

Entwicklung eines Kompetenzrahmens experimenteller Fähigkeiten

Einleitung

Das Experiment spielt im Physikunterricht eine zentrale Rolle (Stinken-Rösner, 2020; Tesch & Duit, 2004) und dient unter anderem der Förderung von Kompetenzen in den Bereichen Erkenntnisgewinnung und Fachwissen. Um diesem Anspruch gerecht zu werden, ist der Erwerb professioneller Kompetenzen zur Gestaltung von Experimentierphasen im Unterricht im Rahmen des Studiums angehender Physiklehrkräfte von entscheidender Bedeutung. Derzeit existiert jedoch keine einheitliche Definition diesbezüglicher Kompetenzen für Physiklehrkräfte; die Beschreibungen der erforderlichen Fähigkeiten sind oftmals undifferenziert und nicht trennscharf (von Aufschnaiter & Blömeke, 2010). Dabei sollte gerade das Wissen über jene Kompetenzen und Fähigkeiten den Ausgangspunkt zur Gestaltung und Evaluation der Wirksamkeit von Laborpraktika für angehende Physiklehrkräfte auf universitärer Ebene darstellen.

In dem vorliegenden Beitrag wird dargestellt, wie mittels eines AI-gestützten Systematic Literature Reviews Kompetenzen, die (angehende) Physiklehrkräfte zur Gestaltung von Experimentierphasen benötigen, identifiziert werden. Darauf aufbauend sollen entsprechende Erhebungsinstrumente adaptiert bzw. entwickelt werden.

Systematic Literature Review

Mittels eines Systematic Literature Reviews (im Folgenden als SLR abgekürzt; Moher et al., 2009) soll eine einheitliche Definition professioneller Kompetenzen von (angehenden) Physiklehrkräften zur Gestaltung von Experimentierphasen literaturbasiert abgeleitet, in Teilbereiche geclustert und in überprüfbare Teilkompetenzen konkretisiert und operationalisiert werden. Für das SLR wurde eine englischsprachige und eine deutschsprachige Suchanfrage entwickelt, welche Synonyme für die folgenden vier relevanten Aspekte kombiniert: Experiment, Kompetenzen, (angehende) Lehrkräfte und Physik (vgl. Abb. 1) Die Grundlage für das SLR bilden die Bibliotheken ERIC, Scopus, Fachportal Pädagogik (FIS Bildung) und die Universitätsbibliothek Bielefeld.

Die Suche ergab N = 4492 Treffer (Stand: 20.06.2024), diese verteilen sich auf FIS Bildung (334 Treffer), ERIC (2014 Treffer), Scopus (1588 Treffer) und die Datenbank der Universitätsbibliothek Bielefeld (556 Treffer). Alle Beiträge wurden in das Literaturverwaltungsprogramm *Zotero* (*Zotero* 6.0.36; <https://www.zotero.org/>) eingepflegt. Anschließend wurde der Datensatz mit dem *Zotero*-Algorithmus zur Duplikatsuche auf Dubletten überprüft. Nach Ausschluss der Duplikate ergab sich eine reduzierte Stichprobe von N = 4147 Beiträgen.

Der Review-Prozess wurde durch das als Open-Source-Software verfügbare Tool ASReview unterstützt (van de Schoot et al., 2021). ASReview ist eine AI, die auf Grundlage ihres Prompts die vorhandene Stichprobe von Beiträgen so sortiert, dass die wahrscheinlich relevanten Beiträge zuerst im Reviewprozess angezeigt werden.

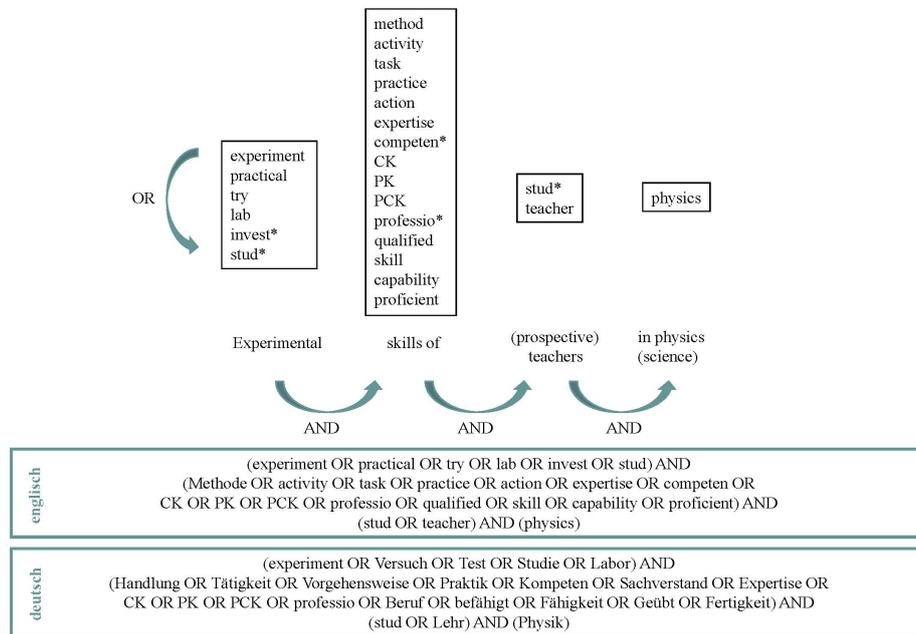


Abb. 1: Suchanfrage(n) des SLRs

Zum Anlernen der AI wurden dieselben Artikel verwendet, welche bereits bei der Entwicklung der Suchanfrage als relevant beurteilt und herangezogen wurden. Von dem Trainings-Datensatz ausgehend identifiziert die AI thematisch passende Artikel aus der Stichprobe und sortiert diese nach Priorität. Somit muss nicht mehr der gesamte Datensatz der Suchanfrage im *Abstract-Screening* gesichtet werden, sondern die wahrscheinlich relevanten Artikel „liegen oben“ in der Stichprobe, wodurch eine frühere Sättigung zu erwarten ist als bei zufälliger Sortierung der Artikel.

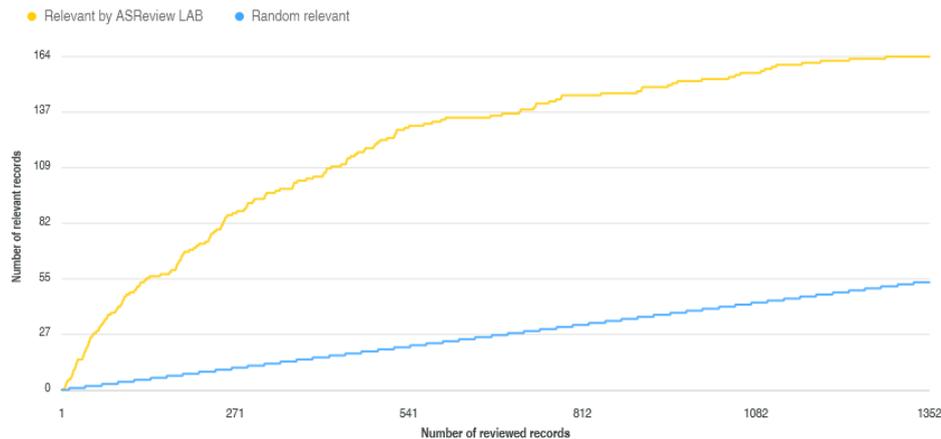


Abb. 2: Sättigungskurve der relevanten Beiträge in der Stichprobe pro gereviewter Beiträge

Basierend auf der Sättigungskurve (vgl. Abb. 2) wurde der Zeitpunkt des Stopps für das *Abstract-Screening* optisch bestimmt und mit der theoretisch zu erwartenden Anzahl an relevanten Beiträgen in der Stichprobe (van Haastrecht et al., 2021) abgeglichen. Im vorliegenden Fall wurde die Sättigung nach einer Durchsicht von 33,33 % (N = 1380) der Stichprobe mit 165 identifizierten relevanten Beiträgen erreicht. Dies überschreitet den berechneten zu erwartenden Wert relevanter Beiträge der Stichprobe von N = 152, wodurch der Stopp an dieser Stelle des Reviews gerechtfertigt erscheint. Insgesamt wurden im *Abstract-Screening* 3982 Beiträge ausgeschlossen. Hauptgründe hierfür sind, dass diese nicht explizit Kompetenzen zum Gestalten von Experimentierphasen ansprachen oder sich nicht auf Physiklehramtsstudierende oder Lehrkräfte bezogen.

Im nächsten Schritt wurde geprüft, ob die Volltexte der verbleibenden potenziell relevanten Beiträge verfügbar sind. Hierfür wurden sowohl digitale als auch analoge Quellen herangezogen. Bibliotheken verschiedener Universitäten ergänzten die Volltextrecherche durch ihre unterschiedlichen Zugriffsmöglichkeiten. Letztendlich wurden 30 weitere Beiträge ausgeschlossen, da die Volltexte entweder nicht in deutscher oder englischer Sprache oder gar nicht verfügbar waren. Die endgültige Stichprobe für das *Volltextscreening* belief sich somit auf 135 Beiträge. Durch das Volltextscreening wurden die 135 Beiträge auf 35 Beiträge reduziert. Dies resultierte aus der mangelnden Passung von Beiträgen, die zwar von Titel und Abstract her anschlussfähig erschienen, aber nicht die gesuchten Bedürfnisse im Studiendesign oder in der Stichprobe adressierten.

Das Kompetenzmodell wird basierend auf der finalen Stichprobe von N = 35 Beiträgen entwickelt. Weitere Beiträge stehen zur Prüfung aus, ob sie manuell in die finale Stichprobe aufgenommen werden. Zur anschließenden Entwicklung des Kompetenzmodells werden alle verbleibenden Beiträge gesichtet und verglichen, um Überschneidungen und bereits bestehenden Konsens zwischen verschiedenen Autor*innen herauszuarbeiten. Bei Diskrepanzen oder unklaren Formulierungen wird anschließend versucht eine Trennschärfe herzustellen.

Ausblick

Im Rahmen einer Längsschnittstudie soll entlang des abgeleiteten Kompetenzmodells die Entwicklung professioneller Kompetenzen von Masterstudierenden über zwei Semester, während der Teilnahme am Vorbereitungsseminar „Schulorientiertes Experimentieren“ sowie im daran anschließenden Praxissemester, erhoben und analysiert werden. Die Erhebung soll mittels Prä-, In-between- und Posttests erfolgen. Dabei werden verschiedene Methoden zur Datenerhebung kombiniert. Angedacht ist z.B. die Adaption eines Performanztests (Bauer, 2023), in dem die Studierenden für ausgewählte Experimente Materialien auswählen, für den Unterricht aufbauen, die Durchführung demonstrieren und ihr Vorgehen, im Rahmen von Interviews, begründen sollen. Dabei werden die Studierenden video- bzw. audiographiert und die Tonspuren und Videos anschließend analysiert. Zusätzlich werden Fragebögen zur Erfassung der personenbezogenen Daten sowie zur Erhebung der selbsteingeschätzten Selbstwirksamkeitserwartung in dem Handlungsfeld Experimentieren (Meinhardt, Rabe & Krey, 2018) eingesetzt.

Literatur

- Aufschnaiter, C. V. & Blömeke, S. (2010). Professionelle Kompetenz von (angehenden) Lehrkräften erfassen–Desiderata. *Zeitschrift für Didaktik der Naturwissenschaften*, 16, 361–367.
- Bauer, A. B. (2023). Experimentelle Kompetenz Physikstudierender: Entwicklung und erste Erprobung eines performanzorientierten Kompetenzstrukturmodells unter Nutzung qualitativer Methoden (Dissertation, Paderborn, Universität Paderborn, 2023).
- Bitzenbauer, P. & Meyn, J. (2021). Fostering experimental competences of prospective physics teachers. *Physics Education*, 56, 045020. <https://doi.org/10.1088/1361-6552/abfd3f>
- Meinhardt, C., Rabe, T. & Krey, O. (2018). Formulierung eines evidenzbasierten Validitätsarguments am Beispiel der Erfassung physikdidaktischer Selbstwirksamkeitserwartungen mit einem neu entwickelten Instrument. *Zeitschrift für Didaktik der Naturwissenschaften (ZfDN)* 24, 131–150. <https://doi.org/10.1007/s40573-018-0079-6>
- Moher, D., Liberati, A., Tetzlaff, J. & Altman, D. G. (2009). Preferred reporting items for systematic reviews and meta-analyses: The PRISMA statement. *PLoS Medicine*, 6(7), e1000097. <https://doi.org/10.1371/journal.pmed.1000097>
- Stinken-Rösner, L. (2020). Simulations in science education – status quo. *Progress in Science Education (PriSE)*, 3(1), 26-34.
- Tesch, M. & Duit, R. (2004). Experimentieren im Physikunterricht–Ergebnisse einer Videostudie. *Zeitschrift für Didaktik der Naturwissenschaften (ZfDN)*, 10(10), 51–69.
- van De Schoot, R., De Bruin, J., Schram, R., Zahedi, P., De Boer, J., Weijdemans, F., ... & Oberski, D. L. (2021). An open source machine learning framework for efficient and transparent systematic reviews. *Nature machine intelligence*, 3(2), 125–133. <https://doi.org/10.1038/s42256-020-00287-7>
- van Haastrecht, M., Sarhan, I., Yigit Ozkan, B., Brinkhuis, M. & Spruit, M. (2021). SYMBALS: A systematic review methodology blending active learning and snowballing. *Frontiers in research metrics and analytics*, 6, 685591. <https://doi.org/10.3389/frma.2021.685591>