

# Physik-Praktika für Naturwissenschaftler\*innen

## Bewerbung um Mittel aus dem Innovationsfonds

*Dr. Christof Bartels, Prof. Dr. Günter Reiter*

*Leitung der Physikalischen Praktika für Naturwissenschaften und Medizin/Pharmazie, Studiendekan Physik  
Fakultät für Mathematik und Physik, Physikalisches Institut*

Das Physikalische Institut der Universität Freiburg hat eine grundlegende Modernisierung der Physik-Praktika für Studierende der Naturwissenschaften und der Medizin/Pharmazie begonnen. Mit finanzieller Unterstützung aus dem Projektwettbewerb 2016 konnte unser Lehrangebot um mehrere neue Versuche erweitert werden, die speziell für Studierende der verschiedenen Fachbereiche konzipiert sind. Dabei arbeiten wir eng mit den anderen Naturwissenschaften zusammen. Unser primäres Ziel ist ein verbesserter Lernerfolg, der daraus entsteht, dass die Studierenden die Praktikumsversuche mit einer deutlich gesteigerten Motivation bearbeiten, weil sie den Nutzen für ihr eigenes Fachgebiet direkt erkennen können. Von den Modernisierungen profitieren die Studierenden der Biologie, Chemie, Geowissenschaften, Mathematik, Molekulare Medizin, Pharmazie, Medizin und Zahnmedizin, das sind insgesamt etwa 1000 Student\*innen pro Jahr. Die Maßnahmen verbessern die Qualität der Physikalischen Praktika nachhaltig; ein Nutzen auch für die zukünftigen Studierenden ist über viele Jahre garantiert. Die letzten Evaluationen zeigen, dass sich die zuvor unbefriedigende Situation schon jetzt deutlich verbessert hat. Allerdings konnten noch nicht alle geplanten Innovationen umgesetzt werden und es bleibt Potential für weitere Verbesserungen. Konkret schlagen wir deshalb die Beschaffung von drei verschiedenen Instrumenten vor, die jeweils für mehrere neue Versuche ausdifferenziert werden können, so dass insgesamt sechs neue Versuche aufgebaut werden können. Für diese Maßnahmen bewerben wir uns im Rahmen des Projektwettbewerbs Innovatives Studium 2017 um Mittel aus dem Innovationsfonds in Höhe von 50.572 Euro.

Für viele naturwissenschaftliche Studiengänge ist die Physik ein grundlegender Bestandteil des Studiums. Dabei leistet das Physikalische Institut einen massiven Lehrexport. Jedes Jahr durchlaufen etwa 1000 Student\*innen der Naturwissenschaften die Lehrveranstaltungen der Physik. Die beteiligten Fachbereiche sind dabei die Medizin und Zahnmedizin (ca. 420 Student\*innen pro Jahr), Pharmazie (ca. 100), Biologie (ca. 160), Chemie (ca. 200), Geowissenschaften (ca. 100), Molekulare Medizin (ca. 40) und sonstige (z.B. Mathematik, ca. 10).

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. Evaluationen aus den Vorjahren hatten gezeigt, dass die Praktika von den Student\*innen als wenig attraktiv wahrgenommen werden und dass gleichzeitig der Lernerfolg zu gering war. Der Projektwettbewerb Innovatives Studium stellt eine großartige Chance für eine innovative Neuausrichtung und Umgestaltung der Praktika für Naturwissenschaftler\*innen dar.

Die älteren Versuche in den Praktika für Naturwissenschaftler\*innen stammten aus dem Anfängerpraktikum für Physiker\*innen und sind daher für Naturwissenschaftler\*innen nicht unbedingt geeignet. Diese Struktur soll nun nachhaltig verändert werden: Um den Vorkenntnissen und Schwerpunkten der Studierenden anderer Fachbereiche Rechnung zu tragen, werden verschiedene Praktika angeboten, die optimal an die Bedürfnisse und Interessen der jeweiligen Fachrichtungen angepasst sind.

## Inhalte

Mithilfe der finanziellen Unterstützung aus dem Projektwettbewerb 2016 haben wir begonnen, die Physik-Praktika für Naturwissenschaftler\*innen grundlegend neu zu strukturieren. Dabei werden existierende Versuche sukzessive durch neue Versuche ersetzt, welche wir in Zusammenarbeit und im Dialog mit den anderen naturwissenschaftlichen Fachbereichen von Grund auf neu konzipieren.

Die grundlegende Idee ist, dass sich in Zukunft jeder Versuch einem Phänomen, Messprinzip oder Gerät widmen soll, das fachspezifisch relevant und deshalb für die Student\*innen der jeweiligen Disziplin von Interesse ist. Innerhalb des neuen Konzepts sollen die Studierenden sich die physikalischen Grundlagen selbst erarbeiten, indem sie zunächst einen physikalischen Effekt an einem vereinfachten isolierten Modell in seiner Reinform kennenlernen. In darauf aufbauenden Versuchsteilen wird die Komplexität dann Schritt für Schritt gesteigert, bis

die ursprüngliche Fragestellung gezielt beantwortet werden kann. Idealerweise beinhaltet jedes Experiment einen fachübergreifenden Versuchsteil, der die fruchtbare Zusammenarbeit zwischen den Disziplinen illustrieren kann.

Im Rahmen der laufenden Modernisierung wurden die folgenden neuen Versuche aufgebaut bzw. sind im Aufbau:<sup>1</sup>

- Reversionspendel zur Bestimmung der lokalen Erdbeschleunigung [Geo]
- Elastische Eigenschaften von Bambus [Bio]
- Viskosität von Flüssigkeiten [Che]
- Bildgebende Sonografie [Med, Mol, Pha]
- Gefahren des elektrischen Stroms [Bio, Med, Pha]
- Reizleitung in Nervenzellen [Bio, Med, Mol]
- Elektrokardiogramm (EKG) [Med, Pha]
- Festkörperlaser mit dotierten Kristallen [Che]
- Elektronen in elektromagnetischen Feldern [Bio, Che, Geo]
- Isotopenidentifikation in radioaktiven Gesteinen [Che, Geo]

Zusätzlich möchten wir im kommenden Jahr 2017 die folgenden Versuche ergänzen bzw. neu aufbauen:

1. **Von Ultraschallwellen zur bildgebenden Sonografie [Med, Mol]:** Als Vorbereitung auf die bildgebende 2D-Sonografie (B-mode) werden die Studierenden an einfachen Modellen manuell mehrere 1D-Signale (A-mode) aufnehmen und diese dann selbst am Computer zusammensetzen. Dadurch kann die Funktionsweise des (vorhandenen) medizinischen Sonografie-Geräts schrittweise besser veranschaulicht werden.
2. **Schallwellen in festen Medien und ihre Anwendungen in der Seismik und Seismologie [Geo]:** Der geplante Praktikumsversuch bietet eine Analogie zur Ausbreitung von seismischen Wellen (P-Wellen, S-Wellen, Rayleigh-Wellen), deren Untersuchung in der Geologie Rückschlüsse auf den Aufbau der Erdkruste und des Erdinneren ermöglicht.
3. **Optische Spektroskopie [Bio, Che, Mol, Pha]:** Die Emissions- und Absorptionsspektren von Gasen und Flüssigkeiten sind charakteristisch für die wechselwirkenden Atome oder Moleküle. Mögliche Anwendungen reichen von der Überprüfung des Bohrschen Atommodells bis zur Funktionsweise von Pulsoxymetrie-Sensoren.
4. **Radiologie und bildgebendes Röntgen [Med, Mol]:** Ausgehend von Absorptionsmessungen an verschiedenen organischen und anorganischen Materialien erarbeiten sich die Studierenden die Eigenschaften der Röntgen-Bildgebung an einfachen Modellen (Knochenbruch, Titan-Implantate, Einsatz von Kontrastmitteln).
5. **Grundlagen der Röntgen-Kristallstrukturanalyse [Che, Mol, Pha]:** Die Kristallstrukturanalyse ist in der Biochemie eine Standardmethode zur Aufklärung von Molekülstrukturen. Der Praktikumsversuch soll die Grundlagen dafür an einem einfachen Modell (Bragg-Beugung an Einkristallen) erklären.
6. **Röntgenfluoreszenzspektroskopie [Che, Geo]:** Die Studierenden werden verschiedene (reine) Materialien (Cu, Mo, W) aufgrund ihrer charakteristischen Röntgenstrahlung identifizieren und so das Prinzip der Röntgenfluoreszenzspektroskopie kennenlernen, die in der Materialanalytik eine der wichtigsten Methoden zur Bestimmung der elementaren Zusammensetzung einer Probe (z.B. Gesteine, Schlacken, Kunstwerke) ist.

Für den Aufbau dieser neuen Versuche beantragen wir finanzielle Mittel für drei Instrumente, die jeweils mit leichten Variationen für verschiedene Zielgruppen eingesetzt werden. So kann – bei vergleichsweise moderaten Kosten – eine große Gruppe von Studierenden profitieren. Konkret planen wir folgende Anschaffungen:

**Moderne Ultraschalltransmitter:** Die bisher im Praktikum verwendeten Ultraschalltransmitter sind veraltet; sie arbeiten bei einer Frequenz von nur 40 kHz. Damit sind zwar die grundlegenden Messungen (Laufzeit, Echolot) möglich, allerdings bieten diese Geräte nur eine sehr geringe Zeit- und Ortsauflösung. Wir beantragen Mittel für moderne 4-MHz-Ultraschalltransmitter, deren Auflösung wesentlich (etwa 100 x) besser ist als die der alten Geräte.

**Optische UV/VIS-Spektrometer:** Der vorhandene Aufbau zur Wellenoptik stellt zwar im Prinzip ein einfaches optisches Spektrometer dar, jedoch sind damit keine sinnvollen Emissions- und Absorptionsmessungen möglich. Wir beantragen Mittel für kommerzielle transportable UV/VIS-Spektrometer, die die oben beschriebenen Versuche ermöglichen.

---

<sup>1</sup> 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

**Praktikums-Röntgengerät:** Die bisher im Physiklabor für Physiker\*innen eingesetzten Geräte sind geeignet für das Studium der grundlegenden Effekte der Röntgenphysik, aber nicht für bildgebende Anwendungen. Als Ergänzung zu den vorhandenen Geräten beantragen wir Mittel für ein zusätzliches modernes Röntgengerät.

## Ziele

Als primäres Ziel sehen wir einen deutlich verbesserten Lernerfolg. Wir wünschen uns, dass das neue Physik-Praktikum für Naturwissenschaftler\*innen von den Studierenden durch einen klar erkennbaren Bezug zum eigenen Studium und durch interdisziplinäre Versuchsteile als wesentlich attraktiver wahrgenommen wird als bisher. Wenn sich die Studierenden für die Experimente im Physik-Praktikum begeistern können, werden sie mit mehr Freude und effektiver lernen.

Die ersten Erfolge dieses neuen Konzepts konnten wir in den laufenden Praktika beobachten:

*„Ein Versuch, der mir für meinen Studiengang auch etwas bringt“*

*„interessant für Elektrizitätslehre und genialer biologischer Bezug“*

*„Biologische Relevanz sehr schön ... motivierend ...“*

*„Manche Versuche ... durchzuführen hat Spaß gemacht, weil man den Zusammenhang zur Biologie sehen konnte“*

*„Wir durften außerdem das Ultraschallgerät ausprobieren ... sehr interessant und mit einem medizinischen Hintergrund“*

(Auszüge aus Evaluationen, die anonym am Ende der Praktika durchgeführt wurden)

Die neu gestalteten Versuche werden deutlich positiver aufgenommen als die noch verwendeten älteren Versuche. In Zukunft sollen große Teile der Praktika zielgruppenspezifisch ausgerichtet werden, so dass sich insgesamt eine noch höhere Motivation und höhere Lernerfolge einstellen.

## Perspektiven

Im laufenden Jahr wurden enge Kooperationen mit verschiedenen naturwissenschaftlichen Fachbereichen aufgebaut, ohne die die bisherigen Schritte zur Modernisierung der Physiklabore nicht möglich gewesen wären. Perspektivisch sollen die geschaffenen Kooperationen aufrecht erhalten und vertieft werden, so dass die Physik einen optimalen Beitrag zur Ausbildung der Studierenden in den verschiedenen naturwissenschaftlichen Studiengängen leisten kann.

## Kostenaufstellung

Investition	Fachbereich: Studierende / Jahr:	Bio (160)	Che (200)	Geo (100)	Med (420)	Mol (40)	Pha (100)	Budget
Versuchsaufbau Ultraschall (5x) (Gampt Echoskop GS200 + Ultraschallsonden 4 MHz)				X	X	X		20.870 €
Optische Spektrometer (5x) (Leybold Didactic UV/VIS-Kompaktspektrometer)		X	X			X	X	8.800 €
Praktikums-Röntgengerät (1x) (Phywe XRE 4.0 X-ray expert Röntgengerät, Basisset)			X	X	X	X	X	10.900 €
Personal (HiWi-Stellen)								10.002 €
<b>Gesamt</b>								<b>50.572 €</b>

## Information über Förderung durch andere Stellen

Damit die angestrebte Modernisierung möglichst effizient umgesetzt werden kann, wird das Physikalische Institut die beschriebenen Maßnahmen (wie auch im laufenden Jahr) finanziell unterstützen. Dabei stehen Mittel in Höhe von insgesamt etwa 150.000 Euro für Verbrauchsmaterialien, für die Nutzung der mechanischen und elektronischen Werkstätten sowie für die Bezahlung von wissenschaftlichen Hilfskräften für die Betreuung der laufenden Praktika zur Verfügung. Die im Rahmen dieses Projekts beantragten Personalkosten werden ausschließlich für den Aufbau der neuen Versuche eingesetzt, nicht für die Betreuung des Regelbetriebs. Für die hier beschriebenen Maßnahmen wurden keine Fördergelder bei anderen Stellen beantragt.