

Simon Hütz
 Sebastian Staacks
 Christoph Stampfer
 Heidrun Heinke

RWTH Aachen

Einsatz der App *phyphox* in Physikvorlesungen und -übungen

Ausgangslage

Bei der Betrachtung von Experimentalphysikvorlesungen, die ein zentrales Element in der Ausbildung von angehenden Physikern, anderen Naturwissenschaftlern und Ingenieuren darstellen, ist es auffällig, dass in der Regel keine eigenständigen Experimente in Vorlesung und Übung von den Studierenden durchgeführt werden (Klein, 2016, S. 20). Die bisherige Herangehensweise führt dazu, dass die Studierenden beim Experimentieren im Rahmen der Vorlesung in der Regel nur eine beobachtende Rolle einnehmen (ebd.). Dabei ist diese rein passive Betrachtungsweise von physikalischen Phänomenen meist in der Anfangsphase von Studiengängen verortet, in denen auch häufig eine hohe Studienabbruchquote vorliegt. Die Ergänzung solcher Experimentalphysikvorlesungen durch studierendenfokussierte Elemente könnte dazu beitragen, die Studienmotivation und das Studieninteresse aufrechtzuerhalten und somit die Erfolgsquote in diesen Studienrichtungen zu erhöhen. Durch die enorm gestiegene Verbreitung von Smartphones (Feierabend, Plankenhorn & Rathgeb, 2016, S. 23) und den technischen Fortschritt der in diesen Geräten verbauten Hardware erscheint ein systematischer Einsatz dieser Geräte in der Hochschullehre gerechtfertigt. Mit Hilfe von Smartphones können ausgewählte Inhalte der Experimentalphysikvorlesungen näher an die Lebenswelt der Studierenden herangebracht werden. Zusätzlich wird es möglich, dass Studierende Experimente mit umfangreicher Messwerterfassung selber durchführen. Dies liegt daran, dass in Smartphones bereits viele Sensoren verbaut sind, die es erlauben, physikalische Größen zu messen. Mit einer entsprechenden App können die Messwerte der Sensoren ausgelesen und analysiert werden. *phyphox* ist eine App, die dies ermöglicht (www.phyphox.org).

Die *phyphox*-App

Am II. Physikalischen Institut der RWTH Aachen wurde die App *phyphox* entwickelt (Kuhlen, Stampfer, Wilhelm & Kuhn, 2017, S. 148 f.). *phyphox* ist für Android ab Version 4.0 und iOS ab Version 8.0 kostenlos verfügbar und bietet die Möglichkeit, die meisten der in Smartphones verbauten Sensoren auszulesen und die Messdaten zu analysieren. Somit können Messungen beispielsweise mit dem Mikrofon, dem Beschleunigungssensor, dem Gyroskop, dem Magnetfeldsensor und dem Luftdrucksensor durchgeführt werden. Allerdings ist nicht jeder Sensor in jedem Smartphone verbaut. In *phyphox* ist es aber nicht nur möglich, einen Sensor über die Zeit, sondern auch mehrere Sensoren gleichzeitig auszulesen und somit Abhängigkeiten zwischen zwei Messgrößen aufzuzeigen. Außerdem können im Gegensatz zu vielen anderen Apps nicht nur die Rohdaten des Sensors aufgenommen, sondern die Daten auch weiterverarbeitet und somit analysiert werden. Für Versuchsaufbauten, in denen das Smartphone nicht bedient werden kann und auch nicht sichtbar ist, sowie für die Benutzung in Vorlesungen als Demonstrationsexperiment verfügt *phyphox* über einen Fernzugriff auf das Smartphone. Um diesen zu verwenden, müssen sich das Smartphone und das zur Steuerung verwendete Gerät lediglich im gleichen WLAN-Netzwerk befinden. Ist dies der Fall, können *phyphox*-Messungen über einen Webbrowser ferngesteuert und die Messdaten auch über diesen als Excel- oder CSV-Datei heruntergeladen werden. Über den Webbrowser werden auch die Messdaten grafisch dargestellt, wodurch es den Studierenden ermöglicht wird, die Aufnahme der Messdaten live zu verfolgen.

In *phyphox* sind bereits viele Experimente verfügbar. Neben den vorhandenen Experimenten besteht über ein eigenes Dateiformat auch die Möglichkeit, eigene Experimente anzulegen. Dadurch ist es möglich, Experimente speziell an die eigenen Bedürfnisse (z.B. die Vorkenntnisse der Nutzer oder die Versuchsaufbauten) anzupassen.

Die Entwicklung der App *phyphox* ist nicht abgeschlossen. So soll in naher Zukunft eine weiterentwickelte Bluetooth-Schnittstelle integriert werden, mit der es auch Laien-Nutzern möglich sein wird, auch externe Sensoren auszulesen. Dies ermöglicht die Messung weiterer physikalischer, aber auch nicht-physikalischer Größen mittels *phyphox*. Auch wird man in Zukunft in *phyphox* in Graphen hineinzoomen können.

Weitere Informationen sind auf der *phyphox*-Webseite unter www.phyphox.org zu finden.

Einsatzszenarien für *phyphox* in der Hochschullehre

In Hütz et al. (Hütz, Kuhlen, Stampfer & Heinke, 2017) wurden drei der möglichen Szenarien für den Einsatz von *phyphox* in der Hochschullehre vorgestellt. Diese drei Einsatzszenarien werden nachfolgend anhand von drei Beispielaufgaben illustriert. Alle Beispielaufgaben, die verkürzt in Tabelle 1 dargestellt sind, wurden im WS 2016/17 im Rahmen der Vorlesung Experimentalphysik I für die Bachelorstudiengänge Physik und Lehramt Physik an der RWTH Aachen erfolgreich eingesetzt.

Szenario A	Szenario B	Szenario C
<p>a) Konstruieren Sie ein Fadenpendel und messen Sie mithilfe des in <i>phyphox</i> enthaltenen Experiments „Fadenpendel“ die Schwingungsfrequenz für drei verschiedene Fadenslängen. Geben Sie Fadenslänge und Frequenz sowohl in Ihrer Lösung der Übung als auch in der Eingabemaske im Kapitel „Schwingungen“ des eSkripts an.</p> <p>b) Zeigen Sie in einem kurzen Video Ihr Pendel in Aktion (3 bis 10 Sekunden).</p>	<p>In der Vorlesung wurde die Abhängigkeit der Zentrifugalbeschleunigung von der Winkelgeschwindigkeit mit Hilfe eines Smartphones demonstriert. In dieser Aufgabe sollen Sie diesen Versuch mit eigenen Mitteln wiederholen.</p> <p>Hierfür benötigen Sie eine Möglichkeit, Ihr Smartphone mit verschiedenen Winkelgeschwindigkeiten zu rotieren. Hier sind wir an Ihrer Kreativität interessiert, da wir nach weiteren Ideen für diesen Versuch suchen.</p>	<p>In dieser Aufgabe sollen Sie das Rutschen von Objekten auf einer schiefen Ebene in einem realen Experiment selbst ausprobieren.</p> <p>a) Bestimmen Sie den Haftreibungskoeffizienten auf Ihrer Oberfläche für Papier, Alufolie, Backpapier oder ähnliches. Befestigen Sie hierzu das jeweilige Material unter einem festen Objekt und stellen Sie dieses auf Ihre neigbare Oberfläche. Beginnen Sie diese langsam zu neigen und messen Sie den Winkel ...</p>

Tab. 1: Beispielaufgaben für drei mögliche Einsatzszenarien der App *phyphox* im Rahmen von Vorlesungen und Übungen zu Themen der experimentellen Physik.

Im Szenario A erhalten die Studierenden (z.B. im Rahmen einer vorlesungsbegleitenden Übung oder eines Flipped-Classroom-Ansatzes) eine experimentelle Aufgabe, die sie mit Hilfe ihres Smartphones und der App *phyphox* bearbeiten sollen. Dabei ist den Studierenden zum Zeitpunkt der Bearbeitung der theoretische Hintergrund der Aufgabe noch unbekannt. Dieser soll erst mit Hilfe der in der Übungsaufgabe gewonnenen Daten in einer späteren Vorlesung hergeleitet oder überprüft werden. Dazu können die Daten entweder über ein Lern-Management-System, ein Web-Formular oder über die Übungsleiter erfasst werden. Zur Vorlesungsvorbereitung können dann die Daten der Studierenden in einem Diagramm aufgetragen werden, so dass die Studierenden in der Vorlesung sehen können, dass es mit Hilfe ihrer selbstaufgenommenen Daten möglich ist, den theoretischen Zusammenhang abzuleiten oder zu überprüfen. Somit folgt dieser Ansatz in Teilen den Prinzipien eines

Flipped Classroom. In der Beispielaufgabe zu diesem Szenario aus Tabelle 1 sollten die Studierenden auf freiwilliger Basis ein Fadenpendel mit einem schwingenden Smartphone entweder nach einer zur Verfügung gestellten Anleitung oder nach eigenen Ideen bauen. Mit Hilfe des gebauten Fadenpendels mit Smartphone und der App *phyphox* sollten die Studierenden dann drei Messwertpaare aus Fadenlänge und von der App ermittelter Schwingungsfrequenz bestimmen und diese in einem eSkript übermitteln. Aus diesen wurde anschließend ein Diagramm erstellt, das zum einen den Verlauf des theoretisch erwarteten Zusammenhangs zwischen Schwingungsfrequenz und Fadenlänge eines Fadenpendels enthielt und zum anderen die Messwerte der Studierenden. Fast alle Messwerte der Studierenden lagen in diesem Diagramm nahe am theoretisch erwarteten Verlauf. Von den etwa 300 Studierenden, die zur Vorlesung angemeldet waren, wurden in dieser freiwilligen Aufgabe ca. 90 Datenpunkte für Fadenlängen zwischen 10 cm und 3,8 m generiert.

Szenario B der drei in diesem Beitrag beschriebenen Einsatzszenarien sieht vor, dass in der Vorlesung ein Experiment vorgeführt wird. Die Datenaufnahme bei diesem Experiment erfolgt dabei mit der App *phyphox*. Anschließend wird den Studierenden (wiederum im Rahmen einer Übung oder auch eines Flipped-Classroom-Ansatzes) die Aufgabe gestellt, das Experiment selbstständig durchzuführen. Die Wahl der Experimentiermittel bleibt ihnen dabei freigestellt. Zusätzlich wurden die Studierenden in der Beispielaufgabe aus Tabelle 1 gebeten, sich beim Experimentieren zu filmen und diese Filme zu teilen. Dieser Bitte sind einige Studierenden-Teams nachgekommen. Ziel der Beispielaufgabe war es, den Zusammenhang zwischen Zentrifugalbeschleunigung und Winkelgeschwindigkeit zu bestimmen. Einige Beispiele für die Umsetzung dieser Aufgabe durch die Studierenden sind in Abbildung 1 zu sehen. Weitere Umsetzungen sind auf der Webseite www.phyphox.org in einem Video zu finden.

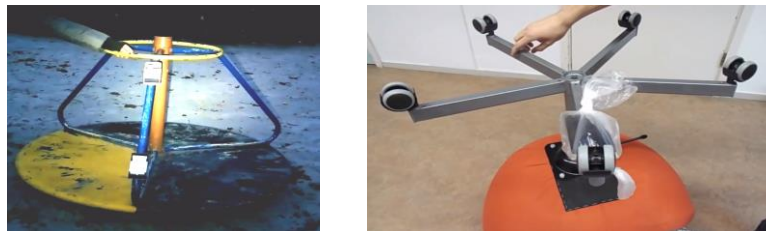


Abb. 1: Zwei Umsetzungen von Studierenden zur Beispielaufgabe des Szenarios B. Links: Zwei Smartphones wurden an einem Karussell befestigt (Bild: M. Thiele und M.-R. Garal). Rechts: Das Smartphone wurde in der Nähe der Rollen an einem Schreibtischstuhl befestigt (Bild: T. Lieberum).

Bei Szenario C erhalten die Studierenden erneut eine experimentelle Übungsaufgabe. Im Vergleich zu Szenario A ist den Studierenden aber hier bereits die Theorie bekannt. Allerdings wurde den Studierenden in diesem Szenario noch kein ähnliches Experiment in der Vorlesung vorgeführt. Daher ist die Aufgabenstellung etwas enger gefasst. Somit soll es den Studierenden trotzdem gut möglich sein, die Aufgabe zu bearbeiten. In der Beispielaufgabe für das Szenario C sollten die Studierenden mit einem Smartphone, der App *phyphox* und weiteren einfachen Mitteln, die bei den meisten Studierenden im Haushalt verfügbar sein sollten, den Haftreibungskoeffizienten für drei verschiedene Materialkombinationen bestimmen. Dies sollten die Studierenden mit Hilfe einer neigbaren Oberfläche durchführen, an der der Neigungswinkel bestimmt werden kann, bei der das Objekt auf der Ebene zu rutschen beginnt. Bei dieser Aufgabe wurden die Studierenden nicht aufgefordert, ihr Experiment zu filmen. Daher liegen für diese Aufgabe noch keine beispielhaften Ideen für die Umsetzung des Experimentieraufbaus der Studierenden vor.

Literatur

- Feierabend, Plankenhorn & Rathgeb (2016). JIM-Studie 2016. Jugend, Information, (Multi-)Media. Basisstudie zum Medienumgang 12- bis 19-Jähriger in Deutschland. Medienpädagogischer Forschungsverbund Südwest (mpfs). Verfügbar unter: https://www.mpfs.de/fileadmin/files/Studien/JIM/2016/JIM_Studie_2016.pdf [18.05.2017]
- Hütz, S., Kuhlen, S., Stampfer, C., Heinke, H. (2017, in Druck). Entwicklung und Evaluation modularer Vorlesungseinheiten mit Smartphoneinsatz. PhyDid B - Didaktik der Physik - Beiträge zur DPG-Frühjahrstagung.
- Klein, P. (2016). Konzeption und Untersuchung videobasierter Aufgaben im Rahmen vorlesungsbegleitender Übungen zur Experimentalphysik (Mechanik). Dissertation, Technische Universität Kaiserslautern.
- Kuhlen, S., Stampfer, C., Wilhelm, T. & Kuhn, J. (2017). Phyphox bringt das Smartphone ins Rollen. Physik in unserer Zeit, 3|2017 (48), 148-149