

Offene Experimentierprojektaufgaben in der Studieneingangsphase Physik

Simon Z. Lahme¹, Andreas Müller², Pascal Klein¹

¹ Universität Göttingen, Deutschland; ² Universität Genf, Schweiz



Fakultät für Physik, Göttingen¹



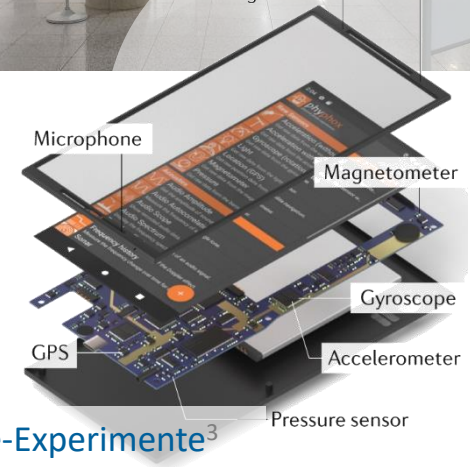
Physiklaborpraktikum²

Gruppenprojektarbeit mit Postersession



Vorlesung für Experimentalphysik I (Mechanik)¹

Offene Experimentier- projektaufgaben in der Studienein- gangsphase Physik



Smartphone-Experimente³

¹ <https://goepix.uni-goettingen.de/collection/2aaa145d-d59a-43e3-9d72-e77623f56ea6>

² http://www.praktikum.physik.uni-goettingen.de/allgemeines/bilder/AP_06/images/HPIIM2310.jpg2

³ <https://doi.org/10.1038/s41578-020-0184-2>

Motivation & Theoretischer Hintergrund

Herausforderungen in der Studieneingangsphase Physik (s. hohe Abbruchquoten von 60%)¹

Erforderliche Identitätsbildung auf 3 Ebenen²: 1. Fachwissen, 2. Metakognition (selbst-gesteuertes Lernen, Neugier & Interesse) & 3. Sozialization (Universität, Peers & wissenschaftliche Community)

Praktika/Experimente bieten Lerngelegenheiten - traditionelle Experimentieraufgaben eher ineffektiv³

Hohes Potenzial offener Praktikumsformate⁴

Besonders undergraduate research projects (URPs)⁵, z.B., um higher-order thinking skills (HOTs) wie Autonomie, Neugier, Kreativität, Problemlösen zu fördern⁶

Positive Wirkung von Smartphone-Experimenten, z.B. auf Motivation⁷ & Konzeptverständnis⁸, gleichzeitig erlauben sie eigene Messwerterfassung⁹

Bereits viele Vorarbeiten zu deren Implementation/Evaluation in der Hochschullehre¹⁰

¹ (Heublein et al., 2022); ² (Bauer et al., 2019); ³ (Holmes et al., 2017; Teichmann et al., 2022; Rehfeldt, 2017; Haller, 1999); ⁴ (Etkina, 2015; Holmes & Wieman, 2018); ⁵ (Oliver et al., 2023; Ruiz-Primo et al., 2011; Russell et al., 2007); ⁶ (Mieg et al., 2022; Murtonen, & Balloo, 2019; Walsh et al., 2019); ⁷ (Hochberg, 2016); ⁸ (Becker et al., 2020); ⁹ (Klein et al., 2021); ¹⁰ (Staacks et al., 2022; Hütz et al., 2017, 2019; Kaps et al., 2022; Klein, 2016)

Überblick über das Projekt Innovation+ – Aufgabenentwicklung

DigiPhysLab



Co-funded by the
Erasmus+ Programme
of the European Union



6 Auf-
gaben
wurden
adaptiert

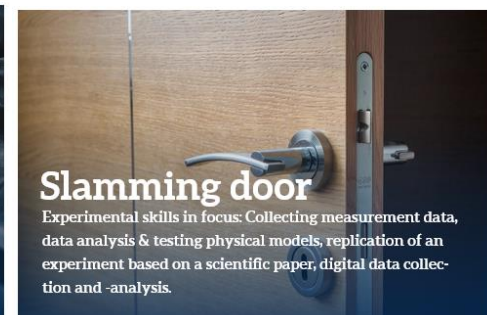
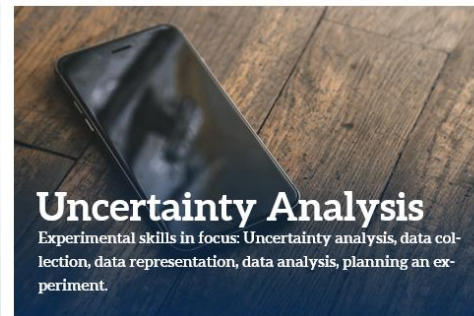
Innovation+



UNIVERSITÄT
GÖTTINGEN



Niedersächsisches Ministerium
für Wissenschaft und Kultur

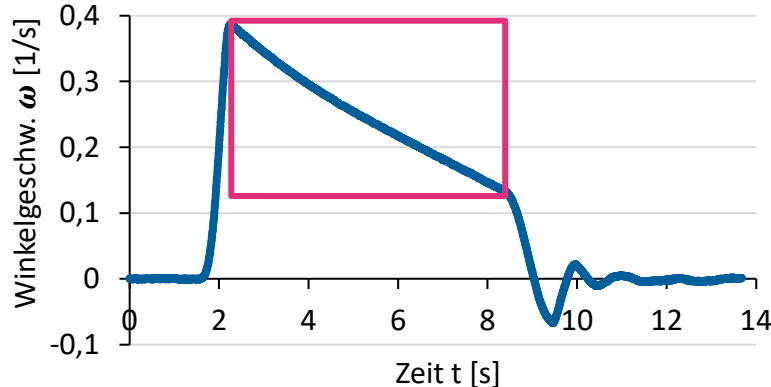


(Lahme et al., 2022a, 2023b)

Überblick über das Projekt Innovation+ – Slamming Door

Die Aufgabe: Entwickeln Sie ein Experiment, in dem Sie die auftretenden Reibungseffekte bei einer zuschlagenden Tür untersuchen. Nutzen Sie hierzu die Sensoren Ihres Smartphones. Beantworten Sie dann experimentell die Fragestellung, welches Reibungsmodell die zuschlagende Tür am präzisesten beschreibt [...]. Berücksichtigen Sie auch die Messunsicherheiten.

+ Leitfragen,
Literaturangaben, ...



Fitten der Daten mit Modellen, die trockene ($D \sim \omega^0$), Stokes'sche ($S \sim \omega^1$) & Newton'sche Reibung ($N \sim \omega^2$) kombinieren, basierend auf der Differentialgleichung

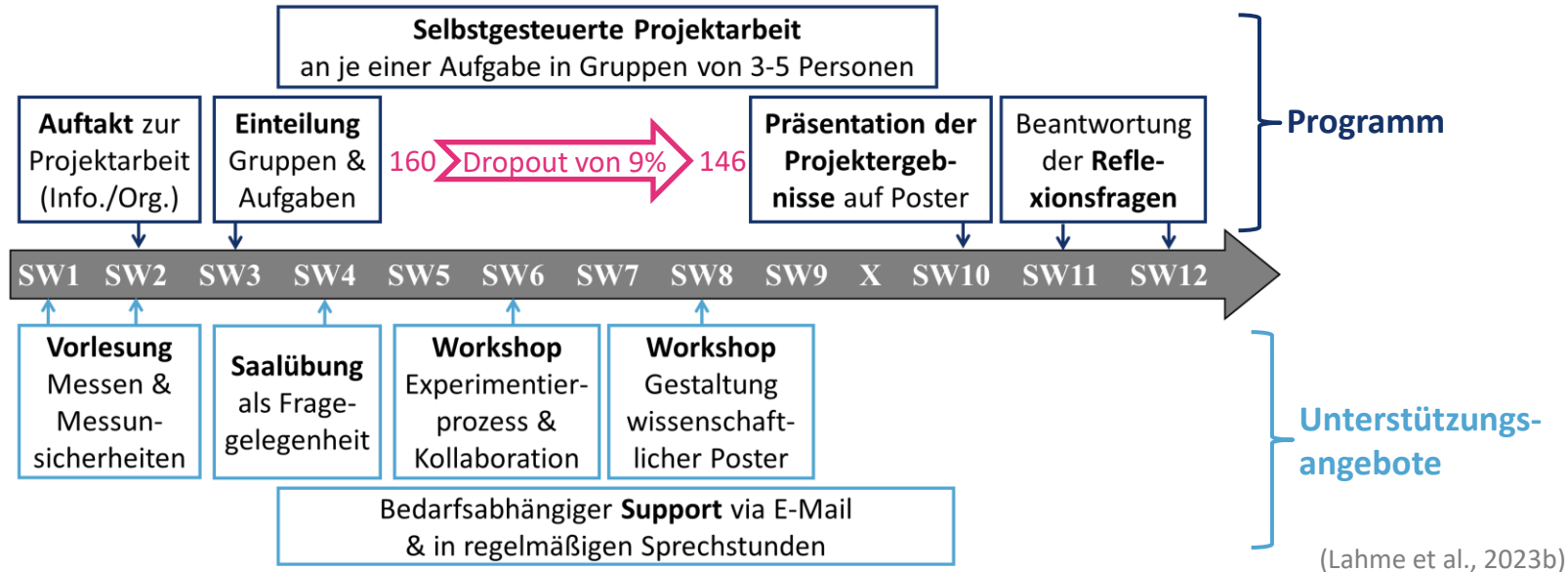
$$a + b\omega + c\omega^2 = -I\dot{\omega}$$



(Klein et. al., 2017; Lahme et al., 2022a)

Überblick über das Projekt Innovation+ – Implementation

**Ziel: Förderung affektiver Faktoren (z.B. Neugier, Interesse, Zugehörigkeitsgefühl)
& selbst-gesteuertes, forschungsbasiertes Lernen**

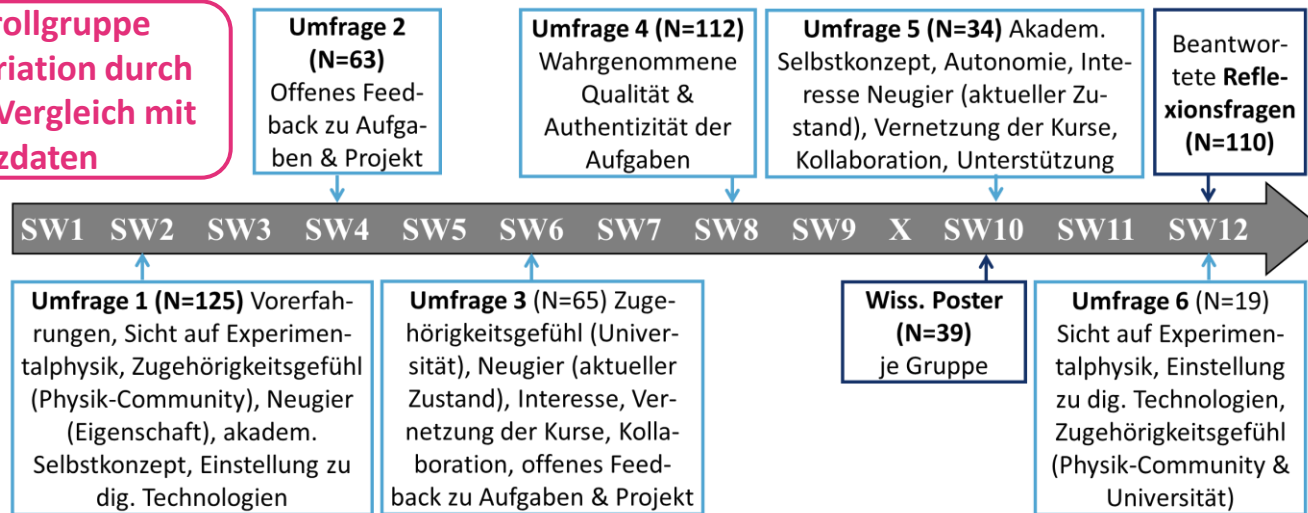


Projektelevaluation – Überblick über die Variablen

Evaluation der Aufgaben und der eigentlichen Projekt-Implementation

- Potential für die Verbesserung der Aufgaben und des Programms für künftige Wiederholungen
- Proof of concept / Machbarkeitsstudie zu Smartphone-gestützten URPs im ersten Semester

Keine Kontrollgruppe
möglich → Variation durch
6 Aufgaben & Vergleich mit
Referenzdaten



(Dickhäuser et al., 2002; Klein, 2016; Lahme et al., 2023a, 2023b; Rauschenbach et al., 2018; Rehfeldt, 2017; Schmechting et al., 2020; Teichmann et al., 2022)

Einblick in die Projektevaluation

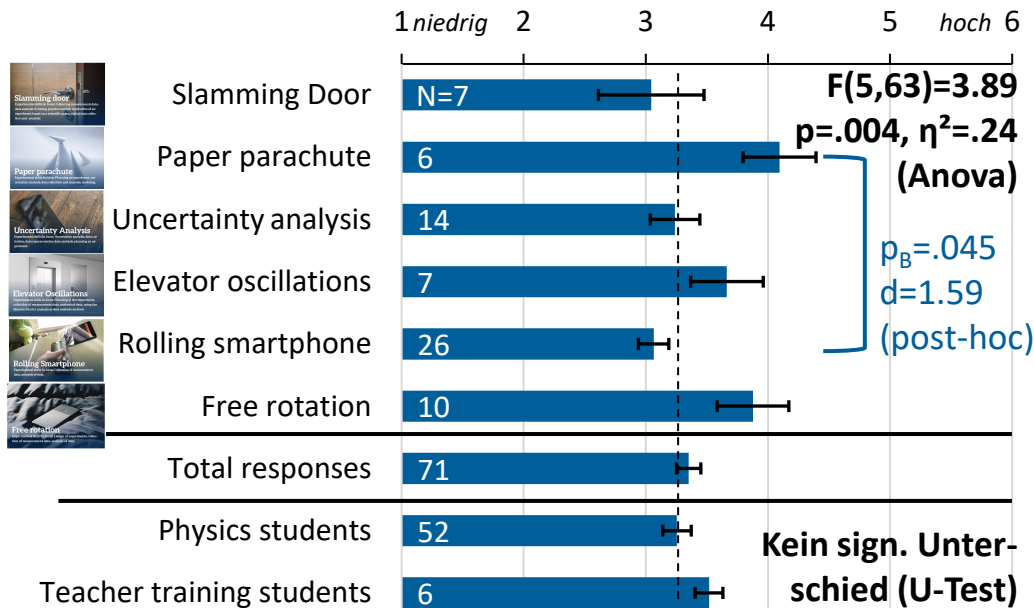
Am häufigsten genannte Aspekte in den Freitextfeldern.

Durchschnittl. Workload (24.6 ± 2.2) h
- 25 h erwartet & kompensiert

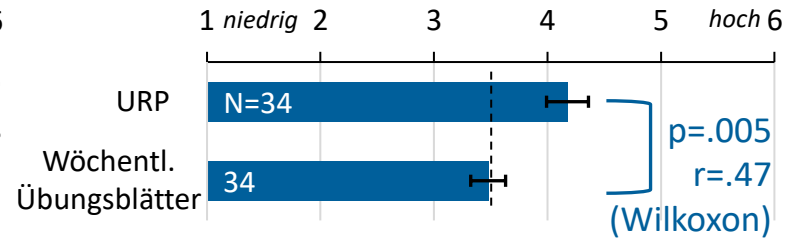
Was den Studierenden gefiel...	N	Was den Studierenden nicht gefiel...	N
Autonomie & Kreativität	27	Zeitaufwand & Zeitmanagement	35
Kollaborative Gruppenarbeit	18	Hoher/Zusätzlicher Aufwand	30
Kompetenzförderung & -erleben	16	Aufgabe uninteressant	23
Einfache Durchführung mit simplem Equipment	15	Hoher Offenheitsgrad	17
Nutzung digitaler Technologien	13	Schwierigkeiten in den Projektgruppen	16
Alltagsphänomene erkunden	12		

Einblick in die Projektevaluation

Durch die URPs erzeugtes Interesse



Wahrgenommene Autonomie



Korrelation Interesse - Autonomie URP:
 $r(32)=.47, p=.005 \rightarrow$ moderat

(Items: Klein, 2016)

Zusammenfassung

- **Proof of concept** der Implementation von sechs Experimentieraufgaben als URPs
- **Eindrücke von Potenzialen und Herausforderungen & Erfahrungen mit der Implementation** (z.B., höhere Autonomie, unterschiedlich interessante Aufgaben, beide Zielgruppen adressiert)
- **Basis für Weiterentwicklung** der Aufgaben und der eigentlichen Projekt-Implementation

Ausblick

- **Weitere Analyse** der quantitativen Fragebogendaten und der studentischen Lernprodukte
- **Vergleich mit Referenzdaten/Literatur** (z.B. Kaps & Stallmach, 2022; Klein, 2016; Ruiz-Primo et al., 2011)

Aufgabendokumente für die URPs als Open Educational Resources (OER) *in Deutsch & Englisch*



<https://doi.org/10.57961/49zr-w490>

Website des präsentierten Projekts *in Deutsch*



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

Website des zugrundeliegenden Erasmus+ Projekts DigiPhysLab *in Englisch*



<https://jyu.fi/digiphyslab>

Literaturangaben

- Bauer, A., Lahme, S., Woitkowski, D., Vogelsang, C. & Reinhold, P. (2019). PSΦ: Forschungsprogramm zur Studieneingangsphase im Physikstudium. *PhyDid B - Didaktik der Physik - Beiträge zur DPG Frühjahrstagung - Aachen 2019*, 53-60. <https://ojs.dpg-physik.de/index.php/phydid-b/article/view/934/1061>
- Becker, S., Klein, P., Gößling, A. & Kuhn, J. (2020). Using mobile devices to enhance inquiry-based learning processes. *Learning and Instruction*, 69, 101350. <https://doi.org/10.1016/j.learninstruc.2020.101350>
- Etkina, E. (2015). Millikan award lecture: Students of physics - Listeners, observers or collaborative participants in physics scientific practices? *American Journal of Physics*, 83(8), 669-679. <https://aapt.scitation.org/doi/pdf/10.1119/1.4923432>
- Gröber, S., Klein, P., Kuhn, J. & Fleischhauer, A. (Eds.) (2017). *Smarte Aufgaben zur Mechanik und Wärme: Lernen mit Videoexperimenten und Co.* Springer Spektrum. <https://doi.org/10.1007/978-3-662-54479-2>
- Haller, K. (1999). *Über den Zusammenhang von Handlungen und Zielen: Eine empirische Untersuchung zu Lernprozessen im physikalischen Praktikum. Studien zum Physiklernen: Ed. 5.* Logos.
- Heublein, U., Hutzsch, C. & Schmelzer, R. (2022). *Die Entwicklung der Studienabbruchquoten in Deutschland.* DZHW Brief 5 | 2022. https://www.dzhw.eu/pdf/pub_brief/dzhw_brief_05_2022.pdf
- Hochberg, K. (2016). *iMechanics: Smartphones als Experimentiermittel im Physikunterricht der Sekundarstufe II. Wirkung auf Lernerfolg, Motivation und Neugier in der Mechanik* [PhD thesis]. Technische Universität Kaiserslautern, Kaiserslautern. https://kluedo.ub.uni-kl.de/frontdoor/deliver/index/docId/4445/file/_160331_Diss_genehmigt.pdf
- Holmes, N. G., Olsen, J., Thomas, J. L. & Wieman, C. E. (2017). Value added or misattributed? A multi-institution study on the educational benefit of labs for reinforcing physics content. *Physical Review Physics Education Research*, 13(1), Artikel 010129. <https://journals.aps.org/prper/abstract/10.1103/PhysRevPhysEducRes.13.010129>
- Holmes, N. G. & Wieman, C. E. (2018). Introductory physics labs: We can do better. *Physics Today*, 71(1), 38–45. <https://doi.org/10.1063/PT.3.3816>

Literaturangaben

- Hütz, S., Kühlen, S., Stampfer, C. & Heinke, H. (2017). Entwicklung und Evaluation modularer Vorlesungseinheiten mit Smartphone-Einsatz. *PhyDid B - Didaktik der Physik - Beiträge zur DPG Frühjahrstagung - Dresden 2017*, 241–245. <http://www.phydid.de/index.php/phydid-b/article/view/795/940>
- Hütz, S., Staacks, S., Stampfer, C. & Heinke, H. (2019). Kleiner Aufwand, großer Nutzen? - Experimentiersets zur Unterstützung experimenteller Übungsaufgaben mit Smartphones. *PhyDid B - Didaktik der Physik - Beiträge zur DPG Frühjahrstagung - Aachen 2019*, 273–279. <http://www.phydid.de/index.php/phydid-b/article/view/947/1072>
- Kaps, A. & Stallmach, F. (2022). Development and didactic analysis of smartphone-based experimental exercises for the smart physics lab. *Physics Education*, 57(4), Article 45038. <https://doi.org/10.1088/1361-6552/ac68c0>
- Klein, P., Ivanjek, L., Dahlkemper, M. N., Jeličić, K., Geyer, M.-A., Küchemann, S. & Sušac, A. (2021). Studying physics during the COVID-19 pandemic: Student assessments of learning achievement, perceived effectiveness of online recitations, and online laboratories. *Physical Review Physics Education Research*, 17(1), Article 010117. <https://doi.org/10.1103/PhysRevPhysEducRes.17.010117>
- Klein, P. (2016). *Konzeption und Untersuchung videobasierter Aufgaben im Rahmen vorlesungsbegleitender Übungen zur Experimentalphysik (Mechanik)* [PhD thesis]. Technische Universität Kaiserslautern, Kaiserslautern. <https://www.uni-goettingen.de/de/document/download/8f76f0f86ffc48a34292baaadbaead8.pdf/Dissertation%20KLEIN%20Pascal.pdf>
- Klein, P., Müller, A., Gröber, S., Molz, A. & Kuhn, J. (2017). Rotational and frictional dynamics of the slamming of a door. *American Journal of Physics*, 85(1), 30–37. <https://doi.org/10.1119/1.4964134>
- Lahme, S. Z., Klein, P., Lehtinen, A., Müller, A., Pirinen, P., Susac, A., & Tomrlin, B. (2022). DigiPhysLab: Digital Physics Laboratory Work for Distance Learning. *PhyDid B – Didaktik der Physik – Beiträge zur DPG-Frühjahrstagung – online 2022*, 383–390. <https://ojs.dpg-physik.de/index.php/phydid-b/article/view/1250/1503>

Literaturangaben

- Lahme, S. Z., Klein, P., Lehtinen, A., Müller, A., Pirinen, P., Rončević, L., Sušac, A. (2023a). *Evaluating digital experimental tasks for physics laboratory courses*. Preprint on ResearchGate, submitted for the conference proceedings of the DPG-Frühjahrstagung 2023 in Hannover. <http://dx.doi.org/10.13140/RG.2.2.26818.35526>
- Lahme, S. Z., Müller, A., Klein, P. (2023b). Lehrveranstaltungsverbindende Experimentieraufgaben im Physikstudium. In v. Vorst, H. (Ed.), *Lernen, lehren und forschen in einer digital geprägten Welt, Gesellschaft für Didaktik der Chemie und Physik, Jahrestagung in Aachen 2022*, ed. 43, 663-666. https://gdcp-ev.de/wp-content/uploads/securepdfs/2023/05/P020_Lahme.pdf
- Rehfeldt, D. (2017). *Erfassung der Lehrqualität naturwissenschaftlicher Experimentalpraktika*. Zugl.: Berlin, Freie Univ., Diss., 2017. *Studien zum Physik- und Chemielernen: Bd. 246*. Logos Verlag.
- Rauschenbach, I., Keddis, R. & Davis, D. (2018). Poster Development and Presentation to Improve Scientific Inquiry and Broaden Effective Scientific Communication Skills. *Journal of Microbiology & Biology Education*, 19(1). <https://doi.org/10.1128/jmbe.v19i1.1511>
- 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. <https://doi.org/10.1126/science.1198976>
- Russell, S. H., Hancock, M. P. & McCullough, J. (2007). Benefits of undergraduate research experiences. *Science*, 316(5824), 548–549. <https://doi.org/10.1126/science.1140384>
- Staacks, S., Dorsel, D., Hütz, S., Stallmach, F., Splith, T., Heinke, H. & Stampfer, C. (2022). Collaborative smartphone experiments for large audiences with phyphox. *European Journal of Physics*, 43(5), Article 055702. <https://doi.org/10.1088/1361-6404/ac7830>
- Teichmann, E., Lewandowski, H. J. & Alemani, M. (2022). Investigating students' views of experimental physics in German laboratory classes. *Physical Review Physics Education Research*, 18(1), Article 010135. <https://doi.org/10.1103/PhysRevPhysEducRes.18.010135>