

Leonie Jasper¹
Insa Melle¹

¹Technische Universität Dortmund

Förderung von Selbstregulationskompetenzen im Chemieunterricht

Das Lösen von Problemen ist nicht nur im naturwissenschaftlichen Unterricht essentieller Bestandteil (KMK, 2020), sondern gilt zugleich als eine fächerübergreifende Schlüsselkompetenz (Fleischer et al., 2010; Stadler-Altmann, 2019). Außerdem werden Schüler:innen auch über den Schulunterricht hinaus mit Problemen konfrontiert, wodurch die Fähigkeit, diese adäquat zu lösen, ebenfalls für das alltägliche Leben eine bedeutende Rolle einnimmt (Schnack, 2012).

Um Probleme selbstreguliert lösen zu können, müssen Schüler:innen gezielt auf exekutive Funktionen während ihres Lernprozesses zurückgreifen. Diese sind bei vielen Lernenden jedoch nicht gut ausgebildet (z. B. Vasquez & Marino, 2021). Gleichzeitig ist das erfolgreiche Lösen von Problemen stark abhängig von konzeptuellem Wissen, da Lernende auf dieses flexibel in unterschiedlichen Situationen zurückgreifen und es auf vielfältige Problemstellungen hin anwenden müssen (KMK, 2020; Reiss et al., 2016). Studien im naturwissenschaftlichen Bereich konnten in diesem Zusammenhang zeigen, dass es Lernenden schwerfällt, gelernte Inhalte miteinander zu verknüpfen, übergeordnete Zusammenhänge zu erkennen oder Verbindungen zwischen früheren und neuen Unterrichtsinhalten herzustellen (z. B. Wadouh et al., 2009).

Theoretischer Hintergrund

Exekutive Funktionen

Gut ausgebildete exekutive Funktionen sind bedeutend für den Schul- und Lebenserfolg und bilden zudem die Voraussetzung für einen „erfolgreichen Lerner bzw. Problemlöser“ (CAST, 2018; Fleischer et al., 2010; Seifert & Thienel, 2013; Vasquez & Marino, 2021; Vostal & Mrachka, 2021; von Seeler & Agha, 2021).

Unter exekutiven Funktionen wird eine Reihe kognitiver Fähigkeiten höherer Ordnung verstanden, auf die in neuen, komplexen oder schwierigen Situationen, in denen ein Abweichen von Handlungsroutrinen erforderlich ist, zurückgegriffen wird. Diese bedeuten u. a. die Festlegung geeigneter Ziele, die Entwicklung von Schritten zur Zielerreichung sowie die Planung, Kontrolle sowie Bewertung des eigenen Vorgehens (CAST, 2018; Vasquez & Marino, 2021).

Zelazo et al. (2017) unterscheiden zwischen „heißen“ und „kalten“ exekutiven Funktionen, die entweder bei motivational-emotionalen Anforderungen oder bei der Bewältigung kognitiver Aufgabenstellungen genutzt werden. Die übergeordneten exekutiven Funktionen lassen sich auf drei voneinander unabhängige Basisfunktionen zurückführen (Miyake et al., 2000): Das Arbeitsgedächtnis umfasst die Fähigkeit, relevante Informationen präsent zu halten und fortgehend zu aktualisieren, während die kognitive Flexibilität dazu dient, sich an Situationen anzupassen und flexibel zu reagieren, z. B. durch das Vornehmen eines Strategiewechsels, falls erforderlich. Schließlich ist die Inhibition relevant, welche die

Fähigkeit beschreibt, impulsive Reaktionen zu hemmen, die der Zielerreichung entgegenstehen (u. a. Diamond, 2013; García-Campos et al., 2020).

Unterstützung durch eine allgemeine Problemlösestrategie

Zur Unterstützung von Lernenden in ihrem zielgerichteten, selbstregulierten Vorgehen kann eine allgemein-psychologische Problemlösestrategie eingesetzt werden (Brunsting, 2016). Unter Problemlösen, als zielgerichtete Sequenz kognitiver Operationen, wird hier die Überführung eines Ausgangs- in einen Zielzustand verstanden. Hierbei treten Hindernisse auf, für deren Überwindung notwendige Schritte durchlaufen und angemessene Strategien ausgewählt werden müssen (Öllinger, 2017; Pretz et al., 2003). Zu den Phasen des Problemlösens zählen die Problemidentifikation, die Ziel- und Situationsanalyse, die Planerstellung und -ausführung sowie die Ergebnisbewertung (Betsch et al., 2011).

Bedeutung des konzeptuellen Wissens im Rahmen des Problemlösens

Das Lösen von Problemen benötigt neben dem prozeduralen Wissen gleichermaßen Konzeptwissen (Öllinger, 2017; Reiss et al., 2016). Das spiegelt sich auch in den Bildungsstandards für das Fach Chemie wider, wonach es nicht genügt, ausschließlich träges Faktenwissen zu generieren. Lernende sollen sich Sinnzusammenhänge erschließen können, indem sie chemische Sachverhalte und Konzepte miteinander in Beziehung setzen sowie Inhalte sowohl innerfachlich (z. B. über Basiskonzepte als „Lern-Anker“) als auch über das Fach hinaus vernetzen (KMK, 2020; Ministerium für Schule und Weiterbildung NRW, 2014). Das Erkennen und Herstellen inhaltlicher Zusammenhänge meint dabei die Verankerung neuer Lerninhalte im bestehenden Wissensfundament der Lernenden (Harms & Gonzalez-Weil, 2005).

Ziel des Forschungsvorhabens

Auf Grundlage dieser Erkenntnisse zielt das hier beschriebene Projekt auf die Entwicklung und Evaluation eines inhaltsunabhängigen Instruments ab, welches als Additum in den regulären Fachunterricht integriert wird und so die Lernenden in ihrem selbstregulierten Vorgehen unterstützen soll. Im Fokus steht dabei die Förderung der Selbstregulation von Schüler:innen im Problemlöseprozess unter besonderer Berücksichtigung des Erkennens, Herstellens und Reflektierens übergeordneter inhaltlicher Zusammenhänge.

Das Instrument ChemApro

Das inhaltsunabhängige Instrument ChemApro (*Chemistry Approach*) ist konzipiert als webbasiertes Scaffold mit *drop-down*-Bedienung zur Organisation des eigenen Vorgehens im Problemlöseprozess.

Die Struktur des Instruments entspricht dabei einer Dreiteilung. Unter dem „WAS?“ werden die Schritte verstanden, die die Lernenden bei ihrem Vorgehen selbstreguliert durchlaufen (d. h. was wird reguliert?). Diese umfassen die Phasen der allgemeinen Problemlösestrategie (Betsch et al., 2011) sowie einen zusätzlichen Schritt zur Reflexion des Inhalts. In der Kategorie „WIE?“ wird durch Leitfragen und Hinweise dazu angeregt, wie einzelne Schritte aus der Kategorie „WAS?“ umgesetzt werden können (d. h. wie wird reguliert?). Die letzte Kategorie „WOMIT?“ zeigt den Lernenden Werkzeuge bzw. Strategien auf, auf die sie in den entsprechenden Phasen des Problemlöseprozesses zurückgreifen können.

Forschungsziel

Das Interesse der Studie besteht zum einen in der Wirkung des Instruments auf die empfundene Selbstregulation der Lernenden in der Sekundarstufe I bzw. II, die zu einem Pre-, Post-, Follow-Up-Zeitpunkt erhoben und auf mögliche Entwicklungen hin untersucht werden. Zusätzlich wird die Nutzung des Instruments im Problemlöseprozess und beim Herstellen von inhaltlichen Zusammenhängen anhand von Erarbeitungen der Lernenden bzw. anhand einer regelmäßigen Fragebogenerhebung analysiert. Darüber hinaus werden Lernendeneinschätzungen zur Attraktivität und Usability sowie weitere Faktoren (z. B. kognitive Fähigkeiten, Gender, ...) erhoben und bei der Auswertung herangezogen.

Präpilotierung

Um einen Überblick über mögliche Schwierigkeiten bei der Nutzung des entwickelten Instruments ChemApro zu erhalten, wurde dieses im Rahmen zweier Präpilotierungsphasen an der Technischen Universität Dortmund eingesetzt. Dabei wurden Masterstudierende des Lehramts mit dem Fach Chemie ($N = 11$) aufgefordert, Fachinhalte einer vorgegebenen problemorientierten Unterrichtsstunde unter Verwendung von ChemApro selbstreguliert zu erarbeiten. Die qualitative Betrachtung der Studierendenrückmeldungen boten den Ausgangspunkt für eine erste Überarbeitung.

Weitere Schritte

Im nächsten Schritt wird das Instrument auf inhaltlicher und struktureller Ebene überarbeitet sowie durch die Einarbeitung weiterer Ergebnisse aus den Präpilotierungsphasen finalisiert. Ferner wird die Kategorie „WOMIT?“ um kurze Videoclips zu einzelnen Lernstrategien erweitert und die digitale Umsetzung angepasst. Nachfolgend wird die Entwicklung noch fehlender Messinstrumente, wie das Kodiermanual zur Auswertung der Lernendenerarbeitungen sowie der Fragebogen zur Erfassung von Lernendeneinschätzungen zur Attraktivität von ChemApro, fokussiert. Schließlich erfolgen Einsatz und Evaluation im Regelunterricht.

Literatur

- Betsch, T., Funke, J. & Plessner, H. (2011). *Denken – Urteilen, Entscheiden, Problemlösen*. Berlin, Heidelberg: Springer
- Brunsting, M. (2016). Exekutive Funktionen und Lernschwierigkeiten oder: Wo ist denn hier der Regisseur? In S. Kubesch (Hrsg.), *Exekutive Funktionen und Selbstregulation*. 2. Auflage. Bern: Hogrefe, 337-356
- CAST (2018). *UDL & the Learning Brain*. Wakefield, MA: Author. Online verfügbar: <http://www.cast.org/our-work/publications/2018/udl-learning-brain-neuroscience.html>, letzter Zugriff am: 28.10.22
- Diamond, A. (2013). Executive Functions. *Annual Review of Psychology*, 64, 135-168
- Fleischer, J., Wirth, J., Rumann, S. & Leutner, D. (2010). Strukturen fächerübergreifender und fachlicher Problemlösekompetenz. Analyse von Aufgabenprofilen. Projekt Problemlösen. *Zeitschrift für Pädagogik, Beiheft*, 56, 239-248
- García-Campos, M.D., Canabal, C. & Alba-Pastor, C. (2020). Executive functions in universal design for learning: moving towards inclusive education. *International Journal of Inclusive Education*, 24 (6), 660-674
- Harms, U. & Gonzalez-Weil, C. (2005). Unterstützung kumulativer Lernprozesse durch den Einsatz metakognitionsfördernder Unterrichtsstrategien – ein Unterrichtsbeispiel für den Biologieunterricht zum Thema „Zelle“. Ein Beitrag zum BLK-Programm „Steigerung der Effizienz des mathematisch-naturwissenschaftlichen Unterrichts (SINUS)“, München
- KMK – Ständige Konferenz der Kultusminister der Länder in der Bundesrepublik Deutschland (Hrsg) (2020). *Bildungsstandards im Fach Chemie für die Allgemeine Hochschulreife*. Beschluss vom 18.06.2020. Williams Lea & Tag GmbH
- Ministerium für Schule und Weiterbildung des Landes Nordrhein-Westfalen (Hrsg.) (2014). *Kernlehrplan für die Sekundarstufe II Gymnasium/Gesamtschule in Nordrhein-Westfalen*. Online verfügbar unter: <https://www.schulentwicklung.nrw.de/lehrplaene/lehrplannavigator-s-ii/gymnasiale-oberstufe/index.html>, letzter Zugriff am: 18.10.2022
- Miyake, A., Friedman, N.P., Emerson, M.J., Witzki, A.H., Howerter, A. & Wager, T.D. (2000). The Unity and Diversity of Executive Functions and Their Contributions to Complex „Frontal Lobe“ Tasks: A Latent Variable Analysis. *Cognitive Psychology*, 41 (1), 49-100
- Öllinger, M. (2017). Problemlösen. In J. Müsseler & M. Rieger (Hrsg.), *Allgemeine Psychologie*. 3. Auflage. Berlin, Heidelberg: Springer, 587-619
- Pretz, J.E., Naples, A.J. & Sternberg, R.J. (2003). Recognizing, Defining, and Representing Problems. In J.E. Davidson & R.J. Sternberg (Hrsg.), *The Psychology of Problem Solving*. Cambridge: Cambridge University Press, 3-30
- Reiss, K., Sälzer, C., Schiepe-Tiska, A., Klieme, E. & Köller, O. (Hrsg.) (2016). *PISA 2015. Eine Studie zwischen Kontinuität und Innovation*. Münster, New York: Waxmann.
- Schnack, H. (2012). Alles Leben ist Problemlösen: Problemlösendes Lernen in der Schule. *Pädagogik*, 64 (7/8), 6-9
- Seifert, N.Y. & Thienel, R. (2013). Exekutive Funktionen. In F. Schneider & G.R. Fink (Hrsg.), *Funktionelle MRT in Psychiatrie und Neurologie*. Berlin, Heidelberg: Springer, 359-374
- Stadler-Altmann, U. (2019). Problem gelöst! Die allgemein-didaktische Perspektive auf Problem und Problemlösen in Lehr-Lernprozessen. In A. Pahl & U. Stadler-Altmann (Hrsg.), *MINT-Didaktik und Allgemeine Didaktik im Gespräch: Problemlösen und Differenzieren als Planungsprinzipien*. Opladen, Berlin, Toronto: Budrich, 9-15
- Vasquez, E. & Marino, M.T. (2021). Enhancing Executive Function While Addressing Learner Variability in Inclusive Classrooms. *Intervention in School and Clinic*, 56 (3), 179-185
- Von Seeler, I. & Agha, M. (2021). Exekutive Funktionen von Schülerinnen und Schülern mit geistiger Behinderung. *Empirische Sonderpädagogik*, 13 (2), 133-147
- Vostal, B.R. & Mrachka, A.A. (2021). Using the „Universal Design for Learning“ Framework to Plan For All Students in the Classroom: Encouraging Executive Functions. *The Elementary STEM Journal*, 32-36
- Wadouh, J., Sandmann, A. & Neuhaus, B. (2009). Vernetzung im Biologieunterricht – deskriptive Befunde einer Videostudie. *Zeitschrift für Didaktik der Naturwissenschaften*, 15, 89-107
- Zelazo, P.D., Blair, C.B. & Willoughby, M.T. (2017). *Executive Function: Implications for Education*. Washington, DC: National Center for Education Research (NCER 2017-2000)