



# Modernisierung der Physikalischen Praktika I und II für Studierende der Naturwissenschaften

## 1.) Überblick

Seit einigen Jahren befinden sich die physikalischen Praktika I und II in einer Phase intensiver Erneuerung, um den veränderten Anforderungen moderner Lehre im Zeitalter elektronischer Medien gerecht werden zu können. So wurden von 2013 bis 2016 drei Lehlabor-Projekte umgesetzt: „*Problemorientiertes, offenes Experimentieren im Physikalischen Praktikum I für Studierende der Naturwissenschaften*“, „*Festigung und Ausweitung von Offenem Experimentieren in den Physikalischen Praktika I + II*“ sowie „*Online-Vorbereitung für das Physikalische Praktikum*“. Innerhalb dieser Projekte wurden offene Experimentierszenarien, dazu passende Dozentenschulungen und eine Online-Vorbereitung dauerhaft ins Physikalische Praktikum integriert und in der Folgezeit weiter ausgebaut. Außerdem wurde die Anleitung für die konventionellen Experimente überarbeitet. Begleitet wurden diese Projekte durch Evaluationen (mit überwiegend positiven Ergebnissen), die zur Justierung der Neuerungen genutzt werden. Aktuell wird ein viertes Lehlaborprojekt <sup>1)</sup> umgesetzt, die „*Video-Bibliothek für das Physikalische Praktikum*“. Hier sollen Kurzvideos zur Verfügung gestellt werden, in denen talentierte Dozenten einfache elementare Physik erklären, der die Studierenden im Praktikum begegnen. Wir möchten die Lehrenden des Fachbereichs Physik herzlich dazu einladen, sich an der Produktion eines der geplanten Videos zu beteiligen. Ebenso laden wir die Lehrenden ein (insbesondere Doktorand(inn)en mit Lehrverpflichtung), als Dozent(in) im Praktikum die spannenden Neuerungen zu erleben und mitzugestalten.

## 2.) Offenes Experimentieren

In den Physikalischen Praktika I und II für Studierende der Naturwissenschaften wurde seit 2013 ein neues Konzept für Offenes Experimentieren entwickelt und eingeführt. Die Programmgestaltung trägt dem offenen Charakter experimentellen Forschens und der Bedeutung wissenschaftlicher Kommunikation Rechnung und ermöglicht so das Erlernen problemorientierten, wissenschaftlichen Arbeitens. Inzwischen gibt es drei Offene Experimente in Praktikum I („Luftkissenschiene“, „Optik“ und „Elektrische Schaltungen“) und ein umfangreicheres in Praktikum II („Offenes Experiment Ultraschall“). Die vielseitigen Experimentierumgebungen ermöglichen jeweils eine Vielzahl verschiedener Fragestellungen. Damit werden folgende Ziele verfolgt und erreicht:

- Lernen durch eigenes Denken, Widersprüche und Probleme lösen.
- Aktivierung der Studierenden, mehr Eigeninitiative und bessere Motivation.
- Aufbrechen der rezeptartigen Versuchsstrukturen.
- Lernen, in Kleingruppen zu forschen und eigene Versuche zu entwerfen.
- Lernen, Konzepte und Ergebnisse zu präsentieren.
- Lernen, wissenschaftlich zu diskutieren, nachzufragen, Fehler zu finden.
- Kein repetitiver Leerlauf und kein verständnisloses Abschreiben.

<sup>1)</sup> Dieses Vorhaben wird im Rahmen des Universitätskollegs 2.0 der Universität Hamburg aus Mitteln des BMBF unter dem Förderkennzeichen 01PL17033 gefördert.

Es werden jeweils Teams aus maximal 4 Studierenden gebildet. Jedes Team bearbeitet eine andere, vorher nicht bekannte, problemorientierte Aufgabe. Hier als Beispiele zwei von ca. 30 erprobten Aufgabenstellungen zum Offenen Experiment Luftkissenschiene: 1.) „Finden und prüfen Sie Wege, die kinetische Energie eines Körpers durch Stoß zu verdoppeln.“ 2.) „Finden und prüfen Sie Verfahren, um mit Hilfe der Luftkissenschiene Massen zu bestimmen.“ Um die jeweilige Aufgabe experimentell zu lösen, plant jedes Team seinen eigenen Versuchsentwurf. Dann stellen die Teams einander ihre Entwürfe vor, hinterfragen kritisch und spüren Verbesserungsmöglichkeiten auf. Daran schließen sich die eigentliche Versuchsdurchführung und eine Schnellauswertung an. Der Versuchstermin endet mit einem zweiten Kolloquium; dort zeigen und diskutieren die Teams Ihre Ergebnisse.

	Inhalt	Dauer
1	Online-Vorbereitung	1 - 6 h
2	Einführung + Aufgabenstellung	20 min
3	Versuchsentwurf	50 min
4	1. Kolloquium: Versuchsentwürfe	30 min
Pause		
5	Versuchsdurchführung	80 min
6	Schnellauswertung	20 min
7	2. Kolloquium: Versuchsergebnisse	30 min
8	Protokoll-Ausarbeitung (gemeinsam)	3 – 6 h
9	Protokollrückgabe	15 min

Abb. 1 a) Phasierung für Offenes Experimentieren

	Inhalt	Dauer
	Schriftliche Vorbereitung	~1,5 h
	Vorbesprechung	45 min
	Versuchsdurchführung	2-3 h
	Protokoll-Ausarbeitung (einzeln)	4 – 8 h
	Protokollrückgabe	15 min

b) Experimentieren nach Anleitung

Insgesamt gliedert sich das Offene Experimentieren in Praktikum I in 9 Phasen – siehe Abb. 1a). Phase 1, die Vorbereitung, erfolgt online. Die Phasen 3, 4, 6 und 7 kommen beim Experimentieren „nach Anleitung“ (Abb. 1b) nicht vor. In diesen Phasen werden Ideen gefunden, diskutiert, präsentiert, hinterfragt, abgewogen, verbessert oder verworfen. Die Lehrenden stehen dabei als Gesprächspartner bereit, weitgehend ohne konkrete Lösungs-Tipps zu geben, vielmehr versuchen sie, den Spielraum der Studierenden zur Problemlösung zu erweitern. In Phase 6 wird ein Teil der Auswertung sofort auf Flip-Charts durchgeführt, damit im 2. Kolloquium (Phase 7) experimentelle Ergebnisse gezeigt und diskutiert werden können. Spannend wird es, wenn Messergebnisse nicht den Erwartungen der Studierenden entsprechen und in der Diskussion versucht wird, diesen Widerspruch aufzulösen. So werden auch die weitere Auswertung und die Ausarbeitung des Protokolls vorbereitet. Dies ist nötig, da ja auch für die Auswertung keine Anleitung vorliegt. Das Team arbeitet das Protokoll gemeinsam aus, es wird ebenso einzigartig wie die Versuchsdurchführung.



Abb. 2: Ein Team präsentiert Ergebnisse

### 3.) Evaluation

Zur stetigen Weiterentwicklung der Praktika und der Offenen Experimente wurde eine Online-Evaluation entwickelt und mehrfach durchgeführt. Hier drei typische Zitate aus der ersten Evaluation:

„Selbst denken statt die meiste Zeit am Anleitungsheft zu hängen.“

„Ich habe deutlich mehr gelernt als bei den herkömmlichen Versuchen.“

„Man durfte denken, experimentieren (nicht nachbauen) und Spaß haben.“

Die Ergebnisse der Evaluationen beider Praktika haben uns sehr ermutigt. Gleichzeitig haben wir viel über aufgetretene Schwierigkeiten gelernt. Beispielsweise waren die Beurteilungen beim offenen Experiment „Elektrische Schaltungen“ anfangs deutlich schlechter als bei den Offenen Experimenten „Luftkissenschiene und Ultraschall“. Ursache waren stark schwankende bzw. zu geringe Vorkenntnisse. Darauf reagierten wir mit modifizierten Aufgabenstellungen, dem Aufbau der Online-Vorbereitung (siehe unten), sowie mit einer Platzierung der offenen Experimente jeweils im Anschluss an konventionelle Experimente des jeweiligen Themenbereichs (Mechanik/Optik/Elektrizitätslehre). Bei der jüngsten Evaluation vom April 2017 haben sich die Beurteilungen der drei Offenen Experimente in Praktikum I angeglichen – siehe Abbildung 3. Zugleich sind es die Offenen Experimente, welche am meisten Spaß machen – siehe Abbildung 4.

Unter

[http://photon.physnet.uni-hamburg.de/fileadmin/user\\_upload/ILP/Praktikum/Lehrlabor/1704-Evaluation-Physikalisches-Praktikum-I.pdf](http://photon.physnet.uni-hamburg.de/fileadmin/user_upload/ILP/Praktikum/Lehrlabor/1704-Evaluation-Physikalisches-Praktikum-I.pdf)

findet man die vollständigen Ergebnisse.

Die Evaluationen sind ein wichtiges Instrument bei der Verfolgung unseres Anliegens: Eine moderne experimentelle Grundausbildung, die Spaß macht UND lehrreich ist

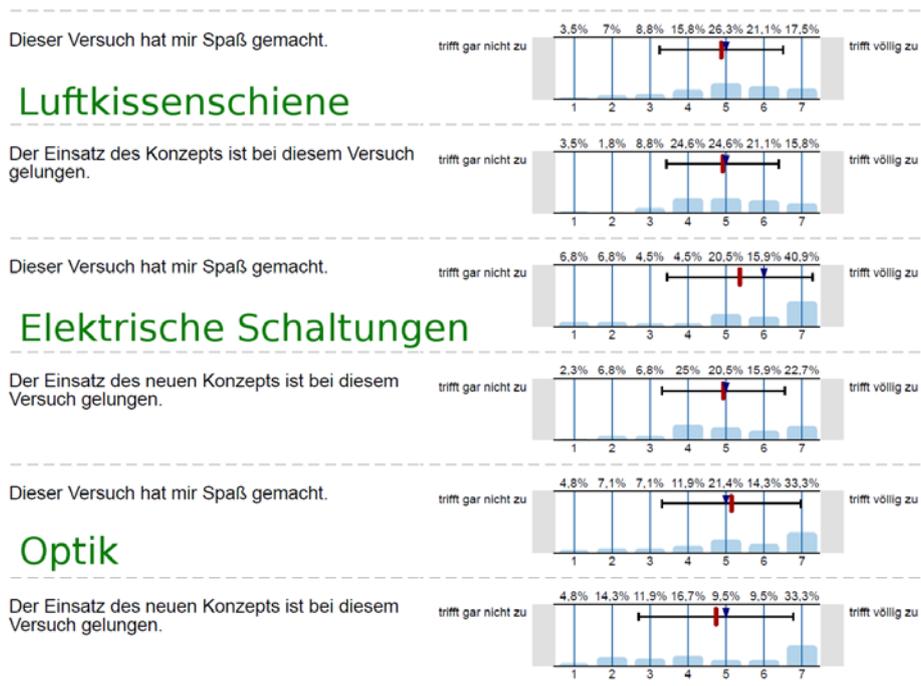


Abbildung 3: Auszug aus den Evaluationsergebnissen zu Praktikum I vom April 2017

Am meisten Spaß gemacht hat mir Versuch...



Abbildung 4: Auszug aus den Evaluationsergebnissen vom April 2017

#### 4.) Online-Vorbereitung

Mit der Luftkissenschiene lassen sich Erhaltungssätze, Stoßprozesse, beschleunigte Bewegungen, Reibungseinflüsse, Luftwiderstand, Erdbeschleunigung usw. untersuchen, d.h. es gibt viele verschiedene Fragestellungen. Ähnlich ist es bei den anderen Offenen Experimenten. Sie lassen sich mit umso mehr Spaß und Erfolg durchführen, je breiter und tiefer die jeweiligen Kenntnisse der Mechanik, Optik bzw. Elektrizitätslehre sind. Viele Studierende haben aber sehr lückenhafte Vorkenntnisse (besonders in der Elektrizitätslehre), wenn diese Themenbereiche in der Schule zu kurz kamen und/oder in der Vorlesung noch nicht behandelt wurden. Daher erfolgt die breit angelegte *Vorbereitung* auf die offenen Experimente im Rahmen eines Online-Kursus – aktuell für *Luftkissenschiene* und *Elektrische Schaltungen* und bald auch für das neue Offene Experiment *Optik*. Der Online-Kurs nutzt die OLAT-Plattform („**O**nline **L**earning **A**nd **T**raining“). Er bietet die Möglichkeit, versuchsrelevante Kenntnisse zu erwerben, zu ergänzen und zu prüfen. Weitere Themenbereiche sind die Fehlerrechnung und das Konzept des „Offenen Experimentierens“. Am umfangreichsten ist das Material zum Offenen Experiment „Elektrische Schaltungen“: Abbildung 5 zeigt die Kursoberfläche am Beispiel der Themenauswahl. Da gibt es zu fast jedem der 13 Themen jeweils einen Überblick, Tutorials zu Unterthemen sowie Übungsaufgaben. Bei manchen Themen stehen Mini-Lerntests oder ein Lehrvideo bereit. Die Studierenden sollen selbst entscheiden, wie sie ihre Wissens- und Verständnislücken schließen, mit welchen Themen sie sich befassen, ob sie jeweils nur den Überblick lesen, sich primär Videos anschauen oder alles vorhandene Material zum jeweiligen Thema gründlich durcharbeiten. Schließlich gibt es aber jeweils pro Offenes Experiment einen mehrfach durchführbaren Test, mit dem die Studierenden ihr Wissen überprüfen können, und den sie vor der Versuchsdurchführung bestehen sollen.

Eine Kopie des aktuellen Online-Kursus finden Sie unter

<https://www.olat.uni-hamburg.de/olat/url/RepositoryEntry/2533883904/CourseNode/91139508030482>

The screenshot shows the OLAT online course interface. At the top left is the logo of Universität Hamburg. Below it is a navigation bar with 'Gasthome', 'Lernressourcen', and 'Online-Vorbe...'. The main content area is titled '12: OfEx Elektrische Schaltungen'. Below the title, there is a list of sub-topics on the left and a grid of topic buttons on the right. The sub-topics include: Allgemeine Einführung, Fehlerrechnung(Statistik), Offenes Experimentieren, 3 - OfEx Luftkissenschiene, 12: OfEx Elektrische S..., Ladung und Feld, Strom und Spannung, Messung von Strom u..., Elektrischer Widerstar..., Dioden, Oszilloskop, Wechselspannung un..., Reihen- und Parallels..., Test Versuch 12, Kondensator, Spule, Andere Bauteile, Elektrische Quellen, and Kirchhoff-Regeln. The topic buttons on the right are: Ladung + Feld, Strom + Spannung, richtig messen, Widerstand, Diode, Oszilloskop, Wechselspannung, Reihen- und Parallelschaltung, TEST, and three more buttons with circuit symbols.

Abbildung 5: Oberfläche des OLAT-Online-Kursus am Beispiel der Themenauswahl zur Elektrizitätslehre

## **5.) Video-Bibliothek für das Physikalische Praktikum – Einladung zur Mitwirkung!**

Die Betreuung im Praktikum wird durch ein stark fluktuierendes Team geleistet, welches sich größtenteils aus Doktoranden und Postdocs zusammensetzt, die meist nur kurze Zeit zur Verfügung stehen. Die Studierenden bringen oft nur geringe Vorkenntnisse mit – auch in Bezug auf die klassischen Experimente nach Anleitung. Darauf reagieren wir mit der Einrichtung einer Video-Bibliothek, welche die Vorbesprechungen der Praktikumsversuche ergänzen und entlasten soll, so dass Durchführung und Auswertung der Experimente mit mehr Verständnis und Handlungskompetenz erfolgen können. Integriert in die bestehende Online-Vorbereitung wird die Video-Bibliothek Lehrende UND Studierende effizient und anschaulich auf Lerninhalte, Vorbesprechung und Durchführung der Praktikumsversuche vorbereiten – auf klassische Versuche ebenso wie auf die Herausforderungen Offener Experimente. Insgesamt soll es drei Arten von Videos geben:

- 1) Videos, die einer übersichtlichen Vorbesprechung der physikalischen Grundlagen und der experimentellen Besonderheiten entsprechen.
- 2) Videos zum Offenen Experimentieren, welche szenisch typische Schwierigkeiten und geeignete Lösungen zeigen.
- 3) Videos für die Lehrenden mit Vertiefungen, Antworten auf Studierendenfragen, didaktischen Anregungen, typischen Fehlern und Ergebnissen.

Wir laden die Lehrenden des Fachbereichs Physik herzlich ein, sich an der Produktion der Videos zu beteiligen. Nehmen Sie dazu bitte per E-Mail (hemmerich@physnet... bzw. astark@physnet...) mit uns Kontakt auf.

## **6.) Lehrende für das Praktikum gesucht!**

Für ihre Durchführung sind die Physikalischen Praktika I und II zunehmend darauf angewiesen, dass sich Mitglieder des Fachbereichs Physik als Lehrende im Praktikum einbringen und hier ihre Lehrverpflichtung absolvieren. Der größte Bedarf besteht jeweils für die Blockpraktika im September (vor allem Praktikum II) sowie Ende Februar bis Mitte März (vor allem Praktikum I). Wir laden alle Mitglieder des Fachbereiches Physik und insbesondere auch alle Doktoranden ein, sich für die moderne und qualitätsvolle experimentelle Grundausbildung der Studierenden der Physik und der physiknahen Fächer zu engagieren: Werden Sie als Lehrende in den Praktika I und II tätig! Besonders die offenen Experimentierszenarien sind eine spannende didaktische Herausforderung. Zu Ihrer Unterstützung führen wie Sie durch die Praktikumsexperimente, Sie erhalten eine Dozentenschulung zum Offenen Experimentieren, sie können auf die Onlinevorbereitung und bald auch auf die Videobibliothek zurückgreifen. Und wenn Ihnen die Lehre im Praktikum gefallen sollte, würden wir uns besonders freuen, Sie regelmäßig als Lehrende im Praktikum einplanen zu können. Bei Interesse wenden Sie sich bitte an Uwe Pape (upape@physnet..., (040) 89 98 - 51 52).

Hamburg, 04.05.2017, Andreas Hemmerich, Arnold Stark und Uwe Pape

Physikalische Praktika I und II für Studierende der Naturwissenschaften  
Institut für Laser-Physik, Luruper Chaussee 149, Gebäude 69, 22761 Hamburg