

## Enkodierung chemischer Konzepte aus lebensweltlichen Kontexten

### Motivation des Projektes

Kontextorientierte Lernumgebungen werden charakterisiert über die Nutzung außerfachlicher Situationen als Ausgangspunkt für den Lernprozess chemischer Inhalte (u.a. King, 2016). Fachliche Inhalte werden demnach situiert in einem bestimmten Kontext erworben. Studien zeigen insbesondere im Bereich der Naturwissenschaften Schwächen der Lernenden bei der Übertragung situiert erworbener fachlicher Inhalte auf bislang unbekannte Kontexte auf (Bulte et al., 2005). Laut Renkl (1996) kann eine mangelnde Fähigkeit der Übertragung durch das Phänomen des trägen Wissens erklärt werden. Aus lerntheoretischer Perspektive herrscht jedoch keine Einigkeit darüber, ob und - wenn ja - wie der Transfer von situiert erworbenem Wissen möglich sei. Strenge Ansätze vertreten die Ansicht, dass Transfer durch die prinzipielle Kontextgebundenheit kaum möglich sei (u.a. Lave, 1988). Demgegenüber postulieren Vertreter\*innen der gemäßigeren Ansätze, dass der Transfererfolg von der Gestaltung und den Instruktionen in der Lern- sowie Transferumgebung abhängig sei (u.a. Anderson, Reder & Simon, 1996).

### Theoretischer Rahmen

Transfer findet statt, „wenn etwas, das in einem Zusammenhang [Kontext] gelernt wurde, auf einen anderen Zusammenhang [Kontext] übertragen wird“ (Mandl, Prenzel & Gräsel, 1992, S. 127). Alexander und Murphy (1999) weisen darauf hin, dass die Transferleistung und die Fähigkeit analoge Schlüsse zu ziehen zusammenhängende Prozesse darstellen. Weisen unterschiedliche Problemsituationen ähnliche relationale Strukturen auf, wird von analogen Grundstrukturen gesprochen (Klauer, 2011), die in Quell- und spätere Zieldomänen differenziert werden (Gentner & Smith, 2012). Im Allgemeinen wird die Verwendung von Strukturen aus einer bekannten Domäne (Quelle) zur Lösung eines Problems in einer unbekanntem Domäne (Ziel) als analoger Transfer bezeichnet. In Bezug auf die Betrachtung kontextorientierter Lernumgebungen werden die Domänen als Quell- und Zielkontext beschrieben. In Abbildung 1 ist der Analogietransferprozess angelehnt an Holyoak (2005) beschrieben. Der Prozess lässt sich in vier Phasen unterteilen: (1) *Retrieval*, (2) *Mapping*, (3) *Transfer* and (4) *Learning*. Die vorliegende Studie fokussiert die erste und zweite Phase des Analogietransferprozesses. Die anschließenden Phasen werden an dieser Stelle nicht weiter erläutert. In der ersten Phase wird das vorhandene Wissen aus einem Quellkontext durch einen unbekanntem Kontext (Ziel) aktiviert. Das anschließende *Mapping* stellt, nach Gentner und Smith (2012), den Hauptprozess des analogen Transfers dar. In dieser Phase kann der Lernende eine Lösung für die Aufgabe in der Zieldomäne und damit für einen erfolgreichen Transferprozess, generieren. Die Entscheidung, ob zwei Domänen analog sind, basiert darauf, ob Gemeinsamkeiten zwischen ihnen identifiziert werden können. Die Gemeinsamkeiten werden im Folgenden als Ähnlichkeitsbeziehungen im Sinne analoger Relationen definiert. In Bezug auf Curtis und Reigeluth (1984) lassen sich verschiedene Arten von

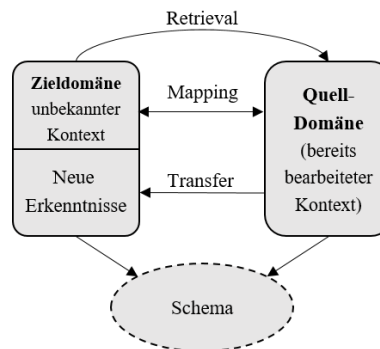


Abb. 1 Analogietransferprozess  
(basierend auf Holyoak, 2005)

Ähnlichkeitsbeziehungen differenzieren. ‚Einfache‘ Ähnlichkeitsbeziehungen basieren hauptsächlich auf oberflächlichen Ähnlichkeiten und sind als interpretativ und unspezifisch zu bezeichnen, während ‚erklärende‘ Ähnlichkeitsbeziehungen über die oberflächliche Zuordnung korrespondierender Elemente hinaus gehen und strukturelle Relationen fokussieren (Curtis & Reigeluth, 1984; Harrison & Treagust, 2006). Die Ähnlichkeitsbeziehungen (analoge Relationen) werden in der vorliegenden Studie nicht losgelöst von den Inhalten der jeweiligen Domänen, sondern in einem Problemkontext betrachtet. Dabei wird der Quellkontext als ein bereits bearbeitetes Problem repräsentiert und der Transferkontext als zu lösender Problemkontext (Gick & Holyoak, 1980; Minervino, Olguín & Trench, 2017; vgl. Abb.1). Der aktuelle Forschungsstand zeigt, dass es Lernenden nur selten gelingt, ohne eine Instruktion auf einen Quellkontext zurückzugreifen (Kubricht, Lu & Holyoak, 2017; Novick & Holyoak, 1991). Eine Möglichkeit der Instruktion besteht darin, das Wissen aus dem Quellkontext zu enkodieren, bevor es auf einen Zielkontext übertragen werden soll (Minervino et al., 2017). Unter Enkodierung wird der Prozess der Herauslösung des Wissens aus den Quellkontexten verstanden. In kontextorientierten Lernumgebungen wird dieser Prozess auch als Dekontextualisierung bezeichnet (Parchmann et al., 2006). Die Literatur zeigt verschiedene Strategien zur Enkodierung auf, die allesamt das Ziel verfolgen, gemeinsame Merkmale (*retrieval cues*) zwischen dem Quell- und Transferkontext hervorzuheben. Dies kann durch einen expliziten Hinweis auf Gemeinsamkeiten zwischen den Kontexten oder implizit mitunter durch die Nutzung analoger Situationen sowie der Instruktion zum Vergleich instruiert werden (Fortus, Krajcik & Dershimer, 2005). Die vorliegende Arbeit befasst sich mit dem Einfluss unterschiedlicher Arten der Enkodierung (implizit vs. explizit instruiert) in Bezug auf die Identifikation von Ähnlichkeitsbeziehungen und folgernd dem Transfererfolg der Lernenden in kontextorientierten Lernumgebungen.

### **Zielstellung**

Ziel der Studie ist die Analyse von Ähnlichkeitsbeziehungen, die Lernende zwischen den Quellkontexten und dem Zielkontext beim Wissenstransfer herstellen. Hierzu wurde auf Prozessdaten von Lernenden beim aktiven Generieren von Ähnlichkeitsbeziehungen zurückgegriffen, die im Rahmen eines Promotionsprojektes erhoben wurden (Kehne & Fechner, 2018). Die Kontexte sind den Fachinhaltsbereichen ‚Säuren und Basen‘ und ‚Redoxreaktionen‘ zuzuordnen.

### **Stichprobe**

Insgesamt stehen 53 Aufnahmen von Paaren bei der Bearbeitung der Aufgabe (Transferkontext) zur Verfügung. Davon sind 19 Video- und 34 Audioaufnahmen. Aufgrund ungerader Schüleranzahlen gibt es drei Dreiergruppen. Insgesamt ergibt sich eine Stichprobe von  $N = 109$  Lernenden. Der Fokus der Analyse der Prozessdaten liegt auf den Kommunikationsinhalten der Lernenden. Die Prozessdaten der Lernenden wurden daher nicht individuell, sondern paarweise ausgewertet.

### **Entwicklung des Kodiermanuals**

Die Entwicklung des Kodierverfahrens basiert auf dem Kodier-Analyse Kreislauf nach Jacobs, Kawanaka und Stigler (1999). In einem ersten Schritt wurden a-priori Kategorien basierend auf theoretischen Annahmen entwickelt. Diese Kategorien dienen einer ersten Strukturierung der Daten. In Bezug auf Curtis und Reigeluth (1984) werden die Ähnlichkeitsbeziehungen zwischen Quelle und Ziel differenziert in den Subkategorien ‚einfache‘ und ‚angereicherte‘ Ähnlichkeitsbeziehung betrachtet. ‚Einfache‘ Ähnlichkeitsbeziehung wird zugewiesen, wenn ein Lernender einen allgemeinen Bezug zu einem Quellkontext der Intervention herstellt. Dieser Prozess kann mit der ersten Phase des analogen Transfers (Retrieval) in Beziehung gesetzt werden (Abb. 1). Der Lernende ruft einen zuvor gelösten Quell-

kontext aus dem Gedächtnis ab und identifiziert ihn als analog zum Transferkontext. Der Abruf im Gedächtnis basiert überwiegend auf oberflächlichen Strukturen. Die Aussagen der Lernenden weisen keine weitere Spezifizierung oder Argumentation über die analogen Relationen auf. ‚Angereicherte‘ Ähnlichkeitsbeziehungen repräsentieren die *Mapping*-Phase des analogen Transfers. Die Lernenden stellen Verbindungen korrespondierender Elemente zwischen den Kontexten (Quelle - Transfer) her.

### Datenanalyse

Die Analyse der Daten erfolgte in zwei Schritten. Zunächst wurden Häufigkeitsanalysen der einzelnen Kategorien berechnet. Durch den zyklischen Prozess der Datenanalyse wurde deutlich, dass die Kategorie ‚Ähnlichkeitsbeziehungen‘, neben der Differenzierung in die dargestellten Subkategorien, noch spezifischer beschrieben werden kann. Folgernd wurde, in einem zweiten Schritt, eine qualitative zusammenfassende Inhaltsanalyse (Mayring, 2010) der kodierten Aussagen durchgeführt.

### Ergebnisse

Die Analyse zeigt, dass mehr als die Hälfte (56,6%) der Lernenden mindestens eine einfache Ähnlichkeitsbeziehung zwischen den Kontexten (Quelle -Transfer) herstellen konnte. Knapp 23 Prozent aller Lernenden konnten zudem mindestens eine angereicherte Ähnlichkeitsbeziehung (*Mapping*) zwischen dem Transferkontext und einem bekannten Quellkontext herstellen. Durch die zusammenfassende Inhaltsanalyse konnten Qualitätsstufen der Ähnlichkeitsbeziehungen identifiziert werden. Hierbei ist eine Verlagerung von einer phänomenologischen hin zu einer modellhaften, auf die Teilchenebene bezogene, Erklärung bzw. Argumentationsstrategie der Lernenden erkennbar (Tab. 1).

Tabelle 1. Ergebnisse der zusammenfassenden Inhaltsanalyse

Kategorie	Beschreibung/ Definition
K1	Vergleich der Kontexte ohne weitere Erläuterung
K2	Vergleich der Kontexte und Erläuterung durch Anwendung von Fachbegriffen
K3	Vergleich der Kontexte und Erläuterung der Funktionen des Donators und/ oder Akzeptors
K4	Vergleich der Kontexte und Erläuterung mit Bezug zur Teilchenebene

Der überwiegende Teil der Lernenden ist in der Lage, Verbindungen zwischen dem Quell- und Transferkontext auf Phänomenebene herzustellen (K1). Zusätzlich verwenden einige Lernende Fachbegriffe wie ‚Säure‘ oder ‚pH-Wert‘ in ihrer Kommunikation, erklären jedoch nicht deren Funktionen beziehungsweise chemischen Eigenschaften (z.B. Abgabe von Protonen beziehungsweise Anzeige einer sauren beziehungsweise basischen Lösung) (K2). Der geringste Anteil von Lernenden liefert Erläuterungen, die einen Bezug zur Teilchenebene aufweisen (K4).

### Interpretation

Der Rückgriff auf einen Quellkontext ist einfacher für die Lernenden, wenn dieser neben strukturellen Beziehungen auch in den oberflächlichen Merkmalen Übereinstimmungen aufweist (vgl. Catrambone, 1997; Gentner et al., 1993; Schmid et al., 2003). Durch das Lernen mit Hilfe multipler Kontexte werden den Lernenden mehr Abrufhinweise (*retrieval cues*) zur Verfügung gestellt, die den Rückgriff auf einen Quellkontext aus dem Gedächtnis erleichtern können (*summation of activation*). Ein erfolgreicher Rückgriff sowie das anschließende *Mapping* ist in Bezug auf die angestrebte Transferleistung von entscheidender Bedeutung.

### Literatur

- Alexander, P. A. & Murphy, P. K. (1999). Nurturing the seeds of transfer. A domain specific perspective. *International Journal of Educational Research*, 31 (7), 561–576.
- Anderson, J. R., Reder, L. M. & Simon, H. A. (1996). Situated learning and education. *Educational Researcher*, 25 (4), 5–11.
- Bulte, A. M. W., Klaassen, K., Westbroek, H. B., Stolk, M., Prins, G., Genseberger, R. et al. (2005). Modules for a new chemistry curriculum. Research on a meaningful relation between contexts and concepts. In P. Nentwig & D. Waddington (Hrsg.), *Making it relevant. Context based learning of science* (S. 273–299). Münster: Waxmann.
- Curtis, R. V. & Reigeluth, C. M. (1984). The use of analogies in written text. *Instructional Science*, 13 (2), 99–117.
- Fortus, D., Krajcik, J. & Dershimer, R. C. (2005). Design-based science and real-world problem-solving. *International Journal of Science Education*, 27 (7), 855–879.
- Gentner, D. & Smith, L. (2012). Analogical reasoning. In V. S. Ramachandran (Hrsg.), *Encyclopedia of human behavior* (S. 130–136). London: Elsevier.
- Gick, M. L. & Holyoak, K. (1980). Analogical problem solving. *Cognitive Psychology*, 12 (3), 306–355.
- Harrison, A. G. & Treagust, D. F. (2006). Teaching and learning with analogies. Friend or Foe? In P. J. Abussou, A. G. Harrison & S. M. Ritchie (Hrsg.), *Metaphor and analogy in science education* (S. 11–24). Dordrecht: Springer.
- Holyoak, K. J. (2005). Analogy. In K. J. Holyoak & J. E. Morrison (Hrsg.), *The cambridge handbook of thinking and reasoning* (S. 117–142). Cambridge: Cambridge University Press.
- Jacobs, J. K., Kawanaka, T. & Stigler, J. W. (1999). Integrating qualitative and quantitative approaches to the analysis of video data on classroom teaching. *International Journal of Educational Research*, 31 (8), 717–724.
- Kehne, F. & Fechner, S. (2018). Der Einfluss kontextualisierter Lernumgebungen auf die Transferfähigkeit. In C. Maurer (Hrsg.), *Qualitätvoller Chemie- und Physikunterricht- normative und empirische Dimensionen. Gesellschaft für Didaktik der Chemie und Physik, Jahrestagung in Regensburg 2017* (S. 285–288).
- King, D. (2016). Teaching and learning in context-based science classes. A dialectical sociocultural approach. In R. Taconis, P. den Brok & A. Pilot (Hrsg.), *Teachers creating context-based learning environments in science* (S. 71–88). Rotterdam: Sense Publishers.
- Klauer, K. J. (2011). *Transfer des Lernens. Warum wir oft mehr lernen als gelehrt wird*. Stuttgart: Kohlhammer.
- Kubricht, J. R., Lu, H. & Holyoak, K. J. (2017). Individual differences in spontaneous analogical transfer. *Memory and Cognition*, 45 (4), 576–588.
- Lave, J. (1988). *Cognition in practice. Mind, mathematics, and culture in everyday life*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Mandl, H., Prenzel, M. & Gräsel, C. (1992). Das Problem des Lerntransfers in der betrieblichen Weiterbildung. *Unterrichtswissenschaft*, 7 (20), 126–143.
- Mayring, P. (2010). *Qualitative Inhaltsanalyse Grundlagen und Techniken* (11. Aufl.). Weinheim und Basel: Beltz.
- Minervino, R. A., Olguín, V. & Trench, M. (2017). Promoting interdomain analogical transfer. When creating a problem helps to solve a problem. *Memory and Cognition*, 45 (2), 221–232.
- Novick, L. R. & Holyoak, K. J. (1991). Mathematical problem solving by analogy. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*, 17 (3), 398–415.
- Parchmann, I., Gräsel, C., Baer, A., Nentwig, P., Demuth, R. & Ralle, B. (2006). "Chemie im Kontext": A symbiotic implementation of a context-based teaching and learning approach. *International Journal of Science Education*, 28 (9), 1041–1062.
- Raviolo, A. & Garritz, A. (2009). Analogies in the teaching of chemical equilibrium: a synthesis/analysis of the literature. *Chemistry Education Research and Practice*, 10 (1), 5–13.
- Renkl, A. (1996). Träges Wissen: Wenn Erlerntes nicht genutzt wird. *Psychologische Rundschau*, 47 (2), 78–92.