

Lehrveranstaltungsverbindende Experimentieraufgaben im Physikstudium

Motivation

- **Studieneingangsphase Physik herausfordernd** (s. Leistungsanforderungen, theorielastige Massenveranstaltungen, ...), vgl. auch hohe Abbruchquote [1, 2]
 - **(Zunehmende) Heterogenität der Studienanfänger:innen** (Studienfächer, Interessen, fachliche & mathematische Vorkenntnisse, Lernstrategien ...)
 - **Ausgangslage (in Göttingen):** Übungen zur „Experimentalphysik I“ (Mechanik) vorwiegend mit rechnerischen (Problemlöse-)Aufgaben und ohne Bezug zur parallelen Veranstaltung „Rechenmethoden der Physik“ und dem Praktikum
- **Potenzial inhaltlicher, methodischer und didaktischer Bezüge zwischen Lehrveranstaltungen/-formaten bislang unzureichend ausgeschöpft**

Geplanter Lehransatz an der Universität Göttingen

- **Implementation semesterbegleitender undergraduate research projects** [vgl. 3]
- **Verzahnung der Inhalte der beiden Grundlagenvorlesungen** bei Beibehaltung der traditionellen Trennung der beiden Vorlesungen & Praktikum → höhere Kohärenz
- Weitgehend selbstständige Projektarbeit in Kleingruppen
- **Förderung digitalisierungsbezogener Kompetenzen** (Smartphone-Experimente, Python & Origin, ...)
- **Förderung affektiver & sozialer Faktoren** (u. a. Hervorstellen kommunikativer & kollaborativer Aspekte von Forschung)
- **Poster & Reflexionsportfolio als Projektprodukte** & Teil der Prüfungsvorleistung



Programm- & Evaluationsdesign des Projektes „Digitalgestütztes vernetztes Lernen in der Studieneingangsphase Physik“

Programmablauf

Selbstständige Projektarbeit in Kleingruppen

Auftakt & Verteilung der Projektaufgaben

Workshop „Kollaboratives Arbeiten & Postergestaltung“

Zwischenberatung je Kleingruppe

Präsentation der Projektergebnisse auf Poster

Verfassen der individuellen Reflexionsportfolios

Klausur mit projektbezogener Aufgabe

November 2022

Dezember 2022

Weihnachten

Januar 2023

Februar 2023

Fragebogen, z. B.: Physikbezogenes Selbstkonzept & Interesse [4]; Vorstellungen zur Experimentalphysik [5]; digitalisierungsbezogene Kompetenzen [6]; Einstellung zu digitalen Medien

Fragebogen, z. B.: Wahrnehmung der Aufgaben [7]; physikbezogenes Selbstkonzept, Interesse & Authentizität [4]; Vorstellungen zur Experimentalphysik [5]; digitalisierungsbezogene Kompetenzen [6]; Einstellung zu digitalen Medien

Dokumentenanalyse Reflexionsportfolios

Dokumentenanalyse Klausurbearbeitungen

Veranstaltungsevaluationen ExPhyl & Rechenmethoden

Beobachtungen & Interviews [7] bei einzelnen Kleingruppen

Dokumentenanalyse Poster

Wahrgenommene Belastung & Workload [8, 9]

Datenquellen & Instrumente

Mixed Methods - Datenanalyse zur Evaluation der

a) Projektaufgaben (Optimierung der Lernmaterialien)

b) Programmwirkung (Evidenzen für Zielerreichung, Lernwirksamkeit, ...)

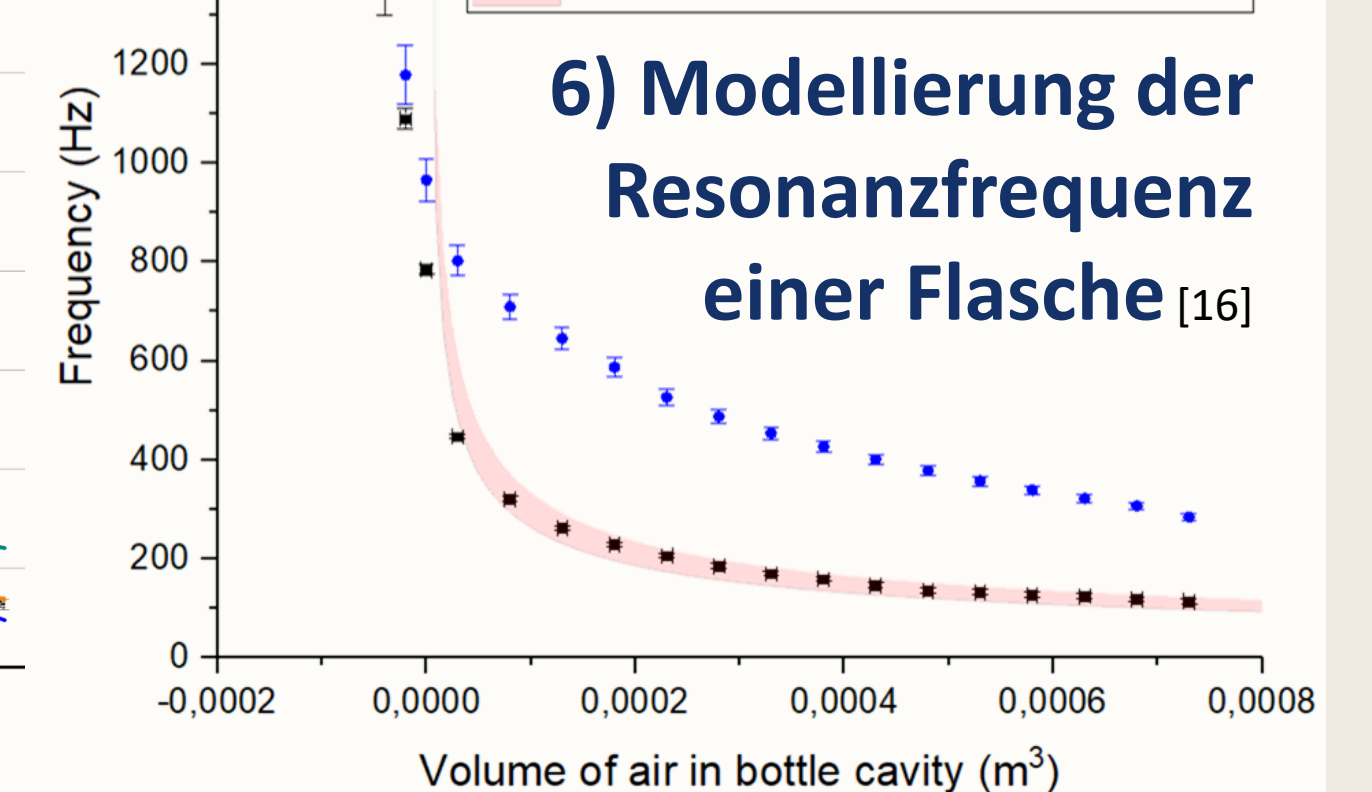
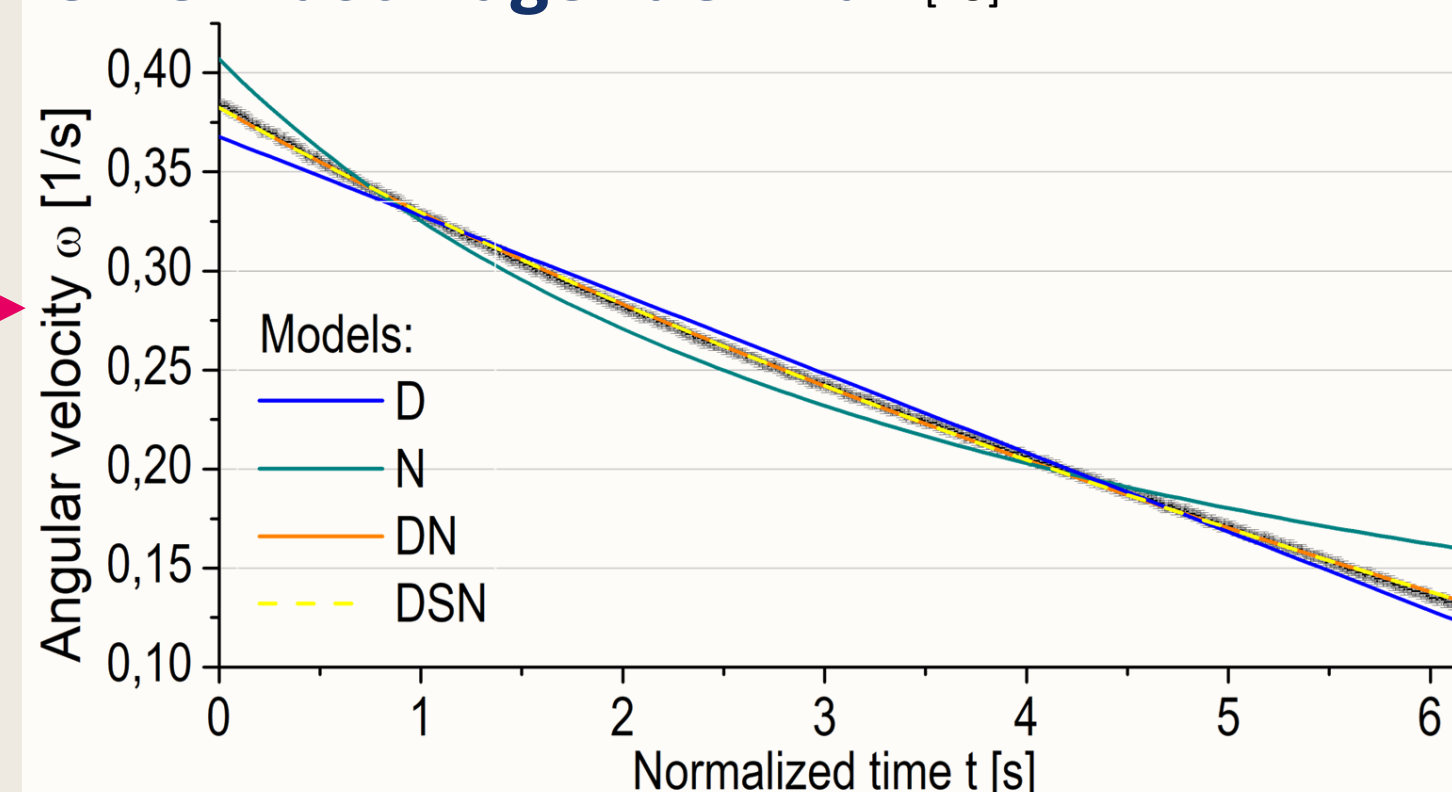
Konzipierte Projektaufgaben

Aufgabe	Physikal. Inhalte	Mathemat. Inhalte	Digitale Technologien
1a) Slamming Door* [vgl. 10]	Rotation, Reibung	DGLs, Daten modellieren	Gyroskopsensor, Origin
1b) Slamming Window*	Rotation, Reibung	DGLs, Daten modellieren	Gyroskopsensor, Origin
2a) Schwingender Aufzug* [vgl. 11]	Schwingungen, lineare Wellen	DGLs, Diskrete Fouriertransform.	Beschleunigungssensor, Python-Notebook
2b) Mechanische Schwingungen*	Schwingungen, ...	DGLs, Diskrete Fouriertransform.	Beschleunigungssensor, Python-Notebook
3a) Paper parachute*	Freier Fall, Reibung	DGLs	Smartphonekamera, Videoanalyse
3b) Stoßprozesse	Stöße, Impuls- & Energieerhaltung	Vektoren, Gleichungssysteme	Smartphonekamera, Videoanalyse
4a) Smartphone in der Dose [vgl. 12]	Schiefe Ebene, Trägheit, Reibung, Energie	Mehrdimensionale Integrale, DGLs	Gyroskopsensor, Python-Notebook
4b) Smartphone in der Luft [vgl. 13]	Rotation, Trägheit, Reibung, Energie	Mehrdimensionale Integrale, DGLs	Gyroskopsensor, Python-Notebook
5) Sensorenanalyse*	Translation & Rotation, ...	Daten modellieren, ...	Beschleunigungs- & Gyroskopsensor, Origin
6) Akustische Frequenzanalyse*	Schwingungen, lineare Wellen, Helmholtzresonator	Diskrete Fouriertransform., Daten modellieren	Mikrofon, Python-Notebook

* Diese Aufgaben (oder ihre Vorläufer) sind im DigiPhysLab-Projekt [7,14] entstanden.

Aufgabenbeispiele

1a) Modellierung der Reibungseffekte einer zuschlagenden Tür [15]



Ausblick

Nach der Datenanalyse:

- Veröffentlichung sämtlicher, optimierter Aufgabenstellungen als Open Educational Resources (OER) auf twilio
- Umfangreiche Programmevaluation mit Implikationen für undergraduate research in der Studieneingangsphase Physik

<https://www.uni-goettingen.de/de/657593.html>



Kontakt:

Simon Z. Lahme
Universität Göttingen, Didaktik der Physik
Friedrich-Hund-Platz 1, 37077 Göttingen
simon.lahme@uni-goettingen.de

Gefördert durch:

Niedersächsisches Ministerium für Wissenschaft und Kultur
Innovative Lehr- und Lernkonzepte: Innovation plus (04/2022-12/2023)

Literatur:

[1] Bauer, A., Lahme, S., Woitkowski, D. & Reinhold, P. (2019). PSΦ: Forschungsprogramm zur Studieneingangsphase im Physikstudium. *PhyDid B - Didaktik der Physik - Beiträge zur DPG Frühjahrstagung - Aachen 2019*, 53-60. <http://www.phydid.de/index.php/phydid-b/article/download/934/1061>

[2] Heublein, U., Richter, J. & Schmelzer, R. (2020). Die Entwicklung der Studienabbruchquoten in Deutschland. DZHW Brief 3|2020. Hannover. DZHW. https://doi.org/10.34878/2020.03.dzhw_brief

[3] Ruiz-Primo, M. A., Briggs, D., Iverson, H., Talbot, R. & Shepard, L. A. (2011). Impact of undergraduate science course innovations on learning. *Science*, 331(6022), 1269-1270.

[4] Klein, P. (2016). *Konzeption und Untersuchung videobasierter Aufgaben im Rahmen vorlesungsbegleitender Übungen zur Experimentalphysik (Mechanik)* [Dissertation, Technische Universität Kaiserslautern]. <https://www.uni-goettingen.de/de/document/download/8f7f6f0f86fc48a34292baaadbaead8.pdf/Dissertation%20KLEIN%20Pascal.pdf>

[5] Teichmann, E., Lewandowski, H. J. & Alemanni, M. (2022). Investigating students' views of experimental physics in German laboratory classes. *Phys. Rev. Phys. Educ. Res.*, 18(1), 010135.

[6] Becker, S., Bruckermann, T., Finger, A., Huwer, J., Kremser, E., Meier, M., Thoms, L.-J., Thyssen, C., & Kotzebue, L. v. (2020). Orientierungsrahmen Digitale Kompetenzen für das Lehramt in den Naturwissenschaften – DiKoLAN. In S. Becker, J. Meßinger-Koppelt, & C. Thyssen (Hg.), *Digitale Basiskompetenzen: Orientierungshilfe und Praxisbeispiele für die universitäre Lehramtsausbildung in den Naturwissenschaften* (S. 14-43). Hamburg: Joachim Herz Stiftung. https://www.joachim-herz-stiftung.de/fileadmin/Redaktion/JHS_Digitale_Basiskompetenzen_web_srgb.pdf

[7] Lahme, S. Z., Klein, P., Lehtinen, A., Müller, A., Pirinen, P., Susac, A., & Tomrlin, B. (angenommen). DigiPhysLab: Digital Physics Laboratory Work for Distance Learning. *PhyDid B - Didaktik der Physik - Beiträge zur DPG-Frühjahrstagung - online 2022*.

[8] Fliege, J., Rose, M., Arck, P., Levenstein, S. & Klapp, B. F. (2001). Validierung des „Perceived Stress Questionnaire“ (PSQ) an einer deutschen Stichprobe. *Diagnostica*, 47(3), 142-152.

[9] Lahme, S. Z., Cirkel, J. O., Hahn, L., Klein, P., Langendorf, R., & Schneider, S. (angenommen). Belastungstrajektorie in der Studieneingangsphase Physik. *PhyDid B - Didaktik der Physik - Beiträge zur DPG-Frühjahrstagung - online 2022*.

[10] Klein, P., Müller, A., Gröber, S., Molz, A. & Kuhn, J. (2017). Rotational and frictional dynamics of the slamming of a door. *Am. J. Phys.*, 85(1), 30-37.

[11] Kuhn, J., Vogt, P. & Müller, A. (2014). Analyzing elevator oscillation with the smartphone acceleration sensors. *Phys. Teach.*, 52(1), 55-56.

[12] Puttharuga, C., Khemmani, S., Uthayarat, P. & Luangtip, W. (2016). Investigation of the rolling motion of a hollow cylinder using a smartphone. *Eur. J. Phys.*, 37(5), 55004.

[13] Wheatland, M. S., Murphy, T., Naumenko, D., van Schijndel, D. & Katsifis, G. (2021). The mobile phone as a free-rotation laboratory. *Am. J. Phys.*, 89(4), 342-348.

[14] Projekt-Website DigiPhysLab: Developing Digital Physics Laboratory Work for Distance Learning. www.jyu.fi/digiphyslab

[15] Lahme, S. Z., Pirinen, P., Tomrlin, B., Lehtinen, A., Susac, A., Müller, A. & Klein, P. (2022). DigiPhysLab: Digital Physics Laboratory Work for Distance Learning. Poster auf der DPG-Frühjahrstagung 2022 (online). https://www.jyu.fi/science/en/physics/studies/digiphyslab/dd36-1_lahme-et-al_digiphyslab_english.pdf

[16] Tomrlin, B., Lahme, S. Z., Pirinen, P., Lehtinen, A., Klein, P., Susac, A. (2022). Development of digital experimental tasks for distance learning. Vortrag auf der GIREF-Tagung 2022 (Ljubljana). https://www.jyu.fi/science/en/physics/studies/digiphyslab/tomrlin-et-al_presentation_girep_development-of-digital-experimental-tasks-for-distance-learning_2022.pdf