

## **Steigerung experimenteller Kompetenzen durch Selbst- und Peerfeedback**

### **Einleitung**

Im Fachunterricht Chemie sollen die Schülerinnen und Schüler nicht nur dazu befähigt werden, an gesellschaftlichen Diskussionen über aktuelle Entwicklungen teilzunehmen. Auch die Entwicklung experimenteller Kompetenzen steht nach nationalen und internationalen Bildungsstandards im Fokus des Unterrichts (KMK, 2020; NRC, 2012, 2013). Von großer Relevanz in Bezug auf die aktuelle Thematik des Klimawandels ist die Speicherung und Nutzung erneuerbarer Energiequellen. Speichersysteme wie Redox-Flow- und Lithium-Ionen-Batterien bieten hierbei einen Einblick in aktuelle Speichersysteme (Bieker & Winter, 2016; Meisenzahl et al., 2014; Welter, 2019). Die Übertragung und der Einbezug aktueller Erkenntnisse aus der Forschung in den Unterricht sind Aufgaben einer Lehrkraft. Eine Möglichkeit der Informationsbeschaffung ist der Besuch von Lehrkräftefortbildungen (Daus et al., 2004). Lehrkräfte stellen dabei eine wichtige Determinante für die erfolgreiche Inszenierung gelingenden Unterrichts dar (Helmke, 2009). Im Rahmen der Studie wurde eine eineinhalbtägige Lehrkräftefortbildung zur Förderung experimenteller Kompetenzen zu elektrochemischen Versuchen mit den Schwerpunkten auf Lithium-Ionen- und Redox-Flow-Batterien entwickelt. Den Erkenntnissen der Vorgängerstudie von Telser (2019) folgend wird als Mittel zur Förderung der experimentellen Kompetenzen kriteriengeleitetes Feedback zu zwei Zeitpunkten im Selbst- bzw. Peerfeedbackformat eingesetzt. Im Folgenden wird ein erster Einblick in die Durchführung der Pilotierungsstudie mit Studierenden gegeben.

### **Theoretischer Hintergrund**

#### *Experimentelle Kompetenzen*

Eine Übersicht über verschiedene Phasierungsansätze von experimentellen Prozessen findet sich bei Emden, et al. (2016) in Erweiterung an Emden und Sumfleth (2012). Auch wenn diese Schritte eine starke Vereinfachung des experimentellen Prozesses sind und nicht vollständig der wissenschaftlichen Realität entsprechen (William S. Harwood, 2004), helfen diese vereinfachten Darstellungen der Vermittlung des Experimentierprozesses in der Schule (Nerdel, 2017). Entsprechend der Phasierung des Experimentierprozesses lassen sich verschiedene Aufgaben definieren, die in den einzelnen Phasen von Schüler:innen durchgeführt werden. Hierbei ergeben sich neben den kognitiv-manuellen Aufgaben, die hauptsächlich in der Durchführungsphase zu verorten sind, auch rein kognitive Handlungen, welche die Planung und Auswertung umfassen. Experimentelle Kompetenzen umfassen somit sowohl manuelle als auch kognitive Fähigkeiten und Fertigkeiten, die entsprechend der Phasierung des experimentellen Arbeitens genutzt werden bzw. bei Personen vorhanden sind oder gefördert werden sollen. Dazu zählen u. a. auch fachsprachliche Aspekte, die beispielsweise in der Formulierung von Hypothesen oder der Kommunikation von Erklärungen notwendig sind, und Variablenkontrollstrategien (Arndt, 2016; Eickhorst et al., 2015; Gut-Glanzmann & Mayer, 2018; Telser, 2019).

### *Feedback*

Einen großen Einfluss auf die Leistungen von Lernenden hat Feedback (Hattie, 1992). Auch für experimentelle Fähigkeiten zeigt sich, dass Feedback im formativen Assessment förderlich sein kann (Scheuermann & Ropohl, 2016). Feedback umfasst allgemein das Ziel, die Abweichung der aktuellen Leistung, des Wissens oder Handelns von einem angestrebten Ziel zu minimieren und kann auf verschiedenen Ebenen und zu verschiedenen Zeitpunkten erfolgen (Hattie & Timperley, 2007). Dabei kann Feedback sowohl einfache als auch elaboriertere Formen umfassen (Narciss, 2006). Lernende erhalten Feedback nicht zwangsläufig nur von der Lehrperson. Auch Bücher, Peers oder die Lernenden selbst können durch Selbstbeobachtung oder -protokollierung als Quelle von Feedback angesehen werden (Fengler, 2017; Hattie, 2015).

### **Ziele**

Im Rahmen der Studie soll zum einen geklärt werden, ob sich das fachliche Wissen von Chemielehrkräften über aktuelle Theorien zu Lithium-Ionen- und Redox-Flow-Systeme im Rahmen einer eineinhalbtägigen Fortbildung fördern lässt. Zum anderen soll u. a. geklärt werden, ob sich die experimentellen Kompetenzen von Chemielehrkräften in Bezug auf die in der Fortbildung durchgeführten Experimente zur Elektrochemie im Rahmen der Fortbildung ändern. Außerdem soll der Einfluss von Peer- bzw. Selbstfeedback auf die experimentellen Kompetenzen in den oben aufgeführten Bereichen betrachtet werden.

### **Fortbildungsdesign**

Die eineinhalbtägige Fortbildung umfasst neben fachlichen Inhalten zu Lithium-Ionen- und Redox-Flow-Batterien auch praktische Inhalte zu den genannten Themen. Die Ermittlung des fachlichen Wissens zu Lithium-Ionen- und Redox-Flow-Batterien erfolgt im Prä-Post-Design anhand eines Fachwissenstests. Zur Unterstützung der theoretischen Inhalte werden vor den jeweiligen Theoriephasen die Inhalte an einer Concept-Map besprochen. An vier Messzeitpunkten, jeweils zu Beginn und Ende der 1,5 Fortbildungstage, werden anhand klassischer Experimente der Elektrochemie die experimentellen Kompetenzen der Chemielehrkräfte durch Videographie der Arbeitsbereiche bei der Planung, Durchführung und Auswertung erhoben. Zusätzlich werden die Lehrkräfte bei der Durchführung eines Experiments zu Lithium-Ionen-Akkumulatoren videographiert. Die Videos des ersten Experiments sowie das Video zum Experiment zu Lithium-Ionen-Akkumulatoren erhalten die Lehrkräfte zusammen mit Feedback-Karten. Die Feedbackkarten dienen als Hilfestellung zur Auswertung der eigenen/ fremden Aufnahmen der Experimentiersituationen. Die zweimalige Anwendung der Feedbackkarten soll zu einer Festigung der Kriterien beitragen. Die Items der Feedbackkarten wurden anhand von Literaturlauswertungen sowie der Auswertung der Studie von Telsler (2019) erstellt. Probleme, die bei größeren Personenzahlen auftraten, wurden als besonders relevant angesehen und entsprechende Items formuliert. Die Items wurden gruppiert nach Fragestellung und Hypothesenbildung, Planung und Vorbereitung, Aufbau, Sicherheit und Fehlerquellen, Elektrochemie spezifisch, Dokumentation, Auswertung und Fachsprache und entsprechen somit der Anlehnung an eine mögliche Phasierung des Experimentierprozesses. Jede Karte umfasst dabei 3 bis 6 Items. Diese werden von den Teilnehmer:innen anhand einer 5-stufigen Likert-Skala bewertet.

## Ergebnisse

Anhand zweier Seminare mit Studierenden wurde das Fortbildungskonzept im Rahmen einer Pilotierungsstudie überprüft. In den Fachwissenstests zu Lithium-Ionen- bzw. Redox-Flow-Batterien zeigte sich eine Zunahme der Mittelwerte von 1.88 auf 3.88 bei Fragen zu Lithium-Ionen-Batterien ( $SD_{Prä} = 1.88$ ,  $SD_{Post} = 1.88$ , Item-Anzahl = 6) und von 0.63 auf 3.25 bei Fragen zu Redox-Flow-Batterien ( $SD_{Prä} = 0.51$ ,  $SD_{Post} = 1.83$ , Item-Anzahl = 5). Eine Auswertung der Feedbackkarten erfolgt zunächst in den Bereichen Fragestellung und Hypothesenbildung, Aufbau und Fachsprache. Abbildung 1 zeigt die grafische Auftragung der Ergebnisse der Auswertung der Likert-Skalen anhand der Videos zum Messzeitpunkt 1.

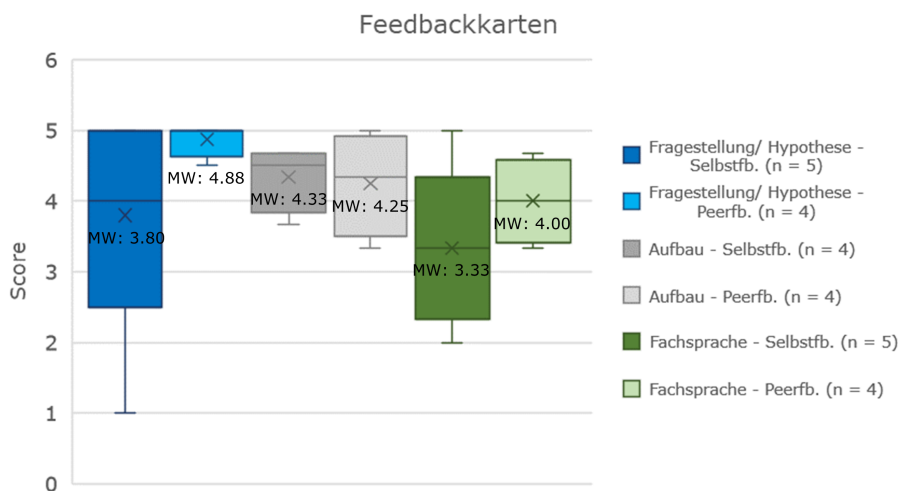


Abb. 1: Grafische Auftragung der Auswertung der Feedbackkarten Fragestellung und Hypothesenbildung, Aufbau und Fachsprache zum Messzeitpunkt 1.

## Zusammenfassung und Ausblick

Der Fachwissenstest zeigt einen Lernzuwachs in beiden Themenschwerpunkten. Betrachtet man die Auswertung der Feedbackkarten, so findet sich im Bereich der Selbstfeedbacksituation sowohl bei Fragestellung und Hypothesenbildung als auch bei Fachsprache eine breite Streuung der Daten, bei der auch der Mittelwert unterhalb der Mittelwerte der Peerfeedbacksituation liegt. In umgekehrter Form gilt dies für die Situation des Aufbaus. Aufgrund der geringen Stichprobengröße lässt sich hierbei keine verallgemeinerbare Aussage treffen. Nähere Untersuchungen mit einer größeren Stichprobe sollen nun mit Lehrkräften erfolgen. Außerdem sollen die Auswertungen der Videographien mit der Auswertung der Selbst- bzw. Peerfeedbackkarten verglichen werden. Hieraus kann ermittelt werden, inwiefern die Einschätzungen der Lehrkräfte untereinander mit der Ermittlung ihrer experimentellen Kompetenzen in Zusammenhang gebracht werden können.

## Literatur

- Arndt, K. (2016). *Experimentierkompetenz erfassen: Analyse von Prozessen und Mustern am Beispiel von Lehramtsstudierenden der Chemie. Studien zum Physik- und Chemielernen: Bd. 202*. Logos Verlag Berlin.
- Bieker, P. & Winter, M. (2016). Lithium-Ionen-Technologie und was danach kommen könnte. *Chemie in unserer Zeit*, 50(3), 172–186. <https://doi.org/10.1002/ciuz.201600745>
- Daus, J., Pietzner, V., Höner, K., Scheuer, R., Melle, I., Neu, C., Schmidt, S. & Bader, H. J. (2004). Untersuchung des Fortbildungsverhaltens und der Fortbildungswünsche von Chemielehrerinnen und Chemielehrern. *CHEMKON*, 11(2), 79–85. <https://doi.org/10.1002/ckon.200410007>
- Eickhorst, B., Dickmann, M., Schecker, H., Theyßen, H. & Neumann, K. (2015). Messung experimenteller Kompetenz im Large-Scale: Bewertung experimenteller Aufgaben. In S. Bernholt (Hrsg.), *Heterogenität und Diversität - Vielfalt der Voraussetzungen im naturwissenschaftlichen Unterricht* (S. 169–171). IPN.
- Emden, M., Koenen, J. & Sumfleth, E. (2016). Fördern im Kompetenzbereiche Erkenntnisgewinnung - Experimentieren im Inquiry-Ansatz. In J. Koenen, M. Emden & E. Sumfleth (Hrsg.), *Ganz In - Materialien für die Praxis. Chemieunterricht im Zeichen der Erkenntnisgewinnung*. Waxmann.
- Emden, M. & Sumfleth, E. (2012). Prozessorientierte Leistungsbewertung: Zur Eignung einer Protokollmethode für die Bewertung von Experimentierprozessen. *MNU*, 65(2), 68–75.
- Fengler, J. (2017). *Feedback geben: Strategien und Übungen* (5. Aufl.). Beltz.
- Gut-Glanzmann, C. & Mayer, J. (2018). Experimentelle Kompetenz. In D. Krüger, I. Parchmann & H. Schecker (Hrsg.), *Theorien in der naturwissenschaftsdidaktischen Forschung* (S. 121–140). Springer.
- Hattie, J. (1992). Measuring the Effects of Schooling. *Australian Journal of Education*, 36(1), 5–13.
- Hattie, J. (2015). *Lernen sichtbar machen* (W. Beywl & K. Zierer, Hg.) (3. Aufl.). Schneider Verlag Hohengehren.
- Hattie, J. & Timperley, H. (2007). The Power of Feedback. *Review of Educational Research*, 77(1), 81–112. <https://doi.org/10.3102/003465430298487>
- Helmke, A. (2009). *Unterrichtsqualität und Lehrerprofessionalität: Diagnose, Evaluation und Verbesserung des Unterrichts*. Klett Kallmeyer.
- KMK. (2020). *Bildungsstandards im Fach Chemie für die Allgemeine Hochschulreife: Beschluss der Kultusministerkonferenz vom 18.06.2020*. Carl Link.
- Meisenzahl, S., Sittig, P.-P. & Höck, M. (2014). Zukunftstechnologie Lithium-Batterien - Technologie-Roadmap für Lithium-Gerätebatterien. *Chemie Ingenieur Technik*, 86(8), 1180–1186. <https://doi.org/10.1002/cite.201300035>
- Narciss, S. (2006). *Informatives tutorielles Feedback: Entwicklungs- und Evaluationsprinzipien auf der Basis instruktionspsychologischer Erkenntnisse. Pädagogische Psychologie und Entwicklungspsychologie: Bd. 56*. Waxmann.
- Nerdel, C. (2017). *Grundlagen der Naturwissenschaftsdidaktik*. Springer Berlin Heidelberg. <https://doi.org/10.1007/978-3-662-53158-7>
- NRC. (2012). *A Framework for K-12 Science Education: Practices, Crosscutting Concepts, and Core Ideas*. The National Academies Press.
- NRC. (2013). *Next Generation Science Standards: For States, By States*. The National Academies Press. <https://doi.org/10.17226/18290>
- Scheuermann, H. & Ropohl, M. (2016). Do different types of feedback in formative assessment enhance inquiry skills differently? In J. Lavonen, K. Juuti, J. Lampiselkä, A. Uitto & K. Hahl (Hrsg.), *Electronic Proceedings of the ESERA 2015 Conference: Science education research: Engaging learners for a sustainable future, Part 11 (Co-Hrsg. Dolin, J. & Kind, P.)* (S. 1560–1566). Helsinki, Finland: University of Helsinki.
- Telser, V. (2019). *Erfassung und Förderung experimenteller Kompetenz von Lehrkräften im Fach Chemie. Studien zum Physik- und Chemielernen: Bd. 282*. Logos Verlag.
- Welter, K. (2019). Die Lithium-Ionen-Batterie: Eine Erfindung voller Energie. *Chemie in unserer Zeit*, 53(6), 362–364. <https://doi.org/10.1002/ciuz.201980071>
- William S. Harwood (2004). A New Model for Inquiry: Is the Scientific Method Dead? *Journal of College Science Teaching*, 33(7), 29–33. <https://www.jstor.org/stable/26491315>