

Valerie Hollwedel¹
Annette Marohn¹

¹Universität Münster

basic – Basisvorstellungen im Chemieunterricht

Die Basiskonzepte wurden als „Instrumente für die vertikale Vernetzung“ von Wissen in der Chemie (Demuth et al., 2005, S. 56) in die Kernlehrpläne (Ministerium für Schule und Weiterbildung des Landes Nordrhein-Westfalen, 2013) eingeführt. Dem mangelnden „roten Faden“ im Fach, der zum „Fehlen einer vernetzten Struktur grundlegender fachlicher Ideen und Konzepte bei vielen Schülerinnen und Schülern“ führt (Rother & Walpuski, 2020), gilt es allerdings immer noch Rechnung zu tragen, wie die vielen Ansätze zur innerfachlichen Vernetzung zeigen (Alonzo, 2012; Bernholt et al., 2020; Cooper et al., 2017). Gleichzeitig betont Johnstone (1991) die Notwendigkeit der transparenten *Trennung* der makroskopischen, submikroskopischen und symbolischen Ebene der Chemie für den Einstiegsunterricht sowie die Förderung der *Vernetzung* der Ebenen additiv zum Aufbau kohärenten Fachverständnisses (Talanquer, 2011).

Das hier erstmalig vorgestellte Projekt *basic* soll im Rahmen des Design-Based Research Lernmaterial entwickeln, das diese beiden grundlegenden Ideen – die Vernetzung des Wissens im Basiskonzept Chemische Reaktion und die Förderung der Verknüpfung der drei Ebenen der Chemie nach Johnstone – miteinander vereint. Dabei soll das Lernmaterial die ebenenspezifische Fachsprache fördern und alternativen Vorstellungen zum Konzept der chemischen Reaktion entgegenwirken.

Theoretischer Hintergrund: Grundvorstellungen

Die Mathematikdidaktik beschäftigt sich bereits seit Jahrzehnten mit einem Konstrukt, das dazu beitragen soll, ein Grundverständnis von Konzepten zu konstituieren: die *Grundvorstellungen*. Grundvorstellungen sind „idealtypische mentale Repräsentationen“ fachlicher Sachverhalte und stellen somit normative, didaktische Leitideen dar (Griesel et al., 2019, S. 129). Das Konstrukt der Grundvorstellungen gilt in der Mathematikdidaktik als weitgehend etabliert und bildet die Grundlage einer Vielzahl an Forschungsarbeiten (Griesel et al., 2019; vom Hofe, 1992).

Identifizierung der Basisvorstellungen zur Chemischen Reaktion

Das Projekt *basic* („Basisvorstellungen im Chemieunterricht“) verfolgt den Ansatz, das Grundvorstellungskonzept auf die Basiskonzepte der Chemie zu übertragen. Wir vermuten, dass der Aufbau von Grundvorstellungen innerhalb der Basiskonzepte zu einer besseren Vernetzung des Wissens beiträgt und alternativen Schülervorstellungen entgegenwirkt.

Zur Identifizierung der Grundvorstellungen wurde das von Salle und Clüver (2021) vorgeschlagene Verfahren zur Herleitung normativer, mathematischer Grundvorstellungen herangezogen. Nach diesem Verfahren sollen zunächst Richtlinien für den Herleitungsprozess bestimmt werden, darauf folgt die Sachanalyse des Begriffs, sowie die Formulierung konkreter Grundvorstellungen.

Für dieses Projekt wurde das Basiskonzept *Chemische Reaktion* in der Sekundarstufe I ausgewählt. Die Gründe hierfür sind vielfältig: Die Chemische Reaktion bildet den Kern des

Chemieunterrichts, allerdings bleibt die Fragmentierung des Wissens innerhalb dieses Basiskonzepts ein bekanntes Problem (Bernholt et al., 2020). Konzepte und Ansätze zur *Verknüpfung* der Ebenen fehlen bislang oder fokussieren vorwiegend das Basiskonzept *Struktur der Materie*.

Nach der Entwicklung der Projektidee wurde zunächst mithilfe der Software MAXQDA eine Sachanalyse in Form einer strukturierenden, qualitativen Inhaltsanalyse (Rädiker & Kuckartz, 2019) von Kernlehrplänen und Bildungsstandards, Schulbüchern für die Sekundarstufe I und chemiedidaktischer Sekundärliteratur zum Thema durchgeführt. Mit Bezug auf ein Verständnis von vernetztem, konzeptuellem Wissen als vertieftes deklaratives Wissen (Renkl, 2020, S. 4) wurden zunächst 33 Wissens Elemente, die das Gesamtverständnis von Chemischen Reaktionen konstituieren, mit 237 induktiven Codierungen identifiziert. Im nächsten Schritt wurden diese 33 Wissens Elemente zu vier Grundvorstellungen kategorisiert. Da das Projekt die *Basiskonzepte* fokussieren soll, bezeichnen wir die identifizierten Vorstellungen als *Basisvorstellungen*. Zur Chemischen Reaktion wurden vier Basisvorstellungen identifiziert:

- Bildung neuer Stoffe
- Erhalt
- Konstante Verhältnisse
- Energieumsatz

Die Basisvorstellungen können auf der makroskopischen und der submikroskopischen Ebene nach Johnstone dargestellt werden. Die Symbolebene wird als Übersetzungsebene der beiden anderen Ebenen betrachtet (Taber, 2009). Durch die formelle, empirische Herleitung der Basisvorstellungen aus Steuerungselementen verschiedener Akteure des Bildungssystems verdichtet sich ein Instrument zur Sicherung des vernetzten Wissens Lernender zum Basiskonzept Chemische Reaktion. Die Basisvorstellungen grenzen sich von den *Learning Progressions* (Alonzo, 2012) durch ihre nicht-hierarchische Vernetzung ab. Sie bieten Möglichkeit zum Bottom-up-Aufbau eines kohärenten Frameworks in Kontrast zur Top-down-Implementation der Basiskonzepte selbst.

Entwicklung von Lernmaterial

Die aktuelle Phase des Projekts fokussiert die Entwicklung von Lernmaterial zu den vier identifizierten Basisvorstellungen. Dafür wurde bereits eine Übersichtsseite gestaltet, die alle vier Basisvorstellungen vorstellt und gemäß den Johnstone-Ebenen strukturiert. Zur Veranschaulichung der Basisvorstellungen werden zwei schulrelevante Reaktionen genutzt: die Reaktion von Kupfer und Schwefel sowie die Thermolyse von Silberoxid (Sieve et al., 2022). Die Johnstone-Ebenen sind unter Verwendung der sprachsensiblen Begrifflichkeit und Symbolik aus dem Projekt chem:LEVEL (Haas, 2021) transparent gekennzeichnet.

Auf der Beobachtungsebene können Lernende mithilfe eines QR-Codes zunächst die Reaktion von Kupfer mit Schwefel in einem Video betrachten. Sie erkennen, dass ein neuer Stoff entsteht und die Masse der Stoffe erhalten bleibt. Ebenso wird aufgezeigt, dass Stoffe stets in einem konstanten Massenverhältnis reagieren und bei chemischen Reaktionen Energie umgesetzt wird. Die Thermolyse von Silberoxid bildet hierbei das Beispiel für eine endotherme Reaktion.

Auf der Vorstellungsebene verknüpfen die Lernenden die Bildung neuer Stoffe mit der Veränderung der Anordnung der Teilchen. Die Ebene veranschaulicht zudem, dass die

Gesamtzahl der Atome und Teilchenmassen erhalten bleibt und die Atomsorten in einem konstanten Verhältnis reagieren. Die symbolische Darstellung dient als Vermittler und Übersetzer beider Ebenen.

Ausblick

Im weiteren Verlauf des Projekts werden in einem iterativen Prozess Lernmaterialien konzipiert, die eine Entwicklung von Basisvorstellungen zu den Reaktionstypen *Elektronenübertragung* und *Protonenübertragung* initiieren sollen. Einen besonderen Fokus bildet dabei die Verknüpfung der Johnstone-Ebenen sowie die Übersetzung zwischen den einzelnen Ebenen.

Die Materialien werden zunächst im Rahmen von leitfadengestützten Interviews mit Lehrkräften reflektiert, anschließend mit Schulklassen erprobt und Lernprozesse sowie Lernergebnisse analysiert. Im Sinne des Design-Based Research wird final die Frage in den Blick genommen, welches Potential die Entwicklung von Basisvorstellungen für das Verstehen des Konzepts der Chemischen Reaktion innehaben.

Literatur

- Alonzo, A. C. (2012). Learning progressions: significant promise, significant challenge. *Zeitschrift für Erziehungswissenschaft*, 15(1), 95–109. <https://doi.org/10.1007/s11618-012-0253-4>
- Bernholt, S., Höft, L. & Parchmann, I. (2020). Die Entwicklung fachlicher Basiskonzepte im Chemieunterricht – Findet ein kumulativer Aufbau im Kompetenzbereich Fachwissen statt? *Unterrichtswissenschaft*, 48(1), 35–59. <https://doi.org/10.1007/s42010-019-00065-4>
- Cooper, M. M., Posey, L. A. & Underwood, S. M. (2017). Core Ideas and Topics: Building Up or Drilling Down? *Journal of Chemical Education*, 94(5), 541–548. <https://doi.org/10.1021/acs.jchemed.6b00900>
- Demuth, R., Ralle, B. & Parchmann, I. (2005). Basiskonzepte - eine Herausforderung an den Chemieunterricht. *CHEMKON*, 12(2), 55–60. <https://doi.org/10.1002/ckon.200510021>
- Griesel, H., vom Hofe, R. & Blum, W. (2019). Das Konzept der Grundvorstellungen im Rahmen der mathematischen und kognitionspsychologischen Begrifflichkeit in der Mathematikdidaktik. *Journal für Mathematik-Didaktik*, 40(1), 123–133. <https://doi.org/10.1007/s13138-019-00140-4>
- Haas, J.-B. (2021). *chem.LEVEL: Fachsprachlich sensibler Chemieunterricht auf Basis des Johnstone Dreiecks* (Bd. 8). Logos Verlag.
- Johnstone, A. H. (1991). Why is Science Difficult to Learn? Things are Seldom What They Seem. *Journal of Computer Assisted Learning*, 7(2), 75–83. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2729.1991.tb00230.x>
- Ministerium für Schule und Weiterbildung des Landes Nordrhein-Westfalen. (2013). *Kernlehrplan für die Gesamtschule - Sekundarstufe I in Nordrhein-Westfalen: Naturwissenschaften, Biologie, Chemie, Physik*. https://www.schulentwicklung.nrw.de/lehrplaene/upload/klp_SI/GE/NW/KLP_GE_NW.pdf
- Rädiker, S. & Kuckartz, U. (2019). *Analyse qualitativer Daten mit MAXQDA*. Springer Fachmedien Wiesbaden.
- Renkl, A. (2020). Wissenserwerb. In E. Wild & J. Möller (Hrsg.), *Pädagogische Psychologie* (3-24). Springer Berlin Heidelberg.
- Rother, A. & Walpuski, M. (2020). *Vernetztes Lernen im Chemieunterricht: Mit einer Strukturierungs-Map den Lernerfolg erhöhen*. <https://www.schulentwicklung.nrw.de/sinus/upload/Phase06/Artikel/NW17-606.pdf>
- Salle, A. & Clüver, T. (2021). Herleitung von Grundvorstellungen als normative Leitlinien – Beschreibung eines theoriebasierten Verfahrensrahmens. *Journal für Mathematik-Didaktik*, 42(2), 553–580. <https://doi.org/10.1007/s13138-021-00184-5>
- Sieve, B., Struckmeier, S. & Böhm, D. (2022). *Experimente im Chemieunterricht Band 1*. Springer Spektrum Berlin Heidelberg. <https://doi.org/10.1007/978-3-662-63905-4>
- Taber, K. S. (2009). Learning at the Symbolic Level. In J. K. Gilbert & D. Treagust (Hrsg.), *Models and Modeling in Science Education: Bd. 4. Multiple Representations in Chemical Education* (1. Aufl., 75-105). Springer Dordrecht.
- Talanquer, V. (2011). Macro, Submicro, and Symbolic: The Many Faces of the Chemistry “Triplet”. *International Journal of Science Education*, 33(2), 179–195. <https://doi.org/10.1080/09500690903386435>
- vom Hofe, R. (1992). Grundvorstellungen mathematischer Inhalte als didaktisches Modell. *Journal für Mathematik-Didaktik*, 13(4), 345–364. <https://doi.org/10.1007/BF03338785>