

Ralf Auer¹
Arno Pfitzner¹
Oliver Tepner¹

¹Universität Regensburg

Entwicklung einer Fortbildung zu Lithium-Ionen-/ Redox-Flow-Systemen

Durch die sukzessive Einführung des neuen LehrplanPLUS in Bayern ergeben sich neue Schwerpunkte und Ansätze, die in Lehrkräfte-Fortbildungen thematisiert werden. So lässt sich der fachliche Hintergrund der Fortbildung in Bereiche der Elektrochemie einordnen, die beispielsweise in der neunten Jahrgangsstufe der Realschulen sowie der Gymnasien gefordert werden (Staatsinstitut für Schulqualität und Bildungsforschung München, 2021b, 2021c). Neben der Vermittlung kognitiver Fähigkeiten und Fertigkeiten steht aber auch die Vermittlung des naturwissenschaftlichen Handelns im Vordergrund. So sollen die Schüler:innen im Verlauf ihrer Schullaufbahn verschiedene Gesichtspunkte der experimentellen Kompetenz kumulativ und ihrem Alter entsprechend erlernen (KMK, 2020; Staatsinstitut für Schulqualität und Bildungsforschung München, 2021a). Diese Grundgedanken kommen auch in den amerikanischen Bildungsstandards zum Tragen (National Research Council, 1996, 2012), die Überschneidungen mit den deutschen Bildungsstandards im Bereich der Erkenntnisgewinnung aufweisen (KMK, 2005).

Theoretischer Hintergrund

Lehrkräfte-Fortbildungen

In der eineinhalbtägigen Lehrkräfte-Fortbildung geht es um die fachlichen Themen der Lithium-Ionen- und Redox-Flow-Systeme. Unter anderem wird die Wahl der Themen damit einem gewissen Alltagsbezug gerecht, da Akkumulatoren in mobilen Geräten (z.B. Smartphones, etc.) unmittelbar erfahrbar sind und das Thema Energiespeicherung aktuell in vielen Medien präsent ist. Neben fachlichen Inhalten sollen u.a. fachdidaktische Themen, wie die Förderung der experimentellen Kompetenz bei Schülerinnen und Schülern, diskutiert werden. Die Lehrkräfte werden dazu angehalten die vorgestellten Experimente durchzuführen und die verwendeten Materialien selbst anzuwenden. Neben der Möglichkeit der Teilnahme in Fortbildungszentren besteht für Lehrkräfte die Option, schulinterne Fortbildungen abzuhalten (Daus et al., 2004; Ropohl et al., 2016).

Reflexion

Unter Reflexion lässt sich ein gezieltes Nachdenken über Handlungen verstehen. Diese Handlungen werden anhand von Kriterien entweder im Einzelnen oder im Dialog mit Anderen systematisch geklärt (Wyss, 2013). Aufbauend auf diesem Gedanken wird ein Kriterienkatalog erstellt, mit dem die Reflexion der Lehrkräfte über einzelne Aspekte der Experimente und die dabei aufgetretenen Schwierigkeiten angeleitet werden soll. Ziel ist es, unter Verwendung von Selbst- und Fremdrelexion als Fördermaßnahme, die Auswirkungen auf die experimentelle Kompetenz zu erfassen.

Experimentelle Kompetenz

Eine zentrale Rolle im naturwissenschaftlichen Unterricht spielt das Experiment. Schülerinnen und Schüler sollen Fähigkeiten und Fertigkeiten erlernen, die für die Auseinandersetzung mit experimentellen Aufgaben wichtig sind (KMK, 2020; Tesch & Duit, 2004). Demzufolge ist auch die Vermittlung der experimentellen Kompetenz Aufgabe der Lehrkräfte im Unterricht (Gut-Glanzmann & Mayer, 2018). Experimentelle Kompetenz

umfasst alle Fähigkeiten und Fertigkeiten, die notwendig sind, um ein Experiment planen, durchführen und im Anschluss daran die gesammelten Daten auswerten und interpretieren zu können (Schreiber et al., 2016). In zahlreichen Modellierungen wird eine Einteilung des experimentellen Prozesses in drei Phasen vorgenommen. Eine Übersicht über diese bieten Emden und Sumfleth (2012) und, in Erweiterung daran, Emden et al. (2016). Der Experimentierprozess verhält sich dabei nicht linear, sondern kann als zyklischer Prozess aufgefasst werden (Klahr, 2000; Schreiber et al., 2016; Walpuski, 2006). Aufbauend auf dieser Phasierung des Experimentierprozesses können weitere Teilkompetenzen, die in den einzelnen Phasen auftreten, unterschieden werden (Hammann, 2004; Klahr & Dunbar, 1988; Maiseyenko et al., 2011; Meier & Mayer, 2014; Schreiber et al., 2009). Trotz der unterschiedlichen Entwicklungsansätze der Autoren:innen lassen sich Gemeinsamkeiten herausarbeiten, wie beispielsweise die Generierung von Hypothesen, die Planung und der Aufbau von Versuchen sowie die nachfolgende Verarbeitung von Messdaten. Diese Überlegungen sollen als Grundlage dieser Studie dienen und knüpfen an Telser (2019) an.

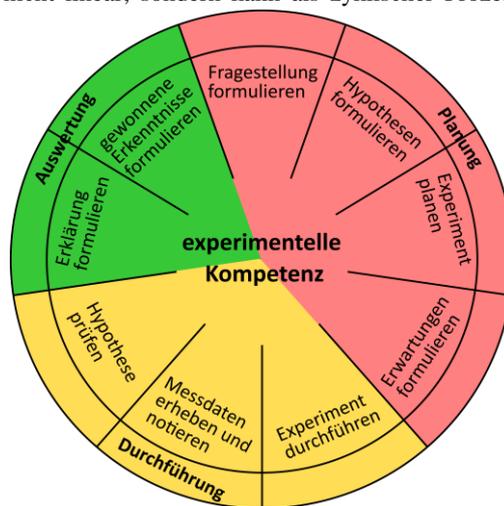


Abb. 1: Teilaspekte der experimentellen Kompetenz (verändert nach Telser (2019))

Fortbildungsdesign

Schwerpunkte des Projektes sind die Förderung der experimentellen Kompetenz von Lehrkräften sowie des damit verbundenen Fachwissens zu Themen von Lithium-Ionen- und Redox-Systemen. Neben diesen beiden Aspekten soll die Reflexion von zuvor erhobenem Videomaterial als Fördermaßnahme der experimentellen Kompetenz dienen.

Zur Beantwortung der Frage, ob das Fachwissen der Lehrkräfte im Rahmen einer eineinhalbtägigen Fortbildung zu Theorien und Experimenten aus den Bereichen der Lithium-Ionen- und Redox-Flow-Systeme gefördert werden kann, kommen Messinstrumente zur Erhebung des Fachwissens in einem Prä-Post-Follow-Up-Design zum Einsatz. Diese umfassen Items aus beiden fachlichen Schwerpunkten der Fortbildung und werden am Anfang und am Ende der Fortbildung sowie sechs Monate nach Ende der Fortbildung erhoben. Die Testitems werden zu den jeweiligen Zeitpunkten in einer variierenden Reihenfolge abgefragt. Die Förderung des Fachwissens zu beiden Teilbereichen wird in zwei separaten Einheiten im Laufe der Fortbildung behandelt und dient auch als Grundlage für die daran anschließenden Experimente.

Die Messung der experimentellen Kompetenz erfolgt durch Videographie der Lehrkräfte bei der Durchführung von Realexperimenten. Dabei sollen die Lehrkräfte in Partnerarbeit ausgewählte Versuche zur Elektrochemie behandeln. Da hierbei das notwendige Fachwissen keinen Einfluss nehmen soll, werden schulrelevante Experimente ausgewählt, deren fachlicher Hintergrund den Lehrkräften bereits bekannt sein müsste. Die Erhebung der experimentellen Kompetenz erfolgt an vier Messzeitpunkten, die jeweils am Anfang und am Ende der Fortbildungstage zu verorten sind. Die Videos durchlaufen im Anschluss an die Fortbildungsmaßnahme eine doppelte Kodierung durch zwei Kodierer:innen, wobei die Videos turnbasiert kodiert und die experimentellen Probleme der Lehrkräfte sowie die Dauer

der einzelnen Versuchsphasen erhoben werden. Eine abnehmende Dauer der Phasen sowie die Reduzierung der Fehler beim Experimentierprozess werden als gelungene Intervention interpretiert (Telser, 2019). Die Förderung der experimentellen Kompetenz erfolgt an zwei Fortbildungsabschnitten. Zum einen wird das gewonnene Videomaterial durch die Lehrkräfte reflektiert, zum anderen wenden die Lehrkräfte die Fördermaßnahmen der experimentellen Kompetenz bei Schülerinnen und Schülern selbst an.

Um einen Vergleich zwischen Fremd- und Selbstreflexion und die Auswirkungen auf die experimentelle Kompetenz der Lehrkräfte zu schaffen, werden die am Ende des zweiten Kurstages erhobenen Videodaten herangezogen. Ein Teil der Fortbildungsteilnehmer:innen wird darum gebeten, ihre Videomaterialien bis zum zweiten Fortbildungstag zu sichten. Dafür erhalten die Lehrkräfte die eigenen Videodaten sowie einen Kriterienkatalog, anhand dessen die Videos reflektiert werden. In der zweiten Gruppe wird das Videomaterial von speziell geschulten Kodierern:innen mithilfe eines Kriterienkatalogs ausgewertet. Im Anschluss daran wird den Lehrkräften eine individuelle Rückmeldung gegeben. Zur Messung der Auswirkung dieses Vorgehens werden zu Beginn des zweiten Kurstages die Lehrkräfte erneut videographiert und die Fehler und Zeiten im Vergleich zum Prätest analysiert.

Ausblick

Im Frühjahr 2022 soll die Präpilotierung des Projektes beginnen. Dabei werden die Fortbildungsinhalte sowie die entwickelten Testinstrumente und Materialien an einem Kurs mit 14 Studierenden überprüft. Die daraus gewonnenen Erkenntnisse werden anschließend zur Überarbeitung genutzt. Die darauffolgende Pilotierung wird Mitte des kommenden Jahres stattfinden. Hierzu wird Lehrkräften des Gymnasiums und der Realschule ein Fortbildungsangebot gestellt. Aus den Daten der Präpilotierung sowie der Pilotierung werden Anregungen zur Überarbeitung gezogen, sodass Ende des kommenden Jahres die Hauptstudie beginnen kann.

Aufbauend auf dem in der Fortbildung vermittelten Fachwissen sollen die Auswirkungen der Fortbildungsmaßnahme auf das Fachwissen der Schülerinnen und Schüler untersucht werden. Dazu wird ein Wissenstest generiert, der in verschiedenen Klassen nach der Durchführung einer Lernsequenz zu Lithium-Ionen- und Redox-Flow-Systemen erhoben wird. Den Lehrkräften werden die Materialien und die Experimentierkästen zur Durchführung der Unterrichtssequenz zur Verfügung gestellt.

Literatur

- 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>
- Emden, M., Koenen, J. & Sumfleth, E. (2016). Fördern im Kompetenzbereich Erkenntnisgewinnung: Experimentieren im Inquiry-Ansatz. In J. Koenen, M. Emden & E. Sumfleth (Hrsg.), *Ganz In - Materialien für die Praxis. Chemieunterricht im Zeichen der Erkenntnisgewinnung* (S. 9–18). Waxmann.
- Emden, M. & Sumfleth, E. (2012). Prozessorientierte Leistungsbewertung: Zur Eignung einer Protokollmethode für die Bewertung von Experimentierprozessen. *Der mathematische und naturwissenschaftliche Unterricht*, 65(2), 68–75.
- 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 Berlin Heidelberg.
- Hammann, M. (2004). Kompetenzentwicklungsmodelle: Merkmale und ihre Bedeutung - dargestellt anhand von Kompetenzen beim Experimentieren. *Der mathematische und naturwissenschaftliche Unterricht*, 57(4), 196–203.
- Klahr, D. (2000). *Exploring science: The cognition and development of discovery processes*. MIT Press.
- Klahr, D. & Dunbar, K. (1988). Dual Space Search During Scientific Reasoning. *Cognitive Science*, 12(1), 1–48. https://doi.org/10.1207/s15516709cog1201_1
- KMK. (2005). Beschlüsse der Kultusministerkonferenz: Bildungsstandards im Fach Chemie für den Mittleren Schulabschluss - Beschluss vom 16.12.2004. Luchterhand.
- KMK. (2020). Bildungsstandards im Fach Chemie für die Allgemeine Hochschulreife: Beschluss der Kultusministerkonferenz vom 18.06.2020. Carl Link.
- Maiseyenko, V., Nawrath, D. & Schecker, H. (2011). Modellbasierte Diagnose und Förderung experimenteller Kompetenz. In D. Höttercke (Hrsg.), *Naturwissenschaftliche Bildung als Beitrag zur Gestaltung partizipativer Demokratie: Gesellschaft für Didaktik der Chemie und Physik, Jahrestagung in Potsdam 2010* (Bd. 31, S. 507–509). LIT-Verl.
- Meier, M. & Mayer, J. (2014). Selbständiges Experimentieren: Entwicklung und Einsatz eines anwendungsbezogenen Aufgabendesigns. *Der mathematische und naturwissenschaftliche Unterricht*, 67(1), 4–10.
- National Research Council. (1996). *National Science Education Standards*. National Academies Press. <https://doi.org/10.17226/4962>
- National Research Council. (2012). *Framework for K-12 Science Education: Practices, Crosscutting Concepts, and Core Ideas*. National Academy Press. <https://doi.org/10.17226/13165>
- Ropohl, M., Schönau, K. & Parchmann, I. (2016). Welche Wünsche und Erwartungen haben Lehrkräfte an aktuelle Forschung als Gegenstand von Fortbildungsveranstaltungen? *CHEMKON*, 23(1), 25–33. <https://doi.org/10.1002/ckon.201610256>
- Schreiber, N., Theyßen, H. & Schecker, H. (2009). Experimentelle Kompetenz messen?! *PhyDid A - Physik und Didaktik in Schule und Hochschule*, 3(8), 92–101.
- Schreiber, N., Theyßen, H. & Schecker, H. (2016). Process-Oriented and Product-Oriented Assessment of Experimental Skills in Physics: A Comparison. In N. Papadouris, A. Hadjigeorgiou & C. P. Constantinou (Hrsg.), *Insights from Research in Science Teaching and Learning* (S. 29–43). Springer International Publishing.
- Staatsinstitut für Schulqualität und Bildungsforschung München. (2021a, 15. Juni). *LehrplanPLUS - Gymnasium - 11 - Chemie - Fachlehrpläne*. <https://www.lehrplanplus.bayern.de/fachlehrplan/gymnasium/11/chemie>
- Staatsinstitut für Schulqualität und Bildungsforschung München. (2021b, 15. Juni). *LehrplanPLUS - Gymnasium - 9 - Chemie - Fachlehrpläne*. <https://www.lehrplanplus.bayern.de/fachlehrplan/gymnasium/9/chemie/ch-ntg>
- Staatsinstitut für Schulqualität und Bildungsforschung München. (2021c, 15. Juni). *LehrplanPLUS - Realschule - 9 - Chemie - Fachlehrpläne*. <https://www.lehrplanplus.bayern.de/fachlehrplan/realschule/9/chemie/wpfg1>
- Telser, V. (2019). *Erfassung und Förderung experimenteller Kompetenz von Lehrkräften im Fach Chemie: Studien zum Physik- und Chemielernen: Band 282*. Logos Verlag.
- Tesch, M. & Duit, R. (2004). Experimentieren im Physikunterricht – Ergebnisse einer Videostudie. *Zeitschrift für Didaktik der Naturwissenschaften*, 10, 51–69.
- Walpuski, M. (2006). Optimierung von experimenteller Kleingruppenarbeit durch Strukturierungshilfen und Feedback. *Studien zum Physik- und Chemielernen: Bd. 49*. Logos Verlag.
- Wyss, C. (2013). *Unterricht und Reflexion: Eine mehrperspektivische Untersuchung der Unterrichts- und Reflexionskompetenz von Lehrkräften*. Empirische Erziehungswissenschaft: Bd. 44. Waxmann.