

Literature Review zu konzeptionellem Lernen in Open Inquiry Settings

Einleitung und Theoretischer Rahmen

Inquiry-based Science Education (IBSE) gilt seit geraumer Zeit als wesentlicher Bestandteil naturwissenschaftlichen Unterrichts (z.B. Abrams et al., 2008). Zahlreiche Studien belegen die positiven Effekte von IBSE auf das Lernen von Naturwissenschaften sowie die Einstellungen zu Naturwissenschaften (z.B. Blanchard et al., 2010; Furtak et al., 2012). Durch die Adressierung von Wissen und Kompetenzen in den verschiedenen Domänen (konzeptuell, prozedural, epistemisch und sozial; Furtak et al., 2012) wird IBSE insbesondere für die Entwicklung von Scientific Literacy als förderlich angesehen (z.B. Abrams et al., 2008). Dies spiegelt sich auch in der Verankerung von IBSE in zahlreichen Bildungsstandards, Kompetenzmodellen und Curricula im deutsch- und englischsprachigen Raum wider (z.B. KMK, 2005; NGSS Lead States, 2013).

Je nach Zielsetzung, Grad der Offenheit und konkreter instruktionaler Umsetzung kann IBSE eine Vielzahl an Ausprägungen annehmen (Abrams et al., 2008; Blanchard et al., 2010). ‚Open Inquiry Settings‘ (OIS) zeichnen sich dadurch aus, dass die Schüler*innen alle Schritte des naturwissenschaftlichen Erkenntnisgewinnungsprozesses (Formulierung der Fragestellung, Planung und Durchführung von Untersuchungen, Auswertung von Ergebnissen) überwiegend selbst bestimmen und dabei von der Lehrperson unterstützt und begleitet werden (vgl. Level 3 nach Blanchard et al., 2010). Dies ermöglicht die eigenständige Anwendung naturwissenschaftlicher Denk- und Arbeitsweisen sowie selbstbestimmtes und eigenverantwortliches Arbeiten. Darüber hinaus erlauben OIS individuelle Bearbeitungs- und Lernwege, wodurch der Diversität der Lernenden Rechnung getragen werden kann (Abels, 2015). Lehrpersonen stehen der Implementierung von OIS jedoch eher kritisch gegenüber, aus Sorge das konzeptuelle Lernen dabei zu vernachlässigen (z.B. Hofer, Abels & Lembens, 2018).

Konzeptuelles Lernen kann – je nach lernpsychologischer Perspektive – als Prozess des Erwerbens und Akkumulierens von Konzepten (Aneignungsmetapher) oder als Prozess der Beteiligung an den Praktiken einer Fachcommunity (Partizipationsmetapher) beschrieben werden (Scott et al., 2007). Im naturwissenschaftsdidaktischen Feld und insbesondere in den Arbeiten zu Schüler*innenvorstellungen und Conceptual Change wird ein starker Fokus auf die Perspektive der Aneignung gelegt (Scott et al., 2007). Daran anschlussfähig definiert Sfard (1998) ‚Konzepte‘ als „basic units of knowledge that can be accumulated, gradually refined, and combined to form ever richer cognitive structures“ (S. 5). Konzeptuelles Lernen kann demnach daran festgemacht werden, wie viele und welche Konzepte Schüler*innen während einer festgelegten Zeitspanne bzw. bis zu einem bestimmten Zeitpunkt erworben haben, wie elaboriert diese Konzepte sind und wie sie zueinander in Beziehung stehen. OIS sind hingegen deutlich stärker an der Partizipationsmetapher orientiert, da inhaltliches Wissen nicht isoliert vermittelt, sondern im Rahmen eines Erkenntnisgewinnungsprozesses von den Schüler*innen erarbeitet wird. Ziel von OIS ist nicht der bloße Fachwissenserwerb, sondern das Kennenlernen naturwissenschaftlicher Denk- und Arbeitsweisen und wie diese dazu genutzt werden können, neuen Erkenntnissen zu erlangen und schlussendlich Wissen zu generieren.

Im Rahmen der PISA-Studie werden Wissen und Kompetenzen der inhaltlichen (konzeptuellen), prozeduralen und epistemischen Domäne als Teilgebiete von Scientific Literacy erhoben. Analysen von PISA-Daten in Hinblick auf im Unterricht eingesetzte instruktionale Strategien haben zuletzt die Frage der Wirksamkeit von IBSE und OIS in den Fokus gerückt. Abgesehen davon, dass die Ergebnisse zeigen, dass IBSE und insbesondere OIS nach wie vor nur selten den Weg in den naturwissenschaftlichen Unterricht finden, kommen die Studien zu dem Schluss, dass ein negativer Zusammenhang zwischen der Häufigkeit der Implementierung von offenen Lehr-Lernformaten, wie beispielsweise OIS, und den in PISA gezeigten naturwissenschaftlichen Kompetenzen besteht. Zugespitzt formuliert bedeutet das: Je häufiger Schüler*innen die Gelegenheit zum Lernen in OIS erhalten, desto niedriger ist ihre Scientific Literacy (z.B. Forbes et al., 2020; Kang & Keinonen, 2017). Bei der Interpretation dieser Studienergebnisse muss jedoch bedacht werden, dass die Informationen darüber, wie häufig und in welcher Form Schüler*innen IBSE in ihrem Unterricht erfahren, aus Selbstauskünften der Schüler*innen (Fragebogen-Teil aus PISA) stammen und Einflussgrößen, wie z.B. sozioökonomische Faktoren, nicht berücksichtigt werden (Forbes et al., 2020).

Aufgrund der widersprüchlichen Ergebnisse, ist Ziel der vorliegenden Studie, empirische Studien zu OIS im naturwissenschaftlichen Unterricht zu identifizieren und deren Ergebnisse zu synthetisieren. Der Fokus der Analyse soll dabei auf der konzeptuellen Domäne liegen, sodass folgende Fragestellung im Zentrum steht: Welche Erkenntnisse zu konzeptuellem Lernen in OIS im naturwissenschaftlichen Unterricht konnten im Rahmen empirischer Untersuchungen gewonnen werden?

Methodische Umsetzung

Zur Bearbeitung der Forschungsfrage wurde ein Systematic Literature Review durchgeführt (Fink, 2019). In einem ersten Analysedurchgang wurden die Datenbanken ERIC (für englischsprachige Veröffentlichungen) und FIS Bildung (für deutschsprachige Veröffentlichungen) herangezogen. Für die Datenbanksuche wurden Stichwörter (auf Deutsch und Englisch) in den drei Komponenten ‚konzeptuelles Lernen‘, ‚IBSE / OIS‘ sowie ‚Naturwissenschaften‘ verwendet. Die Suche wurde auf Beiträge in wissenschaftlichen Zeitschriften eingeschränkt, die durch ein Peer-Review-Verfahren begutachtet und in den letzten 20 Jahren (seit 2002) veröffentlicht wurden. In die Auswahl aufgenommen wurden deutsch- und englischsprachige Arbeiten, die sich auf Lernen in OIS im naturwissenschaftlichen Unterricht der Primar- und Sekundarstufe bezogen und auch online zugänglich waren. Einer der Hauptgründe für den Ausschluss von Arbeiten (v.a. bei der Analyse der Volltexte) war die fehlende Passung zu OIS. Ein Überblick über den Selektions- und Auswahlprozess des Literature Reviews ist in Abb. 1 dargestellt.

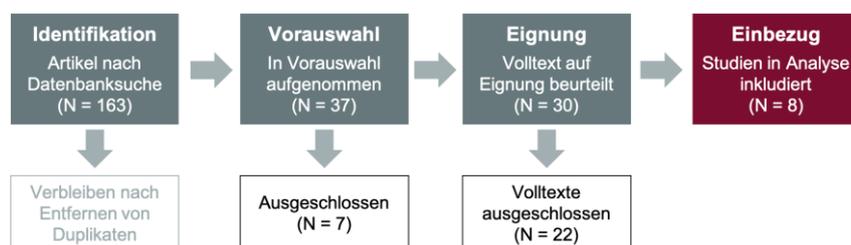


Abb. 1. Überblick über den Selektions- und Auswahlprozess des Literature Reviews.

Einblick in die Ergebnisse des ersten Analysedurchgangs

Die in die Analyse einbezogenen Studien (N=8) werden in Abb. 2 in Hinblick auf Design, Publikationsjahr und geografische Verteilung dargestellt. Die bibliographischen Angaben zu den Studien sind im Literaturverzeichnis integriert und mit (*) gekennzeichnet.

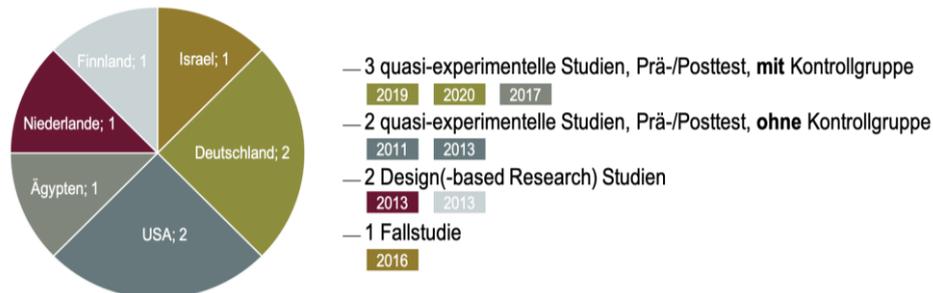


Abb. 2. Überblick über die in die Volltext-Analyse einbezogenen Studien.

In den quantitativen Studien wurde konzeptuelles Lernen ausschließlich aus der Perspektive der Aneignung (v.a. kognitive Ansätze, wie Conceptual Change, betrachtet, während die qualitativen Studien auch sozialkonstruktivistische Aspekte sowie die partizipative Perspektive (Scott et al., 2007) in ihre Untersuchungen mit einbezogen. Dies spiegelte sich auch in den Instrumenten zur Datenerhebung – Fokus auf Prä-Post-Tests vs. Triangulation verschiedenen Datenmaterials – wider.

In den quasi-experimentellen Studien konnte gezeigt werden, dass der Anteil „aktiver Lernzeit“ einen positiven Effekt auf das konzeptuelle Lernen der Schüler*innen hat (McNeill, 2013) und ein Problemlöseansatz vergleichsweise lernwirksamer ist als ein Vortrag (Shahat, Ohle & Fischer, 2019). Moebius-Clune et al. (2011) konnten einen signifikanten Zuwachs im Wissenstest feststellen, wobei ihre Studienergebnisse darauf hinweisen, dass mit steigender Komplexität des Lernprodukts (z.B. Portfolio, Poster etc.) die Notwendigkeit von Scaffolding bzw. Lernbegleitung wächst. Gestufte Hilfen zeigten insbesondere bei Schüler*innen mit wenig Vorwissen positive Effekte (Großmann & Wilde, 2019) und der Einsatz von Feedback konnte dazu beitragen, die Lerneffekte über einen längeren Zeitraum hinweg zu stabilisieren (Streich & Mayer, 2020). In den qualitativen Studien konnte gezeigt werden, dass sich in den OIS für die Schüler*innen individuell ergiebige Lernwege eröffneten und es trotzdem gelang, eine gemeinsame Wissensbasis zu schaffen (Kock, Taconis, Bolhuis & Gravemeijer, 2013; Liljestrom, Enkenberg & Pollanen, 2013). Die Schüler*innen waren in der Lage, sich Konzepte zu erarbeiten und in ihre bestehenden Wissensbestände einzubetten (Kapon, 2016), wobei auch hier die Bedeutung der Lernbegleitung – insbesondere bei komplexeren Konzepten – als wesentlich für einen erfolgreichen Lernprozess identifiziert werden konnte.

Conclusio und Ausblick

Die Ergebnisse dieses ersten Analysedurchgangs zeigen, dass die empirische Datenlage zu konzeptionellem Lernen in OIS sehr begrenzt ist und die Ergebnisse mit den Befunden der PISA-Analysen teils übereinstimmen (z.B. Bedeutung der Lernbegleitung), ihnen jedoch auch in manchen Aspekten (z.B. Wirksamkeit direkter Instruktion) widersprechen. Die Komplexität von OIS führt zu Herausforderungen in der forschungsmethodischen Umsetzung: Verlust von Vielschichtigkeit und Multiperspektivität in quantitativen Studien vs. begrenzte Machbarkeit und Vergleichbarkeit in qualitativen Studien.

In einem nächsten Schritt sollen nun weitere Datenbanken in den Suchprozess integriert und die Auswahlkriterien hinsichtlich der theoretischen Konstrukte (konzeptuelles Lernen / OIS) etwas breiter ausgelegt werden, um einen weiteren Blick auf die Studienlage zu erhalten.

Literatur

- Abels, S. (2015). Scaffolding inquiry-based science and chemistry education in inclusive classrooms. In N. L. Yates (Hrsg.), *New Developments in Science Education Research* (S. 77–96). New York: Nova Science Publishers.
- Abrams, E., Southerland, S. A. & Evans, C. A. (2008). Introduction: Inquiry in the Classroom: Identifying Necessary Components of a Useful Definition. In E. Abrams, S. A. Southerland & P. C. Silva (Hrsg.), *Inquiry in the Classroom: Realities and Opportunities* (S. xi–xlii). Charlotte: Information Age Publishing.
- Blanchard, M. R., Southerland, S. A., Osborne, J. W., Sampson, V. D., Annetta, L. A. & Granger, E. M. (2010). Is inquiry possible in light of accountability?: A quantitative comparison of the relative effectiveness of guided inquiry and verification laboratory instruction. *Science Education*, 94(4), 577–616.
- Fink, A. (2019). *Conducting research literature reviews: From the internet to paper*. Thousand Oaks: Sage.
- Forbes, C. T., Neumann, K., & Schiepe-Tiska, A. (2020). Patterns of inquiry-based science instruction and student science achievement in PISA 2015. *International Journal of Science Education*, 42(5), 783–806.
- Furtak, E. M., Seidel, T., Iverson, H. & Briggs, D. C. (2012). Experimental and quasi-experimental studies of inquiry-based science teaching a meta-analysis. *Review of Educational Research*, 82(3), 300–329.
- *Großmann, N. & Wilde, M. (2019). Experimentation in Biology Lessons: Guided Discovery through Incremental Scaffolds. *International Journal of Science Education*, 41(6), 759–781.
- Hofer, E., Abels, S. & Lembens, A. (2018). Inquiry-based learning and secondary chemistry education—A contradiction? *Research in Subject-Matter Teaching and Learning (RISTAL)*, 1, 51–65.
- Kang, J. & Keinonen, T. (2018). The Effect of Student-Centered Approaches on Students' Interest and Achievement in Science: Relevant Topic-Based, Open and Guided Inquiry-Based, and Discussion-Based Approaches. *Research in Science Education*, 48(4), 865–885.
- *Kapon, S. (2016). Doing Research in School: Physics Inquiry in the Zone of Proximal Development. *Journal of Research in Science Teaching*, 53(8), 1172–1197.
- KMK (Hrsg.) (2005). *Bildungsstandards im Fach Chemie (Biologie/Physik) für den Mittleren Schulabschluss*. München: Luchterhand.
- *Kock, Z.-J., Taconis, R., Bolhuis, S. & Gravemeijer, K. (2013). Some Key Issues in Creating Inquiry-Based Instructional Practices that Aim at the Understanding of Simple Electric Circuits. *Research in Science Education*, 43(2), 579–597.
- *Liljestrom, A., Enkenberg, J. & Pollanen, S. (2013). Making Learning Whole: An Instructional Approach for Mediating the Practices of Authentic Science Inquiries. *Cultural Studies of Science Education*, 8(1), 51–86.
- *McNeill, K. L., Pimentel, D. S. & Strauss, E. G. (2013). The Impact of High School Science Teachers' Beliefs, Curricular Enactments and Experience on Student Learning during an Inquiry-Based Urban Ecology Curriculum. *International Journal of Science Education*, 35(15), 2608–2644.
- *Moebius-Clune, B. N., Elsevier, I. H., Crawford, B. A., Trautmann, N. M., Schindelbeck, R. R. & van Es, H. M. (2011). Moving Authentic Soil Research into High School Classrooms: Student Engagement and Learning. *Journal of Natural Resources and Life Sciences Education*, 40, 102–113.
- NGSS Lead States. (2013). *Next generation science standards: For states, by states*. Washington: National Academies Press.
- Scott, P., Asoko, H. & Leach, J. (2007). *Student conceptions and conceptual learning in science*. In S. A. Abell & N. G. Lederman (Hrsg.), *Handbook of Research on Science Education* (S. 31–56). New York: Routledge.
- Sfard, A. (1998). On two metaphors for learning and the dangers of choosing just one. *Educational Researcher*, 27(2), 4–13.
- *Shahat, M. A., Ohle, A. & Fischer, H. E. (2017). Evaluation of a Teaching Unit Based on a Problem-Solving Model for Seventh-Grade Students. *Zeitschrift für Didaktik der Naturwissenschaften*, 23(1), 205–224.
- *Streich, I. & Mayer, J. (2020). Effects and Prerequisites of Self-Generation in Inquiry-Based Learning. *Education Sciences*, 10(10), 277.