

## Konzeptverständnis durch Vernetzung von Repräsentationsebenen

Eine große Herausforderung für den naturwissenschaftlichen Unterricht stellt das Ziel dar, Schülerinnen und Schülern beobachtbare Phänomene durch Erklärungen auf der nicht-beobachtbaren Ebene begreifbar zu machen. Um diesen submikroskopischen Bereich adäquat repräsentieren zu können, benötigen Lernende geeignete Modellvorstellungen, die im Laufe des Chemieunterrichts entwickelt werden müssen. Studien weisen darauf hin, dass Lerner zum einen Defizite im Bereich eines adäquaten Modellverständnisses zeigen (Grosslight, Unger, Jay & Smith, 1991; Harrison & Treagust, 1998) und zum anderen Schwierigkeiten bei der Vernetzung zwischen dem Phänomen und der jeweiligen Repräsentation (z. B. Teilchenabbildung, Reaktionsgleichung) aufweisen (Chittleborough & Treagust, 2007; Gabel, 1998; Jaber & BouJaoude, 2012). Gerade jedoch die Vernetzung der verschiedenen Repräsentationen ist wichtig, damit Lerner ein solides, konzeptuelles, chemisches Verständnis erlangen (Kozma, 2003). Aufgrund der aufgezeigten Problematik hat das vorliegende Dissertationsvorhaben das Ziel, die Vernetzung zwischen den Repräsentationen mithilfe metakonzeptueller Maßnahmen in einer experimentellen Lernumgebung zur Elektrochemie zu erleichtern, um dadurch das Konzeptverständnis der Lernenden zu fördern.

### Theoretischer Hintergrund

Einen theoretischen Rahmen für die Repräsentation von chemischem Wissen bietet das „chemical triangle“ nach Johnstone (1993). Laut Johnstone lässt sich chemisches Wissen auf drei verschiedenen Ebenen darstellen: makroskopisch, submikroskopisch und symbolisch. Allerdings werden die verwendeten Begriffe nicht trennscharf definiert und in der folgenden Literatur oft unterschiedlich ausgelegt (Talanquer, 2011). Schwierigkeiten liegen hier hauptsächlich darin, dass die drei Ecken des Dreiecks eine Gleichwertigkeit der Bereiche suggerieren. Zudem wird der Unterschied zwischen Realität und Repräsentation nicht hinreichend deutlich.

Daher wurde das chemische Dreieck hinsichtlich einer expliziten Trennung zwischen erfahrbarer und modellierter Welt erweitert sowie die Größenskala und der Abstraktionsgrad als variable Größen integriert (siehe Abbildung 1).

Um den Lernenden den Wechsel zwischen dem bereits repräsentierten Phänomen und den modellierten Repräsentationen zu erleichtern, können metakonzeptuelle Maßnahmen eingesetzt werden. Metakonzeption lässt sich im Gebiet der Metakognition einordnen, grenzt sich aber durch die spezifische Reflexion naturwissenschaftlicher Konzepte von dieser ab. Empirische Studien zeigen, dass ein Zusammenhang zwischen Metakognition und Lernerfolg besteht (Hasselhorn & Gold, 2009). Ferner konnte dieser speziell für den naturwissenschaftlichen Unterricht nachgewiesen werden (Georghiades, 2000; Rickey & Stacy, 2000). Im Unterschied zur Metakognition beinhaltet Metakonzeption laut Mikelskis-Seifert (2002) das Wissen über Konzepte und deren Charakter sowie die Nutzung und Regulierung dieses Wissens. In der betreffenden Studie konnte gezeigt werden, dass ein metakonzeptuelles Bewusstsein zur Erfahrungs- und Modellwelt der Lernenden zu einem besseren Verständnis der Teilchenstruktur führt (Mikelskis-Seifert, 2002).

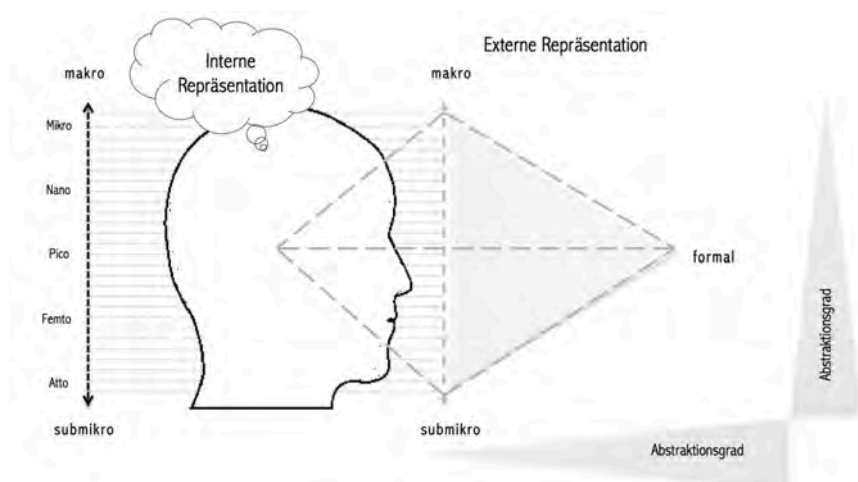


Abb. 1: Bezugssystem zur Einordnung chemischer Repräsentationen

### Forschungsfragen

- In welchem Maße fördert die explizite Auseinandersetzung mit metakonzeptuellem Wissen über Repräsentationen das Konzeptverständnis?
- Welchen Einfluss hat die Aktivierung des metakonzeptuellen Wissens im Lernprozess auf das Konzeptverständnis?

### Design und Methode

Umgesetzt werden soll die Untersuchung in einem experimentellen Kontrollgruppendesign im Bereich der Elektrochemie. Es werden rund 240 Schülerinnen und Schüler der 10. Klasse des Gymnasiums zur Realisierung des Forschungsvorhabens benötigt. Diese werden in selbst gewählten Paaren auf drei Gruppen verteilt. Zur Balancierung der Gruppen dienen die Ergebnisse des Prätests, der die kognitiven Fähigkeiten, das Interesse sowie das Konzeptverständnis erfragt. Jede Gruppe erhält die gleiche experimentelle Lernumgebung, welche nach dem Vorbild der Interaktionsboxen von Rumann (2005) und Walpuski (2006) konzipiert wurde, jedoch in Abgrenzung den Schwerpunkt der Problemstellung eher im Schritt der Erklärung des experimentellen Phänomens durch geeignete Modelle legt. Insgesamt besteht die Intervention aus drei zusammenhängenden Boxen, die an drei aufeinanderfolgenden Tagen getestet werden. Die Wissenssicherung wird durch Ergebniskarten gewährleistet. Während die Kontrollgruppe ausschließlich die experimentelle Lernumgebung bearbeitet, erhalten beide Interventionsgruppen ein metakonzeptuelles Training, in dem sie die explizite Trennung sowie die Vernetzung von verschiedenen Repräsentationen erlernen. Ferner erfahren die Lernenden den Modellcharakter der Repräsentationen. Die zweite Interventionsgruppe erhält zusätzlich noch metakonzeptuelle Prompts während der Experimentierphase. Diese sollen die Lerner beim Experimentieren an das erworbene Wissen über Repräsentationen und deren Nutzung erinnern.

Durch ein Prä-Post- und Follow-Up-Design soll der Erfolg der Intervention gemessen werden. Zusätzlich werden während der Experimentierphase ausgewählte Dyaden videografiert, um die tatsächlich stattgefundenen Auseinandersetzungen mit der Nutzung des Wissens über Repräsentationen zu ermitteln und mit einem Zuwachs des konzeptuellen Verständnisses in Verbindung zu bringen.

**Literatur**

- Chittleborough, G., & Treagust, D. (2007). The modelling ability of non-major chemistry students and their understanding of the sub-microscopic level. *Chemistry Education Research and Practice*, 8(3), 274-292.
- Gabel, D. (1998). The complexity of chemistry and implications for teaching. In B. J. Fraser & K. Tobin (Eds.), *International Handbook of Science Education*. Vol. 2, 233-248. Dordrecht: Kluwer Academic Publishers.
- Grosslight, L., Unger, C., Jay, E., & Smith, C. (1991). Understanding models and their use in science: Conceptions of middle and high school students and experts. *Journal of Research in Science Teaching*, 28(9), 799-822.
- Harrison, A. G., & Treagust, D. F. (1998). Modelling in science lessons: Are there better ways to learn with models? *School Science and Mathematics*, 98(8), 420-429.
- Hasselhorn, M., & Gold, A. (2009). *Pädagogische Psychologie: Erfolgreiches Lernen und Lehren* [Learning and teaching successfully]. In M. Hasselhorn, H. Heuer & F. Rösler (Eds.), *Standards Psychologie*. Stuttgart: Kohlhammer.
- Georgiades, P. (2000). Beyond conceptual change learning in science education: Focusing on transfer, durability and metacognition. *Educational Research*, 42(2), 119-139.
- Jaber, L. Z., & BouJaoude, S. (2012). A macro-micro-symbolic teaching to promote relational understanding of chemical reactions. *International Journal of Science Education*, 34(7), 973-998.
- Johnstone, A. H. (1993). The development of chemistry teaching. *Journal of Chemical Education*, 70(9), 701-705.
- Kozma, R. (2003). The material features of multiple representations and their cognitive and social affordances for science understanding. *Learning and Instruction*, 13(2), 205-226.
- Mikelskis-Seifert, S. (2002). *Die Entwicklung von Metakzepten zur Teilchenvorstellung bei Schülern - Untersuchung eines Unterrichts über Modelle mithilfe eines Systems multipler Repräsentationsebenen*. Berlin: Logos.
- Rickey, D., & Stacy, A. M. (2000). The role of metacognition in learning chemistry. *Journal of Chemical Education*, 77(7), 915-920.
- Rumann, S. (2005). *Kooperatives Arbeiten im Chemieunterricht*. Berlin: Logos.
- Talanquer, V. (2011). Macro, submicro, and symbolic: The many faces of the chemistry "triplet". *International Journal of Science Education*, 33(2), 179-195.
- Walpuski, M. (2006). *Optimierung von experimenteller Kleingruppenarbeit durch Strukturierungshilfen und Feedback: eine empirische Studie*. Berlin: Logos.