

Thomas Dickmann
 Maria Opfermann
 Stefan Rumann
 Elmar Dammann
 Martin Lang
 Carsten Schmuck

Universität Duisburg-Essen

Prädiktoren von visuellem Modellverständnis in der Chemie

In der Lehr-Lern-Forschung werden Visualisierungen als Ergänzung zu Text spätestens seit Paivio (1986) und seiner Theorie der doppelten Kodierung als besonders lernförderlich angesehen. Auch fachspezifisch wird der lernförderliche Charakter unterstrichen. Nach Ainsworth (2006, 2008) lassen sich Text-Bild-Kombinationen als multiple externe Repräsentationen (MER) auffassen. Diese können drei Funktionen einnehmen, um das Erlernen von neuen Informationen zu erleichtern. Zum einen können MER demnach komplementäre (ergänzende) Funktionen besitzen, sie können die Interpretationsfreiheit der jeweils anderen Repräsentationsform einschränken, und sie können somit zur Konstruktion von tieferem Verständnis führen.

In seiner Kognitiven Theorie Multimedialen Lernens weist Mayer (2009) allerdings auch darauf hin, dass Visualisierungen nur unter bestimmten Voraussetzungen lernförderlich sind. So zählt er verschiedene Prinzipien (Multimedia-, Modalitäts-, Kontiguitäts-, Kohärenz- und Redundanzprinzip sowie das Prinzip der individuellen Unterschiede) auf, welche beachtet werden müssen, um Text-Bild-Kombinationen optimal zu gestalten.

Diese Prinzipien sind im Blick auf die Cognitive Load Theory (van Merriënboer & Sweller, 2005) von eminenter Bedeutung, da Misserfolg beim Lernen auch mit der suboptimalen Gestaltung von Lernmaterialien erklärt werden kann, welche insbesondere bei Lernenden mit niedrigem Vorwissen das Arbeitsgedächtnis überlasten und so den Wissenszuwachs verhindern können.

Basierend auf den oben genannten Theorien sollte gutes Lernmaterial demnach unter anderem so gestaltet sein, dass dieses erstens optimal am Vorwissen der Lernenden anknüpft, zweitens ausschließlich auf den Lerninhalt fokussiert und drittens auch individuelle Lernvoraussetzungen berücksichtigt.

Diese Überlegungen führen nun zu konkreten Forschungsfragen, die das Teilprojekt D der DFG-Forschergruppe ALSTER (Akademisches Lernen und Studienerfolg in der Eingangsphase von naturwissenschaftlich-technischen Studiengängen) fokussiert:

- Welche Formen von Visualisierungen dominieren in gängigen Lehrmaterialien für das Studium der Chemie und den Ingenieurwissenschaften, insbesondere zu Beginn des Studiums?
- Über welche individuellen Voraussetzungen verfügen Studierende zu Beginn ihres Studium der Chemie und den Ingenieurwissenschaften?
- Welche der individuellen Eigenschaften und Voraussetzungen der Lernenden sagen den erfolgreichen Umgang mit Visualisierungen verschiedener Art vorher?

Unser Ziel ist es dabei insbesondere, herauszufinden, welche Prädiktoren visuelles Modellverständnis beeinflussen und inwiefern visuelles Modellverständnis Studienerfolg prädiziert.

Die Beantwortung der Forschungsfragen erfolgt in zwei Stufen. Die Klassifizierung und Quantifizierung der Visualisierungen wird in einem ersten Schritt mittels einer Lehrbuchanalyse durchgeführt. In einem zweiten Schritt werden die Ergebnisse aus der

Lehrbuchanalyse genutzt, um ein geeignetes Testinstrument zu entwickeln, welches visuelles Modellverständnis erfassen kann.

Die angesprochene Lehrbuchanalyse ist angelehnt an die Einteilung von Visualisierungen nach Schnotz (2005) und Niegemann et al (2008). Visualisierungen können demnach entweder dekorativen oder instruktionalen Charakter besitzen. Dekorativ bedeutet, dass diese Visualisierungen illustrative Eigenschaften besitzen, welche nicht unmittelbar das Verständnis fördern, während instruktionale Visualisierungen sich direkt auf den Inhalt beziehen und demnach verständnisfördernd wirken. Deswegen werden ausschließlich instruktionale Visualisierungen auf einer zweiten Ebene erneut untergliedert in die Kategorien: Symbolisch, Ikonisch und Mischformen. Schnotz (2005) versteht unter ikonischen Visualisierungen, dass diese strukturelle Gemeinsamkeiten bzw. deutliche Ähnlichkeiten zum Referenzobjekt aufweisen (Molekülmodelle, Apparaturen etc.), wohingegen symbolische Visualisierungen keinerlei strukturelle Ähnlichkeiten zum Referenzobjekt (Reaktionsgleichungen, Summenformel, etc.) besitzen. Falls die Visualisierung beide der o.g. Charakteristika aufweist, so wird sie der Kategorie „Mischform“ zugeordnet. Abbildung 1 zeigt das Kategoriensystem der Lehrbuchanalyse.

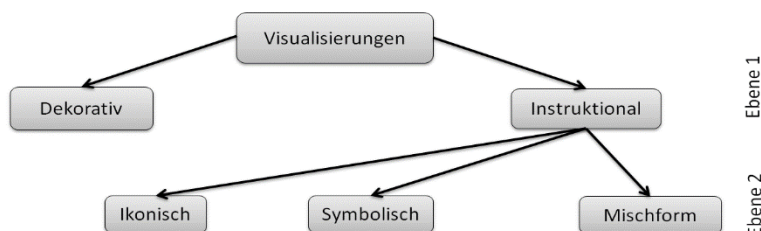


Abbildung 1: Übersichtsdarstellung des Kategoriensystems der Lehrbuchanalyse

Für die Klärung der weiteren Forschungsfragen wird anhand der Ergebnisse der Lehrbuchanalyse ein Testinstrument entwickelt, welches explizit das visuelle Modellverständnis von Chemie- und Bauingenieurstudierenden erfassen soll. Es wird angenommen, dass visuelles Modellverständnis von unterschiedlichen fachspezifischen Charakteristika prädiziert wird. So wird vermutet, dass das räumliche Vorstellungsvermögen, insbesondere das visuelle Modellverständnis, bei den Chemikern vorhersagt, während das formal-logische Denken ein wesentlicher Prädiktor für visuelles Modellverständnis bei den Ingenieuren sein soll. Um diese Hypothesen zu erfassen und die unterschiedlichen fachspezifischen Charakteristika abzugrenzen, wird der Test zur Erhebung des visuellen Modellverständnisses in drei Teile untergliedert: einen chemiespezifischen, einen allgemeinen und einen ingenieurspezifischen Teil. Um die beiden Gruppen miteinander vergleichen zu können, werden im allgemeinen Teil fachunspezifische Items eingesetzt. Die einzelnen Teile des Tests werden so konzipiert, dass prinzipiell jeder Proband alle Items auch ohne spezifisches Fachwissen beantworten kann. Im Allgemeinen sollte sich zeigen, dass jemand, der im Ingenieurteil gut abschneidet, auch in den beiden anderen Teilen überdurchschnittliche Werte erzielt.

Der Test wird innerhalb des ALSTER-Projekts eingesetzt, welches als eine Längsschnittstudie über die ersten beiden Semester naturwissenschaftlich-technischer Studiengänge angelegt ist und drei Messzeitpunkte beinhaltet: Anfang und Ende des Wintersemesters sowie das Ende des Sommersemesters. Die Pilotierung des Modellverständnistests erfolgt im Wintersemester 2015/2016.

Im Folgenden wird auf Ergebnisauszüge der Lehrbuchanalyse eingegangen. Die Tabellen 1 und 2 geben eine Übersicht über die in den gängigen Lehrbüchern der Chemie Ebene (AC =

Allgemeine Chemie; OC = Organische Chemie und PC = Physikalische Chemie) dominierenden Visualisierungen, insbesondere zu Beginn des Studiums.

Variablen	Abbildungen Gesamt	Physikalische Chemie	Organische Chemie	Allgemeine Chemie	Cohens κ
Dekorativ	137	0,0%	2,2%	4,2%	.96-1.0
Instruktional	6991	100%	97,2%	95,7%	.96-1.0

Tabelle 1: Lehrbuchanalysergebnisse auf der ersten Ebene

Variablen	Abbildungen Gesamt	Physikalische Chemie	Organische Chemie	Allgemeine Chemie	Cohens κ
Ikonisch	670	9,9%	9,7%	8,3%	.93-.98
Symbolisch	5495	83,6%	71,5%	75,3%	.93-.96
Mischform	840	6,6%	17,1%	12,0%	.89-.96

Tabelle 2: Lehrbuchanalysergebnisse auf der zweiten Ebene

Den beiden Tabellen kann entnommen werden, dass in allen Teilgebieten der Chemie instruktionale Abbildungen auf der ersten Ebene und symbolische Abbildungen auf der zweiten Ebene überwiegen. Dies überrascht ein wenig, da vermutet werden könnte, dass Molekülmodelle als typische ikonische Abbildungen in den Lehrbüchern vorherrschen. Es zeigt sich jedoch, dass insbesondere Reaktionsgleichungen und sonstige symbolische Abbildungen in den Lehrbüchern der Chemie verwendet werden.

Abschließend ist zu sagen, dass multimediales Lernen zunehmend in den Blickpunkt der Forschung gerückt ist, aber dass die Facette des visuellen Modellverständnisses bisher kaum in der Literatur behandelt wurde. Diese Forschungsarbeit versucht diese Lücke zu schließen, indem in einem ersten Schritt die dominierenden Visualisierungen in den gängigen Lehrmaterialien klassifiziert und quantifiziert werden und in einem zweiten Schritt ein geeignetes Testinstrument zur Erhebung von visuellem Modellverständnis entwickelt wird, um die prädiktive Kraft eben jener für Studienerfolg zu messen und andererseits die Prädiktoren von visuellem Modellverständnis zu erforschen.

Literatur

- Ainsworth, S. E. (2006). DeFT: A conceptual framework for considering learning with multiple representations. *Learning and Instruction*, 16, 183-198.
- Ainsworth, S. E. (2008). The educational value of multiple representations when learning complex scientific concepts. In J. K. Gilbert, M. Reiner & M. Nakhel (Eds.), *Visualization: Theory and Practice in Science Education* (pp. 191-208). New York: Springer.
- Atkins, P. W., Trapp, C. A., De Paula, J. & Giunta, C. (2013). *Physikalische Chemie*, 5th edition, Weinheim: Wiley-VCH.
- Bruice, P. Y. (2011). *Organische Chemie*, 5th edition, München: Pearson.
- Mayer, R. E. (2009). *Multimedia Learning*. 2nd edition. Cambridge, MA: Cambridge University Press.
- Mortimer, C. E., & Müller, U. (2014). *Chemie: Das Basiswissen der Chemie*, 12th edition. Stuttgart: Thieme.
- Niegemann, H. M., Domagk, S., Hessel, S., Hein, a., Hupfer, M., & Zobel, A. (2008). *Kompodium multimediales Lernen*. Heidelberg: Springer.
- Paivio, A. (1986). *Mental Representations: A Dual-Coding Approach*. Oxford University Press, New York.
- Schnotz, W. (2005). An Integrated Model of Text and Picture Comprehension. *The Cambridge Handbook of Multimedia Learning*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Van Merriënboer, J. J. G., & Sweller, J. (2005). Cognitive load theory and complex learning: Recent developments and future directions. *Educational Psychology Review*, 17, 147-177.