Projektwettbewerb: Innovatives Studium 2019

Physik-Praktika für Naturwissenschaftler*innen: Online-Dokumentation zu den neuen Experimenten

Bewerbung um Mittel aus dem Innovationsfonds

Dr. Christof Bartels
*Leitung der Physikalischen Praktika für Naturwissenschaftler*innen*
Fakultät für Mathematik und Physik, Physikalisches Institut

Die Physik-Praktika für Naturwissenschaftler*innen wurden in den letzten Jahren um mehrere Versuche erweitert, die speziell für die Studierenden der verschiedenen Fachbereiche konzipiert sind. Zu diesen neuen Experimenten soll nun eine Online-Dokumentation entstehen, die die Möglichkeiten der modernen Medien (Hypertext, Fotos, Videos) nutzt, um die komplexen Inhalte effizienter zu vermitteln. Die Online-Dokumentation soll die Studierenden bei der Vorbereitung auf die Praktikumsexperimente unterstützen und dadurch Motivation und Lernerfolg verbessern. Im Kontext der umfassenden Modernisierungen leistet dies einen weiteren Beitrag zu einer nachhaltigen Qualitätsverbesserung im Lehrexport des Physikalischen Instituts. Für diese Maßnahme bewerben wir uns im Rahmen des Projektwettbewerbs Innovatives Studium 2019 um Mittel aus dem Innovationsfonds in Höhe von 13.858,37 Euro.

Übersicht über die derzeitige Situation

Für viele naturwissenschaftliche Studiengänge ist die Physik ein grundlegender Bestandteil des Studiums. Dabei leistet das Physikalische Institut einen massiven Lehrexport. Die theoretischen Grundlagen der Physik werden in Form von Vorlesungen vermittelt; das experimentelle Arbeiten wird in den Physik-Praktika (studentische Physiklabore) erlernt, in denen die Student*innen eine Reihe von Experimenten selbst durchführen, protokollieren und auswerten.

Das Physikalische Institut der Universität Freiburg hat vor knapp drei Jahren eine grundlegende Modernisierung der Physik-Praktika für Studierende der Naturwissenschaften (Biologie, Chemie, Geowissenschaften, Molekulare Medizin, Mathematik) und der Medizin, Zahnmedizin und Pharmazie begonnen. Mit finanzieller Unterstützung aus den Projektwettbewerben 2016 und 2017 wurde unser Lehrangebot um bisher 20 neue Versuche (siehe Anhang 1) erweitert, die sich inhaltlich gezielt an den Interessen der Studierenden aus den verschiedenen Studiengängen orientieren. Insgesamt profitieren etwa 1000 Student*innen pro Jahr von diesen Modernisierungen.

Aus den Evaluationen der vergangenen Praktika wissen wir, dass wir mit der Modernisierung auf dem richtigen Weg sind, siehe dazu auch unsere Reflexion zur Förderung im Projektwettbewerb 2017 (www.stura.uni-freiburg.de/politik/svb/vergangene/vergabe2017/zentral-20). Allerdings zeigen die Evaluationen auch, dass die von den Studierenden aufgewendete Arbeitszeit sehr ungleich zwischen Vorbereitung (durchschnittlich weniger als 2 Stunden pro Versuch) und Nachbereitung (durchschnittlich mehr als 10 Stunden pro Versuch) verteilt ist. Entsprechend beobachten wir, dass viele Teilnehmer*innen nicht optimal auf die Praktikumsversuche vorbereitet sind. Für den Lernerfolg ist eine gute Vorbereitung jedoch essenziell, denn sie ist eine Voraussetzung für ein tiefes Verständnis der Lerninhalte während der Versuchsdurchführung.

Die im folgenden vorgeschlagenen Maßnahmen sollen einen Beitrag dazu leisten, den Studierenden eine effizientere Vorbereitung auf die Praktikumsversuche zu ermöglichen.

Projektvorstellung

Die neuen Praktikumsexperimente sind zurzeit nur in Form von gedruckten Versuchsanleitungen dokumentiert, in denen die physikalischen Grundlagen, der Versuchsaufbau sowie die Durchführung und Auswertung beschrieben wird. Allerdings sind wir uns bewusst, dass sich komplexe Inhalte in Textform nicht immer verständlich vermitteln lassen. In vielen Fällen wäre es hilfreich, zusätzliches Material in Form von Hypertext, Foto und Video zur Verfügung zu stellen.

Dabei sind die folgenden Aspekte von besonderer Bedeutung:

1. Texte mit Hyperlinks bleiben kurz und gut lesbar. Die Hyperlinks können auf Inhalte innerhalb desselben Experiments, auf Analogien bei anderen Experimenten oder auf externe Inhalte verweisen, z.B. Lexika, andere Universitäten oder industrielle Anwendungen.
2. Fotos eignen sich besonders, um einen komplizierten Versuchsaufbau zu illustrieren. Sie können das Experiment aus verschiedenen Perspektiven zeigen oder wichtige Details hervorheben.
3. Videos bieten unschätzbare Vorteile, wenn Abläufe demonstriert werden sollen. Außerdem eignen sie sich optimal, um die Funktionsweise von komplexen Messgeräten (z.B. Torsionswaage, Funktionsgenerator, Oszilloskop, Spektrometer) zu demonstrieren.

Im Anhang wird an zwei Beispielen schematisch gezeigt, wie typische Abläufe im Physik-Praktikum (Elektrizitätslehre, Optik) mithilfe von Videosequenzen anschaulich erklärt werden könnten.

Als sinnvolle Ergänzung zu den gedruckten Versuchsanleitungen möchten wir deshalb zu jedem neuen Experiment eine Online-Dokumentation erstellen, die die Möglichkeiten der modernen Medien möglichst effizient nutzt und zum Vorteil der Studierenden einsetzt. Jedes neue Experiment soll in Texten mit Hyperlinks beschrieben werden, Versuchsaufbau und -durchführung sollen mithilfe von Fotos und Videos illustriert werden. Diese Dokumentation soll auf universitär verwalteten Internetseiten den Studierenden online zur Verfügung stehen.

Am Physikalischen Institut wurde in den vergangenen Jahren eine ähnliche Online-Dokumentation zu den in den Physikvorlesungen verwendeten Demonstrationsexperimenten entwickelt und auf dem Experiment-Portal des Physikalischen Instituts (https://www.experimente.physik.uni-freiburg.de) veröffentlicht. Sie illustriert den großen Mehrwert von Bild und Video gegenüber reinem Text.

Ziele

Das zentrale Ziel der vorgeschlagenen Maßnahmen ist ein weiter verbesserter Lernerfolg im Physik-Praktikum für Naturwissenschaftler*innen. Konkret sollen die Online-Dokumentationen den Studierenden eine effizientere Vorbereitung auf die Praktikumsexperimente ermöglichen; bei gegebenem Zeitaufwand soll also ein besseres grundlegendes Verständnis der physikalischen Grundlagen, der Messmethoden und Messgeräte, der Durchführung und Auswertung *schon vor der Durchführung der Experimente* erreicht werden. Dadurch kann die wertvolle Zeit an den Versuchen sinnvoller genutzt werden, nämlich für das, was man im Praktikum eigentlich lernen soll: korrekter Versuchsaufbau, geschickte Durchführung der Messungen, saubere Dokumentation der Daten, Abschätzung der experimentellen Unsicherheiten.

Perspektiven

Die Online-Dokumentation der neuen Praktikumsversuche leistet einen Beitrag zur laufenden Modernisierung der Physik-Praktika und damit zu einer nachhaltigen Qualitätsverbesserung im Lehrexport des Physikalischen Instituts. Wir werden evaluieren, wie die Online-Dokumentation von den Studierenden aufgenommen wird und ob sie den Lernerfolg wie erwartet positiv beeinflussen kann. Falls sich das bestätigt, sollen sukzessive alle neuen Praktikumsexperimente entsprechend dokumentiert werden.

Kostenaufstellung

Investition	**Budget**
Sachmittel (Videokamera, Stativ, Mikrofon, Speichermedien)	1.000,00 €
Personal (HiWi-Stellen, 10 Experimente x 80 Stunden)	12.858,37 €
Gesamt	**13.858,37 €**

Die benötigten Geräte können möglicherweise auch vom Medienzentrum der Universität Freiburg (https://www.ub.uni-freiburg.de/nutzen-leihen/geraeteausleihe/geraeteuebersicht/) zur Verfügung gestellt werden. Allerdings wäre es für ein so umfangreiches Projekt sicher hilfreich, eine eigene Grundausstattung zur Verfügung zu haben; deshalb beinhaltet die Kostenaufstellung einen Posten für „Sachmittel“ (eine hochwertige Fotokamera ist bereits vorhanden).

Für die Personalkosten schätzen wir als Anhaltspunkt folgenden Aufwand pro Versuch:

- Einarbeitung ins Thema, ca. 10 Stunden
- Informationstext mit Hyperlinks, ca. 10 Stunden
- Fotos: Aufbau, Aufnahmen, Auswahl, Bearbeitung, ca. 10 Stunden
- Video: Konzeption, Aufnahme, Sichtung, Schnitt, ca. 50 Stunden

Das sind insgesamt also etwa 80 Stunden pro Versuch. Wir planen die Erstellung einer Online-Dokumentation für zunächst 10 Experimente.

Information über Förderung durch andere Stellen

Die Physik-Praktika werden weiterhin durch das Physikalische Institut finanziell unterstützt, insbesondere durch Mittel für Verbrauchsmaterialien, für die Nutzung der mechanischen und elektronischen Werkstätten sowie für die Betreuung der laufenden Praktika.

Die im Rahmen dieses Projekts beantragten Personalkosten werden ausschließlich für die Erstellung der neuen Online-Dokumentation eingesetzt, nicht für die Betreuung des Regelbetriebs. Für die hier beschriebenen Maßnahmen wurden keine Fördergelder bei anderen Stellen beantragt.

Anhang 1:

Liste der neuen Versuche

Im Rahmen der Modernisierungen wurden bisher die folgenden neuen Versuche aufgebaut bzw. sind derzeit im Aufbau:

1. Reversionspendel zur Bestimmung der lokalen Erdbeschleunigung [Geo]
2. Elastische Eigenschaften von Bambus [Bio]
3. Viskosität von Flüssigkeiten [Che]
4. Bildgebende Sonografie [Med, Mol, Pha]
5. Schallwellen in festen Medien, Seismik und Seismologie [Geo]
6. Gefahren des elektrischen Stroms [Bio, Med, Pha]
7. Reizleitung in Nervenzellen [Bio, Med, Mol]
8. Erdmagnetfeld [Geo]
9. Elektrokardiogramm (EKG) [Med, Pha]
10. Das Auge als optisches Instrument [Med, Pha]
11. Pulsoximetrie [Med, Pha]
12. Emissionsspektren von Atomen, Bohrsches Atommodell [Che]
13. Festkörperlaser mit dotierten Kristallen [Che]
14. Photoeffekt und Analogien zur Photosynthese [Bio]
15. Elektronen in elektromagnetischen Feldern [Bio, Che, Geo]
16. Radiologie und bildgebendes Röntgen [Med, Mol]
17. Grundlagen der Röntgen-Kristallstrukturanalyse [Che, Mol]
18. Röntgenfluoreszenzspektroskopie [Che, Geo]
19. Radioaktivität in der Umwelt, Strahlenschutzmaßnahmen [Bio, Che]
20. Isotopenidentifikation in radioaktiven Gesteinen [Che, Geo]

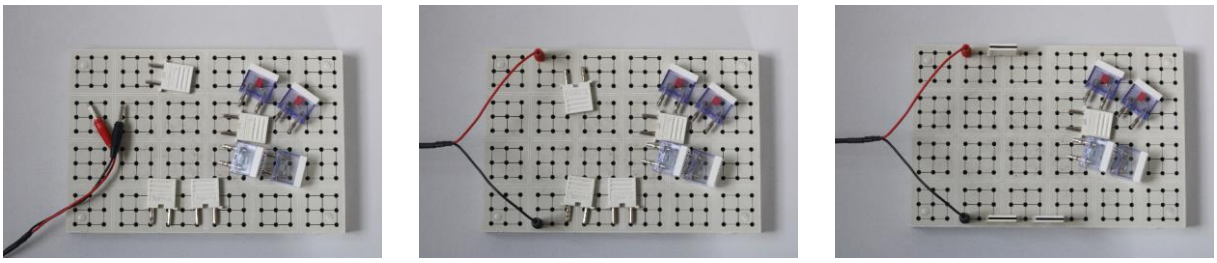
Der Einsatz der Versuche in den jeweiligen Praktika ist dabei wie folgt gekennzeichnet:

Bio = Biologie
Che = Chemie
Geo = Geowissenschaften
Med = Medizin/Zahnmedizin
Mol = Molekulare Medizin
Pha = Pharmazie

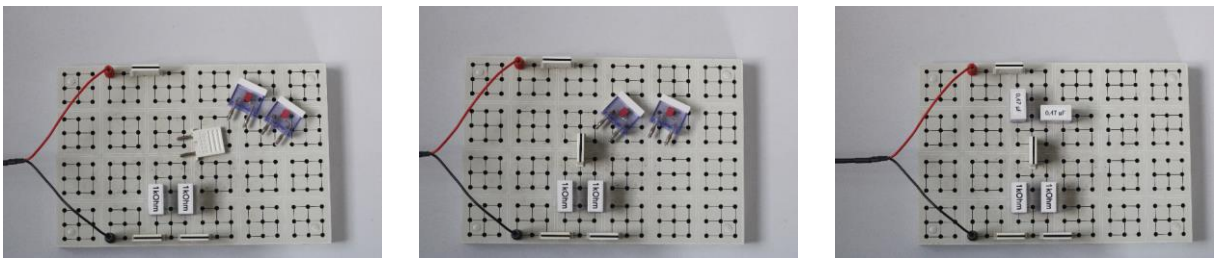
Anhang 2:

Beispiel für den Einsatz einer Videosequenz in der Elektrizitätslehre

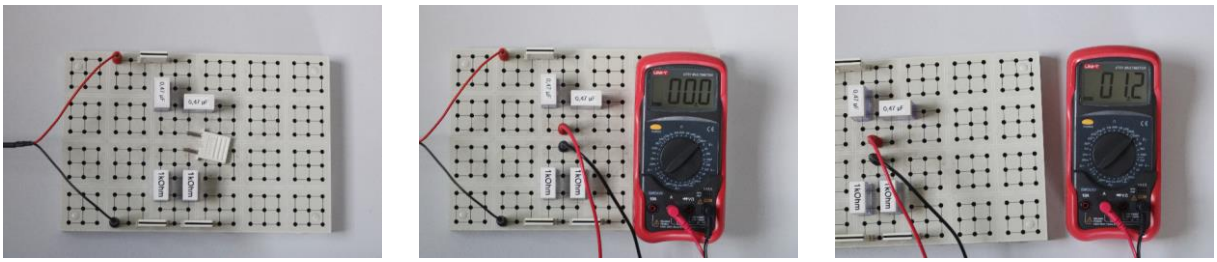
In einem Praktikumsversuch zur Elektrizitätslehre wird an einem ungefährlichen Modell ein Stromunfall simuliert, bei dem ein Mensch mit einer Hand in eine Steckdose (230-Volt-Netzspannung) fasst:



Steckbrett mit Zubehör vorbereiten, Spannungsquelle verbinden, „Boden“ und „Steckdose“ aufbauen.



Der Mensch wird modelliert mit Beinen, Rumpf und Armen, wobei eine Hand an die „Steckdose“ fasst.

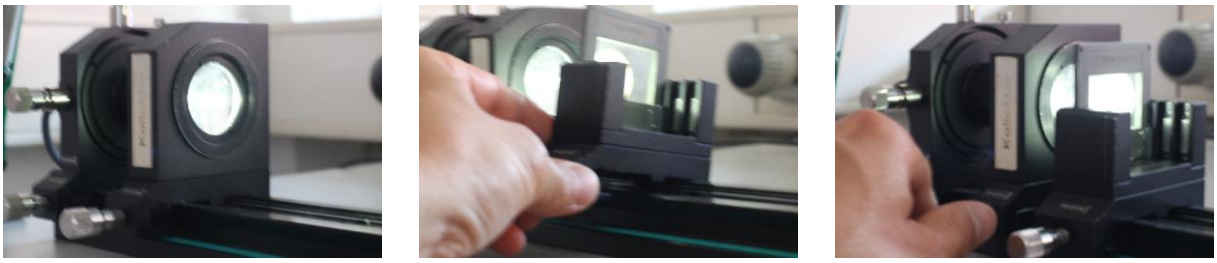


Die Kurzschlussbrücke wird ersetzt durch das Amperemeter, und der Strom wird gemessen.

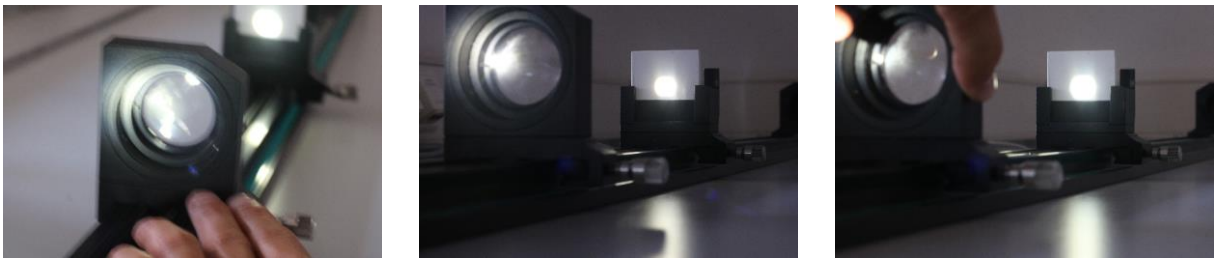
Anhang 3:

Beispiel für den Einsatz einer Videosequenz in der Optik

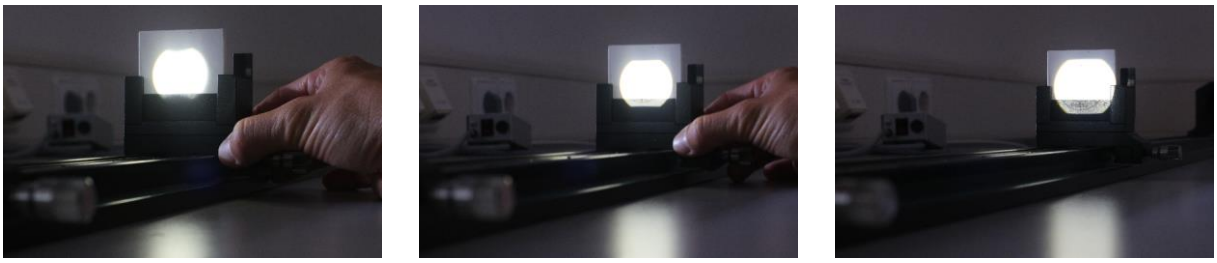
In einem Praktikumsversuch zur Optik wird mithilfe einer Linse eine möglichst scharfe Abbildung eines einfachen Objekts erzeugt, und es wird untersucht, wie Schärfe und Abbildungsmaßstab von den Positionen von Linse und Schirm abhängen:



Lampe und Kondensor werden aufgebaut, als Objekt wird ein Dia in einem Halter eingesetzt.



Die Linse wird auf der optischen Schiene montiert und verschoben, bis ein scharfes Bild entsteht.



Auch die Position des Schirms hat Einfluss auf die Schärfe der Abbildung und den Abbildungsmaßstab.