

Annika Eichinger¹
Vanessa Lang¹
Christine Eckert¹
Christopher W.M. Kay^{1,2}
Johann Seibert¹

¹Universität des Saarlandes
²University College London

Ansatz zur methodischen Förderung des Forschenden Lernens beim Experimentieren

Der Ansatz des ‚Forschenden Lernens‘ basiert auf der Annahme, dass Schüler*innen lernen, eigenständig zu forschen. Damit Schüler*innen diesen Ansatz erfolgreich umsetzen und nutzen, muss die Reihenfolge des sog. Forschungszyklus zum Lerngegenstand gemacht werden. In einem solchen Forschungsablauf im Fach Chemie nimmt das Experiment eine Schlüsselrolle ein und trägt grundlegend zur Erkenntnisgewinnung der Schüler*innen bei. Es bestehen bisher zahlreiche Forschungsansätze, die sich auf unterschiedliche Aspekte beim Forschenden Lernen fokussieren. Zur Sichtung und Überprüfung bisheriger Ansätze zur Förderung der Forschungskompetenz beim Forschenden Lernen beim Experimentieren wurde zunächst ein Literaturreview durchgeführt, welches im Folgenden präsentiert wird.

Literaturreview zu „Forschendem Lernen“

Die Recherchen in den Datenbanken von ERIC und ProQuest lieferten mit den Einschlusskriterien ‚peer-reviewed‘, ‚Volltext‘, ‚Science Education‘, ‚schulischer Kontext‘ sowie ‚realisierte Studie‘ 22 Ergebnisse für die Suchbegriffe „inquiry-based learning“ und „Forschendes Lernen“ mit einem Bezug zu den Naturwissenschaften.

Die vier erhaltenen Meta-Analysen unterstreichen insgesamt die Annahme der Notwendigkeit des Ansatzes zum Forschenden Lernen im naturwissenschaftlichen Unterricht zur Stärkung der wissenschaftlichen Untersuchungsfähigkeit bei Schüler*innen (Heindl, 2019; Kızılaslan et al., 2012; Vavougiou et al., 2016; Yildirim et al., 2016). Es konnten zudem einzelne Artikel identifiziert werden, die sich mit Untersuchungen zu allgemeinen wissenschaftlichen Aktivitäten und Forschungsansätzen auseinandersetzen (Adesoji & Idika, 2015; Kar & Çil, 2019; Sotáková et al., 2020; Tan et al., 2020; Unlu & Dokme, 2020). Bei detaillierter Betrachtung der weiteren Ergebnisse ist die Häufigkeit der Ergebnisse mit Fokus auf die Kommunikation als prozessbezogene Kompetenz beim Forschenden Lernen anzuführen (Dolo et al., 2018; Hand et al., 2013; Telenius et al., 2020), da vorab nur Prozesse zur Erkenntnisgewinnung berücksichtigt wurden. Dies betont die vielfältige Einsatzmöglichkeit des Ansatzes des Forschenden Lernens zum ganzheitlichen Lernen in den Naturwissenschaften. Des Weiteren ist auch die Integration technologiegestützter Fördermaßnahmen für Forschungsprozesse bei Schüler*innen als durchweg positiv festzuhalten (McCauley & McHugh, 2021; Metcalf et al., 2014; Osler et al., 2012; Psycharis, 2013; Zertuche et al., 2012). Daher sollten Technologien bei der Planung von Fördermaßnahmen zum Forschenden Lernen mit in Betracht gezogen werden, wobei die technologische Variation von Videos bis hin zu Simulationen eine enorme Spannweite abdeckt und dadurch fach-mediendidaktisch ein enormes Potential mit sich bringt. Die übrigen Ergebnisse lassen sich aufgrund ihrer inhaltlichen Fokussierung nicht weiter

gruppieren, werden dennoch der Vollständigkeit hier angeführt (Abaniel, 2021; Affeldt et al., 2018; Juntunen & Aksela, 2013; Kaldon & Zoblotsky, 2014; Sasson, 2014).

Abschließend ist noch anzuführen, dass zwar methodische Varianten sowie ganzheitliche Lernansätze separat betrachtet werden, jedoch fehlt es in bisherigen Untersuchungen an einer ganzheitlichen methodischen Förderung der einzelnen Phasen sowie einer phasenübergreifenden Unterstützung in der Forschung. Hierdurch könnte das Forschende Lernen nicht nur grundlegend vermittelt, sondern auch dauerhaft und individuell gefördert werden. Daher scheint die explizite Förderung der Methodik vor allem beim Experimentieren entscheidend, da kognitive Kapazitäten im Lernprozess somit hauptsächlich für die Erarbeitung fachlicher Inhalte und für experimentierpraktische Fertigkeiten zur Verfügung stehen würden.

Ansatz zur ganzheitlichen methodischen Förderung in der Chemie

Ausgehend von den Ergebnissen des Literaturreviews wird im Folgenden exemplarisch eine phasenübergreifende methodische Förderung des Forschenden Lernens beim Experimentieren für das Thema Stoffeigenschaften und ihre Trennungen beschrieben. Die ganzheitliche methodische Förderung beginnt für die Schüler*innen im chemischen Anfangsunterricht mit einer Einführung in die drei Forschungsphasen (präexperimentell, experimentell und postexperimentell) sowie den zugehörigen Forschungsschritten (Anton & Neber, 2008).

Hierbei werden die Schüler*innen mit der Aufreinigung von Wasser als Problemstellung konfrontiert. In einer ersten Erarbeitungsphase soll zuerst eine Fragestellung (z.B. „Wie erhalte ich aus dem verschmutzten Wasser erneut sauberes Wasser?“) gemeinsam formuliert und festgehalten werden. Anschließend erhalten die Schüler*innen den Forschungsauftrag, mit Hilfe eines selbst geplanten Experiments die Fragestellung zu beantworten. Als Leitfaden wird ihnen ein Arbeitsblatt mit der Beschreibung des Forschungsablaufs eines Chemikers oder einer Chemikerin zur gleichen Fragestellung zur Verfügung gestellt. In dieser Beschreibung werden zwar für die Schüler*innen bekannte Trennverfahren angeführt, jedoch werden zur eigenen Problemlösung weitere Verfahren benötigt. An markanten Forschungsschritten (wie z.B. in der präexperimentellen Phase die Hypothesenformulierung oder die Vorgehensplanung) sind gezielte Fragen und Hinweise platziert, sodass die Schüler*innen pro Forschungsschritt aufgefordert werden, Vergleiche zum eigenen Forschungszyklus aufzustellen und ihre Forschungsschritte zu reflektieren. Zu Beginn der

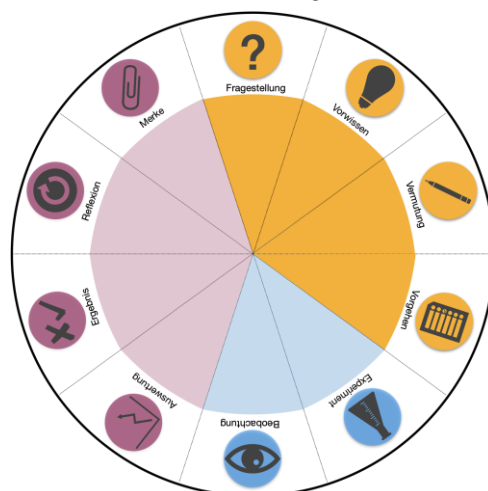


Abb. 1: Darstellung der Methodenhilfe zur Förderung des Forschenden Lernens beim Experimentieren.

Ergebnissicherung präsentieren die Schüler*innen ihre Ergebnisse und stellen ihren durchgeführten Forschungszyklus hin zum gereinigten Wasser vor. Hieraus werden die einzelnen Forschungsschritte gemeinsam gesammelt, deren Bedeutung besprochen und gleichzeitig im Forschungszyklus angeordnet. Sobald alle Forschungsschritte angeordnet wurden, erfolgt eine Überleitung zur analogen Methodenhilfe (s. Abb. 1).

Diese Methodenhilfe, in Form einer analogen Drehscheibe, visualisiert durch Farben die einzelnen Phasen und durch Icons die einzelnen Forschungsschritte, welche im Uhrzeigersinn angeordnet sind. Die Schüler*innen reflektieren erneut die einzelnen Forschungsschritte hinsichtlich ihrer Bedeutung, indem sie sich individuell Hinweise, Anmerkungen oder Leitfragen zum jeweiligen Schritt in das freie Feld notieren. Durch diese Ergänzungen erfolgt nicht nur eine Reflexion des Forschungszyklus, sondern auch eine mögliche dauerhafte Etablierung der Drehscheibe als eine individuelle methodische Unterstützung für das Forschende Lernen beim Experimentieren. Ziel ist es hierbei, die Schüler*innen durch den regelmäßigen Einsatz der Methodenhilfe in ihrer theoretischen sowie praktischen Kenntnis über einen Forschungszyklus beim Forschenden Lernen beim Experimentieren zu stärken.

Ausblick

Nachfolgend ist eine Pilotierung der analogen Methodenhilfe sowie deren Einführungsstunde zur Förderung des Forschenden Lernens beim Experimentieren im chemischen Anfangsunterricht geplant. Außerdem soll eine digitale Variante der Methodenhilfe entwickelt und ebenfalls praktisch erprobt werden. Die digitale Methodenhilfe bietet zudem die Möglichkeit der umfangreichen Einbindung unterschiedlicher Individualisierungsaspekte unter Berücksichtigung der kognitiven Kapazität durch z.B. einzeln wählbare gestufte Hilfestellungen. Zudem werden die Schüler*innen auch aktiv in die digitale Gestaltung dieser individuellen Komponenten der Methodenhilfe eingebunden, wodurch auch das Wissen über digitale Medien geschult wird.

Literatur

- Abaniel, A. (2021). Enhanced conceptual understanding, 21st century skills and learning attitudes through an open inquiry learning model in Physics. *Journal of Technology and Science Education*, 11(1), 30–43. <https://doi.org/10.3926/jotse.1004>
- Adesoji, F. A., & Idika, M. I. (2015). Effects of 7E Learning Cycle Model and Case-Based Learning Strategy on Secondary School Students' Learning Outcomes in Chemistry. *Journal of the International Society for Teacher Education*, 19(1), 7–17.
- Affeldt, F., Meinhart, D., & Eilks, I. (2018). The Use of Comics in Experimental Instructions in a Non-formal Chemistry Learning Context. *International Journal of Education in Mathematics, Science and Technology*, 93–104. <https://doi.org/10.18404/ijemst.380620>
- Anton, M. A., & Neber, H. (2008). Implementierung von „Forschungszyklen“ im Chemieunterricht. *PdN-ChiS*, 57(3), 35–37.
- Dolo, G., Haglund, J., & Schönborn, K. (2018). Thermal Cameras as a Semiotic Resource for Inquiry in a South African Township School Context. *Designs for Learning*, 10(1), 123–134. <https://doi.org/10.16993/dfl.96>
- Hand, B., Therrien, W., & Shelley, M. (2013). Examining the impact of using the Science Writing Heuristic approach in learning science: A cluster randomized study. *Society for Research on Educational Effectiveness*, 1–4.
- Heindl, M. (2019). Inquiry-based learning and the pre-requisite for its use in science at school: A meta-

- analysis. *Journal of Pedagogical Research*, 3(2), 52–61. <https://doi.org/10.33902/JPR.2019254160>
- Juntunen, M., & Aksela, M. (2013). Life-Cycle Thinking in Inquiry-Based Sustainability Education – Effects on Students’ Attitudes towards Chemistry and Environmental Literacy. *CEPS Journal*, 3(2), 157–180.
- Kaldon, D. C. R., & Zoblotsky, T. A. (2014). A Randomized Controlled Trial Validating the Impact of the LASER Model of Science Education on Student Achievement and Teacher Instruction. *Society for Research on Educational Effectiveness*, 1–4.
- Kar, H., & Çil, E. (2019). The effects of visual art supported inquiry based science activities on 5th grade students’ scientific process skills. *Pegem Journal of Education and Instruction*, 9(2), 351–380. <https://doi.org/10.14527/pegegog.2019.011>
- Kızılaslan, A., Sözbilir, M., & Yaşar, M. D. (2012). Inquiry based teaching in Turkey: A content analysis of research reports. *International Journal of Environmental & Science*, 7(4), 599–617.
- McCaughey, V., & McHugh, M. (2021). An Observational Narrative of Student Reaction to Video Hooks. *Education Sciences*, 11(6), 286. <https://doi.org/10.3390/educsci11060286>
- Metcalfe, S., Chen, J., Kamarainen, A., Frumin, K., Vickrey, T., Grotzer, T., & Dede, C. (2014). Shifts in Student Motivation during Usage of a Multi-User Virtual Environment for Ecosystem Science: *International Journal of Virtual and Personal Learning Environments*, 5(4), 1–16. <https://doi.org/10.4018/IJVPLE.2014100101>
- Osler, J. E., Hollowell, G., & M. Nichols, S. (2012). Technology Engineering in Science Education: Where Instructional Challenges Interface Nonconforming Productivity to Increase Retention, Enhance Transfer, and Maximize Student Learning. *I-Manager’s Journal of Educational Technology*, 9(2), 31–39. <https://doi.org/10.26634/jet.9.2.1947>
- Psycharis, S. (2013). Exploring the Effects of the Computational Experiment Approach to the Epistemic Beliefs, the Motivation, the Use of Modeling Indicators and Conceptual Understanding in Three Different Computational Learning Environments. *Journal of Education and Training Studies*, 1(1), 69–87. <https://doi.org/10.11114/jets.v1i1.32>
- Sasson, I. (2014). The Role of Informal Science Centers in Science Education: Attitudes, Skills, and Self-efficacy. *Journal of Technology and Science Education*, 4(3), 167–180. <https://doi.org/10.3926/jotse.123>
- Sotáková, I., Ganajová, M., & Babinčáková, M. (2020). Inquiry-Based Science Education as a Revision Strategy. *Journal of Baltic Science Education*, 19(3), 499–513. <https://doi.org/10.33225/jbse/20.19.499>
- Tan, R. M., Yangco, R. T., & Que, E. N. (2020). Students’ Conceptual Understanding and Science Process Skills in an Inquiry-Based Flipped Classroom Environment. *Malaysian Journal of Learning and Instruction*, 17(1), 159–184. <https://doi.org/10.32890/mjli2020.17.1.7>
- Telenius, M., Yli-Panula, E., Vesterinen, V.-M., & Vauras, M. (2020). Argumentation within Upper Secondary School Student Groups during Virtual Science Learning: Quality and Quantity of Spoken Argumentation. *Education Sciences*, 10(12), 393. <https://doi.org/10.3390/educsci10120393>
- Unlu, Z. K., & Dokme, İ. (2020). The Effect of Technology-Supported Inquiry-Based Learning in Science Education: Action Research. *Journal of Education in Science, Environment and Health*, 6(2), 120–133. <https://doi.org/10.21891/jeseh.632375>
- Vavougiou, D., Verevi, A., Papalexopoulos, P., Verevi, C.-I., & Panagopoulou, A. (2016). Teaching Science to Students with Learning and Other Disabilities: A Review of Topics and Subtopics Appearing in Experimental Research 1991-2015. *International Journal of Higher Education*, 5(4), 268–280. <https://doi.org/10.5430/ijhe.v5n4p268>
- Yıldırım, M., Çalik, M., & Özmen, H. (2016). A Meta-Synthesis of Turkish Studies in Science Process Skills. *International Journal of Environmental and Science Education*, 6518–6539.
- Zertuche, A., Gerard, L., & Linn, M. C. (2012). How do Openers Contribute to Student Learning? *International Electronic Journal of Elementary Education*, 5(1), 79–92.