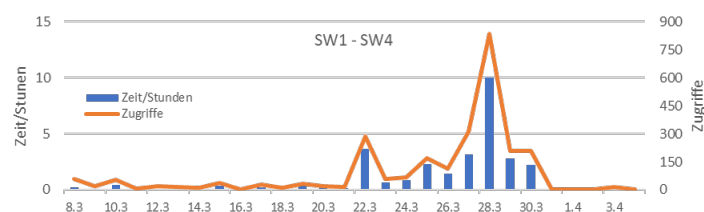


Abb. 3: Nutzung der Übungen in den Semesterwochen SW1 bis SW4, Online- SoSe 2021, HHN

Das ILIAS-Übungsangebot wurde erstmals im Online-Wintersemester (WiSe) 2020/2021 publiziert und wird auch jetzt im Online-Sommersemester (SoSe) 2021 angenommen – bis zu 10 h Zeit täglich wurde im Bearbeiten der Aufgaben verbracht, siehe Abb. 3, die die Anzahl der Stunden und die Anzahl der Daten-Zugriffe auf die Übungsaufgaben zeigt.

4 Diagnose-Grundlagentest

Pandemiebedingt wurde der Physik Grundlagentest im Sose 2020, WiSe 2020/2021 und SoSe 2021 online durchgeführt. Um die Diagnoseaufgaben nicht unter Studierenden kursieren zu lassen, wurden die 40 Aufgaben aus den 4 Fachthemen des Aufgabenkatalogs durch einen Mechanik-Grundlagentest aus [Me17] ersetzt. Dieser enthält 30 Verständnisfragen zur Mechanik, deren Bearbeitung den Studierenden Anhaltspunkte über ihren Kenntnisstand gibt. Dargestellt in den Diagrammen von Abb. 4 sind die Ergebnisse an drei Partnerhochschulen (HS1, HS2 und HS3) mit diesem Test für die jeweiligen Studiengänge S1 und S2. Dargestellt ist die Anzahl der Teilnehmenden, die weniger als die Hälfte der Fragen richtig beantworten konnten, die Anzahl der Teilnehmenden, die zwischen der Hälfte und zwei Drittel der Fragen richtig beantworten konnten und die Anzahl derer, die mehr als zwei Drittel der Fragen gelöst hatten.

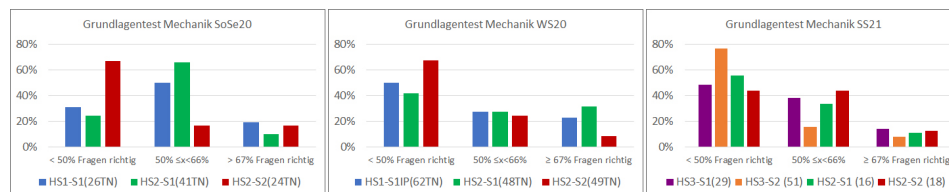


Abb. 4: Anzahl der Teilnehmenden über Ergebnis im Physik-Grundlagentest

Auffallend ist, dass unabhängig vom Testzeitpunkt bis zu 70 % der Teilnehmenden weniger als die Hälfte der Fragen richtig beantwortet hat und weniger als 20 % mehr als zwei Drittel der Fragen richtig gelöst hat. Auch dieser Test zeigt, wie schon bei [Da 15] beschrieben, den dringenden Bedarf einer Grundlagenförderung.

Beim Grundlagentest im Wintersemester wurde vor den eigentlichen Physikfragen die Art der Hochschulzugangsberechtigung (HSZB) abgefragt. In der ersten Frage stand als Schulart Gymnasium (G), Berufsoberschule/Fachkolleg (BS), Fachgymnasium (FG), Abendgymnasium/Kolleg (AG), Abgeschlossene Ausbildung und HZB (AB), und Sonstiger Erwerb der Hochschulzugangsberechtigung zur Auswahl. Als zweites wurde nach dem Abschluss gefragt, d.h. ob die Allgemeine Hochschulreife (AHSR), Fachgebundene Hochschulreife (FHSR), Fachhochschulreife (FH), oder Sonstige (S) den Zugang zur Hochschule ermöglichte. Sowohl bei der Schulart als auch bei der Abschlussart zeigt sich eine große Streuung der erreichten Punktzahl innerhalb einer Teilnehmendengruppe. So haben die Teilnehmenden aller Schularten/Abschlussarten

Ergebnisse zwischen 20% und 80% der Punkte erreicht (blaue Balken in Abb. 5 links). Die Mittelwerte dieser Ergebnisse schwanken aber nur wenig um die 50% (rote Linie in Abb. 5 links und Balken in Abb. 5 rechts).

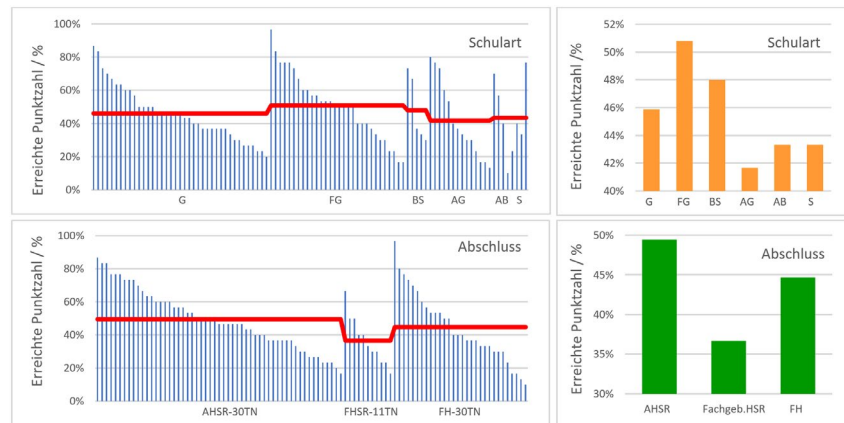


Abb. 5: Zusammenhang zwischen erreichter Punktzahl im Physik-Test mit der HSZB

5 eTutorium in Pandemiesemestern 2020 und 2021 und weitere Erkenntnisse

Gleichzeitig zum Start der Übungsaufgaben wurde im WiSe 2020/2021 und im laufenden SoSe 2020 an der HHN ein sogenanntes eTutorium angeboten (Sprechstunde per Videokonferenzsystem speziell zum Katalog). Der Grundgedanke des eTutoriums ist, dieses über die Partnerhochschulen verteilt als gemeinsame Serviceleistung anbieten zu können. Erste Erfahrungen vom WiSe 2020/2021 zeigen, dass nach erster guter Wahrnehmung dieses Übungsangebotes in Kombination mit dem Aufgabenkatalog dann im Laufe des Semesters nur noch spezielle Fragen zur Physikvorlesung der jeweiligen Dozenten von Interesse waren.

Das Autorenteam wird den gemeinsamen Ausbau des medialen Physik-Aufgabenkatalogs weiter fördern. Mit der Publikation als Open Educational Ressource OER werden die Katalogaufgaben inklusive eines ILIAS-Importfiles und eines Moodle-Importfiles überregional den Hochschulen verfügbar gemacht. Bei der Aufgabenerstellung wurden die folgenden Erfahrungen gemacht:

- Eine nachträgliche Genehmigung als OER durch die Hochschulleitungen war sehr aufwendig und sollte vor einem gemeinsamen Start erfolgen.
- Die Aufwände zur Versionierung und Synchronisation der 8 Aufgabensammlungen mit den Fachgruppen insbesondere bei Änderungen werden als unerwartet hoch empfunden und sind beim künftigen Ausbau zu berücksichtigen.

- Trotz dieses Verwaltungsaufwandes bleibt eine Verringerung der Aufwände und Erhöhung der Wertschöpfung durch *Sharing*, da die Erstellung und Qualitätsprüfung von Aufgaben über die Partnerhochschulen verteilt bleibt.

Bei der Organisation, Durchführung und Auswertung der digitalen Physik-Diagnosetests an den jeweiligen Standorten ist folgendes aufgefallen:

- Es ist zu klären, ob Tests innerhalb der Vorlesungszeit oder in einem zusätzlichen Zeitfenster zu erbringen sind, eine enge Kommunikation mit den in der Regel von den Arbeitskreisvertretern abweichenden Physikdozenten ist erforderlich.
- Eine wiederholte Nutzbarkeit des Diagnosetests in Präsenz erfordert eine hohe Aufmerksamkeit bei der Prüfungsaufsicht, so dass z.B. durch das Abfotografieren des Bildschirms die Testaufgaben nicht kommuniziert werden. Bei einer Nutzung des Diagnosetests im Distanz-Onlineformat ist das Kopieren unvermeidbar.

Ausreichende Erfahrung zum eTutorium liegen noch nicht vor und werden derzeit erarbeitet. Ziel ist ein in sich stimmiges Angebot von Übungsaufgaben, Diagnosetests und eTutorium. Die gemeinsame Nutzung von Ressourcen (Tutoren, wissenschaftliche Mitarbeiter, Dozenten) ist sehr attraktiv. Die Autoren sind überzeugt, mit diesem medialen Angebot einen Mehrwert für ihre und auch andere Hochschulen geschaffen zu haben.

Literaturverzeichnis

- [Ca13] Carmesin, H. et. al.: Universum Physik Sekundarstufe II - Baden-Württemberg - Kursstufe: Schülerbuch, Cornelsen Verlag, 2013.
- [Da15] Daberkow, A. et. al.: Physikgrundlagen medial – ein simultanes Testexperiment von 7 Hochschulen In (Zentrum für Hochschuldidaktik Hrsg.): Tagungsband zum 2. HDMINT Symposium 2015 Technische Hochschule Nürnberg, S 192 – 198, 2015.
- [Da16] Daberkow, A. et. al.: Wirksames mediales Lernen und Prüfen mathematischer Grundlagen an der Hochschule Heilbronn. In (Hoppenbrock, A. et. al. Hrsg.): Lehren und Lernen von Mathematik in der Studieneingangsphase, Springer, Berlin, S. 85 – 100, 2016.
- [Kä19] Käß, H. et. al.: Mindestanforderungskatalog Physik - ein Vorschlag; PhyDid B - Didaktik der Physik In (Nordmeier, V.; Grötzebach, H. Hrsg.): Beiträge der DPG-Frühjahrstagung, Aachen, S. 73 – 78, 2019.
- [KG11] Kurz, G.; Gilg, J.: Brücken zur Physik - Band 1 Mechanik, Schwingungslehre, Wärmelehre (mit CD-ROM), Cornelsen-Verlag, Berlin, 2011.
- [Me17] Mazur, E.: Peer Instruction - Interaktive Lehre praktisch umgesetzt, (Kurz, G., Harten, U. Hrsg.), Springer Spektrum, 2017.