

Promptunterstütztes Lernen mit Lösungsbeispielen im Chemieunterricht

Theoretischer Hintergrund

Die lernförderliche Wirkung von Lösungsbeispielen wurde in gut strukturierten Domänen, wie zum Beispiel der Statistik (Stark, 1999), bereits belegt. Auch in weniger stark algorithmisch strukturierten Domänen, wie Biologie (Mackensen-Friedrich, 2004) oder Chemie (Koenen, 2014; Kölbach, 2011), werden in den letzten Jahren immer häufiger Lösungsbeispiele eingesetzt. Lösungsbeispiele sind Lernaufgaben, die eine Problemstellung, die zur Problemlösung notwendigen Lösungsschritte sowie eine abschließende Problemlösung umfassen (Atkinson, Renkl & Merrill, 2003). Lösungsbeispiele entsprechen demnach expertenhaften Musterlösungen für ein Problem (Atkinson, Derry, Renkl & Wortham, 2000), die aufzeigen wie beispielsweise ein Prinzip oder Gesetz angewandt werden kann (Renkl, 2005). Sie erwiesen sich bisher insbesondere für den anfänglichen Wissenserwerb von Bedeutung (u. a. Atkinson et al., 2000), da die selbstständige Suche nach einer Problemlösung entfällt, sodass im Sinne der Cognitive Load Theory (z. B. Sweller, 2005) die extrinsische Belastung während des Lernprozesses reduziert wird. Durch diese kognitive Entlastung kann der Lernende mehr kognitive Kapazität für das Verständnis der präsentierten Musterlösung nutzen und so das zugrunde liegende Prinzip besser erlernen (Ward & Sweller, 1990). Die kognitive Entlastung der Lernenden gelingt allerdings nur, wenn Prinzipien zur lernförderlichen Gestaltung von Lernmaterial (Mayer, 2009) bei der Entwicklung der Lösungsbeispiele berücksichtigt werden. Neben der lernförderlichen Gestaltung ist die Generierung von Selbsterklärungen für den Lernprozess relevant (Renkl, 2005). Selbsterklärungen dienen dazu, implizite Informationen aufzudecken und führen zur Korrektur von Vorstellungen (Chi, 2000). Allerdings generiert höchstens die Hälfte der Lernenden spontan lernförderliche Selbsterklärungen (Renkl, 1997; Stark, 1999). Als Einflussfaktoren für die Generierung von Selbsterklärungen werden insbesondere das Vorwissen und die Fähigkeit, den eigenen Lernprozess zu überwachen und zu steuern, diskutiert (Chi, 2000; Kroß & Lind, 2002; Renkl, 1997; Stark, 1999). Prompts oder Lernhinweise stellen eine Unterstützungsmaßnahme zur Generierung von Selbsterklärungen dar (Berthold & Renkl, 2010). Bisher ist nicht geklärt, wie optimale Promptingmaßnahmen angelegt sein sollten. Art, Spezifität und Timing von Prompts können stark variieren und sind Gegenstand aktueller Forschung (für einen Überblick siehe Bannert, 2009).

Inhaltlich-offene Prompts bieten Lernenden die Chance für sie persönlich wichtige Ideen eines Textabschnittes zu identifizieren und intensiver zu betrachten. Da mentale Repräsentationen individuell konstruiert werden, sollten sich inhaltlich-offene Prompts als vorteilhaft erweisen, weil sie Lernenden die Möglichkeit bieten, ihre mentale Repräsentation mit der Darstellung im Lösungsbeispiel abzugleichen (Modellinspektion) und bei Bedarf zu korrigieren (Modellkonstruktion) (Schnotz & Bannert, 2003). Lernenden, denen die metakognitiven Fähigkeiten fehlen, um eigene Verständnisschwierigkeiten zu erkennen und eine entsprechende Reaktion einzuleiten (siehe Renkl, 2001), könnten mit der inhaltlich-offenen Promptingmaßnahme aber überfordert sein und sollten stärker von der inhaltlich-fokussierten Promptingmaßnahme profitieren. Inhaltlich-fokussierte Prompts lenken die Aufmerksamkeit der Lernenden auf Aussagen zu bestimmten inhaltlichen Aspekten und fordern sie dazu auf, sich intensiver mit diesen auseinanderzusetzen.

Forschungsfragen

Ziel dieser Studie ist es, die Effektivität unterschiedlicher Promptingmaßnahmen beim Aufbau eines ersten konzeptuellen Verständnisses chemischer Fachinhalte durch Lernen mit Lösungsbeispielen zu untersuchen.

1. Inwieweit führen inhaltlich-offene-Prompts beim Lernen mit Lösungsbeispielen zu besseren Lernergebnissen in Bezug auf die Fachinhalte als Lösungsbeispiele mit inhaltlich-fokussierten-Prompts oder Lösungsbeispiele ohne diese beiden Promptingmaßnahmen?
2. Inwieweit gibt es innerhalb einer Experimentalgruppe Zusammenhänge zwischen dem Lernerfolg und individuellen Faktoren der Lernenden, wie a) Vorwissen, b) Interesse, c) privates Leseverhalten, d) Leseverständnis, e) kognitive Fähigkeiten, f) Fähigkeit den eigenen Lernerfolg einzuschätzen und g) Cognitive Load bei der Bearbeitung der Lösungsbeispiele?

Studiendesign

Um diese Fragen zu untersuchen, wird aktuell eine Pilotstudie mit Prä-, Post-, Follow up-Design mit drei Gruppen (siehe Tabelle 1) im Chemieunterricht der Jahrgangsstufe 9 an Gymnasien in Nordrhein-Westfalen durchgeführt ($N = 175$). Eingesetzt werden drei Lösungsbeispiele (je 90 Minuten) zum Thema saure Lösungen. Die Kontrollgruppe erhält Lösungsbeispiele mit Basisprompts, die eine aktive Beispielbearbeitung unterstützen und Verständnisillusionen vermeiden (siehe Stark, 1999). Zusätzlich erhalten die Lernenden der ersten Experimentalgruppe inhaltlich-fokussierte Prompts, die sie dazu auffordern Aussagen zu Fachinhalten einzuschätzen, zu vergleichen und zu bewerten. Die Lernenden der zweiten Experimentalgruppe erhalten - ebenfalls zusätzlich zu den Prompts der Kontrollgruppe - inhaltlich-offene Prompts, die sie dazu auffordern zusammenzufassen, was sie aus dem vorangegangenen Abschnitt gelernt haben.

Tabelle 1: Testinstrumente

Prä-Test (1. Termin)	Generelle Angaben (Alter, Geschlecht, ect.) Chemie- und Deutschnote Privates Leseverhalten Interesse an Chemie/NW (Fechner, 2009; Klos, 2007) Vorwissen: mentale Repräsentation, Fachwissen
Intervention (drei Termine)	Motivation (<i>FAM</i>) (Rheinberg, Vollmeyer & Burns, 2001) Lernzeit Cognitive Load: difficulty (Kalyuga, Chandler, Tuovien & Sweller, 2001) und mental effort (Paas, 1992) Bewertung des Lösungsbeispiels und der Prompts
Post-Test (5. Termin)	Lesekompetenz (<i>LGVT</i>) (Schneider, Schlagmüller & Ennemoser, 2007) kognitive Fähigkeiten (<i>N2</i>) (Heller & Perleth, 2000) Selbsteinschätzung des Lernerfolgs (siehe Schütte, 2012) Lernerfolg: mentale Repräsentation, Fachwissen
Follow up (6. Termin)	Selbsteinschätzung des Lernerfolgs (siehe Schütte, 2012) Lernerfolg: mentale Repräsentation, Fachwissen

Unterschiede im Lernzuwachs sollen Aufschlüsse über die verschiedenen Wirkungsweisen der Prompts geben. Als Indikator für den Lernzuwachs werden das Fachwissen und die mentale Repräsentation erhoben. Zusätzlich wird eine Reihe von Kontrollvariablen erhoben (siehe Tabelle 1). Die von Schütte (2012) als Prädiktor für den Lernerfolg in selbstregulierten Lernsituationen identifizierte Selbstregulationsteilkompetenz *Einschätzen des aktuellen Wissensstands* soll erfasst werden, um zu prüfen, ob diese Fähigkeit auch beim Lernen mit geprompteten Lösungsbeispielen von Bedeutung ist.

Relevanz und Ausblick

Erwartet werden Hinweise auf Abhängigkeiten zwischen Promptingmaßnahmen und individuellen Merkmalen der Lernenden, die dann zukünftig genutzt werden können, um Lernende durch angemessene Promptingmaßnahmen zu unterstützen. Die aktuelle Pilotstudie dient dazu, erste Hinweise auf mögliche Wechselwirkungen zwischen individuellen Merkmalen der Lernenden und der Wirksamkeit der Promptingbedingungen aufzuzeigen. Nach der Datenauswertung und einer Optimierung des Materials ist eine Hauptstudie mit einer größeren Stichprobe ($N = 300$) geplant.

Literatur

- Atkinson, R. K., Derry, S. J., Renkl, A., & Wortham, D. W. (2000). Learning from examples: Instructional principles from the worked example research. *Review of Educational Research*, 70, 181-140.
- Atkinson, R. K., Renkl, A., & Merrill, M. M. (2003). Transitioning from studying examples to solving problems: effects of self-explanation prompts and fading worked-out steps. *Journal of Educational Psychology*, 95(4), 774-783.
- Bannert, M. (2009). Promoting Self-Regulated Learning Through Prompts. *Zeitschrift für Pädagogische Psychologie*, 23(2), 139-145.
- Berthold, K. & Renkl, A. (2010). How to foster Active Processing of Explanations in Instructional Communication, *Educational Psychology Review*. 22, 25-40.
- Chi, M. T. H. (2000). Self-explaining expository texts: the dual process of generating inferences and repairing mental models. In: Robert Glaser (Ed.), *Advances in Instructional Psychology* (161-238), Mahwah, NJ: Erlbaum.
- Fechner, S. (2009). Effects of context oriented learning on student interest and achievement in chemistry education. Berlin: Logos
- Heller, K. A. & Perleth, Ch. (2000). Kognitiver Fähigkeitstest für 4.-12. Klassen, Revision (KFT 4-12+ R). Göttingen: Hogrefe.
- Kalyuga, S., Chandler, P., Tuovinen, J. & Sweller, J. (2001). When Problem Solving Is Superior to Studying Worked Examples. *Journal of Educational Psychology*, 93(3), 579-588.
- Klos, S. (2007). Kompetenzförderung im naturwissenschaftlichen Anfangsunterricht: der Einfluss eines integrierten Unterrichtskonzepts. Berlin: Logos
- Koenen, J. (2014). Entwicklung und Evaluation von experimentunterstützten Lösungsbeispielen zur Förderung naturwissenschaftlich-experimenteller Arbeitsweisen. Berlin: Logos.
- Kölbach, E. (2011). Kontexteinflüsse beim Lernen mit Lösungsbeispielen. Berlin: Logos Verlag
- Kroß, A. & Lind, G. (2002). Lernen mit Beispielaufgaben in Biologie und Physik, *Der mathematisch-naturwissenschaftliche Unterricht*, 54, 491-496.
- Mackensen-Friedrich, I. (2004). Förderung des Expertiseerwerbs durch das Lernen mit Beispielaufgaben. Kiel: Christian-Albrechts-Universität.
- Mayer, R. E. (2009). *Multimedia Learning*. Second Edition. New York, Cambridge University Press.
- Paas, F. (1992). Training Strategies for Attaining Transfer of Problem-Solving Skill in Statistics: A Cognitive-Load Approach. *Journal of Educational Psychology*, 84(4), 429-434.
- Rheinberg, F., Vollmeyer, R. & Burns, B.D. (2001). FAM: Ein Fragebogen zur Erfassung aktueller Motivation in Lern- und Leistungssituationen. *Diagnostika* 2, 57-66.
- Renkl, A. (1997). Learning from worked-out examples: A study of individual differences. *Cognitive Science*, 21(1), 1-29
- Renkl, A. (2001). Explorative Analyse zur effektiven Nutzung von instruktionalen Erklärungen beim Lernen aus Lösungsbeispielen. *Unterrichtswissenschaft*, 29(1), 41-63.
- Renkl, A. (2005). The Worked-Out Example Principle in Multimedia Learning. In: R. E. Mayer (Ed.), *The Cambridge Handbook of Multimedia Learning* (229-246). New York, Cambridge University Press.
- Schneider, W., Schlagmüller, M., & Ennemoser, M. (2007). Lesegeschwindigkeits- und -verständnistest für die Klassen 6-12. Göttingen: Hogrefe.
- Schnotz, W. & Bannert, M. (2003). Constrution and interference in learning from multiple representation. *Learning and Instruction*, 13, 141-156.
- Stark, R. (1999) Lernen mit Lösungsbeispielen. Einfluss unvollständiger Lösungsbeispiele auf Beispielelaboratorien, Lernerfolg und Motivation. Göttingen: Hogrefe
- Schütte, M. (2012). Selbstreguliertes Lernen aus Sachtexten – Modellierung und Erfassung der erforderlichen Teilkompetenzen. Essen: Universität Duisburg-Essen.
- Sweller, J. (2005). Implications of Cognitive Load Theory for Multimedia Learning. In: R. E. Mayer (Ed.), *The Cambridge Handbook of Multimedia Learning* (19-30). New York, Cambridge University Press.
- Ward, M. & Sweller, J. (1990). Structuring Effective Worked Examples, *Cognition and Instruction*, 7, 1-39.