

Laura Celine Leppla¹
Isabel Seibert²
Johann-Nikolaus Seibert¹

¹RPTU Kaiserslautern-Landau
²IGS Otterberg

Förderung der Bewertungskompetenz durch Ansätze des selbstregulierten Lernens

In der komplexen, digitalisierten Welt gewinnt die Fähigkeit, neues Wissen adaptiv zu erlernen und kritisch zu bewerten, an Bedeutung (Kirschner & Stoyanov, 2020). Die Bewertungskompetenz (BWK) bildet eine essenzielle Voraussetzung, die im Unterricht gezielt gefördert werden muss, um Schüler:innen zu befähigen, als partizipative Bürger:innen aktiv am gesellschaftlichen Diskurs teilzuhaben. Das WAAGE^R-Modell von Langlet et al. (2022) wurde als unterrichtskompatiblen Ansatz entwickelt, um Bewertungsprozesse gezielt zu strukturieren und durch die Minimierung von Komplexität sowie Zeitaufwand die Förderung der BWK zu optimieren. Zahlreiche Interventionsstrategien zur Förderung der BWK fokussieren auf Metakognition, was neben Kognition und Motivation eine der drei Komponenten der Selbstregulation und damit Voraussetzung zum Selbstregulierten Lernens (SRL) und somit auch als zentrale Voraussetzung für Entscheidungskompetenz darstellt (Byrnes et al., 1999; Miller & Byrnes, 2001; Zimmerman, 2000). Eggert et al. (2013) sowie Ku und Ho (2010) belegen, dass metakognitive Instruktionen Lernleistungen, kritisches Denken und BWK im naturwissenschaftlichen Unterricht verbessern. Da Metakognition ein wesentlicher Bestandteil des SRL ist, wird eine Korrelation zwischen BWK und SRL vermutet und eine Korrelationsanalyse nach Pearson durchgeführt.

Vorstudie: Korrelation zwischen SRL und BWK

Diese Korrelationsanalyse wurde mit einer gültigen Stichprobe von $N = 86$ Chemieschüler:innen der Sekundarstufe II umgesetzt. Als Erhebungsinstrumente dienten dabei zwei geschlossene Fragebögen, welche das SRL sowie die BWK der Teilnehmenden erfassen. Erste Ergebnisse dieser Analyse zeigen eine signifikante positive Beziehung zwischen SRL und BWK mit einem Korrelationskoeffizient von $r = 0,694$ ($p < 0,001$). Dies bedeutet, dass Lernende, die eine höhere Ausprägung von SRL zeigen, auch eine höhere BWK aufweisen, wobei keine Kausalität vorhergesagt werden kann. Dieser Zusammenhang wurde ebenfalls in den drei Komponenten des SRL untersucht, wobei die metakognitive Komponente, die Planung, Selbstbeobachtung und Reflexion umfasst, den stärksten Zusammenhang mit der BWK ($r = 0,657$) zeigte. Diese ersten Ergebnisse legen jedoch auch methodische Limitationen offen, die in zukünftiger Forschung berücksichtigt werden müssen. So erfassen die eingesetzten Fragebögen die komplexen und oft unbewussten metakognitiven Prozesse nur unzureichend, da sie eine retrospektive Reflexion des Bewertungs- und Lernvorgangs erfordern, was die Validität der Ergebnisse einschränkt. Dennoch verdeutlichen diese Ergebnisse die zentrale Bedeutung der Selbstregulation, insbesondere der Metakognition, für die Entwicklung der BWK und bilden die Basis für eine Interventionsstudie, die gezielt metakognitive Ansätze zur Förderung der BWK implementiert.

Sind E-Zigaretten eine nachhaltige Alternative zu herkömmlichen Zigaretten?! - Ein KI-unterstütztes experimentelles Bewertungssetting

Der Bewertungsprozess der Interventionsstudie wird in Anlehnung an das WAAGE^R-Modell gestaltet, wobei eine inhaltliche Anpassung der Schwerpunktsetzung innerhalb der sechs Schritte: Wahrnehmen, Analysieren, Argumentieren, Gewichten, Entscheiden und Reflektieren am konkreten Beispiel beschrieben wird. In den Phasen des Argumentierens und Reflektierens wird eine ergänzende metakognitive Unterstützung implementiert. Die Bewertungseinheit initiiert den Lernprozess durch eine konfrontative Auseinandersetzung mit dem socio-scientific issues „Vapes oder Zigaretten?!“ anhand eines provokativ gestalteten Videos, welches das kritische Denken der Schüler:innen stimuliert, indem eine bewusst euphemistische Darstellung des Konsumverhaltens authentischer Protagonisten beschrieben wird (Sadler & Zeidler, 2005). Im Anschluss wird eine metakognitive Reflexionsaufgabe gestellt, bei der die Lernenden bspw. die Problemfrage „Stellen Vapes eine nachhaltige Alternative zu Zigaretten dar?“ formulieren, um den zentralen Diskursfokus herauszuarbeiten. Die darauffolgende Auseinandersetzung mit der Problemfrage verdeutlicht die Multiperspektivität des Entscheidungsdiskurses und ermöglicht eine fundierte Argumentationsentwicklung. Hierbei entwickeln die Schüler:innen in einer kriteriengeleiteten Bewertung eigene Analyse Kriterien und ordnen diese ökologischen, ökonomischen und sozialen Dimensionen der Nachhaltigkeit zu, wobei eine klare Unterscheidung zwischen subjektiven und objektiven Analyse Kriterien bewusst mit den Lernenden thematisiert werden muss. Im weiteren Verlauf der Einheit erkennen die Lernenden, dass Ihnen spezifisches Fachwissen fehlt, um eine fundierte Entscheidung zu formulieren. Dies führt zu einer Experimentierphase, in der die Schüler:innen durch chemische Experimente Fachwissen zu den Analyse Kriterien erwerben sollen. Die Versuche erforschen unterschiedliche Aspekte von Zigaretten und Vapes. Zunächst werden deren Aufbau, chemische Komponenten sowie Entsorgung und Recyclingmöglichkeiten untersucht. Dabei spielt die Umweltbelastung durch schwer abbaubare Filter aus Celluloseacetat eine zentrale Rolle. Aromastoffe in Vapes werden synthetisiert und deren Einfluss auf das Konsumverhalten sowie Suchtpotenzial analysiert. Zudem wird die Nikotinkonzentration in E-Liquids gemessen und mögliche Regulierungsansätze zur Suchtentwöhnung diskutiert. Ebenso wird die Feinstaubbelastung durch Zigaretten- und Vape-Aerosol sowie deren gesundheitliche Auswirkungen analysiert und toxische Stoffe im Rauch und Dampf nachgewiesen. In weiteren Experimenten liegt der Fokus auf der Untersuchung von Lithium-Ionen-Akkus, insbesondere deren Ladeverhalten, strukturellem Aufbau und den Risiken durch unsachgemäße Entsorgung. Der Nachweis von Kupfer, Aluminium und Lithium in den Elektroden des Akkus, runden die Untersuchungen ab, wobei auch ökologische und soziale Folgen der Rohstoffgewinnung betont werden. Mithilfe der experimentell erlangten Fachwissensbasis formulieren die Schüler:innen Argumente, die sich strukturell an dem Toulmin Schema orientieren (Toulmin, 2003). Hierzu dient ein webbasiertes adaptive KI-Feedbacktool als metakognitive Unterstützung zur Förderung der Argumentationskompetenz, indem es individuelle Rückmeldungen zu formulierten Schüler:innenargumenten generiert, ohne Lösungen bzw. Verbesserungsvorschläge vorwegzunehmen. Das Tool basiert auf einer vertikalen didaktischen Reduktion des Toulmin-Schemas auf vier Strukturelemente und ordnet jedem Argument eine entsprechende Niveaustufe zu (Erduran, 2019; Toulmin, 2003; Venville &

Dawson, 2010). Dies ermöglicht eine Diagnose des aktuellen Argumentationsniveaus auf struktureller Ebene und bietet gezielte Verbesserungsvorschläge (vgl. Abb. 1), um die nächsthöhere Stufe zu erreichen. Darüber hinaus enthält das Tool metakognitive Leitfragen, die „think provoking“ (Kramarski et al., 2002) anregen und die Schüler:innen zur kritischen Selbstreflexion ihrer Argumentationsstrukturen anregen sollen. Zusätzlich wird das Konfidenzniveau des KI-Feedbacks angegeben, um die Glaubwürdigkeit der Rückmeldungen transparent zu machen und die Eigenverantwortung der Lernenden zu stärken (vgl. Abb. 1).

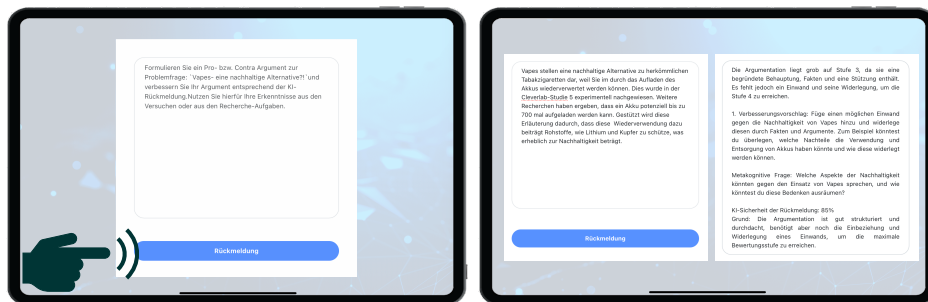


Abbildung 1: Ausschnitt des KI-Feedbacktools zur Unterstützung von Argumenten

Die vollständig formulierten Argumente werden von den Lernenden gewichtet, sodass eine Entscheidung getroffen werden kann. Anschließend werden Handlungsoptionen, welche die jeweilige Entscheidung unterstützen, abgeleitet. Die Schüler:innen reflektieren den gesamten Bewertungsprozess unter Zuhilfenahme metakognitiver Leitfragen und vergleichen ihre anfänglichen Positionen mit den finalen Entscheidungen.

Zukünftiges Interventionssetting und Forschungsansatz:

In zukünftigen Forschungen ist eine Prä-Post-Evaluation im quasi-experimentellen Design mit einer breiteren Stichprobe von Schüler:innen geplant, um die Wirksamkeit der Intervention umfassender zu untersuchen. Es wird erwartet, dass solche Experimentalgruppen, die eine Bewertungseinheit mit metakognitiven sowie KI-unterstützten Leitfragen verwenden, signifikante Leistungssteigerungen zeigen, insbesondere hinsichtlich der Förderung von SRL und BWK.

Zur weiteren Optimierung des KI-Tools können gezielte metakognitive Maßnahmen und eine zeitliche Überwachung implementiert werden. Hierbei können Ansätze von Learning Analytics und Educational Data Mining das Potential bieten, Lernprozesse tiefer zu analysieren und Bewertungsprozesse individuell gestalten. Lehrpersonen könnten auf diese Weise den individuellen Lernfortschritt der Schüler:innen gezielt im Rahmen eines Monitorings überwachen und etwaige Schwierigkeiten identifizieren. Entscheidungsstile der Lernenden, die bislang vernachlässigt wurden, sollten in zukünftigen Studien untersucht bzw. kontrolliert werden, um deren Einfluss auf die Effektivität von SRL-Interventionen zu verstehen. Darüber hinaus sind die Langzeiteffekte von SRL-Interventionen auf die Entwicklung der BWK noch weitgehend unerforscht, was die Notwendigkeit eines Follow-up-Tests unterstreicht. Abschließend stellt sich die Frage, welche Phasen des Bewertungsprozesses am stärksten von KI-gestütztem Feedback profitieren und wie viele Feedbackschleifen notwendig sind, um die höchste Argumentationsstufe zu erreichen.

Literatur

- Byrnes, J. P., Miller, D. C., & Reynolds, M. (1999). Learning to Make Good Decisions: A Self-Regulation Perspective. *Child Development*, 70(5), 1121-1140. <https://doi.org/https://doi.org/10.1111/1467-8624.00082>
- Eggert, S., Ostermeyer, F., Hasselhorn, M., & Bögeholz, S. (2013). Socioscientific Decision Making in the Science Classroom: The Effect of Embedded Metacognitive Instructions on Students' Learning Outcomes. *Education Research International*, 2013. <https://doi.org/10.1155/2013/309894>
- Erduran, S. (2019). Argumentation in Chemistry Education: An Overview. In S. Erduran (Ed.), *Argumentation in Chemistry Education: Research, Policy and Practice* (pp. 0). The Royal Society of Chemistry. <https://doi.org/10.1039/9781788012645-00001>
- Kirschner, P. A., & Stoyanov, S. (2020). Educating Youth for Nonexistent/Not Yet Existing Professions. *Educational Policy*, 34(3), 477-517. <https://doi.org/10.1177/0895904818802086>
- Kramarski, B., Mevarech, Z., & Arami, M. (2002). The effects of metacognitive instruction on solving mathematical authentic tasks. *Educational Studies in Mathematics*, 49, 225-250. <https://doi.org/10.1023/A:1016282811724>
- Ku, K. Y. L., & Ho, I. T. (2010). Metacognitive strategies that enhance critical thinking. *Metacognition and Learning*, 5(3), 251-267. <https://doi.org/10.1007/s11409-010-9060-6>
- Langlet, I. E., S. Gemballa, G. Heckmann, A. Kunz, M. Lübeck, A. Meisert, J. Menthe, J. Ratzek, P. Wlotzka & R. Wodzinski. (2022). Bewertungskompetenz in den Naturwissenschaften - Denkanstöße, Empfehlungen und Hilfen für den Unterricht und für Aufgaben. *MNU Deutscher Verein zur Förderung des mathematischen und naturwissenschaftlichen Unterrichts e.V. Jürgen Langlet*.
- Miller, D., & Byrnes, J. (2001). Adolescents' decision making in social situations: A self-regulation perspective. *Journal of Applied Developmental Psychology*, 22, 237-256. [https://doi.org/10.1016/S0193-3973\(01\)00082-X](https://doi.org/10.1016/S0193-3973(01)00082-X)
- Sadler, T. D., & Zeidler, D. L. (2005). Patterns of informal reasoning in the context of socioscientific decision making. *Journal of Research in Science Teaching*, 42(1), 112-138. <https://doi.org/https://doi.org/10.1002/tea.20042>
- Toulmin, S. E. (2003). *The Uses of Argument*. Cambridge University Press. <https://books.google.de/books?id=8UYgegaB1S0C>
- Venville, G. J., & Dawson, V. M. (2010). The impact of a classroom intervention on grade 10 students' argumentation skills, informal reasoning, and conceptual understanding of science. *Journal of Research in Science Teaching*, 47(8), 952-977.
- Zimmerman, B. J. (2000). Chapter 2 - Attaining Self-Regulation: A Social Cognitive Perspective. In M. Boekaerts, P. R. Pintrich, & M. Zeidner (Eds.), *Handbook of Self-regulation* (pp. 13-39). Academic Press. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/B978-012109890-2/50031-7>