

## **Analogiebildung in kontextorientierten Lernumgebungen**

### **Motivation & theoretischer Hintergrund**

Die Anwendung von bereits erworbenem Wissen auf unbekannte Kontexte (Transfer) wird als Herausforderung beschrieben (Gilbert et al., 2011). Instruktionale Ansätze begegnen dieser Problematik u.a. durch das Nutzen von Analogien im Lernprozess. Unter einer Analogie wird hierbei verstanden, dass zwei Bereiche ein gemeinsames Muster aufweisen, das lernrelevant ist (Holyoak, 2005). Die Bereiche können hierbei entweder fachbezogene oder kontextbezogene Ausprägungen aufweisen und greifen meist auf ein gemeinsames Schema zurück (Konzept, Problemlösestruktur etc.). Analoges Denken wird in diesem Zusammenhang als komplexer Prozess beschrieben, bei dem auf einen bereits bekannten Quellbereich zurückgegriffen werden muss, um strukturiertes Wissen abzurufen. Anschließend werden Beziehungen zwischen den beiden Bereichen hergestellt, um neue Schlüsse über den unbekanntem Zielbereich bilden zu können. Gray & Holyoak (2020) berichten in diesem Zusammenhang von Problemen im analogen Transfer beim Bilden von Analogien zwischen ähnlich komplexen Problemstellungen im Bereich Medizin und Militär.

Studien zu instruktionalen Ansätzen unter Verwendung von Analogiebildung zeigen jedoch eine positive Wirkung auf den Lernprozess. So konnten Vieira & Morais (2022) zeigen, dass der Einsatz vertrauter und interessanter Quellbereiche aus dem Bereich Musik das Chemielernen fördern kann. Zusätzlich konnte in einer Studie von Wang (2023) berichtet werden, dass das Unterrichten abstrakter Konzepte anhand von instruktionalen Beispielen unter Verwendung von Analogien das konzeptionelle Verständnis erleichtern kann. Jacobson et al. (2020) zeigen, dass analoges Denken die Transferleistung verbessern kann, indem ähnliche Situationen präsentiert werden. Sezer & Karataş (2022) schlussfolgern in ihrem Beitrag, dass gerade die Verwendung von Analogien in der Chemie mit ihren abstrakten Themen und Konzepten hilfreich sein kann.

Für den naturwissenschaftlichen Unterricht wurde gezeigt, dass das Vergleichen von lebensweltlichen Kontexten die Analogiebildung und den Transfer fördern kann (Kehne, 2019; Mason & Tornatora, 2016). Es gibt Hinweise darauf, dass durch Aufgaben mit multiplen Kontexten Lernenden mehr Abrufhinweise für fachliches Wissen zur Verfügung stehen (Kehne, 2019).

Holyoak (2019) beschreibt dazu den Analogietransferprozess und postuliert, dass die zentralen Schritte der Analogiebildung *Access* und *Mapping* sind. Beim *Access* wird vorhandenes Wissen aktiviert, während beim *Mapping* die Eigenschaften von Quell- und Zielbereich herausgearbeitet werden, um Rückschlüsse auf den Zielbereich ziehen zu können (*Inferences*), was transferförderlich sein und positive Lerneffekte haben könnte.

Unklar ist, ob das Arbeiten mit multiplen Kontexten das Generieren spezifischer Analogiearten von Lernenden in Bezug auf den Transferprozess fördert. Zudem ist noch nicht hinreichend untersucht, wie diese gebildeten Analogien aufgebaut sind und in Beziehung zur Transferleistung stehen. Diese Studie analysiert daher den Einfluss multipler Kontexte auf das Bilden spezifischer Analogiearten und deren Einfluss auf den Analogietransferprozess. Dafür wird auf Prozessdaten der Interventionsstudie von Kehne (2019) zurückgegriffen.

### **Hintergrundstudie**

Ziel der Interventionsstudie von Kehne (2019) war u.a. den Einfluss des Designs der Lernumgebung auf die Transferleistung der Lernenden zwischen verschiedenen Kontexten zu analysieren. Die Stichprobe lag bei  $N=193$  Lernenden der 8. Klasse ( $M_{Alter}=13.27$ ;  $SD=0.58$ ;  $M_{NotenCh}=2.4$ ;  $SD=0.81$ ). Die Lernenden wurden auf drei Interventionsgruppen aufgeteilt, die sich in der Art, wie Kontexte zum Erwerb fachlichen Wissens genutzt wurden, unterschieden. Die Lernenden bearbeiteten jeweils vier Lerneinheiten, in denen sie video- oder audiographiert wurden. Die Kontextgruppe bearbeitete vier kontextorientierte Lerneinheiten und sollte diese miteinander vergleichen, während die Konzeptgruppe zwei kontextorientierte Lerneinheiten ohne Vergleichsaufforderung bearbeitete und eine Schemagruppe, die in der letzten Lerneinheit zum Vergleich der vorangegangenen Kontexte in Bezug auf das Schema (Donator-Akzeptor-Prinzip) aufgefordert wurde. Die Lernenden arbeiteten in Partnerarbeit und bearbeiteten in der ersten und dritten Lerneinheit identische experimentelle Aufgaben. In der ersten Lerneinheit sollte die Frage beantwortet werden, wie Ötzi an sein Kupfer kam, und in der dritten Lerneinheit sollten die Lernenden diskutieren, welches Medikament am besten gegen Sodbrennen hilft. In der zweiten Lerneinheit erhielt die Kontextgruppe den Kontext "Taucherfackel" und sollte diesen mit dem Ötzi-Kontext vergleichen. In der vierten Lerneinheit bearbeitete die Kontextgruppe den Kontext "saurer Fußballrasen" und sollte alle Lerneinheiten miteinander vergleichen. Die Konzeptgruppe arbeitete hingegen in beiden Lerneinheiten dekontextualisiert und ohne Vergleichsaufforderung. Die Ergebnisse zeigten signifikante Unterschiede in der Transferleistung zwischen der Kontext- und Konzeptgruppe.

Da eines der Ziele ist, zu untersuchen, welchen Einfluss multiple Kontexte auf die Analogiebildung haben und die Kontextgruppe mit den meisten und die Konzeptgruppe mit den wenigsten Kontexten arbeitet, wurde auf die Analyse der dritten Interventionsgruppe (Schemagruppe) verzichtet. Somit ergibt sich eine Stichprobe von  $N=88$ . Da die erste Lerneinheit als Einstieg gilt und dort noch kein Vergleichskontext vorliegt, wurde auf eine Auswertung des Materials der ersten Lerneinheit verzichtet.

### **Forschungsfragen**

Mit Bezug zur Studie von Kehne (2019) sollen die selbstgenerierten Analogien aus der Interventionsstudie untersucht werden, um die Bedeutung der Analogiearten im Transferprozess tiefergehend zu analysieren. Da unklar ist, ob das Arbeiten mit multiplen Kontexten das Generieren spezifischer Analogien fördert, lautet die erste Forschungsfrage: „Welchen Einfluss haben multiple Kontexte auf die Bildung von Analogien?“ Außerdem ist noch offen, in welchem Zusammenhang der Analogietransferprozess zu den spezifischen Analogiearten steht und ob das Bilden einer gewissen Analogieart besonders förderlich auf den Analogietransferprozess sein kann. Daraus ergibt sich die zweite Forschungsfrage: „Welchen Einfluss hat die Analogieart auf den Transferprozess?“

### **Methode**

Die Audio- und Videodaten aus der Interventionsstudie von Kehne (2019) wurden transkribiert. Das methodische Vorgehen entspricht den Abläufen nach Seidel (2005). Zur Datenauswertung wurde ein deduktives Kategoriensystem auf Grundlage von Curtis & Reigeluth (1984) sowie Holyoak (2019) entwickelt und induktiv ergänzt (u.a. Analogiebereich). Pilotstudien von Kehne (2019) wurden in MAXQDA kodiert, um die Güte des Kategoriensystems zu überprüfen.

systems zu bestimmen. Die Intercooderreliabilität lag zwischen  $\kappa = .70$  und  $1.00$ . Nach Anpassungen, die sich aus einem Konsensmeeting ergaben, wurden die Daten der Hauptstudie kodiert ( $\kappa = .70$  bis  $.91$ , für 20% des Materials). Für weitere Analysen wurden die Daten quantifiziert und in SPSS überführt. Die Daten wurden personenbezogen ausgewertet. Die Kategorien „Grad der Anreicherung“ und „Analoge Beziehung“ wurden als Ränge notiert, weil analysiert werden soll, was die höchste erreichte Niveaustufe in den Lerneinheiten ist (0=keine Analogie, 1=einfache/strukturelle Analogie; 2=angereicherte/funktionale Analogie; 3=erweiterte/strukturell-funktionale Analogie). Lernenden wurde die höchste Niveaustufe zugewiesen, die sie in der Lerneinheit erreicht haben, um ihre Fähigkeiten zu verdeutlichen. Für die Schritte des Analogietransferprozesses wurden Häufigkeiten ermittelt, um zu analysieren, wie häufig die Lernenden die einzelnen Schritte durchlaufen und wie dies mit den gebildeten Analogiearten zusammenhängt. Eine vertiefte qualitative Analyse des Analogietransferprozesses steht noch aus.

### **Ergebnisse**

Durch den Mann-Whitney-U Test können signifikante Unterschiede der Interventionsgruppen in den gebildeten Analogiearten aufgezeigt werden. Der Grad der Anreicherung zeigt, dass die Kontextgruppe in der zweiten ( $z=-4.785, p<.001, r=.510$ ) sowie vierten Lerneinheit ( $z=-4.492, p<.001, r=.479$ ) häufiger angereicherte Analogien bilden kann als die Konzeptgruppe. Für die analogen Beziehungen zeigt sich, dass die Kontextgruppe sowohl in der zweiten Lerneinheit ( $z=-5.037, p<.001, r=.537$ ) als auch in der vierten Lerneinheit ( $z=-3.376, p<.001, r=.360$ ) in der Lage ist, häufiger funktionale Analogien zu bilden als die Konzeptgruppe. Ebenso konnten signifikante Unterschiede im *Mapping* zwischen den Interventionsgruppen in Lerneinheit zwei ( $z=-5.348, p<.001, r=.570$ ) sowie vier erkannt werden ( $z=-4.090, p<.001, r=.436$ ). Zusätzlich wurden die Spearman-Korrelationen im Analogietransferprozess bestimmt. In der Kontextgruppe korreliert in der dritten Lerneinheit das *Mapping* signifikant mit den *Inferences* ( $r_s=.379, p=.007, N=49$ ). In der vierten Lerneinheit bestehen signifikante Korrelationen zwischen *Access* und *Inferences* ( $r_s=.333, p=.020, N=49$ ) sowie zwischen *Mapping* und *Inferences* ( $r_s=.377, p=.008, N=49$ ). In der Konzeptgruppe korrelieren in der dritten Lerneinheit *Access* und *Mapping* signifikant miteinander ( $r_s=.421, p=.008, N=39$ ) sowie *Mapping* und *Inferences* ( $r_s=.407, p=.010, N=39$ ). In der vierten Lerneinheit korrelieren *Mapping* und *Inferences* signifikant ( $r_s=.355, p=.026, N=39$ ). Zusammenfassend zeigt sich, dass die Kontextgruppe häufiger das *Mapping* durchläuft sowie eher angereicherte und funktionale Analogien im Vergleich zur Konzeptgruppe bilden kann.

### **Diskussion & Ausblick**

Die Ergebnisse deuten darauf hin, dass Vergleiche und das Arbeiten mit multiplen Kontexten die Bildung angereicherter/funktionaler Analogien und das *Mapping* positiv beeinflussen könnten. Diese positiven Effekte untermauern bereits bekannte Studienergebnisse (Kehne, 2019; Mason & Tornatora, 2016). In der dritten Lerneinheit zeigen sich keine signifikanten Unterschiede, was darauf hinweist, dass das Fehlen einer Vergleichsinstruktion in der Kontextgruppe eine mögliche Ursache sein könnte. Im weiteren Vorgehen soll untersucht werden, welchen Einfluss die Analogiearten auf die von Kehne (2019) erhobene Transferleistung und damit auf den Lernprozess haben. Basierend auf den Ergebnissen von Kehne (2019) könnte vermutet werden, dass die Unterschiede in der Transferleistung durch das Bilden angereicherter sowie funktionaler Analogien und das *Mapping* entstehen könnten.

## Literatur

- Curtis, R. V. & Reigeluth, C. M. (1984). The use of analogies in written text. *Instructional Science*, 13 (2), 99–117.
- Gray, M.E. & Holyoak, K.J. (2020). Individual differences in relational reasoning. *Memory & Cognition*, 48, 96-110.
- Gilbert, J. K., Bulte, A. M. W. & Pilot, A. (2011). Concept development and transfer in context-based science education. *International Journal of Science Education*, 33 (6), 817-837.
- Holyoak, K. J. (2005). Analogy. In K. J. Holyoak & J. E. Morrison (Eds.), *The cambridge handbook of thinking and reasoning* (S. 117-142). Cambridge: Cambridge University Press.
- Holyoak, K. J. (2019). *The spider's thread: Metaphor in mind, brain, and poetry*. The MIT Press.
- Jacobson, M.J., Goldwater, M., Markauskaite, L., Lai, P.K., Kapur, M., Roberts, G. & Hilton, C. (2020). Schema abstraction with productive failure and analogical comparison: Learning designs for far across domain transfer. *Learning and Instruction*, 65, 1-15.
- Kehne, F. (2019). *Analyse des Transfers von kontextualisiert erworbenem Wissen im Fach Chemie*. Logos.
- Mason, L. & Tornatora, M.C. (2016). Analogical encoding with and without instructions for case comparison of scientific phenomena. *Educational Psychology*, 36 (2), 391-412.
- Seidel, T. (2005). Video analysis strategies of the IPN Video Study. A methodological overview. In T. Seidel, M. Prenzel & M. Kobarg (Hrsg.), *How to run a video study. Technical report of the IPN video study*. Münster: Waxmann.
- Sezer, K. & Karataş, F.Ö. (2022). Research trends about analogy studies in science education: A descriptive content analysis. *Journal of Science Learning*, 5 (2), 217-225.
- Vieira, H. & Morais, C. (2022). Bridging music and chemistry: A marching band analogy to teach kinetic-molecular theory. *Journal of Chemical Education*, 99 (2), 729-735.
- Wang, C. (2023). Evaluating the effects of the analogical learning approach on eighth graders' learning outcomes: the role of metacognition. *Chemistry Education Research and Practice*, 24 (2), 535-550.