

Effektivität von visuellen Analogietraining und Nano Live Acts zur Vermittlung des Teilchenkonzepts.

Wolfgang Aschauer, PH ÖÖ

Visuelles Analogietraining (VAT) und Nano Live Act (NLA) sind zwei Techniken des flex-based learning Programms [1], um die Vorstellungskraft und die Fähigkeit zur Basissoziation zu steigern. Beim VAT werden Analogien für ein physikalisches Phänomen von den Lernenden bewertet, zugeordnet und entwickelt. Bei NLA nehmen die Lernenden selbst die Rolle von kleinsten Teilchen ein und stellen in Gruppen von ca. 10 Schüler:innen ein physikalisches Phänomen dar. Da in beiden Techniken eine intensive kritische Reflexion über Gemeinsamkeiten und Grenzen der Analogien bzw. Darstellungen erfolgt, haben beide Techniken das Potential, Lernprozesse von komplexen und abstrakten physikalischen Konzepten zu unterstützen [2, 3]. Ein Beispiel hierfür wäre das Teilchenmodell, bei dem zahlreiche problematische und lernhinderliche Vorstellungen auftreten [4, 5].

Ziel der Studie ist es, die Effektivität der beiden Techniken zum Aufbau eines adäquaten Teilchenkonzepts im Kontext der Wärmelehre zu evaluieren. Gleichzeitig sollen Korrelationen zwischen der Effektivität und der kreativen Problemlösekompetenz sowie des kreativen Selbstkonzepts untersucht werden.

In der Pilotphase liegt der Fokus auf der Auswahl geeigneter Arbeitsaufträge und der Identifikation von lernhinderlichen Elementen. Die Hauptuntersuchung wird mit 6 Interventions- und 6 Kontrollklassen (jeweils 6./7. Schulstufe) durchgeführt. In den Interventionsklassen werden über einen Zeitraum von ca. zwei Monaten vier Interventionen durchgeführt. In einem Pre- und Posttest werden jeweils die Vorstellungen zum Teilchenmodell (in Anlehnung an [6, 7]), die kreative Problemlösekompetenz (DPAS-Test, [8]) und das kreative Selbstkonzept (SSCS, [9]) erhoben.

An der Pilotphase haben 26 Schüler:innen (14 weiblich) der 6. Schulstufe teilgenommen. Die Ergebnisse zeigen, die beide Techniken die Entwicklung eines physikalisch angemessenen Teilchenkonzepts unterstützen. Lernhinderlichen Vorstellungen, wie die Übertragung makroskopischer Eigenschaften auf Teilchen oder die Vermischung von Teilchen- und Kontinuumsvorstellung wurden nicht festgestellt. Ergebnisse der Hauptstudie liegen noch nicht vor.

Literatur

- [1] Haim, K., & Aschauer, W. (2022). Fostering Scientific Creativity in the Classroom: The Concept of Flex-Based Learning. *International Journal of Learning, Teaching and Educational Research*, 21(3), 196-230. <https://doi.org/10.26803/ijlter.21.3.11>
- [2] Jonane, L. (2015). Using Analogies in Teaching Physics: A Study on Latvian Teachers' Views and Experience. *Journal of teacher education for sustainability*, 17(2), 53-73. <https://doi.org/10.1515/jtes-2015-0011>
- [3] Tsitsipis, G., Stamovlasis, D., & Papageorgiou, G. (2010). The effect of three cognitive variables on students' understanding of the particulate nature of matter and its changes of state. *International Journal of Science Education*, 32(8), 987-1016. <https://doi.org/10.1080/09500690902893605>
- [4] Harrison, A.G., Treagust, D.F. (2002). The Particulate Nature of Matter: Challenges in Understanding the Submicroscopic World. In Gilbert, J.K. et al. (Ed.), *Chemical Education: Towards Research-based Practice. Science & Technology Education Library* (pp. 189-212). https://doi.org/10.1007/0-306-47977-X_9
- [5] Hadenfeldt, J. C., Liu, X., & Neumann, K. (2014). Framing students' progression in understanding matter: a review of previous research. *Studies in Science Education*, 50(2), 181-208. <http://dx.doi.org/10.1080/03057267.2014.945829>
- [6] Tsitsipis, G., Stamovlasis, D., & Papageorgiou, G. (2010). The effect of three cognitive variables on students' understanding of the particulate nature of matter and its changes of state. *International Journal of Science Education*, 32(8), 987-1016. <https://doi.org/10.1080/09500690902893605>
- [7] Novick, S., & Nussbaum, J. (1981). Pupils' Understanding of the Particulate Nature of Matter: A Cross-Age Study. *Science education*, 65(2), 187-96. <https://doi.org/10.1002/sci.3730650209>
- [8] Aschauer, W., Haim, K., & Weber, C. (2022). A Contribution to Scientific Creativity: A Validation Study Measuring Divergent Problem Solving Ability. *Creativity Research Journal*, 34(2), 195-212. <https://doi.org/10.1080/10400419.2021.1968656>
- [9] Zielińska, A., Lebuda, I., & Karwowski, M. (2022). Scaling the Creative Self: An Item Response Theory Analysis of the Short Scale of Creative Self. *Creativity Research Journal*, 1-14. <https://doi.org/10.1080/10400419.2022.2123139>

Entwicklungen und Erkenntnisse zum Energie-Feld-Ansatz:

Ein Unterrichtskonzeptes für den Energieunterricht der Sekundarstufe II

Manuel Becker, Universität Wien; Martin Hopf, Universität Wien

Das Energiekonzept spielt eine zentrale Rolle für die Beschreibung von physikalischen Phänomenen. Durch das Prinzip der Energieerhaltung gibt es dem Verhalten von Systemen Grenzen vor und definiert damit den Rahmen, in dem Prozesse ablaufen können. Trotz der Bedeutung dieses fundamentalen Konzeptes für die Naturwissenschaften gelingt es dem traditionellen Schulunterricht bisher allerdings nicht, Schüler*innen ein angemessenes und fundiertes Verständnis zu vermitteln. So erscheint Schüler*innen die eine Betrachtung von Phänomenen aus der Energieperspektive nicht besonders attraktiv. Darauf weisen zahlreiche Studien der physikdidaktischen Forschung hin (siehe z. B. , Lindsey et al., 2012; Neumann et al., 2013; Nordine et al., 2019; Quinn, 2014).

Der Energie-Feld-Ansatz (EFA) greift als Projekt der didaktischen Designforschung das Wissen über Lernschwierigkeiten zum Thema Energie sowie Vorschläge der didaktischen Fachgemeinschaft auf und entwickelt nach dem Modell der Didaktischen Rekonstruktion (MDR; s. Kattmann et al., 1997) ein Unterrichtskonzept für die Sekundarstufe II, das Phänomene aus der Perspektive von Energie und Feldern beleuchtet. Basierend auf einer fachlichen Klärung wurde das Themenfeld Energie didaktisch rekonstruiert und mit dem Konzept des Feldes verknüpft. So ist es möglich, die für das Lernen der Schüler*innen oft problematischen Energieformen retrospektiv auf nur zwei „Arten“ von Energie zurückzuführen: Bewegungsenergie und Feldenergie. Durch diese Verknüpfung brauchen Schüler*innen für die Energiebetrachtung nurmehr nach Bewegungen und Feldern zu „suchen“ und können über deren Veränderung Energieübertragungsprozesse sinnstiftend beschreiben. Dies gilt sowohl für makroskopische Prozesse (z. B. Gravitation, Magnete) als auch für mikroskopische (Atome), nukleare (Atomkerne) und subnukleare (Quarks und Elementarteilchen) Phänomene. So kann beispielsweise die Explosion eines Feuerwerks über den Transfer von Energie aus dem elektrischen Feld der sich verändernden atomaren Konstellation auf die Bewegung der Teilchen und die entstehende Strahlung (elektromagnetisches Feld) beschrieben werden. Auf diese Weise ist es möglich, über den „Blackbox“-Charakter der Energieformen hinaus zu argumentieren, wie und warum sich die Energie verändert.

Der EFA wurde durch Akzeptanzbefragungen nach Jung (1992) qualitativ evaluiert und im Rahmen der Designforschung zyklisch weiterentwickelt. Ergebnisse zeigen, dass die Ideen des Konzeptes für Schüler*innen zugänglich und verständlich sind. Sie sind in der Lage, Energie und Felder in einen sinnvollen Zusammenhang zu stellen und verschiedenste Prozesse mit Hilfe von Bewegungen und Feldern angemessen aus der Energieperspektive zu betrachten. Dabei spielen Felder eine aktive Rolle für die Beschreibung der Phänomene. Schwierigkeiten haben Schüler*innen dann, wenn die Konstellationen von Feldern nicht offensichtlich erkennbar ist, beispielsweise beim Gravitationsfeld (hier muss beachtet werden, dass sich das Feld erst als Konstellation des fallenden Objektes, z. B. ein Ball, und der Erde als Referenzpunkt ergibt). Der EFA wird aus Sicht der Schüler*innen im Allgemeinen als interessant, verständlich und hilfreich bezeichnet und trage dazu bei, die Zusammenhänge und die Bedeutung des Energiekonzeptes zu erkennen.

- Jung, W. (1992). Probing acceptance, a technique for investigating learning difficulties. In *Research in Physics Learning: Theoretical Issues and Empirical Studies. Proceedings of an International Workshop at the University of Bremen*. Kiel: IPN, 278–295.
- Kattmann, U., Duit, R., Gropengießer, H., & Komorek, M. (1997). Das Modell der Didaktischen Rekonstruktion. *Zeitschrift für Didaktik der Naturwissenschaften*, 3(3), 3-18.
- Lindsey, B. A., Heron, P. R., & Shaffer, P. S. (2012). Student understanding of energy: Difficulties related to systems. *American Journal of Physics*, 80(2), 154-163.
- Neumann, K., Viering, T., Boone, W. J., & Fischer, H. E. (2013). Towards a learning progression of energy. *Journal of research in science teaching*, 50(2), 162-188.
- Nordine, J. C., Fortus, D., Lehavi, Y., Neumann, K., & Krajcik, J. (2019). Modelling energy transfers between systems to support energy knowledge in use. *Studies in Science Education*, 54(2), 177-206.
- Quinn, H. (2014). A physicist’s musings on teaching about energy. In *Teaching and learning of energy in K-12 education*, 15-36. Springer.

Arduino-Mikrocontroller und „Fake-News“ zur Professionalisierung angehender Lehrkräfte für die Umsetzung digital transformierten Fachunterrichts

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

¹Universität Graz, ²Universität Innsbruck

angelika.bernteiner@uni-graz.at

In einem Design-Based-Research-Projekt wird an der Universität Graz eine Lehrveranstaltung zur Professionalisierung angehender Lehrkräfte mathematisch-naturwissenschaftlicher Fächer für die Umsetzung eines digital transformierten Fachunterrichts entwickelt und beforscht.

Das Modell zur digitalitätsbezogenen-pädagogischen Inhaltskompetenz von Lehrkräften (DPACK) (Döbeli Honegger, 2021; Huwer et al., 2019) lieferte die Basis für die Formulierung von Lernzielen für die Lehrveranstaltung. Anhand einer Curricula-Analyse sowie von Lehrenden- und Studierendenbefragungen wurde ein Abgleich dieses Kompetenzrahmens mit den aktuell (Stand: 2021) in der Lehramtsausbildung des Entwicklungsverbands Süd-Ost bestehenden Lernangeboten mit Bezug zu digitalen Medien hergestellt (Mandl et al., 2022a). Basierend auf diesen Vorerhebungen wurde die Lehrveranstaltung in zwei Teile mit den beiden inhaltlichen Schwerpunkten Digitale Messwerterfassung mit Arduino-Mikrocontrollern und Umgang mit Falschinformationen strukturiert. Mit der Thematisierung dieser beiden Aspekte wird das übergeordnete Ziel verfolgt, den Studierenden ein Verständnis für digital transformierten Unterricht zu vermitteln. Die einzelnen Lerngelegenheiten wurden geleitet durch empirische Befunde und theoretische Grundlagen, entlang von Design-Kriterien entwickelt und in den kontextuellen Rahmen der COVID-19-Pandemie eingebettet.

Im ersten Teil der Lehrveranstaltung mit dem Schwerpunkt digitale Messwerterfassung führen die Studierenden ein Physical Computing Projekt mit Arduino Mikrocontrollern zur Wirksamkeit von FFP2-Schutzmasken durch. Im zweiten Teil der Lehrveranstaltung werden insbesondere COVID-Mythen und -Fakten diskutiert und Strategien zur Entlarvung von Falschinformationen erprobt (Schubatzky & Haagen-Schützenhöfer, 2022).

Die erstmalige Implementierung des gesamten Lehrveranstaltungsdesigns erfolgte im Sommersemester 2022. Zur Analyse der Lernwirksamkeit der einzelnen Lerngelegenheiten und der Lernprozesse der Studierenden für das bedarfsorientierte Re-Design der Lehrveranstaltung wurden auf quantitativer Ebene Pre-Mid-Post-Erhebungen und auf qualitativer Ebene Reflexionsjournale von Studierenden herangezogen. Aus den Ergebnissen konnten erste lokale Lehr-Lerntheorien abgeleitet und einzelne Lerngelegenheiten entlang der ausgeschärften Design-Kriterien weiterentwickelt werden.

Das adaptierte Lehrveranstaltungsdesign wird im Wintersemester 2022/23 mit 13 Studierenden umgesetzt. Das Poster bietet Einblick in das Design und das datenbasierte Re-Design der Lehrveranstaltung, insbesondere in die Implementierung von Peer-Tutoring, Unterrichtsvignetten und Lerngelegenheiten zur Förderung eines Verständnisses für digitale Transformation.

Literatur

- Döbeli Honegger, B. (2021). Covid-19 und die digitale Transformation in der Schweizer Lehrerinnen- und Lehrerbildung. *Beiträge zur Lehrerinnen- und Lehrerbildung*, 39(3), 411–422.
- Huwer, J., Irion, T., Kuntze, S., Schaal, S. & Thyssen, C. (2019). Von TPaCK zu DPaCK – Digitalisierung im Unterricht erfordert mehr als technisches Wissen. *MNU Journal*(5), 358–364.
- Mandl, A., Haagen-Schützenhöfer, C., Spitzer, P. & Schubatzky, T. (2022a). Digitale Transformation der mathematisch-naturwissenschaftlichen Lehramtsausbildung: Entwicklung und Beforschung eines Masterlehrveranstaltungsformates zur Professionalisierung angehender Lehrkräfte. In S. Habig & H. von Vorst (Vorsitz), *GDCP Jahrestagung*. Symposium im Rahmen der Tagung von Gesellschaft für Didaktik der Chemie und Physik (GDCP), virtuell.
- Mandl, A., Haagen-Schützenhöfer, C., Spitzer, P. & Schubatzky, T. (2022b). Digitalität im mathematisch-naturwissenschaftlichen Fachunterricht: Entwicklung und Beforschung einer Masterlehrveranstaltung für die Lehramtsausbildung. In H. Grötzebauch (Vorsitz), *DPG Frühjahrstagung 2022*. Symposium im Rahmen der Tagung von Deutsche Physikalische Gesellschaft e. V., virtuell (Heidelberg).
- Schubatzky, T. & Haagen-Schützenhöfer, C. (2022). Debunking Climate Myths Is Easy—Is It Really? An Explorative Case Study with Pre-Service Physics Teachers. *Education Sciences*, 12(8), 566. <https://doi.org/10.3390/educsci12080566>

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 Wassermoleküle sich während eines Phasenübergangs verändert (Lee et al., 1993). Darüber hinaus verzichten viele Schüler:innen gänzlich auf die Vorstellung eines diskreten Aufbaus der Materie (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. Verschiedene Zugänge wie Experimente, typografische Darstellungen, Kristallstrukturen oder 3D-Modelle werden dabei im Rahmen von Design-Based Research untersucht (Haagen-Schützenhöfer & Hopf, 2020). Dieser zyklische Prozess verbindet die evidenzbasierte Entwicklung von Lehr-Lern-Materialien mit deren empirischer Untersuchung und einer qualitativen Analyse der gewonnenen Daten. Konkret wurden bereits 50 Interviews mit Schüler:innen von zwei Wiener Gymnasien nach der Methode der Akzeptanzbefragung (Jung, 1992) durchgeführt. Diese sind aufgeteilt auf drei Interviewstudien, wobei verschiedene Zugänge zum Teilchenmodell getestet und nach anschließender Qualitativer Inhaltsanalyse (Kuckartz & Rädiker, 2022) der Daten verworfen oder weiterentwickelt wurden.

Dabei hat sich gezeigt, dass Experimente eher nicht der geeignete Einstieg in das Thema Teilchenmodell sind, da Schüler:innen Schwierigkeiten haben die dabei gemachten Beobachtungen mit Vorgängen auf der submikroskopischen Ebene zu verknüpfen. Vielversprechender zeigt sich ein Ansatz basierend auf Kristallstrukturen (Franzbecker & Quast, 1975), welcher besonders die Notwendigkeit einer Teilchen-basierten Erklärung betont. Ebenso empfand die Mehrheit der Teilnehmer:innen typografische Darstellungen (Wiener et al., 2015), welche gezielt auf makroskopische Eigenschaften verzichten, als anschauliche Darstellung des Teilchenmodells.

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), 251–261. <https://doi.org/10.1023/A:1017933500475>
- Franzbecker, W. & Quast, U. (1975). Entwicklung von Hypothesen und Modellen zum Aufbau der Materie im Physikunterricht der Sekundarstufe I [Development of hypotheses and models for the structure of matter in physics lessons at lower secondary level.]. *Der Physikunterricht*, 9(4), 43–50.
- 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. <https://doi.org/10.1103/PhysRevPhysEducRes.16.020152>
- Harrison, A. G. & Treagust, D. F. (1996). Secondary students' mental models of atoms and molecules: Implications for teaching chemistry. *Science Education*, 80(5), 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 & Niedderer 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* (131, S. 278–295). Kiel: Institut für Pädagogik der Naturwissenschaften.
- Kuckartz, U. & Rädiker, S. (2022). *Qualitative Inhaltsanalyse : Methoden, Praxis, Computerunterstützung [Qualitative content analysis : methods, practice, computer support]* (Grundlagentexte Methoden, 5. Auflage). Weinheim Basel, [Grünwald]: Beltz VerlagsgruppePreselect.media GmbH. <https://doi.org/Seite>
- 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), 249–270. <https://doi.org/10.1002/tea.3660300304>
- Wiener, G. J., Schmeling, S. M. & Hopf, M. (2015). Introducing 12 year-olds to elementary particles. *Physics Education*, 52(4), 44001. <https://doi.org/10.1088/1361-6552/aa6cfe>

Bewertungskompetenz, SSI und Unterrichtspraxis – mission (im)possible?

Ein Entwurf zur forschungsbasierten Entwicklung eines Fort-/Ausbildungsangebots hinsichtlich der Förderung von Bewertungskompetenzen in Socioscientific Issues

Matthias Fasching, Universität Wien; Martin Hopf, Universität Wien

Von individuellen Kaufentscheidungen bis hin zum kollektiven Handeln im Zuge des Klimawandels - Schüler*innen sind in ihrem Leben mit komplexen Problemstellungen konfrontiert, für die es keine eindeutigen Vorgehensweisen und Lösungen gibt (Sadler & Zeidler, 2005). Das Analysieren und Treffen von Handlungsentscheidungen innerhalb solcher „socioscientific issues“ (SSI) erfordert, neben naturwissenschaftlichen auch ökonomische, soziale, politische, ethische und andere Perspektiven einzunehmen und abzuwägen (Sadler, 2009). Demnach können Schüler*innen anhand aktueller, kontroverser und relevant empfundener Problemstellungen hinsichtlich interdisziplinärer Arbeits- und Denkweisen, einer „scientific literacy“ höherer Qualität, sowie (naturwissenschaftlicher) Bewertungskompetenzen gefördert werden (Hancock et al., 2019; Sadler, 2009; Hopf et al., 2022; Mrochen & Höttecke, 2012).

Es stellt sich die Frage: Wie kann die Überführung dieser fachdidaktischen Überlegungen in die Unterrichtspraxis unterstützt werden? Einblicke in die internationale Literatur zeigen, dass es für Lehrer*innen und das Unterrichten von SSI vielfältige Herausforderungen gibt, welche einerseits ihr bestehendes fachliches/fachdidaktisches Wissen und die aktuelle Organisation von Schule und Unterricht, andererseits aber auch ihre Orientierungen und Beliefs betreffen (Borgerding & Dagistan, 2018; Chen & Xiao, 2021; Gess-Newsome, 2015).

Ziel des Dissertationsprojektes ist daher die forschungsbasierte Entwicklung eines Fort-/Ausbildungsangebots für (angehende) Physiklehrer*innen, anhand dessen eine verstärkte Orientierung ihres Physikunterrichts an der Förderung von Bewertungskompetenzen im Kontext von SSI erzielt werden soll. Angelehnt an die Modelle „Educational Reconstruction for Teacher Education (ERTE)“ (van Dijk & Kattmann, 2007) und „Teacher Professional Knowledge and Skill“ (Gess-Newsome, 2015) wird die Vermittlung fachdidaktischer Konzepte zu Bewertungskompetenz und SSI unter Einbezug bestehenden Wissens und vorhandener Beliefs für die Physiklehrer*innenbildung rekonstruiert, sowie als Fort-/Ausbildungsveranstaltung in mehreren Zyklen durchgeführt, evaluiert und weiterentwickelt. Im Fokus steht dabei die integrative Auseinandersetzung mit Aspekten des fachlich-didaktischen Knowhows und der expliziten Reflexion von persönlichen Beliefs.

Das Forschungsprojekt befindet sich derzeit in der Konzeptualisierungsphase, weswegen noch keine Ergebnisse vorliegen. Zur Diskussion stehen die allgemeinen Ziele und theoretischen Grundlegungen des Projekts, sowie die Überlegungen bezüglich der methodischen Vorgehensweise.

-
- Borgerding, L. A.; Dagistan, M. (2018): Preservice science teachers' concerns and approaches for teaching socioscientific and controversial issues. In: *Journal of Science Teacher Education* 29 (4), S. 283–306.
- Chen, L.; Xiao, S. (2021): Perceptions, challenges and coping strategies of science teachers in teaching socioscientific issues: A systematic review. In: *Educational Research Review* 32.
- Gess-Newsome, J. (2015): A model of teacher professional knowledge and skill including PCK: Results of the thinking from the PCK Summit. In: Amanda Berry, Patricia Friedrichsen und John Loughran (Hg.): *Re-examining Pedagogical Content Knowledge in Science Education*: Routledge, S. 38–52.
- Hancock, T. S.; Friedrichsen, P. J.; Kinslow, A. T.; Sadler, T. D. (2019): Selecting Socio-scientific Issues for Teaching. In: *Science & Education* 28 (6), S. 639–667.
- Hopf, M.; Schecker, H.; Höttecke, D.; Wiesner, H. (Hg.) (2022): *Physikdidaktik kompakt*. Hannover: Aulis.
- Mrochen, M.; Höttecke, D. (2012): Einstellungen und Vorstellungen von Lehrpersonen zum Kompetenzbereich Bewertung der Nationalen Bildungsstandards. In: *Zeitschrift für interpretative Schul- und Unterrichtsforschung* 2012 (1), S. 113–145.
- Sadler, T. D. (2009). Situated learning in science education: socio-scientific issues as contexts for practice. In: *Studies in science Education* 45(1), 1-42.
- Sadler, T. D., & Zeidler, D. L. (2005). The significance of content knowledge for informal reasoning regarding socioscientific issues: Applying genetics knowledge to genetic engineering issues. In: *Science education* 89(1), 71-93.
- van Dijk, Esther M.; Kattmann, Ulrich (2007): A research model for the study of science teachers' PCK and improving teacher education. In: *Teaching and Teacher Education* 23 (6), S. 885–897.

Motivation messen: Entwicklung eines Messinstruments auf Basis der SDT

Marianne Korner

Universität Wien

Im Zuge von Interventionen ergeben sich immer wieder Situationen, in denen es aus unterschiedlichen Gründen sinnvoll ist, die Motivation der Lernenden zu erfassen. Derzeit ist ein umfassendes Instrument, das auch schon für Lernende ab dem Beginn der Sekundarstufe 1 geeignet ist, in deutscher Sprache nicht verfügbar (Korner, 2015). Dieser Beitrag schließt an Vorarbeiten zum Thema an (Klingenböck, 2016; Korner, 2015; Pieler, 2018; Pusch, 2021; Schmidt, 2017), in denen ein partizipativer Ansatz erprobt und weiterentwickelt wurde, fasst deren Ergebnisse zusammen und präsentiert den momentanen Stand der Forschung.

Zur Erfassung der Motivation bietet sich die *Self-Determination Theory (SDT)* nach Deci und Ryan (Niemic & Ryan, 2009) an. Anhand des *Four Building Blocks Approachs* (Wilson, 2005) wurde begonnen, die sieben Subskalen von Grund auf neu zu konstruieren. Dieser sieht einen Zyklus von vier Schritten vor, um ein gewünschtes Konstrukt – hier die Teilskalen des IMI – abzubilden.

Der *Construct Map* (Schritt 1) liegt die Annahme zugrunde, dass es eine qualitative Ordnung der jeweiligen Merkmalsausprägungen gibt. Auf einem angenommenen Kontinuum werden zunächst die extremen Ausprägungen gefunden, um das Konstrukt zu schärfen. Damit bekannte Probleme mit Likertskalen (Wilson, 2005) abgemildert werden, wird hier möglichst versucht, statt oftmals nicht gut vergleichbarer Einschätzungen *Evidenzen* zu suchen, die sich dann in den Items wiederfinden. Damit wird die Manifestation des theoretischen Konstrukts in der realen Welt gefördert. Um diese Evidenzen zu finden, wurde in Klassen gegangen und die Experten für ihr eigenes Verhalten, nämlich die Lernenden selbst, dazu befragt. Diese Art von partizipativem Ansatz zur Fragebogenentwicklung wurde bislang in der Literatur wenig beschrieben und sichert die ökologische Validität (Fahrenberg, 2021) der Untersuchung. Die Befragung der Lernenden stellte sich als überaus fruchtbar heraus. Aus ihren Einschätzungen wurden danach *Items konstruiert* (Schritt 2). Aus einer anfänglichen Vielzahl von bis zu 30 Items pro Skala kristallisierten sich dann durch explorative Faktorenanalysen und inhaltliche Analysen die treffsichersten Items heraus, die das jeweilige Konstrukt auch in seiner gesamten Breite abbilden können. Als *Outcome Space* (Schritt 3) wurde eine 5-teilige Likert-Skala gewählt, das *Measurement Model* (4) bilden Mittelwerte oder Summenscores.

Der hier gewählte Weg eines partizipativen Ansatzes zum Finden von Evidenzen und zur anschließenden Konstruktion von Items kann als durchaus erfolgreich angesehen werden. Alle Skalen des IMI konnten neu konstruiert und zumindest paarweise trennscharf abgebildet werden. In den Faktorenanalysen zeigt sich, dass die Items zur Skala *effort/importance* nicht gut funktionieren, weshalb eine Überarbeitung dieser angestrebt wird. Ebenso wird angedacht, die nun erhaltenen Items auf ihre Eignung für ältere Lernende der Sekundarstufe 2 zu erproben, bzw. eine gewisse kulturelle Unabhängigkeit der Items zu überprüfen, indem sie z.B. auch in Deutschland eingesetzt werden.

Literatur

- Deci, E. L., & Ryan, R. M. (2003). Intrinsic Motivation Inventory. Retrieved from <http://selfdetermination-theory.org/edu/scales/category/5-intrinsic-motivation-inventory>, 09.09.2022
- Fahrenberg, J. (2021). ökologische Validität. In M. A. Wirtz (Ed.), *Dorsch. Lexikon der Psychologie*. Bern: Hogrefe AG.
- Klingenböck, A. (2016). *Ermittlung der intrinsischen Motivation von SchülerInnen der Unterstufe in der Elektrizitätslehre*. Masterarbeit. Universität Wien, Wien.
- Korner, M. (2015). *Cross-Age Peer Tutoring in Physik. Evaluation einer Unterrichtsmethode*. (Vol. 186). Berlin: Logos.
- Niemic, C. P., & Ryan, R. M. (2009). Autonomy, competence, and relatedness in the classroom: Applying self-determination theory to educational practice. *School Field*, 7(2), 133-144. doi:10.1177/1477878509104318
- Pieler, J. (2018). *Entwicklung der Skala relatedness des IMI zur Bestimmung der intrinsischen Motivation von SchülerInnen*. Masterarbeit. Universität Wien, Wien.
- Pusch, J. (2021). *Weiterentwicklung eines ökonomischen, validen Erhebungsinstruments zur Bestimmung der intrinsischen Motivation von Schülerinnen und Schülern*. Masterarbeit. Universität Wien, Wien.
- Schmidt, F. (2017). *Entwicklung weiterer Skalen eines Messinstruments zur Bestimmung der intrinsischen Motivation von SchülerInnen*. Masterarbeit. Universität Wien, Wien.
- Wilson, M. (2005). *Constructing Measures - An Item Response Modeling Approach*. New York: Taylor & Francis.

Entwicklung einer Unterrichtskonzeption zu den E-Kompetenzen „Messen, Vergleichen, Zuverlässigkeit einschätzen“

Nagel, Clemens (Universität Wien)

Der österreichische Lehrplan der Sekundarstufe II und bald auch jener der Sekundarstufe I verlangt gemäß dem Kompetenzmodell Beiträge zur den drei Handlungsdimensionen W, E und S. Bei der Dimension „E-Experimentieren, Erkenntnisgewinnung“ kommt oftmals das wissenschaftliche Vergleichen und das damit unabdingbare Einschätzen der Zuverlässigkeit von (Mess-)Daten zu kurz (vgl. Nagel, Lux & Steindl, 2021). Der Grundidee der Uni-Lehrveranstaltung „Einführung in das experimentelle Arbeiten“ (Nagel, 2017) folgend wurden zwei Design-Based-Research Studien durchgeführt, um je eine Unterrichtssequenz für die Sekundarstufe I (Loidl, 2021) und II (Bärenthaler-Pachner, 2022) zu entwickeln. Der gemeinsame Ansatz über die Designprinzipien war die Verbindung der „Vertrauenswürdigkeit“ mit Messdaten bzw. Messergebnissen und letztendlich das Durchführen einer gleichartigen Messung, um streuende Einzelergebnisse grafisch zusammenzuführen und so optisch zu erfassen und schließlich die Messunsicherheit der Messreihe (nach Methode Typ-A) altersadäquat statistisch auszuwerten. In der Sek II wird zudem selber ein Längenmessgerät gebaut, um die Ursachen der gerätebedingten Messunsicherheit selbst zu dokumentieren (nach Methode Typ-B).

Kernmethodik dieser Entwicklungsstudien waren neben der didaktischen Rekonstruktion (nach Kattmann et. al. 1997) und Experteninterviews, Akzeptanzbefragungen zu den Key Ideas und ein schriftlicher Abschlusstest.

Die gemeinsamen und wesentlichen Key-Ideas sind:

- Die einzelnen Messungen einer Messreihe sind meistens nicht ident (Loidl 2021: 90).
- Messunsicherheiten können nach der Methode A und B bestimmt werden.
- Ergebnisse können sich bezüglich ihrer Vertrauenswürdigkeit unterscheiden.
- Ein Messwert soll immer mit der passenden Messunsicherheit angegeben werden.
- Eine Messgröße wird mit Zahlenwert und passender Einheit angegeben.

Derzeit wird ein verzögerter Nachtest mit den untersuchten Kohorten durchgeführt, um die Langzeitstabilität der Key-Ideas zu prüfen. Zudem wird quantitativ untersucht, welches Prekonzept hinter der „Vertrauenswürdigkeit“ steckt um die Tauglichkeit dieses Designprinzips in einer Breitenstudie zu prüfen. Hierbei wird die Four-Building-Blocks-Methode (nach Wilson, 2005) zur Entwicklung des Messinstrumentes herangezogen. Die Ergebnisse des verzögerten Nachtests und das Messinstrument zur Vertrauenswürdigkeit werden am Poster vorgestellt.

Literatur:

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

Kattmann, U., Duit, R., Gropengießer, H. & Komorek, M. (1997). Das Modell der Didaktischen Rekonstruktion - Ein Rahmen für naturwissenschaftsdidaktische Forschung und Entwicklung. Zeitschrift für Didaktik der Naturwissenschaften 3, 3-18.

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

Nagel, C. (2017). Auswertung und Dokumentation experimenteller Daten.

https://moodle.univie.ac.at/pluginfile.php/3792555/mod_resource/content/6/Auswertung-Skript.pdf [Zugriff am 22.11.2022]

Nagel, C., Lux B. & Steindl, S. (2021). Die Thematisierung von Messunsicherheiten im Physikunterricht – Eine Umfrage. In Nagel, C. & Neumann S. (Hrsg.) Plus Lucis 4/2021: Messunsicherheiten - Sicher ist sicher! VFPC: Wien.

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

Vorstellungen von Physik-Lehramtsstudierenden zu Sprache im Physikunterricht

Melanie Renner, Claudia Haagen-Schützenhöfer

Die Bedeutung von Sprache für fachliche Lernprozesse im Physikunterricht gilt als unumstritten (vgl. Schmölzer-Eibinger, 2013). Deswegen hielten sprachliche Kompetenzen nicht nur Einzug in die österreichischen Lehrpläne für Physik der Sekundarstufe 1 und 2, sondern auch in das Curriculum des 2015 neu aufgesetzten Physik-Lehramtsstudiums im Entwicklungsverband Süd-Ost Österreich (EVSO). Dafür wurde ein Pflichtmodul zur durchgängigen sprachlichen Bildung curricular verankert, in dem die Physik-Lehramtsstudierenden auf die Umsetzung von sprachbewusstem Unterricht vorbereitet werden. Gemäß des *Model of Educational Reconstruction for Teacher Education* (ERTE-Modell) nach van Dijk & Kattmann (2007) ist es für die Gestaltung von Lerngelegenheiten wesentlich, die Studierendenvorstellungen in Bezug auf den jeweiligen Professionalisierungsbereich – im konkreten Fall auf Sprache im Physikunterricht – zu untersuchen. Da trotz zunehmender Bedeutung der Untersuchung von Studierendenvorstellungen in der fachdidaktischen Forschung der letzten Jahre nur wenige Studien zu Sprache im naturwissenschaftlichen bzw. mathematischen Fachunterricht vorliegen (u.a. Fischer und Ehmke, 2019), welche zudem meist im Zuge von DaF-/DaZ-Projekten und somit vor dem Hintergrund von migrationsbezogener Heterogenität durchgeführt wurden, kann diesbezüglich von einem Desiderat gesprochen werden.

Im vorliegenden Forschungsprojekt wurde eine explorative Erhebung von Studierendenvorstellungen zur Rolle von Sprache in Lehr- und Lernprozessen im Physikunterricht bzw. zu Sprachsensibilität mittels semistrukturierter Leitfadenterviews gemäß dem Ansatz der Grounded Theory Methodologie nach Strauss und Corbin (1996) durchgeführt. Ziel des Dissertationsvorhabens ist es, ein möglichst breites Spektrum an Vorstellungen von Physik-Lehramtsstudierenden des EVSO zum Thema Sprache und Fachlernen im Kontext des Physikunterrichts zu erheben. Die daraus abgeleitete, zentrale Forschungsfrage des Dissertationsprojektes lautete:

⇒ Welche Vorstellungen haben Physik-Lehramtsstudierende des Entwicklungsverbundes Süd-Ost zu Sprachbewusstsein bzw. zur Relevanz von Sprache für Lehr- und Lernprozesse im Physikunterricht?

Gemäß dem Ansatz der Grounded Theory Methodologie (nach Strauss und Corbin, 1996) wurden Interviews mit 10 Physik-Lehramtsstudierenden im Bachelorstudium mit unterschiedlichen Zweitfächern sowie verschiedenen Studienfortschritten durchgeführt und ausgewertet.

Als Ergebnis des Forschungsprojektes wurde ein Modell rund um die zentrale Vorstellung *Sprache als Medium des Physikunterrichts* entwickelt, das die unterschiedlichen Vorstellungen der Studierenden (z.B. zu den sprachlichen Voraussetzungen der Adressatengruppe, zur Rolle von Sprache in fachlichen Lehr- und Lernprozessen sowie Strategien und Ziele eines sprachbewussten Unterrichts) zueinander in Verbindung setzt. Dieses Modell soll im Zuge der Tagung vorgestellt werden.

Literatur:

- Fischer, N. & Ehmke, T. (2019). Empirische Erfassung eines „messy constructs“. Überzeugungen angehender Lehrkräfte zu sprachlich-kultureller Heterogenität in Schule und Unterricht. In: Zeitschrift für Erziehungswissenschaft 22 (2), S. 411–433.
- Strauss, A. L. & Corbin, J. (1996). Grounded Theory. Grundlagen qualitativer Sozialforschung. Weinheim: Beltz.
- Schmölzer-Eibinger, S. (2013). Sprache als Medium des Lernens im Fach. In: M. Becker-Mrotzek, K. Schramm, E. Thürmann und H. Vollmer (Hg.), Sprache im Fach. Sprachlichkeit und fachliches Lernen. Münster, New York, München, Berlin: Waxmann (Fachdidaktische Forschungen, Band 3), S. 25-40.
- van Dijk, E. M., & Kattmann, U. (2006). A research model for the study of science and teachers' PCK and improving teacher education. Teaching and Teacher Education, 23, 885-897

Unterrichtsmaterialien analysieren – Ein Lehr-Lernarrangement zum Entwickeln einer Analysekompetenz von Physiklehramtsstudierenden

Markus Obczovsky¹, Claudia Haagen-Schützenhöfer¹, Thomas Schubatzky²

¹Universität Graz, ²Universität Innsbruck

Ein zentrales Ziel der Physikdidaktik ist es, Lehrkräfte beim Gestalten von Physikunterricht zu unterstützen. Dafür wurden z. B. Unterrichtskonzeptionen entwickelt (Wilhelm et al. 2021) und korrespondierende Unterrichtsmaterialien zur Verfügung gestellt, um Lehrkräften einfach anwendbare, kohärente Strategien zum Gestalten von Lernangeboten zu verschiedenen physikalischen Themen im Unterricht in die Hand zu geben. Obwohl Unterricht auf Grundlage einiger dieser Unterrichtskonzeptionen in Evaluationsstudien zu wesentlich besserem Lernerfolg der Schüler:innen als „traditioneller“ Unterricht führte (z. B. Burde 2018; Haagen-Schützenhöfer 2017; Spatz et al. 2020), gibt es Hinweise darauf, dass wesentliche Ideen von Unterrichtskonzeptionen von Lehrkräften in den Unterrichtsmaterialien nicht erkannt oder nicht angenommen werden (Obczovsky et al. 2021; Breuer 2021). Um dieses Problem zu adressieren, untersuchen wir daher in einem Design-based Research Projekt, wie angehende Physiklehrkräfte bereits im Studium unterstützt werden können, sich mit Unterrichtsmaterialien – insbesondere zu evidenzbasierten Unterrichtskonzeptionen – vertieft auseinanderzusetzen. Das Ziel einer solchen Unterstützung soll sein, dass Studierende eine Analysekompetenz entwickeln, verschiedene Aspekte von Unterrichtsmaterialien hinsichtlich ihrer Rolle für die Lernprozesse der Schüler:innen zu reflektieren, sowie evidenzbasierte Unterrichtskonzeptionen als wertvolle Unterstützung für die Gestaltung von Unterricht zu begreifen. Dafür wurde ein prototypisches Lehr-Lernarrangement als Teil einer fachdidaktischen Lehrveranstaltung theoriegeleitet entwickelt und im WS 2021/22 erstmalig im Bachelorstudium implementiert (8 Studierende), überarbeitet und im SS 2022 in adaptierter Form erneut implementiert (13 Studierende). In einem Mixed-Methods Ansatz wurde die Akzeptanz und das Verständnis verschiedener Lerninhalte und Lerngelegenheiten beleuchtet und analysiert, inwiefern diese Lerninhalte und Lerngelegenheiten Studierende tatsächlich beim Analysieren von Unterrichtsmaterialien unterstützen. Neben einem prototypischen Lehr-Lernarrangement und praktischen Hinweisen zur Gestaltung eines solchen, stehen vor allem die Beiträge zu einer Theorie, wie Studierende beim Reflektieren von Unterrichtsmaterialien unterstützt werden können, welche Schwierigkeiten dabei auftreten und wie diese adressiert werden können. Auf einem Poster sollen die zentralen Erkenntnisse aus dem Design-based Research Projekt vorgestellt werden.

Literaturverzeichnis

- Breuer, Judith (2021): Implementierung fachdidaktischer Innovationen durch das Angebot materialgestützter Unterrichtskonzeptionen. Fallanalysen zum Nutzungsverhalten von Lehrkräften am Beispiel des Münchener Lehrgangs zur Quantenmechanik. Berlin: Logos Berlin (Studien zum Physik- und Chemielernen, 314).
- Burde, Jan-Philipp (2018): Konzeption und Evaluation eines Unterrichtskonzepts zu einfachen Stromkreisen auf Basis des Elektronengasmodells. Berlin: Logos Verlag Berlin (Studien zum Physik- und Chemielernen, Band 259).
- Haagen-Schützenhöfer, Claudia (2017): Development of Research Based Teaching Materials: The Learning Output of a Course for Geometrical Optics for Lower Secondary Students. In: Thomas Greczyło und Ewa Dębowska (Hg.): Key competences in physics teaching and learning. Wrocław, 2017: Springer, S. 105–116.
- Obczovsky, Markus; Haagen-Schützenhöfer, Claudia; Schubatzky, Thomas (2021): Use and Fidelity of Implementation of Innovative Curriculum Materials in School Practice. ESERA 2021, Posterbeitrag. Braga, Portugal, 2021.
- Spatz, Verena; Hopf, Martin; Wilhelm, Thomas; Waltner, Christine; Wiesner, Hartmut (2020): Introduction to Newtonian Mechanics via Two-Dimensional Dynamics -- The Effects of a Newly Developed Content Structure on German Middle School Students. In: *European Journal of Science and Mathematics Education* 8 (2), S. 76–91. Online verfügbar unter <https://eric.ed.gov/?id=ej1252766>.
- Wilhelm, Thomas; Schecker, Horst; Hopf, Martin (Hg.) (2021): Unterrichtskonzeptionen für den Physikunterricht. Ein Lehrbuch für Studium, Referendariat und Unterrichtspraxis. Springer-Verlag GmbH. 1. Auflage 2021. Berlin: Springer Berlin. Online verfügbar unter <https://link.springer.com/content/pdf/10.1007%2F978-3-662-63053-2.pdf>, zuletzt geprüft am 15.11.2021.

Förderung digitaler Kompetenzen von Lehramtsstudierenden im Fach Physik (DiKoLeP)

Thomas Schubatzky¹, Jan-Philipp Burde², Rike Große-Heilmann³, Josef Riese³, David Weiler²

¹Universität Innsbruck, ²Eberhard Karls Universität Tübingen, ³RWTH Aachen

Digitale Medien spielen eine immer größer werdende Rolle im physikalischen Fachunterricht (Eickelmann et al. 2019). Für eine lernförderliche Integration digitaler Medien braucht es aber dahingehend professionalisierte Lehrkräfte. Angehende Physiklehrkräfte sollen deshalb während ihres Studiums auch Kompetenzen zum fachdidaktisch begründeten Einsatz digitaler Medien entwickeln. Im Verbundprojekt *Digitale Kompetenzen von Lehramtsstudierenden im Fach Physik* (DiKoLeP) der RWTH Aachen und der Universitäten Graz, Innsbruck und Tübingen wird daher ein übergeordnetes Lehrkonzept mit standortspezifischen Ausprägungen entwickelt, implementiert und evaluiert (Schubatzky et al. 2022). Durch dieses Lehrkonzept sollen fachspezifische, digitale Kompetenzen von Lehramtsstudierenden der Physik gefördert werden. Das Lehrkonzept selbst beruht auf dem synthesis of qualitative evidence (SQD) Modell (Tondeur et al. 2012) und fokussiert dabei die Nutzung von fachspezifischen- oder typischen digitalen Medien. Die Evaluierung des Lehrkonzepts erfolgt dabei in einem Pre-Post-Design mittels eines validierten Testinstruments zur Messung fachdidaktischen Wissens zum Einsatz digitaler Medien (Große-Heilmann et al. 2022) sowie Skalen zu affektiven Aspekten digitaler Kompetenzen (Vogelsang et al. 2019; Weiler et al. 2022). Zudem werden mit einem Teil der teilnehmenden Studierenden retrospektive Interviews geführt, um lernwirksame Seminarelemente zu identifizieren. Auf dem Poster werden die grundlegenden Ideen des Lehrkonzepts sowie vorläufige Ergebnisse der standortübergreifenden Evaluation mit bisher N ~ 55 Studierenden vorgestellt. Daraus werden Implikationen für die digitalisierungsbezogene Lehramtsausbildung im Allgemeinen abgeleitet sowie die Weiterentwicklung des Lehrkonzepts diskutiert.

Literaturverzeichnis

Eickelmann, Birgit; Bos, Wilfried; Gerick, Julia; Goldhammer, Frank; Schaumburg, Heike; Schwippert, Knut et al. (Hg.) (2019): ICILS 2018 #Deutschland. Computer- und informationsbezogene Kompetenzen von Schülerinnen und Schülern im zweiten internationalen Vergleich und Kompetenzen im Bereich Computational Thinking. Waxmann Verlag. Münster, New York: Waxmann.

Große-Heilmann, Rike; Riese, Josef; Burde, Jan-Philipp; Schubatzky, Thomas; Weiler, David (2022): Fostering Pre-Service Physics Teachers' Pedagogical Content Knowledge Regarding Digital Media. In: *Education Sciences* 12 (7), S. 440. DOI: 10.3390/educsci12070440.

Schubatzky, Thomas; Burde, Jan-Philipp; Riese, Josef; Weiler, David (2022): Das Gesamtuntersuchungsdesign im Verbundprojekt DiKoLeP. In: Sebastian Habig (Hg.): Unsicherheit als Element von naturwissenschaftsbezogenen Bildungsprozessen. Gesellschaft für Didaktik der Chemie und Physik online Jahrestagung 2021. Duisburg-Essen, S. 784–787.

Tondeur, Jo; van Braak, Johan; Sang, Guoyuan; Voogt, Joke; Fisser, Petra; Ottenbreit-Leftwich, Anne (2012): Preparing pre-service teachers to integrate technology in education: A synthesis of qualitative evidence. In: *Computers & Education* 59 (1), S. 134–144. DOI: 10.1016/j.compedu.2011.10.009.

Vogelsang, Christoph; Finger, Alexander; Laumann, Daniel; Thyssen, Christoph (2019): Vorerfahrungen, Einstellungen und motivationale Orientierungen als mögliche Einflussfaktoren auf den Einsatz digitaler Werkzeuge im naturwissenschaftlichen Unterricht. In: *ZfDN* 25 (1), S. 115–129. DOI: 10.1007/s40573-019-00095-6.

Weiler, David; Burde, Jan-Philipp; Große-Heilmann, Rike; Lachner, Andreas; Riese, Josef; Schubatzky, T. (2022): Bedarfsanalyse zu digitalen Medien bei Physik-Lehramtsstudierenden. In: Sebastian Habig (Hg.): Unsicherheit als Element von naturwissenschaftsbezogenen Bildungsprozessen. Gesellschaft für Didaktik der Chemie und Physik online Jahrestagung 2021. Duisburg-Essen, S. 768-771.

EXPLORING HIGH SCHOOL STUDENT'S EMOTIONS IN ENERGY ILLUSTRATIONS BY USING EDA SENSORS

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

KEYWORDS: academic emotions, electrodermal activity EDA, energy images

ABSTRACT

The students' cognition and outcomes are related directly to students' academic emotions, as the positive emotions are positively and negative emotions are negatively related to the learning process and further learning outcome (Pekrun and Linnenbrink-Garcia 2012; Pekrun et al. 2017; Wortha et al., 2019). Although, Self-Assessment Manikin SAM is a famous reliable non-verbal questionnaire for the emotions in different fields, (it came to our knowledge) there is no research in physics education has used SAM as a research tool yet. However, the Electrodermal Activity (EDA) is one of the electrical parameters that can be used to determine the emotional state including stress levels. EDA signals can be sufficient to classify the stress level with over 95% accuracy (Cho D. et,al. 2017), or a rage between from 82.8% to 94.1% (Pakarinen et, al. 2019). In this paper, we explore high school students' emotions in physics by using EDA sensors. First, data from two different versions of EDA sensors are compared with self-reported emotions by using a computerized version of Self-Assessment Manikin SAM (Bradley & Lang,1994). In this step we compared our data to the data of the technical handbook (Lang et al, 2008). Second, we profile students' emotions of energy images with EDA sensor data and self-reported data. The data from both EDA sensor systems are comparable. But no connection between EDA sensor data and self-reported data can be found. We found that most of the energy pictures that used in different Austrian schoolbooks referred to energy topic (which used in the current research) have experienced students' negative emotions with high stress levels. We also can differentiate different clusters of energy pictures according to students EDA levels.

ACKNOWLEDGEMENT

This Study is Recipient of a DOC Fellowship of the Austrian Academy of Sciences at the Institute of Austrian Educational Competence Centre AECC, Physics Department.

REFERENCES

- Bradley, M. M., & Lang, P. J. (1994). Measuring emotion: The Self-Assessment Manikin and the Semantic Differential. *Journal of Behavioral Therapy and Experimental Psychiatry*, 25(1), 49-59.
- Cho, Dongrae, Jinsil Ham, Jooyoung Oh, Jeanho Park, Sayup Kim, Nak-Kyu Lee, and Boreom Lee.(2017). Detection of Stress Levels from Biosignals Measured in Virtual Reality Environments Using a Kernel-Based Extreme Learning Machine. *Sensors* 17(10), 2435. doi:10.3390/s17102435
- Lang, P. J. (1980). Behavioral treatment and bio-behavioral assessment: Computer applications. In J. B. Sidowski, J. H. Johnson, & T A. Williams (Eds.), *Technology in mental health care delivery systems*, 119-13, Norwood, NJ: Ablex Publishing.
- Pakarinen, T., Pietila, J., & Nieminen, H. (2019). Prediction of Self-Perceived Stress and Arousal Based on Electrodermal Activity. Annual International Conference of the IEEE Engineering in Medicine and Biology Society. IEEE Engineering iMedicine and Biology Society. Annual International Conference, 2019, 2191–2195. <https://doi.org/10.1109/EMBC.2019.8857621>
- Pekrun, R., and Linnenbrink-Garcia, L. (2012). "Academic emotions and student engagement," in *Handbook of Research on Student Engagement*, eds S. L. Christenson, A. L. Reschly, and C. Wylie, (Boston, MA: Springer).
- Pekrun, R., Lichtenfeld, S., Marsh, H. W., Murayama, K., and Goetz, T. (2017). Achievement emotions and academic performance: longitudinal models of reciprocal effects. *Child Dev.* 88, 1653–1670. doi: 10.1111/cdev.12704
- Wortha F, Azevedo R, Taub M and Narciss S (2019) Multiple Negative Emotions During Learning With Digital Learning Environments – Evidence on Their Detrimental Effect on Learning From Two Methodological Approaches. *Front. Psychol.* 10:2678. doi: 10.3389/fpsyg.2019.02678

Forschungsgeleitete Entwicklung von Lernumgebungen zum Treibhauseffekt für die achte Schulstufe

Sarah Wildbichler¹, Thomas Schubatzky¹, Claudia Haagen-Schützenhöfer² – ¹Universität Innsbruck, Institut für Fachdidaktik
– ²Universität Graz, Institut für Physik, Fachbereich Physikdidaktik

sarah.wildbichler@uibk.ac.at

Der Klimawandel stellt die Menschheit im 21. Jahrhundert vor enorme Herausforderungen. Insbesondere Bildung nimmt in diesem Kontext die wichtige Rolle ein, Menschen – unter anderem durch Wissensaufbau – zu einem verantwortungsvollen Handeln zu ermächtigen (UNESCO, 2022). Die Grundlagen des Klimawandels müssen daher bereits im Pflichtschulbereich thematisiert werden, um alle Schüler:innen im Sinne einer naturwissenschaftlichen Grundbildung zu erreichen. Der Treibhauseffekt stellt dabei ein zentrales Konzept dar, zu dem es bisher auf Niveau der Sekundarstufe I allerdings kaum evaluierte Lernumgebungen gibt. Diesem Desiderat wird im Rahmen des vorgestellten Dissertationsprojekts nachgegangen. Im Rahmen eines Design-Based Research Ansatzes (Bakker, 2018) wird zunächst ein Literature Review zu bereits publizierten Forschungsergebnissen über Schülervorstellungen zu den naturwissenschaftlichen Grundlagen des Klimawandels durchgeführt. Zwar gibt es bereits Reviews zum Lernen und Lehren über den Klimawandel (Bhattacharya et al., 2021; Monroe et al., 2019), allerdings fehlt bisher ein ausführlicher und vertiefter Überblick über bekannte Schülervorstellungen. Die Kenntnis dieser Vorstellungen ist im Sinne der didaktischen Rekonstruktion (Kattmann, 2007) eine notwendige Voraussetzung für ein lernwirksames Design der Lernumgebung, die den Aufbau eines fundierten konzeptuellen Verständnisses unterstützen soll. Damit die jeweiligen Schülervorstellungen möglichst passend adressiert werden, sollen in der entwickelten Lernumgebung adaptive Lernmaterialien zum Einsatz kommen. Die Zuteilung der jeweils passenden Lernmaterialien wird durch den Einsatz des CCCI-422 (Schubatzky et al., in review) gesteuert. Die Materialerprobung und -weiterentwicklung soll im Rahmen von Akzeptanzbefragungen (Wiesner & Wodzinski, 1996) erfolgen, außerdem ist abhängig von den Ergebnissen der Akzeptanzbefragungen eine Implementierung im Klassensetting angedacht. Im Rahmen der Posterpräsentation wird ein Überblick über das Gesamtprojekt – inklusive erster Ergebnisse des Literature Reviews – gegeben.

Literaturverzeichnis

- Bakker, A. (2018). *Design research in education: A practical guide for early career researchers*. Routledge, Taylor et Francis Group. <https://doi.org/10.4324/9780203701010>
- Bhattacharya, D., Carroll Steward, K. & Forbes, C. T. (2021). Empirical research on K-16 climate education: A systematic review of the literature. *Journal of Geoscience Education*, 69(3), 223–247. <https://doi.org/10.1080/10899995.2020.1838848>
- Kattmann, U. (2007). Didaktische Rekonstruktion — eine praktische Theorie. In D. Krüger (Hrsg.), *Springer-Lehrbuch. Theorien in der biologiedidaktischen Forschung: Ein Handbuch für Lehramtsstudenten und Doktoranden; mit 12 Tabellen* (S. 93–104). Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-540-68166-3_9
- Monroe, M. C., Plate, R. R., Oxarart, A., Bowers, A. & Chaves, W. A. (2019). Identifying effective climate change education strategies: a systematic review of the research. *Environmental Education Research*, 25(6), 791–812. <https://doi.org/10.1080/13504622.2017.1360842>
- Schubatzky, T., Wackermann, R., Wöhlke, C., Haagen-Schützenhöfer, C., Jedamski, M., Lindemann, H. & Cardinal, K. (in review). Entwicklung und Validierung des Klimawandel-Konzepttests CCCI-422. *Zeitschrift für Didaktik der Naturwissenschaften*.
- UNESCO (9. November 2022). Climate change education. <https://www.unesco.org/en/education/sustainable-development/climate-change>
- Wiesner, H. & Wodzinski, R. (1996). Akzeptanzbefragungen als Methode zur Untersuchung von Lernschwierigkeiten. In R. Duit & C. von Rhöneck (Hrsg.), IPN: Bd. 151. Lernen in den Naturwissenschaften: Beiträge zu einem Workshop an der Pädagogischen Hochschule Ludwigsburg (S. 250–274). IPN.

Akzeptanzbefragungen zur Energieübertragung mit elektromagnetischen Feldern

Stichworte: Physikdidaktik, Design-Based-Research, E-Lehre, Felder, Energieübertragung

Physikdidaktisches Forschungsvorhaben

Die Themen ‚Felder‘ und ‚Energie‘ sind schon lange Bestandteil des österreichischen Curriculums für die Sekundarstufe II (BGBl. Nr. 88/1985). Dennoch finden sich nur wenige empirisch erprobte Unterrichtskonzepte, die beide Themen vereinen. Im Rahmen eines Dissertationsprojektes am AECCP der Universität Wien soll daher unter der Betreuung von Prof. Martin Hopf ein neues Unterrichtsdesign zur Energieübertragung in elektrischen Systemen entwickelt werden. Teil dieses Forschungsvorhabens ist die Durchführung von Akzeptanzbefragungen mit Schüler*innen der Sekundarstufe II (Alter: 16-17j). Die Ergebnisse dieses Projektabschnitts sollen im Poster präsentiert werden.

Theoretischer Hintergrund

Es gibt bereits Ansätze aus der fachdidaktischen Literatur, die elektromagnetische Felder zur Erklärung der Energieübertragung in elektrischen Systemen heranziehen (vgl. Backhaus, 1987; Sefton, 2002). Beispielsweise macht Ian Sefton (2002) von einem alten Konzept Gebrauch, das auf Henri Poynting (1885) zurückgeht. Dabei wird der sogenannte ‚Poynting Vektor‘ zur Beschreibung des Energieflusses in einem elektrischen System verwendet, der sich aus dem E-Feld und B-Feld zusammensetzt. Damit ist ein anschaulicher Ansatz geschaffen, der sowohl für Gleich- als auch für Wechselstromkreise anwendbar ist und somit in verschiedenen Alltagskontexten (e.g. Energieübertragung beim Smartphone, Zahnbürste, Föhn, Tischlampe) nützlich sein kann. Gleichzeitig bietet dieser Ansatz eine Möglichkeit, bei Schüler*innen ein Verständnis über Felder aufzubauen und zu festigen.

Forschungsdesign und Methoden

Mithilfe von Akzeptanzbefragung (Wiesner & Wodzinski, 1996) soll nach dem Design-Based-Research Modell (Haagen-Schützenhöfer & Hopf, 2020) ein Set aus gut funktionierenden Designprinzipien entwickelt werden, die dieses Konzept für Schüler*innen der Sek II adaptieren. Daraus ergibt sich die folgende Forschungsfrage für diesen Projektabschnitt: *Wie sieht ein Unterrichtsdesign zur Energieübertragung in elektrischen Systemen aus, das Schüler*innen der Sek II dabei unterstützt, fachlich angemessene Vorstellungen zu diesem Thema zu entwickeln?*

Ergebnisse

Die Ergebnisse der ersten beiden Interviewrunden mit N=14 Schüler*innen aus drei verschiedenen AHS in Wien wurden mittels Qualitativer Inhaltsanalyse (Kuckartz, 2016) analysiert und ausgewertet. Daraus wird ersichtlich, dass die Schüler*innen das neue Unterrichtsdesign insgesamt gut aufnehmen. Die Analyse der Daten zeigt aber auch, worin noch Schwachstellen liegen, wie beispielsweise in der Verwechslung des magnetischen und elektrischen Feldes. Dies wird in der Überarbeitung des Konzeptes für die dritte Interviewrunde berücksichtigt. Die aktuellsten Ergebnisse sollen auf besagtem Poster dargestellt werden.

Literaturverzeichnis

- Backhaus, U. (1987). Der Energietransport durch elektrische Ströme und elektromagnetische Felder. *Praxis der Naturwissenschaften Physik*, 36(3), 30.
- Bundesministerium für Bildung, Wissenschaft und Forschung (1985). Gesamte Rechtsvorschrift für Lehrpläne – allgemeinbildende höhere Schulen. Zugriff am 05.10.2022.
- Haagen-Schützenhöfer, C. & Hopf, M. (2020). Design-based research as a model for systematic curriculum development: The example of a curriculum for introductory optics. *Phys. Rev. Phys. Educ. Res.*, 16(2), 20152.
- Kuckartz, U. (2016). *Qualitative Inhaltsanalyse. Methoden, Praxis, Computerunterstützung* (Grundlagentexte Methoden, 3. Aufl.). Weinheim, Basel: Beltz Juventa.
- Poynting, H. J. (1885). On the Connexion between Electric Current and the Electric and Magnetic Inductions in the Surrounding Field. *Philosophical Transactions of the Royal Society of London*, 176, 277–306.
- Sefton, I. M. (2002). *Understanding Electricity and Circuits: What the Text Books Don't Tell You*. Proceedings of the 9th Science Teachers Workshop, Sydney.
- Wiesner, H. & Wodzinski, R. (1996). Akzeptanzbefragungen als Methode zur Untersuchung von Lernschwierigkeiten und Lernverläufen. In R. Duit (Hrsg.), *Lernen in den Naturwissenschaften* (Bd. 151, S. 250–274). Kiel: IPN.