

Cornelia Borchert<sup>1</sup>  
 Annika Oberbremer<sup>1</sup>  
 Kerstin Höner<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Technische Universität Braunschweig

### **Forschen(d) lernen mit Antrag und Peer Review im Chemielehramtsstudium**

**Einleitung.** Die Vermittlung naturwissenschaftlicher Fachkultur erfordert neben fachlichen Fähigkeiten u.a. Wissenschaftsverständnis, wissenschaftliches Denken und Argumentieren. Die Vorstellungen von (angehenden) Lehrkräften über Erkenntnisgewinnung sind jedoch nicht durchweg adäquat und beziehen sich wie bei Schülerinnen und Schülern vorwiegend auf handwerkliche und intellektuelle Tätigkeiten (Wentorf et al., 2017; Leiß, 2019). Zudem fällt es ihnen schwer, Hypothesen zu bilden und Experimente zu planen (z.B. Hilfert-Rüppell et al., 2013). Während forschendes Lernen wissenschaftliches Denken fördert (z.B. Bicak et al., 2021), verbessert vor allem die explizite Reflexion wissenschaftlicher Praktiken das Wissenschaftsverständnis (z.B. Schwartz et al., 2004). Die Gewinnung von Erkenntnissen ist in der Forschung darüber hinaus an Praktiken der Kommunikation und Bewertung geknüpft: So werben Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler kompetitiv Mittel ein, arbeiten mit anderen zusammen, kommunizieren ihre Forschungserkenntnisse mit der Scientific Community und nehmen z.B. mittels Peer Review Qualitätsbewertung wissenschaftlicher Arbeit vor (Dunbar, 1995; Stamer et al. 2020). Als Teil von Nature of Science (vgl. Hodson & Wong, 2014) sind diese Praktiken für die Beurteilung der Aussagekraft wissenschaftlicher Erkenntnisse bedeutsam und stellen somit relevante Aspekte für das Wissenschaftsverständnis von (angehenden) Lehrkräften dar. In der Lehre, z.B. zum wissenschaftlichen Schreiben oder zu Forschungskompetenzen, lassen sich wissenschaftliche Praktiken zur Modellierung von Unterrichtsmethoden nutzen (z.B. Venning & Buisman-Pijlman, 2013; Rapp & Kauf, 2018). Dabei stellt die Planung und Durchführung von Forschungsprojekten typischerweise den Kern forschenden Lernens dar (Huber & Reinmann, 2019). Indem Lernende z.B. Vorträge auf simulierten Tagungen halten, lassen sich kommunikative Kompetenzen adressieren (Nehring & Lüttgens, 2019; Leiß, 2019; Montgomery et al., 2022). Peer Review kann als Feedback-Methode eingesetzt werden (Wolff, 2017; Reynolds & Thompson, 2011).

**Die Veranstaltung „SciencE<sup>+</sup> erschließen“.** In einer Lehrveranstaltung im Projekt ProSciencE<sup>+</sup> (Nimz et al., 2021) für Lehramtsstudierende der Chemie und Physik am Ende des Bachelors wurden die wissenschaftlichen Praktiken des Schreibens eines Forschungsantrags, dessen Begutachtung in einem Peer Review-Verfahren und die Präsentation von Forschungsergebnissen auf einer simulierten Tagung eingesetzt und untersucht. Ziel der Veranstaltung ist es, dass die Lehramtsstudierenden an einem fachwissenschaftlichen Projekt (a) Forschungskompetenzen, u.a. zur Vorbereitung auf die Bachelorarbeit, erwerben, dabei (b) kriteriengeleitete Bewertung der Qualität wissenschaftlicher Erarbeitungen üben und (c) ihr Wissenschaftsverständnis verbessern. Durch das Aufzeigen von Handlungsalternativen im Peer Review-Verfahren soll eine konstruktive Feedback-Kultur etabliert werden, in der die Studierenden die gegenseitige Begutachtung von Lernergebnissen als gewinnbringend erfahren. Die Veranstaltung ist eingebunden in das Spiralcurriculum Erkenntnisgewinnung (Borchert et al., 2020).

Auf Basis der Literaturrecherche identifizieren die Studierenden ein Problem bzw. eine Wissenslücke zu einem gesellschaftlich relevanten Thema ihrer Wahl und entwickeln daraus eine Forschungsfrage. Sie entwerfen ein Forschungsprojekt zur Beantwortung dieser Frage und planen die wissenschaftliche Untersuchung sowie den zeitlichen Ablauf des Projekts inkl. Meilensteinen. Im Seminar werden sie dabei durch Scaffolding (Hmelo-Silver et al., 2007) unterstützt. So entstanden z.B. Projekte zur Entwicklung von Verpackungen, die das Verderben von Lebensmitteln anzeigen, zur vergleichenden Untersuchung von (Natur-) Kosmetikprodukten auf Mikroplastik oder zur Untersuchung einer wasserabweisenden Beschichtung für Brillengläser mit Nano-Partikeln. Um den Planungsprozess zu fokussieren, fertigen die Studierenden einen Forschungsantrag zu einer fiktiven Ausschreibung an. Dabei müssen sie sich schriftlich mit ihrer Fragestellung auseinandersetzen, begründen, warum das Projekt von gesellschaftlicher und wissenschaftlicher Relevanz ist, und ihre Forschungsmethodik, z.B. das geplante Experiment, detailliert darlegen. Während der Erarbeitung der Anträge werden im Seminar auch Kriterien diskutiert, z.B. wie man eine gute Forschungsfrage aufstellt, wie man Experimente plant oder wie man Zeitpläne mit erreichbaren Meilensteinen erstellt. Daraus entwickeln die Studierenden im Seminar Begutachungskriterien für das Peer Review-Verfahren, die sich sowohl auf den Erkenntnisprozess im Speziellen, als auch auf allgemeinere Planungskompetenzen beziehen. Ihren Antrag reichen die Studierenden in anonymisierter Form bei den Lehrenden ein, die die Anträge so umverteilen, dass alle Studierenden mehrere, qualitativ möglichst unterschiedliche Anträge ihrer Kommilitoninnen und Kommilitonen für das Peer Review-Verfahren erhalten. Zu diesen Anträgen schreiben die Studierenden Gutachten auf Basis des gemeinsam erstellten Kriterienkatalogs, senden die Gutachten als anonymisierte Datei an die Lehrenden und erhalten von diesen die Gutachten zurück, die zu ihren Projektanträgen eingegangen sind. Die Reflexion des Planungsprozesses erfolgt in individuellen Beratungssitzungen, in denen die Studierenden zunächst das Antrags- und Begutachtungsverfahren Revue passieren lassen. Danach besprechen Studierende und Lehrende die Gutachten und das weitere Vorgehen im Projekt, z.B. Änderungen an der Planung. In den folgenden 4 Wochen setzen die Studierenden ihr Projekt um. Das Seminar endet mit einer simulierten Tagung, auf der sie ihren Kommilitoninnen und Kommilitonen die Projektergebnisse präsentieren (vgl. Nehring & Lüttgens, 2019). Für Details zur Seminarplanung s. Borchert et al. (in Vorb. b).

**Begleitforschung.** Die Forschung zur studentischen Sicht auf die Antrags- und Peer Review-Methoden erfolgte mittels Interviews in der Beratungssitzung und verfolgt die Forschungsfragen (1) Wie nehmen die Studierenden die Methoden an?, (2) Welche Schwierigkeiten treten für die Studierenden auf? und (3) Welche Aspekte der Methoden helfen das Lernen zu unterstützen? (vgl. Borchert et al., in Vorb. a). Die freiwillige Beratungssitzung wird gut angenommen: Von 20 betreuten Studierenden in den Jahren 2020 und 2021 nahmen 18 Personen teil, 17 Interviews konnten inhaltsanalytisch ausgewertet werden. Alle Studierenden äußerten sich zur Antragsmethode, 16 Personen sprachen über das Begutachten fremder Anträge und 10 berichteten über die Gutachten zum eigenen Projekt. Die Antragsmethode wurde positiv kommentiert, z.B. als gute Übung darin, „anderen das eigene Thema schmackhaft zu machen“ (2020-01), aber auch als neu und herausfordernd wahrgenommen: „Ich fand es herausfordernd, einen Antrag zu schreiben, der (...) motivational ansprechend ist und gleichzeitig argumentativ überzeugend ist“ (2021-

13). Zu Antrag, Begutachtung und Rückhalt der Gutachten nannten die Studierenden mehrere Schwierigkeiten, z.B. in Bezug auf ihre Fachexpertise („*Das konnte ich fachlich gar nicht einschätzen, ob das [d.h. der fremde Projektplan, Anm. CB] realistisch ist.*“ (2020-04)), aber erkannten auch Lernunterstützungen, wie z.B. das Scaffolding zur Antragstellung, durch das „*man ja schon alle Teile für den Antrag hatte und das dann nur noch hübsch formulieren musste.*“ (2020-01).

Insgesamt wurden wenig Schwierigkeiten mit dem **Erkenntnisprozess** genannt. Die meisten Schwierigkeiten entfielen auf (a) Formulierungs- und Formatierungsschwierigkeiten, deutlich weniger auf (b) Untersuchungen planen, Zeitpläne aufstellen und einschätzen und (c) den aktuellen Stand der Forschung herausarbeiten bzw. beurteilen. Hingegen traten Unsicherheiten zur **Intention der Methoden** auf. So gab nur eine Person an, dass mit den Methoden erfahren werden kann, wie Forschung abläuft und wie Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler arbeiten. Und nur eine Person äußerte, dass man mit der Review-Methode Bewerten üben kann. Drei Personen erkannten, dass die Methoden sie auf die Bachelorarbeit vorbereiten. Viele Studierende hielten die Methoden lediglich für motivationale Maßnahmen („*mal was anderes*“, 2021-06; „*Rollenspiel*“, 2020-03), mehrere sahen das Antragschreiben sogar als Selbstzweck an. Unterstützend wirkten aus Sicht der Studierenden die klare Kommunikation der Seminarziele und das Scaffolding zum Antrag. Außerdem fiel es vielen Studierenden schwer **Feedback zu geben** und Kritik zum eigenen Projekt anzunehmen. Mangelnde Feedback-Fähigkeiten führten sie darauf zurück, dass ihre Expertise nicht ausreiche und dass sie trotz des double-blind peer review-Prinzips Probleme mit der sozialen Dimension des Bewertens hätten („*Man will ja auch nichts Fieses schreiben*“, 2021-11). Darüber hinaus fiel ihnen der **Umgang mit Kritik** schwer: In den Interviews ging nur etwa die Hälfte der Studierenden überhaupt auf die Frage zum Rückhalt der Gutachten ein, die anderen wichen der Frage aus. Nur Wenige äußerten sich reflektiert gegenüber der Kritik der Peers, konnten sie konstruktiv für Verbesserungen ihres Projekts nutzen oder zumindest nachvollziehen („*Ich habe dann [durch das Lesen der Gutachten, Anm. CB] auch gemerkt, dass ich [in meinem Antrag, Anm. CB] nur die positive Seite dargestellt habe.*“, 2020-08). Hingegen etwa die Hälfte derer, die sich zu Kritik äußerten, gab an, dass es zu ihren Projekten keine oder nur marginale Kritik gegeben hätte („*Die Gutachten waren an sich sehr positiv [...] und der Antrag wurde ja auch angenommen in den Gutachten.*“, 2021-03b).

**Fazit.** Die Methoden der Antragstellung und des Peer Reviews werden von den Studierenden positiv, aber auch als herausfordernd und schwierig eingeschätzt. Sie unterstützen die Studierenden im Hinblick auf die Erkenntnisgewinnung angemessen in ihrem Forschungsprozess. Die Reflexion von Nature of Science sollte jedoch stärker expliziert werden. Darüber hinaus bietet die Review-Methode Potential, um die naturwissenschaftliche Erkenntnisgewinnung mit den für Lehramtsstudierende ebenso berufsrelevanten Themen der Leistungsbewertung und des Feedbacks zu verknüpfen (vgl. Wolff, 2017). Auch hinsichtlich der Kritikfähigkeit bestehen Unterstützungsbedarfe. Der Einsatz von Feedback-Interventionen erscheint daher gewinnbringend (McMahon, 2010; Wolff, 2017). Bereits im Bachelorstudium mit Reflexionsangeboten eine Lernkultur zu schaffen, die einen konstruktiven Umgang mit eigenen Fehler wertschätzt, ist nicht nur für die Forschungskompetenzen angehender Lehrkräfte wünschenswert und kann mit der Peer Review-Methode angebahnt werden.

## Literatur

- Bicak, B. E., Borchert, C. E. & Höner, K. (2021). Measuring and Fostering Preservice Chemistry Teachers' Scientific Reasoning Competency. *Education Sciences*, 11 (9), 496.
- Borchert, C., Hilfert-Rüppell, D. & Höner, K. (2020). Naturwissenschaftliche Erkenntnisgewinnung im Lehramtsstudium. In S. Habig (Hrsg.), *Naturwissenschaftliche Kompetenzen in der Gesellschaft von morgen*. Duisburg, Essen: Universität Duisburg-Essen, 808–811.
- Borchert, C. E., Oberbremer, A., Sonntag, D. & Höner, K. (in Vorb. a), "It's as if... You Went Boxing for the First Time". *The Student Perspective on Peer Review in Inquiry Learning*.
- Borchert, C. E., Oberbremer, A., Sonntag, D. & Höner, K. (in Vorb. b). *Modelling Teaching Methods for Inquiry Learning on Practices from Real Research. A Seminar for Pre-Service Teacher Students*.
- Dunbar, K. (1995). How scientists really reason: Scientific reasoning in real-world laboratories. In R. J. Sternberg & J. E. Davidson (Eds.), *The nature of insight*. MIT Press, 365–395.
- Hilfert-Rüppell, D., Looß, M., Klingenberg, K., Eghtessad, A., Höner, K., Müller, R. et al. (2013). Scientific reasoning of prospective science teachers in designing a biological experiment. *Lehrerbildung auf dem Prüfstand*, 6 (2), 135–154.
- Hmelo-Silver, C. E., Duncan, R. G. & Chinn, C. A. (2007). Scaffolding and Achievement in Problem-Based and Inquiry Learning. *Educational Psychologist*, 42 (2), 99–107.
- Hodson, D. & Wong, S. L. (2014). From the Horse's Mouth. Why scientists' views are crucial to nature of science understanding. *International Journal of Science Education*, 36 (16), 2639–2665.
- Huber, L. & Reinmann, G. (2019). *Vom forschungsnahen zum forschenden Lernen an Hochschulen. Wege der Bildung durch Wissenschaft*. Wiesbaden: Springer VS.
- Leiß, F. (2019). *Untersuchung von Schülervorstellungen über Tätigkeiten von Naturwissenschaftlern und deren Beeinflussung durch ein Schülerlabor*. Dissertation. Aachen: RWTH Aachen.
- McMahon, T. (2010). Peer feedback in an undergraduate programme. Using action research to overcome students' reluctance to criticise. *Educational Action Research*, 18 (2), 273–287.
- Montgomery, T. D., Buchbinder, J. R., Gawalt, E. S., Iulucci, R. J., Koch, A. S., Kotsikorou, E. et al. (2022). The Scientific Method as a Scaffold to Enhance Communication Skills in Chemistry. *Journal of Chemical Education*, 99(6), 2338–2350.
- Nehring, A. & Lüttgens, U. (2019). Die Tagungsmethode. *Unterricht Chemie*, 30 (6), 14–19.
- Nimz, A., Borchert, C. & Höner, K. (2021). ProScienceE<sup>2</sup>: Nature of Science mit aktuellen Forschungsthemen vermitteln. In S. Habig (Hrsg.), *Naturwissenschaftlicher Unterricht und Lehrerbildung im Umbruch?* Duisburg, Essen: Universität Duisburg-Essen, 354–357.
- Rapp, C. & Kauf, P. (2018). Scaling Academic Writing Instruction. Evaluation of a Scaffolding Tool (Thesis Writer). *International Journal of Artificial Intelligence in Education*, 28 (4), 590–615.
- Reynolds, J. A. & Thompson, R. J. (2011). Want to improve undergraduate thesis writing? Engage students and their faculty readers in scientific peer review. *CBE life sciences education*, 10 (2), 209–215.
- Schwartz, R. S., Lederman, N. G. & Crawford, B. A. (2004). Developing views of nature of science in an authentic context. *Science Education*, 88(4), 610–645.
- Stamer, I., Pönicke, H., Tirre, F., Laherto, A., Höffler, T., Schwarzer, S. et al. (2020). Development & validation of scientific video vignettes to promote perception of authentic science in student laboratories. *Research in Science & Technological Education*, 38 (2), 168–184.
- Venning, J. & Buisman-Pijlman, F. (2013). Integrating assessment matrices in feedback loops to promote research skill development in postgraduate research projects. *Assessment & Evaluation in Higher Education*, 38 (5), 567–579.
- Wentorf, W., Höffler, T. N. & Parchmann, I. (2017). Welche Vorstellungen, Interessen und Selbstwirksamkeitserwartungen zu naturwissenschaftlichen Tätigkeiten weisen Studierende der Naturwissenschaften auf? *CHEMKON*, 24(3), 111–118.
- Wolff, I. (2017). *Reviewing-Kompetenz erfassen und fördern. Entwicklung und Evaluation eines Projektes zum wissenschaftlichen Schreiben im Physikpraktikum*. Dissertation. RWTH Aachen.

<sup>1</sup> Das Projekt „TU4Teachers II“ wird im Rahmen der gemeinsamen „Qualitätsoffensive Lehrerbildung“ von Bund und Ländern aus Mitteln des Bundesministeriums für Bildung und Forschung unter den Förderkennzeichen 01JA1909 gefördert. Die Verantwortung für den Inhalt dieser Veröffentlichung liegt bei den Autorinnen.