

Feedback zum Studieneingang Physik Entwicklung und erste Ergebnisse eines Tests

Die Bedeutung eines fundierten physikalischen Vorwissens ist für den Erfolg in der Studieneingangsphase vieler MINT-Studiengänge unbestritten. Die Herausforderungen, die sich aus einer unzureichenden Vorbereitung ergeben, können nicht nur zu einer erhöhten Studienbelastung führen, sondern auch die Motivation und das Selbstbewusstsein der Studierenden erheblich beeinträchtigen. Vor diesem Hintergrund wurde ein Test entwickelt, der die grundlegenden physikalischen Fachkompetenzen von Studierenden erfasst und auf Basis der Testergebnisse auch individuelle Rückmeldungen zum Leistungsvermögen ermöglichen soll. Dieser Artikel stellt die Entwicklung dieses Tests, seine Struktur, die verwendeten Fragentypen sowie erste Ergebnisse der Pilotierung vor.

Motivation und Zielsetzung

Die Erfahrung zeigt, dass immer wieder stärkere Studierende an sich und ihren Fähigkeiten zweifeln, während schwächere Studierende die eigenen Wissenslücken nicht erkennen. Unterstützungsangebote und offene Lernräume werden deshalb häufig nicht von den Studierenden aufgesucht, die diese Angebote am dringendsten benötigen. Zusätzlich können Lehrende davon profitieren, wenn sie Informationen darüber erhalten, auf welchem Leistungsstand ihre Studierenden stehen, welche Teilnehmenden spezifische Unterstützung benötigen und in welchen Bereichen sie diese Unterstützung am dringendsten benötigen. Die Schaffung eines Feedbacksystems, das eine anonyme Rückmeldung ermöglicht, birgt von daher ein großes Potential die Studieneingangsphase für viele Studierende in Zukunft erfolgreicher zu gestalten.

Stefan Behrendt und Kollegen (Behrendt et al., 2023) haben an der Universität Stuttgart einen Eingangstest entwickelt, der auf Basis von Fachwissensfragen zur Mittelstufenmathematik Studierende in verschiedene Niveaustufen einteilt. Diese Niveaustufen korrelieren gut mit der Wahrscheinlichkeit des Scheinerwerbs in der Vorlesung „Höhere Mathematik 1“ an der Universität Stuttgart. Nach Durchführung dieses Tests erhalten Studierende Feedback zu ihren momentanen Fähigkeiten in der Mittelstufenmathematik, die Teilfähigkeiten im Vergleich zu ihren Mitstudierenden, eine Einordnung des eigenen Ergebnisses, Links zu Lernangeboten der Universität, sowie den Verweis auf die zentrale Studienberatung, bei einem entsprechend schlechten Abschneiden. Ziel ist es, die Studierenden in ihrer Selbstreflexion zu unterstützen und ihnen konkrete Handlungsanleitungen zu geben.

In diesem Artikel wird die Entwicklung eines Tests auf die physikalischen Grundlagen vorgestellt, der anschließend die gleiche Funktion wie der Mathematiktest haben soll.

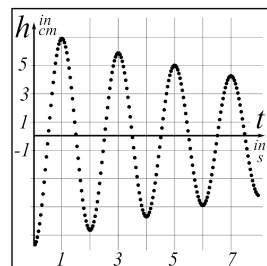
Testentwicklung: Konzept und Struktur

Grundlage der Testentwicklung ist eine umfassende Analyse der curricularen Anforderungen der Sekundarstufe I im Bildungsplan Physik des Landes Baden-Württemberg (Ministerium für Kultus, Jugend und Sport Baden-Württemberg, 2016), um sicherzustellen, dass der Test das potentielle Vorwissen abfragt und zu allen relevanten Bereichen den Studierenden Feedback geben kann. Die zentralen Themenbereiche umfassen den Elektromagnetismus, die Mechanik, die Optik, die Wärmelehre und das Überthema Energie.

Die technischen und strukturellen Rahmenbedingungen orientieren sich an dem vorher erwähnten Mathematiktest (Behrendt et al., 2023). Die Bearbeitungszeit beträgt etwa 40 Minuten, und die Fragen sind so konzipiert, dass sie den Kenntnisstand der Mittelstufe widerspiegeln. Der Test umfasst insgesamt 52 Fragen, die zu 33 Items zusammengefasst werden können, die in verschiedene Aufgabentypen unterteilt sind:

Messwerte und Formeln: In diesen Aufgaben müssen Studierende, Messwerte aus verschiedenen Informationsmedien ablesen, Formeln entsprechend umformen und anwenden, um physikalische Größen zu berechnen. Beispielsweise wird in einer Aufgabe die Bestimmung der Härte einer Feder verlangt, wobei die Periodendauer aus einem Diagramm ermittelt werden muss.

Für die Kreisfrequenz einer vereinfachten harmonischen Schwingung eines Federpendels gilt:
 $\omega = \sqrt{\frac{D}{m}}$. Bestimmen Sie die Federhärte D .



Periodendauer:

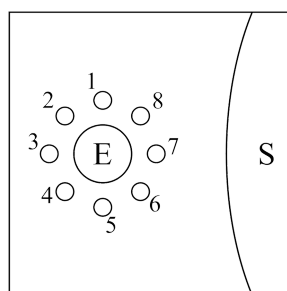
Formel für die Federhärte:

Berechnete Federhärte:

Abb. 1 Testfrage zur Messwertebestimmung und Formelanwendung am Beispiel des Federpendels.

Konzeptfragen: Hierbei handelt es sich um Fragen, die das Verständnis von physikalischen Konzepten prüfen. Im Test ist jedes Themengebiet mit zwei Aufgaben vertreten, um ein breites Spektrum an physikalischen Konzepten und Inhalten abzudecken. Eine Beispielaufgabe ist die Zuordnung von Mondphasen zu den entsprechenden Positionen in einem Schaubild.

Im Schaubild sind die Sonne S, die Erde E und verschiedene Positionen des Mondes eingezeichnet. Ordnen Sie diese Positionen verschiedenen Mondphasen zu (Mehrfachnennungen sind möglich).



Vollmond

Halbmond

- | | | | |
|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|
| ☐ 1 | ☐ 5 | ☐ 1 | ☐ 5 |
| ☐ 2 | ☐ 6 | ☐ 2 | ☐ 6 |
| ☐ 3 | ☐ 7 | ☐ 3 | ☐ 7 |
| ☐ 4 | ☐ 8 | ☐ 4 | ☐ 8 |

Abb. 2 Frage zur Strahlenoptik bei den Mondphasen.

Schülervorstellungen: Diese Fragen zielen darauf ab, die alltäglichen physikalischen Vorstellungen der Studierenden zu erfassen, bzw. deren Fähigkeit die Richtigkeit von typischen Schüleraussagen zu evaluieren. Diese typischen Aussagen sind dem Buch „Schülervorstellungen und Physikunterricht“ (Schecker et al., 2018) entnommen. Beispielsweise soll die physikalische Richtigkeit der folgenden Aussage bewertet werden:

„Deckt man bei einer Sammellinse die obere Hälfte ab, so verschwindet die untere Hälfte der Abbildung.“

Methodik und Pilotierung

Die Pilotierung des Tests wurde an einer Stichprobe mit 99 Erstsemestern durchgeführt, von denen etwa 14 % weiblich waren und die aus verschiedenen naturwissenschaftlichen und ingenieurtechnischen Studiengängen der Universität Stuttgart kamen. Die Durchführung der Pilotierung erfolgte online in einer kontrollierten Umgebung, um die Bedingungen für alle Teilnehmenden zu standardisieren. Die Auswertung erfolgte mithilfe der Item-Response-Theorie, die eine differenzierte Analyse der Lösungswahrscheinlichkeiten in Abhängigkeit von den Fähigkeiten der Testteilnehmenden ermöglicht (vgl. De Ayala, 2009). Die besten Ergebnisse erzielte eine Auswertung mit zwei Parametern (2PL), dem Schwierigkeits- und dem Diskriminierungsparameter. Die Ergebnisse der Pilotstudie zeigten eine EAP/PV-Reliabilität von .88, was auf eine hohe Konsistenz der Testergebnisse hinweist.

Eine erste Itemanalyse zeigte, welche missverständliche oder fehlerhafte Fragestellungen überarbeitet werden müssen, um die Validität des Tests weiter zu erhöhen. Zudem weisen die Testergebnisse darauf hin, dass bestimmte Themen, wie die lineare Optik, für Studierende aus Baden-Württemberg eine besondere Herausforderung darstellen. Die Analyse der häufig gewählten falschen Antworten deutet an, dass die Abwägung von Effektstärken, wenn mehrere physikalische Effekte an einem Prozess beteiligt sind, und die Verzerrung von Dimensionen oder Größenverhältnissen generell Herausforderungen für Studierende darstellen.

Mehrdimensionale Analyse der Fähigkeiten

Entscheidend für die Testentwicklung ist die Frage, ob es eine allgemeine Physikfähigkeit gibt, mit der das Abschneiden in allen Themenbereichen und Methodiken der Physik vorhergesagt werden kann, oder ob die Ausdifferenzierung von verschiedenen Unterfähigkeiten ein besseres Modell liefert. Erste mehrdimensionale Analysen, die die Items nach den Themengebieten der Physik sortieren oder nach den in den KMK-Standards (KMK, 2020) formulierten Basiskonzepten, „*Erhaltung und Gleichgewicht*“, „*Superposition und Komponenten*“, sowie „*Mathematisierung und Vorhersagen*“, liefern noch keine verbesserten Ergebnisse gegenüber einem eindimensionalen Modell.

Zudem kann ein Niveaustufenmodell entwickelt werden, das es ermöglicht, die Leistungen der Studierenden im Test auch mit physikalischen Kompetenzen zu kategorisieren.

Zusammenfassung und Ausblick

Der entwickelte Test zur Diagnose grundlegender physikalischer Kompetenzen bildet einen ersten Schritt, um gezielte und individuelle Rückmeldungen zu den fachlichen Kompetenzen von Studierenden in der Studieneingangsphase zu geben. Die Ergebnisse der Pilotierung zeigen mit einer EAP-PV Reliabilität von 0.88 vielversprechende Werte, was die Vorhersagekraft des Tests betrifft. Erste Analysen zu mehrdimensionalen Modellen von verschiedenen physikrelevanten Unterfähigkeiten zeigten noch keine Verbesserung gegenüber einem Modell mit nur einer Physikfähigkeit. Darüber hinaus konnte ein erster Entwurf für eine Fähigkeitsskala mit mehreren Niveaustufen für das individuelle Feedback erstellt werden.

Literatur

- Behrendt, S. et al. (2023) Konstruktion und psychometrische Prüfung eines Tests zur Diagnostik mathematischer Studieneingangsleistungen, ZeHf – Zeitschrift für empirische Hochschulforschung, 1-2023, S. 74-95.
- De Ayala, R. (2009). The theory and practice of item response theory. Reference and Research Book News, 24(2)
- KMK – Ständige Konferenz der Kultusminister in der Bundesrepublik Deutschland (2020): Bildungsstandards im Fach Physik für die Allgemeine Hochschulreife: https://www.kmk.org/fileadmin/Dateien/veroeffentlichungen_beschluesse/2020/2020_06_18-BildungsstandardsAHR_Physik.pdf (Stand 10/2024)
- Ministerium für Kultus, Jugend und Sport Baden-Württemberg. (2016). Bildungsplan des Gymnasiums - Physik. Neckar-Verlag GmbH, Villingen-Schwenningen https://www.bildungsplaene-bw.de/site/bildungsplan/get/documents/lbw/export-pdf/depot-pdf/ALLG/BP2016BW_ALLG_GYM_PH.pdf (Stand 10/2024)
- Schecker, H. et al. (2018). Schülervorstellungen und Physikunterricht. Berlin, Heidelberg: Springer Berlin.