

Physikdidaktik in Österreich – Jahrestagung 2024

Programm

Termin: 28. Februar 2024, 10:30-16:30 Uhr
Ort: Universität Wien, AECC Physik, Seminarraum 5, 3. Stock

Ablauf

- 10:30 Begrüßung
- 10:45 **Design research in science education**
Prof. dr. Arthur BAKKER, University of Amsterdam,
Research Centre for Curriculum Studies (RCCS)
- Educational research tends to be about how education was or is. But what if we want to solve an educational problem or realize a dream? Design education is about education as it could or should be. It aims to transform education by design potential solutions while researching these, as a proof of principle how this can be achieved. In this talk, Bakker first provides a methodological and philosophical background to this approach. Then he addresses several commonly experienced challenges and how these can be overcome.
- 12:15 Perspektive der Physikdidaktik in Österreich
- 13:15 Mittagspause (Für Verpflegung wird gesorgt)
- 13:45 Posterpräsentationen I (Ungerade Posternummern)
- 14:45 Pause
- 15:15 Posterpräsentationen II (Gerade Posternummern)

Zu den Posterpräsentationen: Bitte bereiten Sie eine sehr kurze (**max. zweiminütige**) Einführung zum Poster vor. Diese wird am Poster gegeben.

Unterricht im Zeitalter der Digitalität: Professionalisierung angehender Lehrkräfte mathematisch-naturwissenschaftlicher Fächer

Angelika Bernsteiner¹, Thomas Schubatzky², Philipp Spitzer¹, Claudia Haagen-Schützenhöfer¹

¹Universität Graz, ²Universität Innsbruck

angelika.bersteiner@uni-graz.at

Ein großer Teil der Lehramtsstudierenden fühlt sich durch die Lehramtsausbildung nur unzureichend auf den Unterricht in einer digitalisierten Gesellschaft vorbereitet (Ambros et al., 2022). Zur Förderung digitaler Kompetenzen von Schüler:innen, für eine selbstbestimmte und reflektierte Teilhabe an dieser digitalisierten Gesellschaft, werden jedoch gut auf den Einsatz digitaler Medien vorbereitete Lehrkräfte benötigt (Petko et al., 2018). Mit dem Ziel, dieser Herausforderung zu begegnen und einen Beitrag zur Professionalisierung angehender Lehrkräfte für die Umsetzung von Unterricht im Zeitalter der Digitalität zu leisten, wurde an der Universität Graz ein Lehrveranstaltungsdesign für angehende Lehrkräfte mathematisch-naturwissenschaftlicher Fächer entwickelt und beforscht. Dem Paradigma des Design-Based Research (McKenney et al., 2012) folgend, wurde dabei gleichzeitig Entwicklungs- und Forschungszielen nachgegangen.

Vorerhebungen (Literaturrecherche, Curricula-Analyse, Befragungen von Lehrenden und Studierenden) führten zur Festlegung von zwei zentralen inhaltlichen Schwerpunkten der Lehrveranstaltung: Digitale Messwerterfassung mit Arduino und Umgang mit (Des-)Informationen (Bernsteiner et al., 2023a). Auf Basis theoretischer Grundlagen und empirischer Erkenntnisse wurden die einzelnen Lernarrangements der Lehrveranstaltung entwickelt. Das entwickelte prototypische Lehrveranstaltungsdesign wurde in drei Design-Zyklen formativ evaluiert. Zur formativen Evaluation der Lehrveranstaltungsdesigns wurden Akzeptanzbefragungen (Bernsteiner et al., 2023a) und Mixed-Methods-Studien (Pre-Mid-Post-Erhebungen und Reflexionsjournale) umgesetzt (Bernsteiner et al., 2023; Bernsteiner et al., angenommen). Anhand der Forschungsergebnisse wurde das Lehrveranstaltungsdesign weiterentwickelt.

Nach der Umsetzung von drei Designzyklen mit insgesamt 37 Lehramtsstudierenden und der dabei iterativen, forschungsbasierten Weiterentwicklung des Lehrveranstaltungsdesigns konnte im Sinne von Generalisierungen auf der Ebene eines „case-to-case transfers“ ein Set an Leitlinien entwickelt werden, das auch in anderen Kontexten für die Entwicklung eines Lehrveranstaltungsdesigns zum Lehren und Lernen mit und über digitale(n) Medien herangezogen werden kann.

Andererseits wurden durch die formativen Analysen Einblicke in die Lernprozesse der Lehramtsstudierenden bei der Interaktion mit dem Lehrveranstaltungsdesign eröffnet. Aus den Erkenntnissen über Lernprozesse von Lehramtsstudierenden im Kontext des Lehrens und Lernens mit und über digitale(n) Medien wurden Beiträge zu lokalen Lehr-Lern-Theorien im Sinne von „analytic generalisations“ geleistet.

Das Poster stellt die zentralen Entwicklungsprodukte und Forschungsergebnisse dieses Projekts vor.

Literatur

- Ambros, R., Dolezal, D. & Motschnig, R. (2022). How Well Are Pre-Service Teachers Prepared to Impart Digital Skills in Secondary-Level Education? In 2022 IEEE Frontiers in Education Conference (FIE) (S. 1–9). IEEE. <https://doi.org/10.1109/FIE56618.2022.9962563>
- Bernsteiner, A., Haagen-Schützenhöfer, C., Spitzer, P. & Schubatzky, T. (2023a). Entwicklung und Beforschung einer Lehrveranstaltung zu Physical Computing mit Arduino in der mathematisch-naturwissenschaftlichen Lehramtsausbildung. *Progress in Science Education (PriSE)*, 6(2), 63–90. <https://doi.org/10.25321/prise.2023.1410>
- Bernsteiner, A., Schubatzky, T. & Haagen-Schützenhöfer, C. (2023b). Misinformation as a Societal Problem in Times of Crisis: A Mixed-Methods Study with Future Teachers to Promote a Critical Attitude towards Information. *Sustainability*, 15(10), 8161. <https://doi.org/10.3390/su15108161>
- Bernsteiner, A., Schubatzky, T., Haagen-Schützenhöfer, C. & Spitzer, P. (angenommen). Impact of working with Arduino on mathematics and science teacher students' self-assessment of TPACK and self-efficacy. In GIREP Conference 2022. Symposium im Rahmen der Tagung von GIREP, Ljubljana.
- McKenney, S., Reeves, T. & Herrington, J. (2012). *Conducting Educational Research Design: Contributing to Practice and Theory through Practitioner-Researcher Collaboration*. Routledge; Taylor & Francis Group.
- Petko, D., Döbeli Honegger, B. & Prasse, D. (2018). Digitale Transformation in Bildung und Schule: Facetten, Entwicklungslinien und Herausforderungen für die Lehrerinnen- und Lehrerbildung. *Beiträge zur Lehrerinnen- und Lehrerbildung*, 36(2), 157–174.

Emergente Phänomene im Physikunterricht am Beispiel des Teilchenmodells

Eine der häufigsten Schwierigkeiten beim Unterricht über das Teilchenmodell ist, dass Schüler:innen dazu tendieren, die Eigenschaften makroskopischer Gegenstände auf Atome und Moleküle zu übertragen (Albanese & Vicentini 1997). Zum Beispiel stellen sie sich vor, dass die Größe der Atome oder Moleküle sich während eines Phasenübergangs verändert (Lee et al. 1993). Darüber hinaus gehen viele Schüler:innen von einem kontinuierlichen Aufbau der Materie aus (Harrison & Treagust 1996).

In Anbetracht dieser Lernschwierigkeiten widmet sich dieses Dissertationsprojekt der Frage, wie das Verständnis von Schüler:innen über die Zusammenhänge zwischen der makroskopischen und der submikroskopischen Ebene verbessert werden kann. Der Forschungsprozess ist im methodologischen Rahmenkonzept des Design-Based Research (Haagen-Schützenhöfer & Hopf 2020) situiert, welches evidenzbasierte Entwicklung von Lehr-Lern-Materialien mit deren empirischer Evaluation verbindet. Verschiedene Zugänge zum Teilchenmodell wie Experimente, typografische Darstellungen, Kristallstrukturen oder 3D-Modelle wurden bereits in 60 Interviews mit Schüler:innen von zwei Wiener Gymnasien nach der Methode der Akzeptanzbefragung (Jung 1992) untersucht. Dabei haben sich Experimente eher als hinderlich für das Verständnis des Teilchenmodells erwiesen (Budimaier & Hopf 2022). Kristallstrukturen und typografische Darstellungen haben jedoch positive Effekte gezeigt.

Die Erkenntnisse aus der Analyse der Interviewdaten wurden für die Gestaltung eines Lehr-Lern-Arrangements (LLA) zum Teilchenmodell genutzt. Dieses wurde von mehreren Lehrkräften mit einigen Klassen der 8. Schulstufe im Unterricht umgesetzt. Effekte des LLA auf das Verständnis der Schüler:innen über die Zusammenhänge zwischen der makroskopischen und der submikroskopischen Ebene wurden mit Fragebögen im Pre-Post-Format erhoben. Auf dem Poster werden erste Ergebnisse aus der Analyse der Fragebögen präsentiert.

Literaturverzeichnis

- Albanese, A. & Vicentini, M. (1997). Why do we believe that an atom is colourless? Reflections about the teaching of the particle model. *Science & Education*, 6(3), S. 251–261. <https://doi.org/10.1023/A:1017933500475>
- Budimaier, F. & Hopf, M. (2022). Students' Ideas on Common Experiments About the Particulate Nature of Matter. *Journal of Baltic Science Education*, 21(3), S. 381–397. <https://doi.org/10.33225/jbse/jbse/22.21.381>
- Harrison, A. G. & Treagust, D. F. (1996). Secondary students' mental models of atoms and molecules: Implications for teaching chemistry. *Science Education*, 80(5), S. 509–534. [https://doi.org/10.1002/\(SICI\)1098-237X\(199609\)80:5<509::AID-SCE2>3.0.CO;2-F](https://doi.org/10.1002/(SICI)1098-237X(199609)80:5<509::AID-SCE2>3.0.CO;2-F)
- Jung, W. (1992). Probing Acceptance: A technique for investigating learning difficulties. In R. Duit, F. Goldberg & N. Hans (Hrsg.), *Research in physics learning: Theoretical issues and empirical studies. Proceedings of an international workshop held at the University of Bremen, March 4 - 8, 1991* (S. 278–295). Kiel: Institut für Pädagogik der Naturwissenschaften.
- Lee, O., Eichinger, D. C., Anderson, C. W., Berkheimer, G. D. & Blakeslee, T. D. (1993). Changing middle school students' conceptions of matter and molecules. *Journal of research in science teaching*, 30(3), S. 249–270. <https://doi.org/10.1002/tea.3660300304>

Design-Based Research for learning electric field through representations in high school: Curriculum analysis and diagnostic study.

Esmeralda Campos, Daniel Fuchs, Philip Troskot

Research overview. High school students, who will become engineers, researchers, science-oriented entrepreneurs, and active citizens, often have difficulties understanding abstract concepts of physics that are essential for technological applications and development, such as the electric field concept. This project aims to create a teaching-learning environment for learning the electric field concept using multiple semiotic representations through a design-based research (DBR) approach. The first phase of the project includes a curriculum analysis and a diagnostic of students' understanding of the electric field concept in high school.

Literature review. In physics learning, the gap between what is taught and what students learn of electricity and magnetism is particularly big. The understanding of electricity and magnetism concepts is important for students to solve problems that include electric circuits, and for the technological applications in many areas of society. Due to its level of abstraction, students need to refer to several semiotic representations to conceptualize the most fundamental concepts, such as the electric field [1]. The literature about teaching and learning electricity provides evidence that most educational approaches give a quantitative treatment, without developing a conceptual framework based on representations that allows students to understand the physical phenomena instead of solving equations [2].

Methodology. This is the first phase of a DBR project [3], consisting of two parallel studies:

- (1) A curriculum analysis to understand how the electric field concept is approached in high school through semiotic representations. The study has a qualitative approach that includes the triangulation of the Austrian high school curriculum, physics textbooks commonly used in Austrian high schools and interviews with Austrian high school physics teachers on how they approach the electric field topic.
- (2) A diagnostic study to identify the most common difficulties that students have when learning the electric field concept in high school. This study has a mixed-methods design. The quantitative part of the study includes a multiple-choice questionnaire with conceptual questions about the electric field, and the qualitative part includes an open-ended questionnaire with basic notions of electric field and force.

Expected results. Both studies are ongoing. Here we discuss some preliminary results. In the curriculum analysis, we have found that (i) the curricular requirements do not offer a strong focus on representations, and (ii) the analyzed textbooks often use the algebraic equation to represent the magnitude of the field and electric field lines to represent its direction. This second finding could be problematic, since previous research findings suggest that these two representations don't have a strong synergy in university students [1]. Further research should investigate whether these two representations are appropriate for high school students, or if they create difficulties. The diagnostic study is in the design phase. We expect to get a quantitative overview of students' conceptions after high school instruction of the electric field concept, and a qualitative analysis of the difficulties in relation to representations. This diagnostic study will serve as a foundation for future studies that include an implementation of the teaching-learning environment that will result of the broader project.

References

- [1] Campos, E., Zavala, G., Zuza, K., & Guisasola, J. (2020) Students' understanding of the concept of the electric field through conversions of multiple representations. *Physical Review Physics Education Research*, 16, 010135. <https://doi.org/10.1103/PhysRevPhysEducRes.16.010135>
- [2] Zuza, K., van Kampen, P., De Cock, M., Kelly, T., & Guisasola, J. (2018). Introductory university physics students' understanding of some key characteristics of classical theory of the electromagnetic field. *Physical Review Physics Education Research*, 14(2), 020117. <https://doi.org/10.1103/PhysRevPhysEducRes.14.020117>
- [3] Haagen-Schützenhöfer, C. & Hopf, M. (2020) Design-based research as a model for systematic curriculum development: The example of a curriculum for introductory optics. *Physical Review Physics Education Research*, 16, 020152. <https://doi.org/10.1103/PhysRevPhysEducRes.16.020152>

Intentionen & Beliefs von Lehrpersonen zum Bewerten von Klimaschutzmaßnahmen im Physikunterricht

Matthias Fasching, Universität Wien

Martin Hopf, Universität Wien

Klimawandel und Klimakrise erfordern aufgrund bereits jetzt stattfindender und für die Zukunft prognostizierter Entwicklungen Maßnahmen auch im Bildungsbereich (IPCC, 2023). Der neue verordnete Lehrplan für die Sekundarstufe 1 begegnet diesem akuten Handlungsbedarf durch die Einführung des Kompetenzbereichs „Wetter und Klima“ für Physik in der 8. Schulstufe (BMBWF, 2023). Neben der Fachwissensanwendung sollen Schüler*innen darin beispielsweise auch dazu befähigt werden, „Maßnahmen zur Einhaltung aktueller Klimaziele auf persönlicher, regionaler und globaler Ebene einordnen und ihre Umsetzungsmöglichkeiten diskutieren“ zu können (BMBWF, 2023).

Für die Entwicklung einer Lehrer*innenfortbildung zu diesem Thema werden im Zuge eines Design-Based-Research-Projekts (Haagen-Schützenhöfer & Hopf, 2020) die Vor- und Einstellungen, sowie die wahrgenommenen Herausforderungen von Lehrpersonen als „Beliefs“ zusammengefasst (Skott, 2015) und genauer untersucht. Die Untersuchung folgt dabei der Forschungsfrage: „Welche Beliefs von Lehrpersonen zur Bewertung von Klimaschutzmaßnahmen im Physikunterricht stellen relevante Ausgangspunkte für die forschungsbasierte Entwicklung einer entsprechenden Lehrer*innenfortbildung dar?“.

In Anlehnung an die Theory of Planned Behavior (Ajzen, 1991) wird dabei auf jene Beliefs fokussiert, deren Verstärkung/Abschwächung mit einer höheren Umsetzungsbereitschaft und -intention einhergehen. Zur Analyse der Zusammenhänge zwischen Beliefs und Umsetzungsbereitschaft/-intention wurde auf Basis von Heuckmann (2018, 2019, 2020) ein Online-Fragebogen für Physiklehrpersonen in Österreich entwickelt und implementiert. Die Erkenntnisse werden bei der Entwicklung einer Lehrer*innenfortbildung zum Thema „Diskussion und Bewertung von Klimaschutzmaßnahmen im Physikunterricht“ berücksichtigt (van Dijk & Kattmann, 2007). Die Evaluation und Weiterentwicklung der Fortbildungsstruktur erfolgt in mehreren Zyklen mittels leitfadengestützter Interviews und angelehnt an die Methode der „Akzeptanzbefragungen“ (Jung, 1992).

Am Poster werden erste Ergebnisse zum Online-Fragebogen und zu (möglichen) Zusammenhängen zwischen ausgewählten Beliefs und Umsetzungsbereitschaft/-intention vorgestellt. Zur Diskussion stehen die weitere Verwendung dieser Ergebnisse im Forschungsprojekt, die detaillierte inhaltliche Ausrichtung der geplanten Lehrer*innenfortbildung sowie die Passung und Adaptierung der geplanten Interviewmethode.

Ajzen, I. (1991). The theory of planned behavior. *Organizational Behavior and Human Decision Processes*, 50 (2), 179–211

Bundesministerium für Bildung, Wissenschaft und Forschung. (2023). *Gesamte Rechtsvorschrift für Lehrpläne – allgemeinbildende höhere Schulen* (BGBl. II Nr. 1/2023). Online unter: <https://www.ris.bka.gv.at/GeltendeFassung.wxe?Abfrage=Bundesnormen&Gesetzesnummer=10008568> [Zugriff am 12.10.2023]

Haagen-Schützenhöfer, C. & Hopf, M. (2020). Design-based research as a model for systematic curriculum development: The example of a curriculum for introductory optics. *Physical Review Physics Education Research*, 16 (2), Artikel 20152

Heuckmann, B., Hammann, M. & Asshoff, R. (2018). Using the theory of planned behaviour to develop a questionnaire on teachers' beliefs about teaching cancer education. *Teaching and Teacher Education*, 75, 128–140

Heuckmann, B., Hammann, M. & Asshoff, R. (2019). Advantages and Disadvantages of Modeling Beliefs by Single Item and Scale Models in the Context of the Theory of Planned Behavior. *Education Sciences*, 9 (4), Artikel 268

Heuckmann, B., Hammann, M. & Asshoff, R. (2020). Identifying predictors of teachers' intention and willingness to teach about cancer by using direct and belief-based measures in the context of the theory of planned behaviour. *International Journal of Science Education*, 42 (4), 547–575

IPCC (2023). *Climate Change 2023 Synthesis Report. Summary for Policymakers* Online unter: https://www.ipcc.ch/report/ar6/syr/downloads/report/IPCC_AR6_SYR_SPM.pdf [Zugriff am 12.10.2023]

Jung, W. (1992). Probing Acceptance, A Technique for Investigating Learning Difficulties. In: R. Duit, F. Goldberg & H. Niedderer (Eds.), *Research in Physics Learning: Theoretical Issues and Empirical Studies. Proceedings of an International Workshop held at the University of Bremen, March 4 - 8, 1991*. Insitut für Pädagogik der Naturwissenschaften: Kiel, 278-295.

Skott, J. (2015). The Promises, Problems and Prospects of Research on Teachers' Beliefs. In H. Fives & M. G. Gill (Eds.), *International handbook of research on teachers' beliefs*. Routledge: New York, 13-30

van Dijk, E. M. & Kattmann, U. (2007). A research model for the study of science teachers' PCK and improving teacher education. *Teaching and Teacher Education*, 23 (6), 885–897

Elektromagnetische Strahlung mit Cross-Age Peer Tutoring unterrichten

Theresa Scherer, Marianne Korner Universität Wien

Das hier präsentierte Poster berichtet über eine Masterarbeit zur Erprobung der Unterrichtsmethode Cross-Age Peer Tutoring (CAPT) anhand des Themenbereiches *elektromagnetische Strahlung* in der Sekundarstufe II (Tutor:innen) mit der Sek I (Tutees).

Cross-Age Peer Tutoring ist eine Unterrichtsform, bei der ältere Jugendliche, die keinen professionellen Lehrer:innen sind, mit Jüngeren Lernprozesse gestalten und so selbst dazu lernen (Gaustad, 1993; Topping, 1996). Es konnten sowohl bei Tutor:innen, als auch bei den Tutees Lernzuwächse gefunden werden (Robinson, Schofield, & Steers-Wentzell, 2005; Topping, 2005). Auch Hattie (2009) bescheinigt in seiner Studie Peer und Cross-Age Peer Tutoring positive Effekte in kognitiver, wie in nicht-kognitiver Hinsicht, mit einer mittleren Effektstärke von 0,55, was für ich in die *zone of desired effects* fällt.

Neuere Studien beschäftigten sich mit CAPT im Kontext des Physiklernens für die Sek I in unterschiedlichen Themen: Korner (2015) konnte anhand der Themen Optik und Elektrizitätslehre zeigen, dass CAPT im naturwissenschaftlichen Unterricht erfolgreich eingesetzt werden kann. Gröller (2020) erweiterte den getesteten Bereich auf Einheiten zu Magnetismus und Strahlung.

In der vorliegenden Studie ergeben sich über die bereits bekannten Befunde hinaus zwei Neuerungen:

1. Stellten die oben zitierten Studien quasiexperimentelle Designs dar, so kommt erstmals eine Kontrollgruppe zum Einsatz, um die Ergebnisse besser zuordnen und interpretieren zu können.
2. Als inhaltliche Basis der Interventionen, sowohl für die experimentelle Gruppe, als auch für die Kontrollgruppe, wurde ein empirisch getestetes Material gewählt: Aus Vorarbeiten von Plotz (2017) und Zloklikovits (2022) wurde von der letzteren Autorin eine Handreichung für den Unterricht über elektromagnetische Strahlung in der Sekundarstufe I erstellt (Zloklikovits, 2022). Diese diente als Basis für die Erstellung der Materialien für Mentoring (= Einschulung und Vorbereitung der Tutor:innen) und Tutoring, sowie der für den Unterricht der Kontrollgruppe.

Vorläufige Ergebnisse deuten darauf hin, dass alle Gruppen zumindest signifikante Lernzuwächse zeigen, allerdings mit unterschiedlichen Effektstärken. Was die parallel erhobene Motivation der Lernenden betrifft, so schneiden die Tutees durchwegs besser ab als die Lernenden der Kontrollgruppe.

Detaillierte Auswertungen und belastbares Zahlenmaterial werden im Poster berichtet werden.

Literatur

- Gaustad, J. (1993). *Peer and Cross-Age Tutoring*. Oregon: ERIC Clearinghouse on Educational Management Eugene.
- Gröller, T. (2020). *Cross-Age Peer Tutoring im Unterrichtsfach Physik – Entwicklung von Unterrichtseinheiten im Bereich der Mechanik und des Magnetismus*. Masterarbeit. Universität Wien, Wien.
- Hattie, J. A. C. (2009). *Visible Learning: A synthesis of over 800 meta-analyses relating to achievement*. London, New York: Routledge.
- Korner, M. (2015). *Cross-Age Peer Tutoring in Physik. Evaluation einer Unterrichtsmethode*. (Vol. 186). Berlin: Logos.
- Plotz, T. (2017). *Lernprozesse zu nicht-sichtbarer Strahlung - empirische Untersuchungen in der Sekundarstufe 2*. Dissertation. Universität Wien, Wien.
- Robinson, D. R., Schofield, J. W., & Steers-Wentzell, K. L. (2005). Peer and Cross-Age Tutoring in Math: Outcomes and Their Design Implications. *Educational Psychology Review*, 17(4), 327-362.
- Topping, K. J. (1996). The effectiveness of peer tutoring in further and higher education: A typology and review of the literature. *Higher Education*, 32(3), 321-345. doi:10.1007/bf00138870
- Topping, K. J. (2005). Trends in Peer Learning. *Educational Psychology*, 25(6), 631-645.
- Zloklikovits, S. (2022). *Elektromagnetische Strahlung in der Sekundarstufe I unterrichten. Handreichung für Lehrpersonen*. Wien: Universität Wien
- Zloklikovits, S., & Hopf, M. (2022). Lernendenvorstellungen zum Thema "Handystrahlung". In S. Habig & H. Van Vorst (Eds.), *Unsicherheit als Element von naturwissenschaftsbezogenen Bildungsprozessen*. Friedrich-Alexander-Universität Erlangen-Nürnberg Universität Duisburg-Essen: Gesellschaft für Didaktik der Chemie und Physik (GDCCP).

Eine digitale und analoge Neugestaltung und Überarbeitung des Mechanikkonzepts mit anschließender Evaluation

Kerstin Lindmaier

Im Jahr 2007 wurde in München passend zum neu eingeführten Curriculum ein Mechanikkonzept für die 7. Schulstufe entwickelt, bei dem die Einführung über zweidimensionale Bewegungen erfolgt. Die Materialien hierzu wurden und werden Lehrerinnen und Lehrern per Download kostenlos zur Verfügung gestellt (Ludwig-Maximilians-Universität München; Wilhelm). Grobe Stundenkonzepte, Arbeitsblätter und detaillierte sachliche Klärungen können in dem Buch „*Kraft und Geschwindigkeitsänderung. Neuer fachdidaktischer Zugang zur Mechanik*“ (Hopf et al. 2011) gefunden werden. Die Lernwirksamkeit dieses Unterrichtsmodells wurde bereits in mehreren Studien (Wilhelm et al. 2011) gezeigt und auch international kommt es mittlerweile zum Einsatz.

2023 wurde nun auch der Physiklehrplan in Österreich geändert. Die Mechanik wird darin in der 7. Schulstufe verortet. Bei genauer Durchsicht finden sich Parallelen zum Münchner Konzept. Es wird z.B. explizit auf *mehrdimensionalen Bewegungen* hingewiesen. Darüber hinaus wird ausdrücklich nach „[...] *Einbeziehung moderner digitaler Werkzeuge* [...]“ (Gesamte Rechtsvorschrift für Lehrpläne – allgemeinbildende höhere Schulen) verlangt. Diese Ausführungen und Forderungen geben Anlass, die bestehenden Materialien zu überarbeiten und neu zu erproben.

In meiner Dissertation werden daher die Unterlagen und Ressourcen des in München zusammengestellten Konzepts bearbeitet und gleichwertige digitale Tools und Aufgaben erstellt. Darüber hinaus werden konkrete Stundenplanungen passend zum österreichischen Lehrplan entwickelt. Die gewählte Methode entspricht dem Design-Based Research-Ansatz (Reinmann 2018), d.h. mehrfache Revidierung und Evaluierung. In der Hauptstudie werden einige Lehrpersonen mit Unterstützung der digitalen Medien, andere hauptsächlich analog unterrichten. Durch eine Prä-Posttest-Situation wird dann das Interesse der Schülerinnen und Schüler erhoben. Mit Hilfe eines eigens entwickelten Multiple Choice-Tests soll außerdem der Leistungszuwachs der beiden Gruppen bestimmt und verglichen werden.

Literaturverzeichnis

Gesamte Rechtsvorschrift für Lehrpläne – allgemeinbildende höhere Schulen. Online verfügbar unter <https://www.ris.bka.gv.at/GeltendeFassung.wxe?Abfrage=Bundesnormen&Gesetzesnummer=10008568>, zuletzt geprüft am 27.11.2023.

Hopf, Martin; Rachel, Alexander; Tobias, Verena; Waltner, Christine; Wiesner, Hartmut; Wilhelm, Thomas (2011): *Mechanik I: Kraft und Geschwindigkeitsänderung*. Unter Mitarbeit von Tobias Bilger, Martin Bubb, Rafael Lubinski, Christine Michel, Maximilian Michel, Tobias Mück et al.: Aulis Verlag (Unterricht Sek. I Physik; 5).

Ludwig-Maximilians-Universität München: Mechanikkonzept für die 7. Klasse. Online verfügbar unter https://www.didaktik.physik.uni-muenchen.de/archiv/inhalt_materialien/mechanikkonzept/index.html, zuletzt geprüft am 30.10.2023.

Reinmann, Gabi (2018): *Reader zu Design Based Research (DBR)*. Hamburg. Online verfügbar unter http://gabi-reinmann.de/?page_id=4000, zuletzt geprüft am 18.09.2023.

Wilhelm, Thomas. Goethe Universität Frankfurt am Main, Institut für Didaktik der Physik. Online verfügbar unter <http://www.thomas-wilhelm.net/>, zuletzt geprüft am 30.10.2023.

Wilhelm, Thomas; Tobias, Verena; Waltner, Christine; Hopf, Martin; Wiesner, Hartmut (2011): *Zweidimensionale dynamische Mechanik - Ergebnisse einer Studie*. In: Dietmar Höttecke (Hg.): *Chemie- und Physikdidaktik für die Lehramtsausbildung*. GDGP-Jahrestagung. Potsdam, 2010. Münster: Lit-Verlag (GDGP-Tagungsband, 31), S. 438–440.

Was Schüler:innen der Sekundarstufe I unter Vertrauenswürdigkeit verstehen

Nagel, Clemens (Universität Wien)

Die kritische Reflexion von Messergebnissen ist fixer Bestandteil der kompetenzorientierten österreichischen Lehrpläne der allgemeinbildenden höheren Schulen (Bundesministerium für Bildung, Wissenschaft und Forschung, 2023). Daher ist die Thematisierung von Messunsicherheiten nach GUM (vgl. BIPM, 2008) unbedingt erforderlich. In den vergangenen Jahren wurden zwei Design-Based-Research Studien durchgeführt, um je eine Unterrichtssequenz für die Sekundarstufe I (Loidl, 2021) und II (Bärenthaler-Pachner, 2022) zu entwickeln. Zentrales domänenspezifisches Designprinzip beider Unterrichtskonzeptionen ist die Verbindung der „Vertrauenswürdigkeit“ mit Messungen bzw. Messergebnissen. Um die Eignung dieses „Brückenkonzepts“ auch für Schüler:innen der Sekundarstufe I zu überprüfen, wurde ein Fragebogen entwickelt, um quantitativ zu untersuchen, welches Konzept hinter der „Vertrauenswürdigkeit“ steckt. Hierbei wird die Four-Building-Blocks-Methode (nach Wilson, 2005) zur Entwicklung des Messinstrumentes herangezogen. Erste Ergebnisse der Befragung mit Stichprobenumfang von $n=273$ werden vorgestellt. Es zeigt sich, dass das Konzept der Vertrauenswürdigkeit von Menschen richtig und deutlich ausgeprägt ist. Es zeigt weiters, dass das Konzept der Vertrauenswürdigkeit auch auf physische und nichtphysische Informationsquellen trennscharf angewendet werden kann und bei Messungen und Messgeräten ebenso richtig angewendet wird. Auch ein richtiger Bezug zu Messunsicherheiten existiert bereits, wenngleich Messunsicherheiten noch mehrheitlich als bezugslos zur Vertrauenswürdigkeit gesehen werden. Der (richtige) Bezug steigt allerdings mit dem Alter signifikant an. Die größte Stärke der Vertrauenswürdigkeit ist aber auch ihre größte Schwäche: Sie wird sehr stark mit menschlichem Verhalten und menschlichen Attributen über Alltagserfahrungen in Verbindung gebracht. Auch wird im Alltag praktisch nie von vertrauenswürdigen Messergebnissen gesprochen. Die Tatsache, dass das Alltagskonzept jedoch schon so gut ausgeprägt ist bei Schüler:innen der Sekundarstufe I, macht es sehr gut transferierbar. Und dieser Transfer gelingt nachweislich, trotz dem geringem „Restrisiko“, dass bei Messungen, die Menschen durchführen, die Vertrauenswürdigkeit ihrem Einfluss stärker als der Messmethode oder den Messgeräten zugeschrieben wird.

Literatur:

Bärenthaler-Pachner, R. (2022). Entwicklung und Evaluation einer Lernumgebung zum Thema Messunsicherheit in der Sekundarstufe II. Masterarbeit an der Universität Wien.

BIPM (2008). JCGM 100:2008 Evaluation of measurement Data - Guide to the Expression of Uncertainty in Measurement (GUM). [International Organization for Standardization, Geneva, 1995, ISBN 92-67-10188-9].

Bundesministerium für Bildung, Wissenschaft und Forschung. (2023). Lehrpläne der allgemeinbildenden höheren Schulen. https://www.bmbwf.gv.at/Themen/schule/schulpraxis/lp/lp_ahs.html (Abfrage am 15.11.2023)

Loidl, H. (2021). Entwicklung und Evaluation von Unterrichtseinheiten zum Thema Messunsicherheiten. Masterarbeit an der Universität Wien.

Wilson, M. (2005). Constructing Measures - An Item Response Modelling Approach. New York: Taylor & Francis.

Strategie zur Analyse von Unterrichtsmaterialien im Physiklehramtsstudium

Markus Obczovsky¹, Claudia Haagen-Schützenhöfer¹, Thomas Schubatzky²

¹Universität Graz, ²Universität Innsbruck

In der deutschsprachigen Physikdidaktik gibt es die Tradition forschungsbasiert Unterrichtskonzeptionen zu verschiedenen Gegenstandsbereichen zu entwickeln, um Lehrpersonen in der Schulpraxis zu unterstützen (Wilhelm et al., 2021). Diese Unterrichtskonzeptionen werden häufig mittels Unterrichtsmaterialien verbreitet. Diese Transferstrategie alleine scheint jedoch nicht erfolgsversprechend zu sein (Breuer, 2021), da unter anderem essenzielle Features der Unterrichtskonzeptionen teilweise nicht in den Materialien erkannt oder nicht akzeptiert werden (Breuer, 2021; Obczovsky et al., 2021). Wir wollen daher bereits Physiklehramtsstudierende unterstützen, sich mit Unterrichtskonzeptionen respektive deren Unterrichtsmaterialien auseinanderzusetzen, um essenzielle Features eher zu entdecken und die Akzeptanz gegenüber dieser Unterrichtskonzeptionen zu erhöhen. In einem Design-based Research Projekt (Reinmann, 2005) entwickeln wir daher forschungsbasiert und zyklisch eine Strategie zur Analyse von Unterrichtsmaterialien (insbesondere zu Unterrichtskonzeptionen) und eine Sequenz von Lehr-Lernarrangements (LLAs) für Studierende, in denen diese unterstützt werden diese Strategie anzuwenden, zu akzeptieren und letztlich anzueignen. Das Herzstück dieser Sequenz an LLAs ist der REF-Raster – ein Scaffold, das Studierende unterstützen soll, die entwickelte Analysestrategie anzuwenden. Der REF-Raster bietet den Studierenden unter anderem verschiedene fachdidaktische Perspektiven auf Unterrichtsmaterialien, wie etwa fachliche Grundideen, Repräsentationsformen oder Umgang mit Schülervorstellungen. Die weiterentwickelte zweite Version wurde im Sommersemester 2022 mit 13 Studierenden im Bachelorseminar „Fachdidaktik – Elektrizitätslehre, Magnetismus, Optik“ (empfohlen im 6. Semester) durchgeführt. Der Forschungsfokus lag auf der Aneignung der entwickelten Strategie im Laufe der LLAs – sprich: Inwiefern unterstützen die LLAs Studierende dabei, verschiedene Features von Unterrichtskonzeptionen in Unterrichtsmaterialien zu wahrzunehmen und über deren Rolle für Lernprozesse der Schüler:innen zu reflektieren? Im Laufe der Sequenz an LLAs sammelten wir verschiedenste Lernprodukte und führten kurze Leitfadeninterviews und problemzentrierte Interviews durch, welche wir inhaltsanalytisch auswerteten. Die erste Analyse der Daten zeigt, dass die Studierenden die angebotene Strategie sehr unterschiedlich übernehmen. Ein Muster lässt sich dennoch erkennen: Die Studierenden übernehmen alle eher jene vier Perspektiven, die sie als besonders wichtig erachten. Zwei dieser beiden Perspektiven scheinen Studierende im Laufe der LLAs in ihre Analysestrategie aufzunehmen. Wir vermuten, dass Studierende eher schrittweise im Laufe des Studiums ein Repertoire an Perspektiven aufbauen können, dafür jedoch viele einzelne Lerngelegenheiten benötigen, um Unterrichtsmaterialien aus einzelnen fachdidaktischen Perspektiven zu analysieren.

References

- Breuer, J. (2021). *Implementierung fachdidaktischer Innovationen durch das Angebot materialgestützter Unterrichtskonzeptionen: Fallanalysen zum Nutzungsverhalten von Lehrkräften am Beispiel des Münchener Lehrgangs zur Quantenmechanik. Studien zum Physik- und Chemielernen: Vol. 314.* Logos Berlin, Germany.
- Kuckartz, U. (2018). *Qualitative Inhaltsanalyse. Methoden, Praxis, Computerunterstützung* (4. Auflage). *Grundlagentexte Methoden.* Beltz Juventa. http://ebooks.ciando.com/book/index.cfm?bok_id/2513416
- Obczovsky, M., Haagen-Schützenhöfer, C., & Schubatzky, T. (2021). *Use and fidelity of implementation of innovative curriculum materials in school practice.* ESERA 2021, P., Braga, Portugal.
- Reinmann, G. (2005). Innovation ohne Forschung? Ein Plädoyer für den Design-Based Research-Ansatz in der Lehr-Lernforschung. *Zeitschrift Für Lernforschung*, 33(1), 52–69. https://www.pedocs.de/frontdoor.php?source_opus=5787
- Wilhelm, T., Schecker, H., & Hopf, M. (Eds.). (2021). *Unterrichtskonzeptionen für den Physikunterricht: Ein Lehrbuch für Studium, Referendariat und Unterrichtspraxis* (1. Auflage 2021). Springer Berlin. <https://link.springer.com/content/pdf/10.1007%2F978-3-662-63053-2.pdf>

Forschungsvorhaben zu fachfremdem Unterricht

Anna Reumann

Eine Erhebung der Bildungsdirektion Burgenland im Herbst 2022 zeigt, dass in den Fächern Physik und Chemie in der Sekundarstufe I mehr als die Hälfte der Lehrpersonen fachfremd unterrichten. Auch die voraussichtliche Pensionierungswelle bis 2033 wird den Mangel an geprüften Physiklehrpersonen weiter verschärfen (*Lehrkräftemangel - Pensionierungswelle am Höhepunkt*, 2023). Das Land Burgenland, die Bildungsdirektion Burgenland und die Private Pädagogische Hochschule Burgenland (PPH Burgenland) reagierten auf diese Prognose und bieten bereits mit Beginn des Schuljahres 2023/24, einen Hochschullehrgang (HLG) an, um fachfremd unterrichtende Physiklehrpersonen der Sekundarstufe I zu unterstützen und die Qualität des Physikunterrichts in der Mittelschule zu heben. Der HLG umfasst 4 Semester mit insgesamt 25 ECTS und wird derzeit von 16 Lehrpersonen besucht. Das Curriculum des HLG wurde vorbereitend auf den neuen Lehrplan für die Sekundarstufe I entwickelt (*Physik – Schwerpunktlehrer_in - PPH Burgenland*, 2023; *RIS - Lehrpläne der Mittelschulen - Bundesrecht konsolidiert, Fassung vom 05.12.2023*, 2023). Vortragende aus dem Bereich der Physikdidaktik vermitteln zeitgemäße und forschungsbasierte Unterrichtskonzepte, um den Anforderungen des neuen Lehrplans nachzukommen.

Im Rahmen des Dissertationsvorhabens ist geplant, diesen HLG qualitativ zu untersuchen und dessen Curriculum zyklisch weiterzuentwickeln. Dazu bietet sich ein Design-Based Research Projekt an, dem das Modell der didaktischen Rekonstruktion für die Lehrpersonenbildung (Van Dijk & Kattmann, 2007) zugrunde liegt, welches die zuvor erhobenen Vorstellungen der Lehrpersonen über den Physikunterricht aufgreift.

Ziel des geplanten Forschungsprojektes ist die Ableitung von Theorien, die Auskunft darüber geben, wie fachfremd unterrichtende Lehrpersonen dazu befähigt werden können, fachlich und fachdidaktisch angemessenen Physikunterricht zu gestalten. Es ist dabei nicht geplant die Leistungen der Schüler:innen zu untersuchen.

Da an der PPH Burgenland auch der HLG Digitale Grundbildung für fachfremd unterrichtende Lehrpersonen angeboten wird (*Digitale Grundbildung - PPH Burgenland*, 2022), könnte auch eine Untersuchung der beiden Hochschullehrgänge auf Gemeinsamkeiten und Unterschiede durchgeführt werden.

Die konkrete Fragestellung des Dissertationsvorhabens befindet sich zurzeit noch in Entwicklung. Es wird um Empfehlungen zur Berücksichtigung weiterer Aspekte im Forschungsvorhaben gebeten.

Digitale Grundbildung—PPH Burgenland. (2022). <https://www.ph-burgenland.at/studium/hochschullehrgaenge/digitale-grundbildung>

Lehrkräftemangel—Pensionierungswelle am Höhepunkt. (2023, August 16). Schule.at | Das Bildungsportal. <https://www.schule.at/bildungsnews/detail/lehrkraeftemangel-pensionierungswelle-am-hoehepunkt>

Physik – Schwerpunktlehrer_in—PPH Burgenland. (2023). <https://www.ph-burgenland.at/studium/hochschullehrgaenge/physik-schwerpunktlehrer-in>

RIS - Lehrpläne der Mittelschulen—Bundesrecht konsolidiert, Fassung vom 05.12.2023. (2023).

<https://www.ris.bka.gv.at/GeltendeFassung.wxe?Abfrage=Bundesnormen&Gesetzesnummer=20007850>

Van Dijk, E. M., & Kattmann, U. (2007). A research model for the study of science teachers' PCK and improving teacher education. *Teaching and Teacher Education*, 23(6), 885–897. <https://doi.org/10.1016/j.tate.2006.05.002>

Förderung von Energy Literacy im Schüler:innenlabor Innsbruck

Thomas Schubatzky¹, Berthold Steiner¹, Sarah Wildbichler¹

¹Universität Innsbruck,

Der zunehmend rasante anthropogene Klimawandel stellt die Menschheit vor enorme Herausforderungen. Die hauptsächliche Quelle der zusätzlichen Treibhausgasemissionen liegt dabei in der industriellen Nutzung fossiler Brennstoffe (IPCC, 2022). Um die Auswirkungen möglichst gering zu halten, ist ein zügiger Wandel in der Energieversorgung von fossilen Brennstoffen hin zu emissionsarmen, erneuerbaren Energiequellen erforderlich (Ebd.). Um die Energiewende erfolgreich zu gestalten, ist es unter anderem auch wichtig, die Entscheidungsträger:innen von morgen, also unsere Jugendlichen, bestmöglich auf diese Herausforderungen vorzubereiten. Demnach müssen Schüler:innen unterstützt werden, ein grundlegendes Verständnis für die Schlüsselkonzepte von Energie und verschiedenen Energieträgern zu entwickeln (Hüfner, 2020). Zusätzlich sollte erfolgreicher Unterricht zu einem nachhaltigen und verantwortungsbewussten Umgang mit Energie im Alltag beitragen und ein Bewusstsein für die Auswirkungen von Energieproduktion und -verbrauch auf Umwelt und Gesellschaft schaffen (DeWaters & Powers, 2011). In der Literatur werden diese und weitere Aspekte im Kontext von Energie unter dem Begriff "Energy Literacy" zusammengefasst. Ein Workshop im Schüler:innenlabor Physik der Universität Innsbruck widmet sich gerade der Förderung der Energy Literacy von Schüler:innen der 8. Schulstufe. Dazu wurde ein ursprünglich von Behle und Wilhelm (2016) entwickelter Workshop zu erneuerbaren Energien um spezifische Aspekte, welche die Energy Literacy adressieren sollen, erweitert. Auf dem Poster werden (1) der für Innsbruck adaptierte Workshop, (2) die Einbettung des Workshops in die Lehramtsausbildung sowie (3) die Evaluierungsergebnisse des im Schüler:innenlabor umgesetzten Workshops mit ca. 200 Schüler:innen vorgestellt. Auf Basis erster Daten zeigt sich dabei ein Wissenszuwachs der Schüler:innen ($V = 4$, $p < .001$) mit einer großen Effektstärke ($r = .40$), für selbstberichtete Verhaltensweisen im Kontext nachhaltiger Energienutzung zeigen sich bereits bei kleiner Stichprobe positive Tendenzen ($V = 293.5$, $p = .19$).

Literaturverzeichnis

Behle, J., & Wilhelm, T. (2016). Neue Technologien gegen den Rohstoffmangel – ein Experimentierworkshop. In Maurer, Christian (Hrsg.), *Authentizität und Lernen – Das Fach in der Fachdidaktik*. (S. 566–568). Gesellschaft für Didaktik der Chemie und Physik: Jahrestagung in Berlin 2015.

DeWaters, & Powers. (2011). Energy literacy of secondary students in New York State (USA): A measure of knowledge, affect, and behavior. *Energy Policy*, *39*(3), 1699–1710. <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2010.12.049>

Hüfner, S. K. (2020). Was heißt hier erneuerbar? Eine didaktische Rekonstruktion der Energiewende [Dissertation, Leuphana Universität Lüneburg]. [http://fox.leuphana.de/portal/de/publications/was-heisst-hier-erneuerbar-eine-didaktische-rekonstruktion-der-energiewende\(fd706964-727d-46b7-8ca-befa0e674d88\).html](http://fox.leuphana.de/portal/de/publications/was-heisst-hier-erneuerbar-eine-didaktische-rekonstruktion-der-energiewende(fd706964-727d-46b7-8ca-befa0e674d88).html)

IPCC. (2022). Summary for Policymakers. In *Climate Change 2022: Mitigation of Climate Change. Contribution of Working Group III to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change* [P.R. Shukla, J. Skea, R. Slade, A. Al Khourdajie, R. van Diemen, D. McCollum, M. Pathak, S. Some, P. Vyas, R. Fradera, M. Belkacemi, A. Hasija, G. Lisboa, S. Luz, J. Malley, (eds.)]. Cambridge University Press.

The Effectiveness of Introducing Comics into Science Textbooks to Reduce Stress Level during Learning

Eman Sharaf^a and Univ. Prof. Dr. Martin Hopf^a

^aUniversity of Vienna, Centre for Teacher Education, Austrian Educational Competence Centre Physics, Porzellangasse 4, 1090 Vienna, Austria

This project aims to study the stress levels of high school students while learning physics with comics. According to Russel and Mehrabian's theory of emotions (1977), there are three factors or dimensions to describe the emotion (1) valency/degree of happiness, (2) arousal/degree of intensity or stress, (3) dominance/degree of control. At this point, our research aimed to study and measure the arousal emotion (stress level). Hence, Yerkes-Dodson law, which is a model of the relationship between stress and task performance, shows that when the arousal/stress is moderate, generally the performance is the best, on the contrary high and very low arousals reflect a suffering performance or learning. In general, using images with scientific text gives students more potential toward the displayed concept, at this point, using well-crafted comics helps to improve the students' interest and understanding (Yulianti, Khanafiyah, & Sulistyorini, 2016), especially in physics (Kakalios, 2019). This project has two parts, first we started with an initial study then a main study. In the initial study, we measured the students' arousal and valency emotions by the SAM non-verbal questionnaire and measured levels of stress by two sensors using the Electrodermal activity EDA technique. We used children's International Affective Picture System IAPS and Energy images from physics schoolbooks, in order to record the students self-report emotions and EDA signals. As a result, (a) we concluded that using EDA sensors is being tested and applicable to be used with students of this age to measure their stress levels, (b) we found that more than 83% of the energy images caused high levels of stress among the students. Following is the main study, we used pre-post-test experimental/control group designs, to study the impact of learning energy by using comics on students' stress levels. In this regard, we created and presented a new two versions of comic booklets for experimental groups, and a textual booklet for the control group (all the booklets were for the same topics and content). We observed 44 students from grades 8-12 in Egypt; they were all at the same climate condition, temperature, humidity, lighting, and calmness. They all were done by the pretest before the intervention (4-2) weeks and did the post-test directly after the intervention. Every student wore a Moodmetric smart ring to measure his/her stress level (MM level). We applied One-way ANOVA and repeated measures ANOVA for analyzing the stress level/MM levels data gathered from the students. One of the result was that there is a significant difference between the mean of stress levels of the comics group and the text group in favor of the experimental group. Regarding the cognitive aspect, there is no significant difference between the mean of the pretest and posttest in all the groups.

Keywords: Physics Education, Electrodermal Activity EDA, Comics, Stress Level

References

Kakalios, J. (2019). Superheroes go to college. *Nature Reviews Materials*, 569–570.

Yulianti, D., Khanafiyah, S., & Sulistyorini, S. (2016). INQUIRY-BASED SCIENCE COMIC PHYSICS SERIES INTEGRATED WITH CHARACTER EDUCATION. *Jurnal Pendidikan IPA Indonesia*, 38–44.

Students' approaches to determine the signs of divergence and curl
Zeynep Topdemir, Michael E. Loverude, John R. Thompson

As a part of a wider project investigating student understanding of and reasoning with mathematics in physics, we examine student reasoning about the divergence and curl of vector fields. Vector fields are widely used in various disciplines. In one particular task, undergraduate students are given two-dimensional vector field representations and asked to determine the signs of the divergence, of the curl. This task has shown as challenging for students and even for graduate students (Baily & Astolfi, 2014; Bollen et al., 2015; Gire & Price, 2012; Singh & Maries, 2013). We additionally asked students to determine the partial derivatives that constitute divergence and curl to investigate the further challenges they face when finding divergence and curl. Some students used algorithmic approaches, e.g., determining the sign of each partial derivative. Most partial derivative approaches were generally successful except when both the components and their rate of change were negative. Other students used heuristics, e.g., comparing the lengths of a series of collinear vectors to determine the sign of the divergence or using the “paddle wheel test” for curl. While only a few students used these heuristics, those who did were largely successful when compared to those using other approaches. The affordances and constraints of each approach will be briefly discussed. Also, different layers of correctness in students' approaches to find divergence and curl will be shown.

This material is based upon work supported by the National Science Foundation under Grant Nos. PHY-1912087 and PHY-1912660.

References

- Baily, C. and Astolfi, C. (2014). Student Reasoning about the Divergence of a Vector Field. 2014 PERC Proceedings. edited by P. V. Engelhardt, A. D. Churukian, and D. L. Jones. doi:10.1119/perc.2014.pr.004.
- Bollen, L., Van Kampen, P., Baily, C., Kelly, M., & De Cock, M. (2017). Student difficulties regarding symbolic and graphical representations of vector fields. *Physical Review Physics Education Research*, 13(2), 020109.
- Gire, E., & Price, E. (2012, February). Graphical representations of vector functions in upper-division E&M. In *AIP Conference Proceedings* (Vol. 1413, No. 1, pp. 27-30). American Institute of Physics.
- Singh, C., & Maries, A. (2013, January). Core graduate courses: a missed learning opportunity?. In *AIP Conference Proceedings* (Vol. 1513, No. 1, pp. 382-385). American Institute of Physics.

Schülervorstellungen über die naturwissenschaftlichen Grundlagen des Klimawandels: Eine systematische Literaturanalyse

Sarah Wildbichler¹, Thomas Schubatzky¹, Claudia Haagen-Schützenhöfer²

¹Universität Innsbruck, ²Universität Graz

Das Verständnis des Klimawandels ist ein wichtiger Faktor bei der Bewältigung der Klimakrise (Chang, 2022). Die Vorstellungen von Schüler:innen über die naturwissenschaftlichen Grundlagen des Klimawandels stellen daher ein wichtiges Forschungsfeld in der Naturwissenschaftsdidaktik dar. Allerdings fehlt bis dato ein systematischer Überblick über die Vielzahl empirischer Erkenntnisse zu diesem Thema, etwa als Grundlage für die Entwicklung von Lernumgebungen im Sinne der Didaktischen Rekonstruktion (Kattmann, 2007). Um dieses Potenzial zu erschließen, wurden 44 peer-reviewte Studien aus den vergangenen zehn Jahren in einer systematischen Literaturanalyse analysiert und zusammengefasst. Das Vorgehen orientiert sich an den PRISMA-Richtlinien (Page et al., 2021), um einen stringenten Analyseprozess zu gewährleisten. Die Ergebnisse zeigen, dass in den analysierten Studien eine Vielzahl von Schülervorstellungen berichtet wird, insbesondere allgemeine Vorstellungen über den Klimawandel und die globale Erwärmung sowie Vorstellungen über den Treibhauseffekt und den Kohlenstoffkreislauf. Im Gegensatz dazu untersuchen nur wenige Studien die Vorstellungen von Schüler:innen über das Klimasystem oder Klimawissenschaft. Die Mehrzahl der einbezogenen Studien wurde in westlichen kulturellen Kontexten durchgeführt und untersucht die Vorstellungen von Schüler:innen der Sekundarstufe I und II. Dazu werden in den analysierten Studien sowohl qualitative als auch quantitative Methoden eingesetzt. Häufig diskutieren Autor:innen der Studien auch Quellen und Gründe für die berichteten Schülervorstellungen, empirische Daten zu Quellen und Gründen wurden jedoch nur selten erhoben. Identifizierte Forschungspotenziale liegen in der empirischen Erhebung solcher Quellen und Gründe, sowie in der weiteren Untersuchung von Schülervorstellungen zu Konzepten wie dem Klimasystem, und in der Verbesserung der Vergleichbarkeit von Ergebnissen. Die gesammelten Erkenntnisse der systematischen Literaturanalyse dienen außerdem als Informationsquelle für die naturwissenschaftliche Bildungspraxis. Auf dem Poster werden ausgewählte Ergebnisse der systematischen Literaturanalyse vorgestellt. Der Fokus liegt dabei auf Schülervorstellungen zu physikalischen Phänomenen wie dem Treibhauseffekt, identifizierten Potenzialen für zukünftige Forschung sowie Implikationen für die Entwicklung von Lernangeboten für Studierende, Lehrpersonen und Schüler:innen.

Literaturverzeichnis

Chang, C. H. (2022). *Climate Change Education: Knowing, doing and being*. Routledge. <https://doi.org/10.4324/9781003093800>

Kattmann, U. (2007). Didaktische Rekonstruktion — eine praktische Theorie. In D. Krüger & H. Vogt (Hrsg.), *Theorien in der biologiedidaktischen Forschung* (S. 93–104). Springer Berlin Heidelberg. https://doi.org/10.1007/978-3-540-68166-3_9

Page, M. J., McKenzie, J. E., Bossuyt, P. M., Boutron, I., Hoffmann, T. C., Mulrow, C. D., Shamseer, L., Tetzlaff, J. M., Akl, E. A., Brennan, S. E., Chou, R., Glanville, J., Grimshaw, J. M., Hróbjartsson, A., Lalu, M. M., Li, T., Loder, E. W., Mayo-Wilson, E., McDonald, S., . . . Moher, D. (2021). The PRISMA 2020 statement: an updated guideline for reporting systematic reviews. *Systematic reviews*, 10(1), 89. <https://doi.org/10.1186/s13643-021-01626-4>

Evaluation einer Lehr-Lern-Sequenz zur Energieübertragung in elektrischen Systemen

Stichworte: Design-Based-Research, E-Lehre, Lehr-Lern-Sequenz, Felder, Energieübertragung

Aus der physikdidaktischen Forschung ist schon lange bekannt, dass der ‚einfache‘ elektrische Stromkreis für viele Schüler:innen ganz und gar nicht trivial ist. Viele Schüler:innen haben unvollständige oder falsche Vorstellungen über die physikalischen Größen und Vorgänge in Stromkreisen (vgl. Engelhardt & Beichner, 2004). Eine Studie von Pilser (2023) zeigt, dass die Themen Energie und Energieübertragung im elektrischen Kontext von keinem der neun interviewten Schüler:innen der Sekundarstufe II fachlich korrekt erklärt werden konnten.

Es bedarf daher Unterrichtsdesigns, die auf die Schüler:innenperspektiven und -vorstellungen Rücksicht nehmen und gleichzeitig fachlich fundiert aufgebaut sind. In einem Dissertationsprojekt an der Universität Wien wird daher die Frage untersucht, wie ein Unterrichtsdesign zur Energieübertragung in elektrischen Systemen aussehen könnte. Als Zielgruppe werden Schüler:innen der Sekundarstufe II (10. und 11. Schulstufe) ins Auge gefasst, da die Themen Energie und Energieübertragung laut dem österreichischen Lehrplan für Physik mit dieser Altersgruppe behandelt werden sollten (BGBl. II Nr. 1/2023).

Als Forschungsmethode wurde ein Design-Based-Research-Ansatz (Haagen-Schützenhöfer, 2016) gewählt. Dazu wurde zunächst mithilfe der Methode der didaktischen Rekonstruktion (Kattmann et al., 1997) der theoretische Rahmen gebildet. In diesem Schritt entstanden sogenannte ‚Konzeptideen‘, die als Basis für einen Interviewleitfaden dienten.

In der nächsten Phase des Projekts wurde eine Intervention in Form einer Interviewstudie geplant und durchgeführt. Die Methode der Akzeptanzbefragung (Wiesner & Wodzinski, 1996) diente dazu herauszufinden, welche Aspekte der Konzeptideen von den Lernenden gut aufgenommen werden und welche nicht. Dabei wurden insgesamt drei Interviewzyklen mit 21 Schüler:innen durchgeführt. In der finalen Projektphase wurde eine Lehr-Lern-Umgebung, basierend auf den Interviewergebnissen konzipiert. Diese wird im Herbst 2023 in sieben Klassen in Wien ausgetestet. Zur Evaluation dieses Projektabschnitts wird ein Prä- und Posttest eingesetzt. Außerdem werden Interviews mit den teilnehmenden Lehrer:innen durchgeführt.

Für diesen Projektabschnitt ergeben sich daher die folgenden Forschungsfragen:

1. *Inwiefern sind Schüler:innen der Sek. II in der Lage, mithilfe der Konzeptideen des Unterrichtsdesigns entsprechende Verständnisaufgaben zu lösen?*
2. *Welche Rückmeldungen geben Lehrer:innen zur Lehr-Lern-Sequenz?*

Auf dem Poster wird die Lehr-Lern-Sequenz mitsamt der Materialien vorgestellt und erste Ergebnisse der Durchführung präsentiert.

Literaturverzeichnis

- Engelhardt, P. V. & Beichner, R. J. (2004). Students' understanding of direct current resistive electrical circuits. *American Journal of Physics*, 72(1), 98–115. <https://doi.org/10.1119/1.1614813>
- Haagen-Schützenhöfer, C. (2016). *Lehr- und Lernprozesse im Anfangsoptikunterricht der Sekundarstufe I* [Kumulative Habilitationsschrift], Bruck/Mur. https://static.uni-graz.at/fileadmin/nawi-institute/Physik/Physikdidaktik/Mitarbeiter/Habil_Haagen.pdf
- Kattmann, U., Duit, R., Gropengiesser, H. & Komorek, M. (1997). Das Modell der Didaktischen Rekonstruktion – Ein Rahmen für naturwissenschaftsdidaktische Forschung und Entwicklung, 3, 3–18.
- Pilsner, A. (2023). *Empirische Erhebung von Vorstellungen zur Energie in der Elektrizitätslehre*. RIS.
- Wiesner, H. & Wodzinski, R. (1996). Akzeptanzbefragungen als Methode zur Untersuchung von Lernschwierigkeiten und Lernverläufen. In R. Duit (Hrsg.), *Lernen in den Naturwissenschaften* (S. 250–274). IPN.