

AKADEMIE FÜR LEHRENTWICKLUNG PROFESSIONSORIENTIERTE ERGÄNZUNG DER THEORETISCHEN PHYSIK IM PHYSIK-LEHRAMTSSTUDIUM

FÖRDERLINIE: INNOVATIONEN IN DER LEHRE

Philipp Scheiger, Stefan Aehle, Holger Cartarius

AUSGANGSLAGE

Die grundlegenden Konzepte der theoretischen Physik sind zweifelsfrei für das Physik-Lehramtsstudium wichtig. Sie verhelfen den zukünftigen Lehrerinnen und Lehrern zur ausreichenden fachlichen Souveränität, die sie im Schulalltag benötigen, um sich auf das Unterrichten konzentrieren zu können. Die zugehörigen Lehrveranstaltungen werden jedoch als schwer empfunden und die Erarbeitung ihrer Inhalte erfordern große Anstrengungen der Studierenden. Durch den hohen, aber essentiellen Abstraktionsgrad der theoretischen Physik wird oft die Relevanz für den späteren Schulunterricht nicht erkannt und den Lehrveranstaltungen daher eine geringe Bedeutung beigemessen. Studierende ohne Mathematik in der Fachkombination müssen zusätzlich den Fokus auf das Nacharbeiten mathematischer Inhalte legen und profitieren nicht im vollen Umfang von den Inhalten. Letztendlich wird ein großes Potential des Studiums nicht genutzt.

ZIELE

Die Ziele dieser Lehrinnovation bestehen darin, die genannten Schwierigkeiten für die ersten beiden Kursvorlesungen des Studiums in der theoretischen Physik zu adressieren, insbesondere:

- Mathematische Intensiv-Vorbereitungskurse sollen gezielt auf das benötigte mathematische Vorwissen vorbereiten.
- Begleitseminare sollen die Verknüpfung der physikalischen Inhalte mit der Schulphysik herstellen, Schulbücher aus diesem Blickwinkel diskutieren und das Verständnis vertiefen.

NACHHALTIGKEIT

Innerhalb der Lehrinnovation werden die neuen Lehrveranstaltungen ausgearbeitet. Bereits im ersten Durchlauf wird die Abhaltung der Lehre aus den Ressourcen der Arbeitsgruppe abgedeckt. Diese Ressourcen stehen in den folgenden Jahren unverändert zur Verfügung. Im Erfolgsfall wird das Konzept in ein regelmäßiges Angebot münden.

ERSTE ERFAHRUNGEN

- Die Studierenden sehen einen großen Bedarf. Im Wintersemester 2019/20 wurden vier spontane Termine mit Studierenden des dritten Semesters organisiert, um Fragen aus den Vorlesungen der theoretischen Physik zu allen oben genannten Themen zu klären.
- Die Rückmeldungen zu einer Pilotierung im Sommersemester 2020 zeigten, dass Studierende aller Leistungsniveaus in ihrer Selbsteinschätzung von einem Programm dieser Form profitieren.

PROJEKTTEAM



v.l.n.r.: Philipp Scheiger, Stefan Aehle, Holger Cartarius

Kontakt: Holger Cartarius
AG Fachdidaktik der Physik und Astronomie
E-Mail: holger.cartarius@uni-jena.de

ABLAUF

Vorleistungen: Sommersemester 2020:

Vor Vorlesungsbeginn: Bedarf in der Mathematik für die Elektrodynamik abgefragt, Unterstützungskurs

In der Vorlesungszeit: Test von Lehrformaten, Begleitseminar

Wintersemester 2020/21:

Vor Vorlesungsbeginn: Mathematik-Intensivkurs für Grundkurs Theoretische Physik 1 – Mechanik

In der Vorlesungszeit: Begleitseminar zur Mechanik

Sommersemester 2021:

Vor Vorlesungsbeginn: Mathematik-Intensivkurs für Grundkurs Theoretische Physik 2 – Elektrodynamik

In der Vorlesungszeit: Begleitseminar zur Elektrodynamik

INHALTE DER LEHRVERANSTALTUNGEN

Mathematik-Intensivkurs zur Vorbereitung auf den Grundkurs Theoretische Physik I – Mechanik:
1 Woche kurz vor Vorlesungsbeginn, Vor- und Nachmittag

- Gewöhnliche Differentialgleichungen
- Vektorrechnung, Koordinatensysteme
- Matrizen, Eigenwerte, Eigenvektoren

Begleitseminar Grundkurs Theoretische Physik I – Mechanik:
etwa 16 Lehrveranstaltungsstunden, 2. Semesterhälfte

- Bedeutung von Symmetrien, didaktische Reduktion der analytischen Mechanik
- Verknüpfung zur Schulphysik der Statik und Dynamik
- Schülervorstellungen zur Mechanik und deren Klärung im Rahmen der theoretischen Physik

Mathematik-Intensivkurs zur Vorbereitung auf den Grundkurs Theoretische Physik II – Elektrodynamik:
1 Woche kurz vor Vorlesungsbeginn, Vor- und Nachmittag

- Vektoranalysis
- krummlinige Koordinatensysteme
- Differential- und Integralrechnung in mehreren Dimensionen

Begleitseminar Grundkurs Theoretische Physik II – Elektrodynamik:
etwa 16 Lehrveranstaltungsstunden, 2. Semesterhälfte

- Didaktische Reduktion der Maxwellgleichungen, Verständnis des Feldbegriffs in der Schule
- Schulanwendungen zu Spulen und Kondensatoren
- Analyse von Darstellungen in Schulbüchern und Abgleich mit der fachlichen Korrektheit

BEISPIELE FÜR LEHRFORMATE

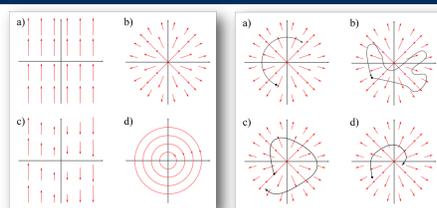


Bild 1 Peer Fragen
Peer Fragen konfrontieren Studierende mit Verständnisfragen und regen zu elementaren Diskussionen an. Im linken Bild werden Wirbelfelder gesucht, rechts der Weg eines Elektrons im elektrischen Feld, für den Arbeit geleistet werden muss.

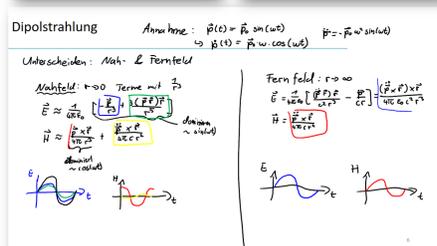


Bild 2 Umgang mit Formeln
Der Umgang mit Formeln und Formalismen soll gezielter geübt werden, damit Studierende schneller die relevanten Informationen aus ihnen ziehen können. Im Bild werden die einzelnen Feldkomponenten eines abstrahlenden Dipols (Antenne) grafisch ausgewertet und ihre Gewichtung überprüft.

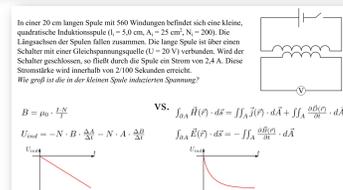


Bild 3 Kritische Betrachtung von Schulaufgaben
In der Schule werden häufig vereinfachte Probleme behandelt. Angehende Lehrer/innen sollten aber um die Limitationen im Vergleich zur Realität kennen, wie im Beispiel hier bei der Selbstinduktion.

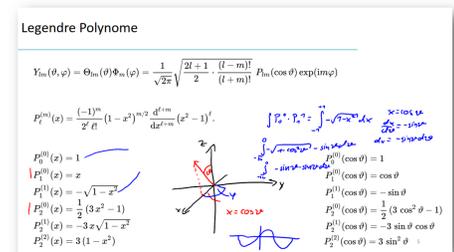


Bild 4 Reduktion
Die Menge und Komplexität von Informationen zu einzelnen Themen in der Theoretischen Physik kann Studierende überfordern. Eine Reduzierung auf die zentralen Ideen und eine Fokussierung auf die relevanten Anwendungen sollen Verständnis für das Wesentliche fördern, wie hier im Beispiel die Legendre-Polynome als Basis der Kugelflächenfunktionen.

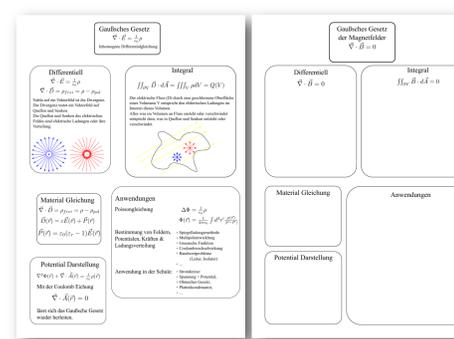
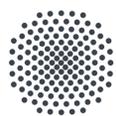


Bild 5 Worked Examples
Das Lernen mit Lösungsbeispielen (Worked Examples) ist eine effektive Übungsmethode für Rechenaufgaben. Diese Methode wurde für qualitative Aufgaben adaptiert. Hier wurden Lösungsbeispiele für Steckbriefe der Maxwellgleichungen gegeben, die alle vorher genannten Lehrformate enthalten. Aufgabe der Studierenden ist es, eigene Steckbriefe für die übrigen Maxwellgleichungen zu erstellen.

In Kooperation mit Physik und ihre Didaktik der



Universität Stuttgart



FRIEDRICH-SCHILLER-
UNIVERSITÄT
JENA