

Nicolas Wunn¹
Daniela Becker¹
Gabriele Hornung¹
Johann-Nikolaus Seibert¹

¹RPTU Kaiserslautern-Landau

Pool-scAN: schülerorientierte chemische Analysen zum Nachweis von Wasserinhaltsstoffen im Kontext „die Chemie des Pools“

Selbstreguliertes und forschendes Lernen sind bereits intensiv untersuchte Konstrukte in der (chemie)didaktischen Forschung (Heck & Heudörfer, 2018; Brebeck, 2014; Ziegler, 2020; Seibert, 2021; Zimmermann, 2000). Häufig werden beide Aspekte separat und nicht zusammenhängend untersucht und damit das Zusammenspiel Beider nicht gewinnbringend zur Förderung von Schüler:innen sowie Studierenden eingesetzt. Auch im Kontext der Bildung nachhaltiger Entwicklung (BNE) können das forschende sowie das selbstregulierte Lernen zentrale Schlüsselkompetenzen für ein nachhaltiges Lernen im Fach Chemie liefern (Liska et al., 2023). In dieser Arbeit wird daher ein offenes experimentell-forschendes Lernsetting für Schüler:innen und Lehramtsstudierende zur Förderung des selbstregulierten und forschenden Lernens zur "Chemie des Pools" entwickelt.

Synergie zwischen forschendem und selbstreguliertem Lernen

Forschendes und selbstreguliertes Lernen sind einander sehr ähnliche Konstrukte, welche auf einer hohen Schüler:innenaktivität basieren und auf ein schülerorientiertes und selbstgeleitetes Lernen abzielen. In der Literatur werden bereits Zusammenhänge beider Konstrukte angerissen, jedoch wenig bis gar nicht ausgeführt (Preiß & Lübcke, 2020).

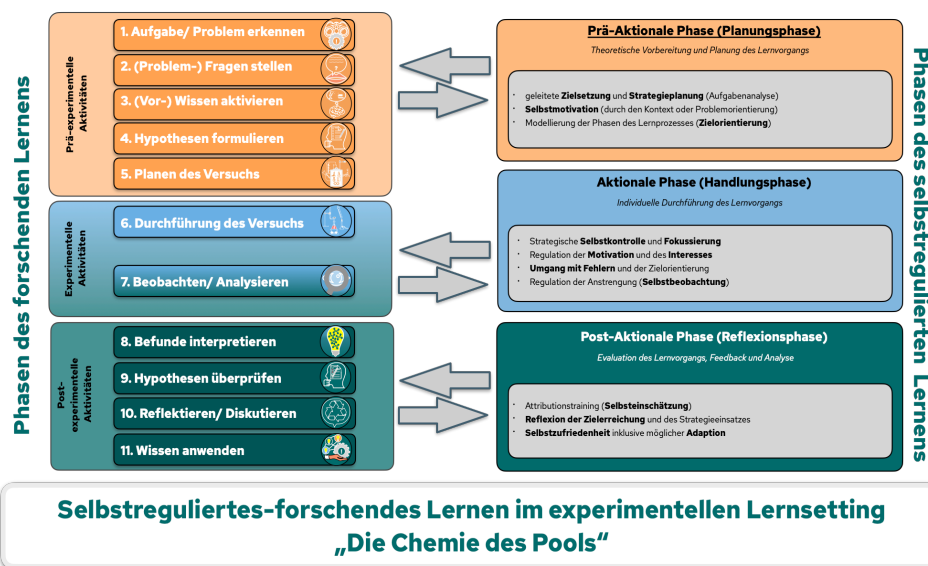


Abb. 1 Synergie zwischen forschendem und selbstreguliertem Lernen

Die in der Literatur aufgeführten Zusammenhänge verweisen darauf, dass die Selbstregulation und Kompetenzen des selbstregulierten Lernens eine Voraussetzung beziehungsweise Teilmenge von forschendem Lernen sind (Böttcher-Oschmann, Ophoff & Thiel, 2019; Preiß & Lübcke, 2020). Bei Vergleich der Phasenmodelle von forschendem Lernen (Ziegler, 2022) mit denen selbstregulierten Lernens (Schmitz & Schmidt, 2007; Boekaerts, 1999; Landmann & Schmitz, 2007) lassen sich die Zusammenhänge der Konstrukte verdeutlichen. Zur Visualisierung der Synergie zwischen forschendem und selbstreguliertem Lernen ist in Abbildung 1 das entwickelte Phasenmodell des forschenden Lernens den Phasen des selbstregulierten Lernens (Landmann & Schmitz, 2007) gegenübergestellt. Die implizite und explizite Förderung des selbstregulierten Lernens im Chemieunterricht kann gezielt dazu eingesetzt werden, um Schüler:innen beim forschenden Lernen zu unterstützen (Seibert et al., 2020; Seibert et al., 2021). Um die beste Passung sowie die Vorteile beider Konstrukte optimal in einem Lernsetting integrieren zu können, muss ein integratives Prozessmodell zum selbstregulierten forschenden Lernen konstruiert und damit auf die Bedarfe des Fachs Chemie angepasst werden.

Forschungszyklus im Experimentalsetting „Die Chemie des Pools“

Der Forschungszyklus (vgl. Abb. 2) basiert auf dem entwickelten Phasenmodell, der Methodenhilfe zur Förderung des forschenden Lernens von Eichinger und Kollegen (Eichinger et al., 2023) sowie dem Konstrukt des RMRK-W-Modells (Böttcher-Oschmann & Thiel, 2014) respektive der Forschungskompetenz, welche als Indikator für erfolgreiches forschendes Lernen herangezogen werden kann (Böttcher-Oschmann & Thiel, 2018; Thiem & Gess, 2020).

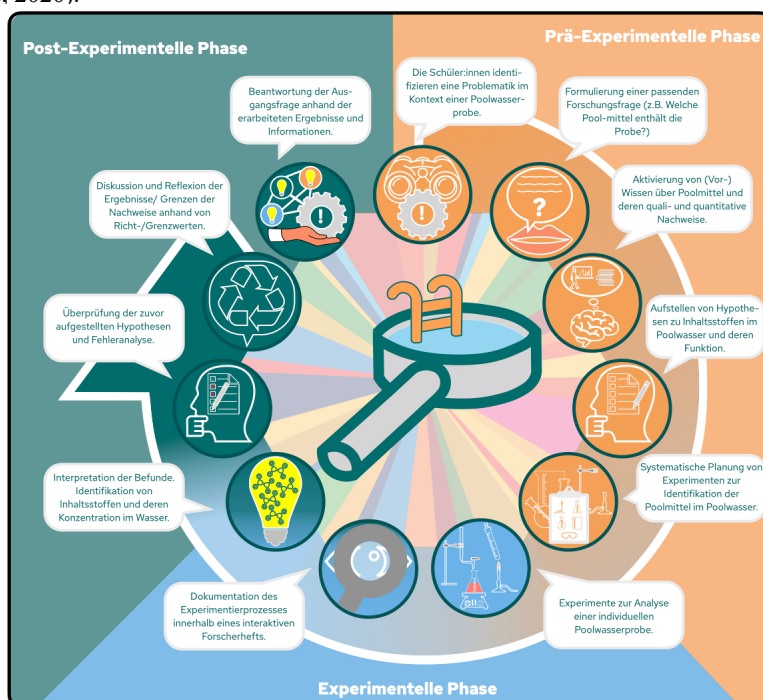


Abb. 2 Forschungszyklus zum Experimentalsetting „Die Chemie des Pools“

„Die Chemie des Pools“ - Ein authentisches forschendes Setting zum selbstregulierten Lernen

Konvenierend zu dem aufgeführten Forschungszyklus wird ein Schülerlabor zum Thema „Die Chemie des Pools“ entwickelt. Inhaltlicher Fokus ist dabei die Behandlung von Poolwasser mit Poolzusatzstoffen unterschiedlichster Anwendungsbereiche, wodurch einerseits die Authentizität des Lernsettings gewährleistet wird und andererseits die Möglichkeit der Öffnung des Lernsettings für die Adressierung aller *level of inquiry* (Banchi & Bell, 2008) besteht. Beides ist für eine erfolgreiche Förderung von forschendem Lernen notwendig (Tillmann, 2015). Experimenteller Schwerpunkt des Settings ist die nasschemische Analyse von Poolwasser zur Identifikation sowie der quantitativen Bestimmung der Gehalte funktioneller Inhaltsstoffe der in Abbildung 3 aufgeführten Poolmittel. Diese umfassen die Anwendungsbereiche der Desinfektion, der pH-Regulierung, der Algenverhütung sowie der Enttrübung des Poolwassers. Eingesetzte Analysemethoden sind die Gravimetrie, die Präzipitation, die Photometrie, die Colorimetrie, die Titration sowie die Chromatographie (vgl. Abb. 3). Aufgrund der fachlichen als auch methodischen Komplexität der Analysen wurden die Analyseverfahren didaktisch für Schüler:innen elementarisiert. Das entwickelte Lernsetting eignet sich deshalb für einen potenziellen schulischen Einsatz im verpflichtenden Themenfeld der Analytik und speziell das der nasschemischen Analyse im Rheinland-Pfälzischen Lehrplan für die Sekundarstufe II (Ministerium für Bildung Rheinland-Pfalz, 2022). Ebenso eignet sich die Thematik mit abgestuftem Elementarisierungsgrad für den Einsatz als praxis- und realitätsnahes Analytikpraktikum für Studierende des Fachs Chemie.

Poolmittel	Inhaltsstoff	Qualitative Analyse	Quantitative Analyse
Schockchlorer	Natriumdichlorisocyanurat	in Anlehnung an DIN EN ISO 7393-2 + Universität Bochum, 2015	modifiziert nach DIN EN ISO 7393-2
Langzeitchlorer	Trichlorisocyanursäure	in Anlehnung an DIN EN ISO 7393-2 + Universität Bochum, 2015	modifiziert nach DIN EN ISO 7393-2
Flockungsmittel	Dialuminiumchloridpenta-hydroxid	basierend auf Wiechoczek, 2014	modifiziert nach CNI03994980A
pH-Heber	Natriumcarbonat	modifiziert nach Thilmany, 2016	modifiziert nach DIN 38409-7
pH-Senker	Natriumhydrogensulfat	in Anlehnung KS M ISO 2480	modifiziert nach KS M ISO 2480
Bio pH-Senker	Citronensäure	basierend auf Harsch & Heimann, 1998	basierend auf ZSL Baden-Württemberg, 2014
chlorfreies Desinfektionsmittel	Wasserstoffperoxid (7%)	basierend auf Wiechoczek, 2008	modifiziert nach Bundesinstitut für Risikobewertung, 2015
Phosphatentferner	Lanthanchlorid	basierend auf Rosenfeldt, 2011	modifiziert nach Wawrzycek & Bukowska, 1968

Abb. 3 Übersicht über die Poolmittel inklusive der quali- und quantitativen Analysemethoden

Ausblick

Mit dem Ziel der partizipativen-iterativen Überarbeitung des Settings wird die Lerneinheit und der angelegte Forschungszyklus im nächsten Schritt mit Studierenden und Schüler:innen pilotiert. Zudem sollen weitere relevante Poolzusatzstoffe und dazugehörige qualitative und quantitative Analysen identifiziert, weiterentwickelt und in das Setting implementiert werden. Darüber hinaus soll das erstellte Forscherheft digitalisiert und damit adaptiv hinsichtlich des Forschungszyklus gestaltet werden. Des Weiteren soll das Setting schrittweise offener gestaltet werden, um die Progression innerhalb der *level of inquiry* adäquat abbilden zu können. Ziel ist es sonach, dass die SuS als Forscher:innen authentische Poolproben selbstständig auf alle aufgeführten Poolzusatzstoffe untersuchen können.

Literatur

- Banchi, H., Bell, R. (2008). The many levels of inquiry. *Science and children*, 46 (2), 26.
- Boekaerts, M. (1999). Self-regulated learning: Where we are today – Theory, research, and practice. *International Journal of Educational Research*, 31(6), S. 445–457.
- Böttcher-Oschmann, F., Thiel, F. (2014). Modellierung fächerübergreifender Forschungskompetenzen. Das RMKR-W-Modell als Grundlage der Planung und Evaluation von Formaten forschungsorientierter Lehre. In: Brigitte, B., Voss, H., Wildt, J. (Hrsg.) (2014). *Neues Handbuch Hochschullehre*. I. Evaluation. 2. Fachbereichs-, Studiengangsevaluation. Berlin: Raabe, S. 109-124.
- Böttcher-Oschmann, F., Thiel, F. (2018). Evaluating research-oriented teaching: a new instrument to assess university students' research competences.
- Böttcher-Oschmann, F., Ophoff, J., Thiel, F. (2019). Validierung eines Fragebogens zur Erfassung studentischer Forschungskompetenzen über Selbsteinschätzungen – Ein Instrument zur Evaluation forschungsorientierter Lehr-Lernarrangements.
- Brebeck, Ingo (2014). *Selbstreguliertes Lernen in der Studieneingangsphase im Fach Chemie*. Berlin: Logos, 2014 (Studien zum Physik- und Chemielernen ; 175).
- Eichinger, A., Lang, V., Eckert, C., Kay, C., Seibert, J. (2023). Ansatz zur methodischen Förderung des Forschenden Lernens beim Experimentieren. *GDCP-Tagungsband 2022*, S.656-659.
- Heck, T., Heudörfer, A. (2018). Die Offenheit der wissenschaftlichen Ausbildung: Potenziale von offenen Lehr-/Lernpraktiken für forschendes Lernen.
- Landmann, M., Schmitz, B. (2007). Welche Rolle spielt - Self-Monitoring bei der Selbstregulation und wie kann man mit Hilfe von Tagebüchern die Selbstregulation fördern? In M. Gläser-Zikuda & T. Hascher (Hrsg.), *Lernprozesse dokumentieren, reflektieren und beurteilen. Lerntagebuch & Portfolio in Forschung und Praxis* (S. 149–169). Bad Heilbrunn: Klinkhardt.
- Liska, A., Trypke, M., Schlüter, V., Stebner, F., Reintjes, C. (2023). Bildung für nachhaltige Entwicklung - BNE. *Journal für LehrInnenbildung*, 3 (2023). Klinkhardt.
- Ministerium für Bildung Rheinland-Pfalz (2022). *Lehrplan Chemie. Grund- und Leistungsfach in der gymnasialen Oberstufe (Mainzer Studienstufe)*. Ministerium für Bildung Rheinland-Pfalz.
- Preiß, J., Lübcke, E. (2020). Forschendes Lernen - didaktische Antwort auf politische Forderungen.
- Schmitz, B., Schmidt, M. (2007). Einführung in die Selbstregulation. In: Landmann, M., Schmitz, B. (Hrsg.), *Selbstregulation erfolgreich fördern. Praxisnahe Trainingsprogramme für effektives Lernen* (S. 9–18). Stuttgart: Kohlhammer.
- Seibert J., Heuser, K., Perels, F., Huwer, J., Kay, C.W.M. (2021). Multitouch Experiment Instructions to Promote Self-Regulation in Inquiry-Based Learning in School Laboratories. *Journal of Chemical Education*. 98 (5). 1602-1609.
- Seibert, J., Ollinger, F., Perels, F., Kay, C. W., Huwer, J. (2020). Multitouch Experiment Instruction and Self-Regulation. *International Journal of Physics & Chemistry Education*. 12(4). 75-88.
- Thiem, J., Gess, C. (2020). Wie kann Forschendes Lernen evaluiert werden? In: Wulf, C., Haberstroh, S., Petersen, M. (Hrsg.) (2020). *Forschendes Lernen - Theorie, Empirie, Praxis*. Springer VS.
- Tillmann, A. (2015). Forschendes Lernen im Geographieunterricht Sinnkonstitution durch Integration von Subjekt- und Gegenstandsorientierung beim forschenden Lernen nach John Dewey: Sinn macht, was sich in der Praxis bewährt. In: Gebhard, U. (Hrsg.) (2015). *Sinn im Dialog - Zur Möglichkeit sinnkonstituierender Lernprozesse im Fachunterricht*. Wiesbaden: Springer VS.
- Ziegler, L. (2022). Entwicklung eines außerschulischen Moduls zur methodischen Förderung des Forschenden Lernens beim Experimentieren in der Chemie. Saarbrücken: Universität des Saarlandes.
- Zimmerman, B. (2000). Attaining Self-Regulation - A social cognitive perspective. In: *Handbook of Self-Regulation*. 13-39