

Förderung des akademischen Verständnisses der Struktur der Materie

Theoretischer Hintergrund

Bei der Vermittlung von fachwissenschaftlichen Inhalten in der Chemie spielen Abbildungen eine zentrale Rolle. Die Behandlung von Fachinhalten innerhalb der Naturwissenschaften ist ohne Abbildungen praktisch nicht realisierbar (Gilbert, 2007). Gerade im Bereich der Struktur der Materie, welcher sich mit den grundlegenden Eigenschaften, dem Aufbau und dem Ursprung von Stoffen und Verbindungen befasst (Ministerium für Schule und Weiterbildung des Landes Nordrhein-Westfalen, 2008), wird eine Vielzahl verschiedener Darstellungsformen verwendet. Diese variieren je nach intendiertem Ziel.

Für die Lernenden ist es dabei wichtig, dass sie die dargebotene Darstellungsart erkennen und mit ihr umgehen können. So müssen sie dazu fähig sein, die Bedeutung hinter den jeweiligen Bildinhalten zu erfassen (Weidenmann, 1994) um enthaltene Informationen richtig zu entnehmen. Hierbei gilt jedoch zu beachten, dass Abbildungen zumeist auf vielfältige alternative Arten dargestellt werden können. So gibt es eine Vielzahl konkurrierender Darstellungsformen mit jeweils eigenen Bedeutungen und spezifischen Bildsprachen (Schnotz, 2010).

Grundsätzlich lassen sich Darstellungen, durch ihren Informationsgehalt, in dekorative und instruktionale Visualisierungen unterteilen (Niegemann, 2008). Dekorative Abbildungen erfüllen nur schmückende Funktionen und dienen nicht direkt dem Erwerb von Fachwissen. Instruktionale Abbildungen hingegen enthalten Fachinformationen und können als Lerngegenstand eingesetzt werden.

Instruktionale Abbildungen lassen sich, anhand ihres Abstraktionsgrades, weiter differenzieren. Hierbei kann unterschieden werden, zwischen ikonischen und symbolischen Darstellungen. Ikonische Visualisierungen weisen eine strukturelle Gemeinsamkeit zum Realobjekt auf. Sie sind abbildende Darstellungen des Referenzobjektes (Schnotz, 2005). Symbolische Visualisierungen hingegen weisen keinerlei Gemeinsamkeit mit dem Realobjekt auf. Sie sind beschreibende Abbildungen und präsentieren ihre Informationen in kondensierter und abstrakter Form (Schnotz, 2005).

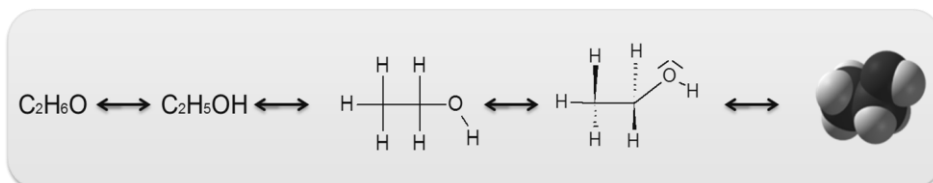


Abb. 1: Verschiedene Darstellungsformen des Ethanol. Von links nach rechts sinkt der symbolische Darstellungsanteil und der ikonische steigt an

Zusätzlich zu den beiden erwähnten Extremausprägungen sind auch Mischformen möglich. Die Mischformen enthalten sowohl ikonische als auch symbolische Merkmale in unterschiedlich starker Ausprägung, wodurch vielfältige Hybridformen erdenklich sind.

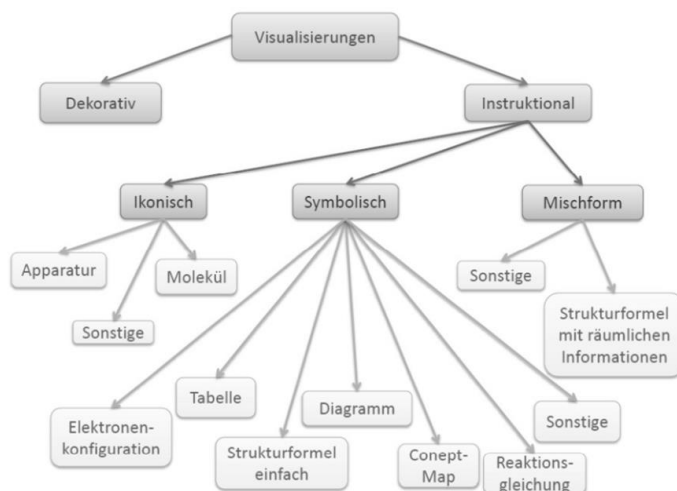


Abb. 2: Klassifikation verschiedener Visualisierungsformen
(Darstellung nach Dickmann et al., 2015)

Ausgangslage und Zielsetzung

Für das Erlernen chemischer Fachinhalte muss der Umgang mit einer Vielzahl verschiedener Abbildungsarten beherrscht werden. Eine der grundlegenden Herausforderungen zu Beginn des Chemiestudiums ist daher die Entwicklung eines konzeptuellen Verständnisses der Struktur der Materie wie es beispielsweise im Rahmen der VSEPR- oder LCAO-Theorie benötigt wird.

Um dieses konzeptuelle Verständnis gezielt zu verbessern, wird in diesem Projekt ein Trainingsprogramm zur Förderung des akademischen Verständnisses der Struktur der Materie entwickelt.

Hierbei untergliedert sich das Projekt in zwei aufeinander aufbauende Phasen: In der ersten Phase wird der Einfluss verschiedener Lernvoraussetzungen auf den Umgang mit Repräsentationsformen unterschiedlichen Abstraktionsgrades untersucht. Besonders fokussiert wird hierbei die mathematischen Fähigkeit und das räumliche Vorstellungsvermögen der Probanden betrachtet.

Auch soll untersucht werden, ob ein grundlegendes symbolisches Modellverständnis eine notwendige Voraussetzung für einen Wissenserwerb im ikonischen Bereich des konzeptuellen Verständnisses der Struktur der Materie darstellt. Oder ob sich die Kompetenz in beiden Teilbereichen unabhängig voneinander entwickelt.

Des Weiteren soll in einer qualitativen Blickbewegungsstudie erhoben werden, wie sich die genannten Lernvoraussetzungen in unterschiedlichen Blickbewegungspfaden und Fixationszeiten bei der Betrachtung von verschiedenen chemischen Abbildungsarten unterscheiden.

In der zweiten Projektphase wird ein adaptives Training zur Förderung des akademischen Verständnisses der Struktur der Materie mit Hinblick auf das konzeptuelle Modellverständnis im symbolischen und ikonischen Bereich entwickelt, erprobt und evaluiert. Dieses Training wird, auf Grundlage der Ergebnisse der ersten Phase erstellt.

Forschungsfragen und Hypothesen

Aus den dargestellten Hintergründen ergeben sich die folgenden Forschungsfragen und Hypothesen für die erste Projektphase.

Forschungsfrage 1: Welche Auswirkungen hat das mathematische Vorwissen auf das konzeptuelle Modellverständnis der Struktur der Materie im symbolischen Bereich?

Hypothese 1: Die mathematische Fertigkeit korreliert positiv mit einem konzeptuellen Modellverständnis der Struktur der Materie im symbolischen Bereich.

Forschungsfrage 2: Welche Auswirkungen hat das räumliche Vorstellungsvermögen auf das konzeptuelle Modellverständnis der Struktur der Materie im ikonischen Bereich?

Hypothese 2: Das räumliche Vorstellungsvermögen korreliert positiv mit einem konzeptuellen Modellverständnis der Struktur der Materie im ikonischen Bereich.

Studiendesign der Vorstudie

Die Studie wird in einem Prä-Post-Testdesign mit Erstsemester-Bachelor-Lehramtsstudierenden der Chemie (N=90) durchgeführt.

Die Datenerhebung findet an zwei Messzeitpunkten statt. Jeweils einem zu Beginn und zum Ende des ersten Fachsemesters. Der erste Messzeitpunkt liegt vor dem Beginn der Fachveranstaltungen, wodurch das tatsächliche Vorwissen zu Studienbeginn erfasst werden kann. Der zweite Messzeitpunkt liegt am Ende des ersten Vorlesungszeitraumes, womit der Wissenszuwachs nach einem Fachsemester ermittelt wird.

In einer bereits erfolgten Voruntersuchung wurden typische Abbildungsarten zur Vermittlung von Fachinhalten in der allgemeinen Chemie identifiziert. Diese Abbildungsarten werden in einem selbstentwickelten Testinstrument, zur Erhebung des akademischen Verständnisses der Struktur der Materie, verwendet. Dieses enthält Aufgaben in denen chemische Fachinhalte in ikonischer, symbolischer oder Misch-Abbildungsart dargestellt sind. Die Aufgaben variieren hierbei in ihrer Komplexität und in den, zur Beantwortung der Testfragen benötigten, kognitiven Prozessen. So müssen die Studierenden Informationen reproduzieren, selektieren, organisieren oder integrieren.

Zusätzlich zum entwickelten Test zur Überprüfung des akademischen Verständnisses der Struktur der Materie werden eine Reihe zusätzlicher Testinstrumente eingesetzt.

So wird das mathematische Vorwissen mit dem SChMa-Mathematiktest (nach Kimpel & Sumfleth, 2015), das Fachwissen mittels eines Fachwissenstests (in Anlehnung an Freyer, 2013) sowie das räumliche Vorstellungsvermögen (nach Ekstrom et al., 1976) erhoben.

Ausblick

Anhand der Daten des ersten Messzeitpunktes sollen Extremgruppen identifiziert werden, welche sich in ihrer Fähigkeitsausprägung im mathematischen Vorwissen und dem räumlichen Vorstellungsvermögen grundlegend unterscheiden. Mit diesen Personen wird eine qualitative Blickbewegungsstudie durchgeführt. In dieser wird betrachtet, wie sich die genannten Lernvoraussetzungen auf die Informationsentnahme in unterschiedlichen chemischen Darstellungsarten auswirken.

Die Ergebnisse der Voruntersuchungen werden später in einem adaptiven Training zusammengeführt. Dieses Training soll gezielt der Steigerung des akademischen Verständnisses der Struktur der Materie in den Teilbereichen dienen, in denen ein Förderbedarf aufgezeigt wird.

Literatur

- Dickmann, T. et al. (2015). Prädiktoren von visuellem Modellverständnis in der Chemie. Gesellschaft für Didaktik der Chemie und Physik Jahrestagung in Berlin 2015. Universität Regensburg
- Ekstrom, R. B., French, J. & Harman, H. (1976). Factor-Referenced Cognitive Tests .Educational Testing Service. Lawrence Township, USA
- Freyer, K. (2013) Zum Einfluss von Studieneingangsvoraussetzungen au den Studienerfolg Erstsemestersstudierender im Fach Chemie. Studien zum Physik- und Chemielernen: Vol. 156. Berlin Logos Berlin
- Gilbert, J.K., Boulter, C.J. & Elmer, R. (2007). Developing models in science education. Dordrecht: Kluwer Academic Publishers
- Gilbert, J. K., Reiner, M., Nakhleh, M. (2008). Visualization: Theory and practice in Science Education Volume 3. Berlin: Springer Verlag
- Gilbert, J. K. & Treagust, D. (2009). Multiple Representations in Chemical Education Volume 4. Berlin: Springer Verlag
- Kimpel, L. & Sumfleth, E. (2015). Chemieaufgaben – Mathematisierung als schwierigkeiterzeugender Faktor. Gesellschaft für Didaktik der Chemie und Physik Jahrestagung in Berlin 2015. Universität Regensburg
- Leutner, D., Opfermann, M.&Schmeck, A. (2015). Lernen mit Medien., Pädagogische Psychologie . Weinheim Basel: Beltz Verlagz
- Mayer, R. E. (2009). Multimedia Learning. Second Edition. Cambridge, MA: Cambridge University Press.
- McTigue, E., & Flowers, A. (2011). Visual literacy in science texts: Elementary students' perceptions and understandings of common diagrams. *The Reading Teacher*, 64 (8), 578-589.
- Ministerium für Schule und Weiterbildung des Landes Nordrhein-Westfalen (2008). Kernlehrplan für das Gymnasium – Sekundarstufe I in Nordrhein-Westfalen Chemie. Ritterbach Verlag GmbH, Frechen
- Niegemann, H. M., Domagk, S., Hessel, S., Hein, a., Hupfer, M., & Zobel, A. (2008). Kompendium multimediales Lernen. Heidelberg: Springer.
- Schnotz, W., Baadte, C., Müller, A & Rasch, R. (2010). Creative Thinking and Problem Solving with Depictive and Descriptive Representations. In Verschaffel, L., de Corte, E., de Jong, T. & Routledge, J. (Ed.): Use of Representations in Reasoning and Problem Solving - Analysis and Improvement. London, New York: Routledge, 11-35.
- Schnotz, W. (2005). An Integrated Model of Text and Picture Comprehension. *The Cambridge Handbook of Multimedia Learning*. Cambridge: Cambridge University Press
- Weidenmann, B. (1994) Lernen mit Bildmedien. Psychologische und didaktische Grundlagen. (2. Aufl.) Beltz Weiterbildung: Bd.1. Weinheim, Basel: Beltz.