

Büşra Tonyali<sup>1</sup>  
Mathias Ropohl<sup>1</sup>  
Julia Schwanewedel<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Universität Duisburg-Essen  
<sup>2</sup>Humboldt-Universität zu Berlin

## **Optimierung von Lehr-Lern-Materialien durch Feedback im Referendariat**

### **Theoretischer Hintergrund**

Im naturwissenschaftlichen Unterricht dienen Repräsentationen als wichtiges Medium der Wissensdarstellung und -vermittlung (Krey & Schwanewedel, 2018). Beispielsweise ist ein chemisches Experiment zum Massenerhaltungssatz ohne Molekül- oder Atommodell, Reaktionsgleichungen oder mathematische Formeln nur bedingt interpretier- und erklärbar. Im Unterricht bedarf es daher nicht nur des Einsatzes einer konkreten, fachspezifischen Repräsentation, sondern auch einer Darbietung mehrerer, unterschiedlicher Repräsentationen gemeinsam. Letztere werden zusammengefasst als multiple externe Repräsentationen (Ainsworth, 2006) und finden im naturwissenschaftlichen Unterricht eine hohe und auch wichtige Verwendung (Krey & Schwanewedel, 2018). Ihr lernförderlicher Effekt auf das Wissen und die Kompetenzen der Schülerinnen und Schüler ist sowohl aus fachdidaktischer als auch kognitionspsychologischer Perspektive begründet (Kozma & Russell, 1997; Schnotz & Bannert, 1999).

Ohne entsprechende Kompetenzen von Lehrkräften zur Nutzung und Gestaltung von Repräsentationen ist ein Kompetenzzuwachs seitens der Lernenden kaum möglich (Kozma & Russell, 1997). Angehende Lehrkräfte müssen zum einen Fachwissen über Repräsentationen und zum anderen fachdidaktisches Wissen erlangen, d. h. Kenntnisse über charakteristische Schülerschwierigkeiten und passende Vermittlungsstrategien (McElvany & Willems, 2012; Nitz, Enzinger, Prechtel & Nerdel, 2011). Untersuchungen zeigen jedoch, dass angehende Lehrkräfte über ein geringes Wissen zu Repräsentationen verfügen (Taskin, Bernholt & Parchmann, 2015b). Insbesondere stellt das Unterrichten bzw. Repräsentieren von Inhalten auf makro-, mikro-, submikroskopischer und symbolischer Ebene eine dominierende Schwierigkeit dar, da Schülerschwierigkeiten und -vorstellungen häufig nicht bedacht werden (Bucat & Mocerino, 2009; van Driel, Jong & Verloop, 2002).

Neben der beschriebenen kognitiven Dimension des Professionswissens ist die Dimension der Überzeugungen Teil der professionellen Handlungskompetenz (Baumert & Kunter, 2011). Im Unterschied zum Wissen gelten Überzeugungen als schwer veränderbar, da sie über einen langen Zeitraum aufgebaut werden (Pajares, 1992). Jedoch haben Überzeugungen einen bedeutenden Einfluss auf die Gestaltung von Unterricht und Lernprozessen und sollten somit im Hinblick auf den Einsatz von Repräsentationen seitens der Lehrkräfte ebenfalls berücksichtigt werden (Dubberke, Kunter, McElvany, Brunner & Baumert, 2008; Staub & Stern, 2002).

Zusammengefasst weisen empirische Befunde darauf hin, wie wichtig es ist, dass Lehrkräfte in der Lage sein sollten, Repräsentationen so zu gestalten und einzusetzen, dass sie für Schülerinnen und Schüler lernförderlicher sind. Trotzdem ist der unterrichtliche Einsatz von multiplen externen Repräsentationen selten Bestandteil von Curricula der Lehramtsausbildung (McElvany et al., 2009; Schroeder et al., 2011). Vor diesem Hintergrund wird eine Unterstützungsmaßnahme entwickelt, die Lehramtsanwärterinnen und -anwärtern dabei helfen soll, ihre professionelle Handlungskompetenz in Bezug auf den Umgang mit Repräsentationen zu erweitern. Befunde der Professionalisierungsforschung bestätigen das Potenzial von Feedback in der Aus- und Fortbildung im Hinblick auf die professionelle Kompetenz (Lipowsky, 2009). An diesem Punkt setzt das beschriebene Vorhaben an, indem die Wirksamkeit von Feedback auf das fachliche und fachdidaktische Wissen sowie auf die Überzeugungen von Lehramtsanwärterinnen und -anwärtern untersucht wird. Es wird

angenommen, dass vor allem die Kombination aus externem (Fremdfeedback) und internem (Selbstfeedback) Feedback dazu geeignet ist, angehende Lehrkräfte zu fördern (Butler & Winne, 1995).

### Forschungsanliegen

Übergeordnetes Ziel des Vorhabens ist die Klärung der Frage, wie sich das Professionswissen sowie die Überzeugungen von Lehramtsanwärterinnen und -anwärtern zu multiplen externen Repräsentationen mithilfe einer feedbackgestützten Intervention fördern lassen. Entsprechend werden folgende Forschungsfragen untersucht:

FF1: Welchen Effekt haben externes und/oder internes Feedback auf

- das fachliche und fachdidaktische Wissen zu externen Repräsentationen,
- die Überzeugungen zu externen Repräsentationen und
- die Qualität von selbstgestalteten Lehr-Lern-Materialien?

FF2: Welchen Einfluss haben Faktoren, wie die Studienfachkombination oder die Schulform auf das Wissen und die Überzeugungen?

### Methodisches Vorgehen

Die Untersuchung umfasst eine Intervention im Pretest-Posttest-Kontrollgruppendesign, welche als Modul in den regulären Vorbereitungsdienst implementiert wird. Angestrebt ist eine Stichprobengröße von  $N = 120$  Lehramtsanwärterinnen und -anwärtern. Hier liegt ein  $2 \times 2 \times 4$ -Versuchsdesign mit den unabhängigen Faktoren internes und externes Feedback ( $2 \times 2$ ) und Messwiederholung ( $\times 2$ ) zugrunde (Tab. 1). Um Interaktionseffekte zwischen externem und internem Feedback zu untersuchen, werden beide Faktoren zwischen den Untersuchungsgruppen systematisch variiert. Beide Feedbackvarianten werden anhand eines Bewertungsbogens generiert, welcher in einer Vorstudie pilotiert wurde (Tonyali, 2018).

Tab. 1: Forschungsdesign (MZP = Messzeitpunkt, KV = Kontrollvariablen)

Untersuchungsgruppen	1. MZP	Intervention			2. MZP
1. Internes und externes Feedback ( $n = 30$ )	Pretest, Tests der KV	Phase I	Phase II	Phase III	Posttest
2. Externes Feedback ( $n = 30$ )					
3. Internes Feedback ( $n = 30$ )					
4. Kein Feedback ( $n = 30$ )					

Tab. 2: Struktur der Intervention am Beispiel der Interventionsgruppe 1 (IF = internes Feedback, EF = externes Feedback)

Phase I			Phase II			Phase III		
Kognitionspsychologischer Inhalt			Fachlicher Inhalt			Fachdidaktischer Inhalt		
1. Woche (90 min)		2. Woche (15 min)	3. Woche (90 min)		4. Woche (15 min)	5. Woche (90 min)		6. Woche (15 min)
Impuls	Material-erstellung	Generieren von IF	Revision mittels EF	Impuls	Material-erstellung	Generieren von IF	Revision mittels EF	Impuls

Die Intervention ist in drei Inputphasen unterteilt (Tab. 1). Jede Phase ist von der Grundstruktur identisch aufgebaut, bezieht sich jedoch auf einen anderen inhaltlichen Schwerpunkt (Tab. 2). Innerhalb einer Phase erfolgt zunächst ein kurzer Impuls, in der die angehenden Lehrkräfte ein Informationsblatt erhalten. Anschließend soll anhand dieser gegebenen Informationen ein Lehr-Lern-Material für Schülerinnen und Schüler gestaltet

werden. Zum Abschluss wird das selbsterstellte Lehr-Lern-Material je nach Untersuchungsgruppe mittels internem und/oder externem Feedback bzw. anhand des Bewertungsbogens evaluiert. Dieses Ablaufschema wird für jede Phase bzw. jeden Inhaltsschwerpunkt mit neuen Übungsmaterialien durchlaufen. So sollen angehende Lehrkräfte die Kompetenz erwerben, die Repräsentationen in ihren Lehr-Lern-Materialien selbstständig zu evaluieren, zu verbessern und zielführender zu gestalten.

Bezüglich der Testinstrumente gehören das Fachwissen und das fachdidaktische Wissen sowie die Überzeugungen zu den abhängigen Variablen (Tab. 3). Die entsprechenden Testinstrumente werden in Anlehnung an bereits evaluierte Tests entwickelt. Als Kontrollvariablen werden das allgemeine fachliche und fachdidaktische Wissen (Tepner et al., 2012) sowie Merkmale zum Ausbildungshintergrund erhoben (Abs, Döbrich, Vögele & Klieme, 2005).

Tab. 3: Adaptierte Testinstrumente

Skalen	Quellen	Überarbeitung durch
Überzeugungen zum Einsatz von Repräsentationen im Unterricht (ÜRep)	Nitz, 2012; Nitz et al., 2011	Adaption aller Items und Hinzufügen neuer Items
Chemisches Fachwissen zu Repräsentationen (CKRep)	Taskin et al., 2015a; Taskin et al., 2015b	Auswahl geeigneter Items und Hinzufügen neuer Items
Chemisches fachdidaktisches Wissen zu Repräsentationen (PCKRep)		

Da die Testinstrumente zu den abhängigen Variablen erst nach einer inhaltlichen Ergänzung und Überarbeitung der originalen Tests eingesetzt werden (Tab. 3), erfolgte zur Überprüfung der Testkennwerte eine Pilotierung. Hierzu wurden  $N = 50$  Lehramtsstudierende von den Universitäten Dortmund, Duisburg-Essen und Köln befragt, welche sich im Masterstudium befinden (58 % = weiblich, mittlere Semesterzahl = 2.1).

#### Pilotierungsergebnisse

Zur Überprüfung der Testkennwerte wurden klassische Analysen gerechnet (Tab. 4).

Tab. 4: Testkennwerte zu den adaptierten Testinstrumenten

Test-instrument	Item-zahl	Mittelwert (M, SD)	Reliabilität ( $\alpha$ )	Itemtrennschärfe ( $r$ )	Popularitätsindex ( $p$ )
ÜRep	14	2.00, .23 <sup>1</sup>	.62	.09-.52	.37-.89
CKRep	14	52.49, 14.07 <sup>2</sup>	.75	.13-.56	.14-.94
PCK Rep	12	49.35, 14.40 <sup>2</sup>	.63	.14-.48	.06-.84

#### Diskussion und Ausblick

Alle Testinstrumente sind ausreichend reliabel (Kröger, 2019). Auch die Itemtrennschärfen liegen in einem zufriedenstellenden bis sehr guten Bereich, auch wenn einzelne Werte auf Verbesserungspotential hinweisen. Darüber hinaus deuten die Popularitätsindizes bzw. Lösungswahrscheinlichkeiten der Wissenstests (CKRep, PCKRep) auf ein breites Spektrum an Aufgabenschwierigkeiten hin (Döring & Bortz, 2016). Somit können auch Probanden mit besonders hohem oder niedrigem Wissen identifiziert werden (Kröger, 2019).

Zusammenfassend kann festgehalten werden, dass sich die adaptierten Testinstrumente zum Einsatz in der Hauptstudie eignen werden. Im nächsten Schritt erfolgt nun die Entwicklung der Interventionsmaterialien, sodass in der ersten Hälfte des Jahres 2020 die Hauptstudie durchgeführt werden kann.

### Literatur

- Abs, H. J., Döbrich, P., Vögele, E. & Klieme, E. (2005). *Skalen zur Qualität der Lehrerbildung - Dokumentation der Erhebungsinstrumente. Pädagogische Entwicklungsbilanzen an Studienseminaren (PEB-Sem)* (Materialien zur Bildungsforschung, Bd. 12, 2. Aufl.). Frankfurt am Main.
- Ainsworth, S. (2006). *DeFT: A conceptual framework for considering learning with multiple representations*. *Learning and Instruction*, 16(3), 183–198.
- Baumert, J. & Kunter, M. (2011). *Das Kompetenzmodell von COACTIV*. In M. Kunter, J. Baumert, W. Blum, U. Klusmann, S. Krauss & M. Neubrand (Hrsg.), *Professionelle Kompetenz von Lehrkräften. Ergebnisse des Forschungsprogramms COACTIV* (S. 29–53). Münster: Waxmann.
- Bucat, B. & Mocerino, M. (2009). *Learning at the Sub-micro Level: Structural Representations*. In J. K. Gilbert & D. F. Treagust (Hrsg.), *Multiple Representations in Chemical Education* (Bd. 4, S. 11–29). Dordrecht: Springer Netherlands.
- Butler, D. L. & Winne, P. H. (1995). *Feedback and Self-Regulated Learning: A Theoretical Synthesis*. *Review of Educational Research*, 65, 245–281.
- Döring, N. & Bortz, J. (2016). *Forschungsmethoden und Evaluation in den Sozial- und Humanwissenschaften* (Springer-Lehrbuch, 5. Aufl.). Berlin: Springer.
- Dubberke, T., Kunter, M., McElvany, N., Brunner, M. & Baumert, J. (2008). *Lerntheoretische Überzeugungen von Mathematiklehrkräften*. *Zeitschrift für Pädagogische Psychologie*, 22(34), 193–206.
- Kozma, R. B. & Russell, J. (1997). *Multimedia and Understanding: Expert and Novice Responses to Different Representations of Chemical Phenomena*. *Journal of Research in Science Teaching*, 34(9), 949–968.
- Krey, O. & Schwanewedel, J. (2018). *Lernen mit externen Repräsentationen*. In D. Krüger, I. Parchmann & H. Schecker (Hrsg.), *Theorien in der naturwissenschaftsdidaktischen Forschung* (Bd. 33, S. 159–175). Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg.
- Kröger, J. (2019). *Struktur und Entwicklung des Professionswissens angehender Physiklehrkräfte*. Dissertation, Kiel.
- Lipowsky, F. (2009). *Unterrichtsentwicklung durch Fort- und Weiterbildungsmaßnahmen für Lehrpersonen*. *Beiträge zur Lehrerinnen- und Lehrerbildung*, 27(3), 346–360.
- McElvany, N. & Willems, A. S. (2012). *Videobasiertes Fortbildungsmodul zur Bild-Text-Integration*. *Schule NRW*, (2), 68–70.
- McElvany, N., Schroeder, S., Hachfeld, A., Baumert, J., Richter, T., Schnotz, W. et al. (2009). *Diagnostische Fähigkeiten von Lehrkräften*. *Zeitschrift für Pädagogische Psychologie*, 23(3), 223–235.
- Nitz, S. (2012). *Fachsprache im Biologieunterricht: Eine Untersuchung zu Bedingungsfaktoren und Auswirkungen*. Dissertation. Christian-Albrechts-Universität zu Kiel, Kiel.
- Nitz, S., Enzingmüller, C., Prechtel, H. & Nerdel, C. (2011). *Fachsprache im naturwissenschaftlichen Unterricht - eine empirische Untersuchung zur Einstellung angehender Lehrkräfte*. *Unterrichtswissenschaft*, 39(3), 245–262.
- Pajares, M. F. (1992). *Teachers' Beliefs and Educational Research: Cleaning Up a Messy Construct*. *Review of Educational Research*, 62(3), 307–332.
- Schnotz, W. & Bannert, M. (1999). *Einflüsse der Visualisierungsform auf die Konstruktion mentaler Modelle beim Text- und Bildverstehen*. *Experimental Psychology*, 46(3), 217–236.
- Schroeder, S., Richter, T., McElvany, N., Hachfeld, A., Baumert, J., Schnotz, W. et al. (2011). *Teachers' beliefs, instructional behaviors, and students' engagement in learning from texts with instructional pictures*. *Learning and Instruction*, 21(3), 403–415.
- Staub, F. C. & Stern, E. (2002). *The nature of teachers' pedagogical content beliefs matters for students' achievement gains: Quasi-experimental evidence from elementary mathematics*. *Journal of Educational Psychology*, 94(2), 344–355.
- Taskin, V., Bernholt, S., & Parchmann, I. (2015a). *An inventory for measuring student teachers' knowledge of chemical representations: design, validation, and psychometric analysis*. *Chem. Educ. Res. Pract.*, 16(3), 460–477.
- Taskin, V., Bernholt, S. & Parchmann, I. (2015b). *Student Teachers' Knowledge About Chemical Representations*. *International Journal of Science and Mathematics Education*, 15(1), 39–55.
- Tepner, O., Borowski, A., Dollny, S., Fischer, H. E., Jüttner, M., Kirschner, S. et al. (2012). *Modell zur Entwicklung von Testitems zur Erfassung des Professionswissens von Lehrkräften in den Naturwissenschaften*. *Zeitschrift für Didaktik der Naturwissenschaften*, 18, 7–28.
- Tonyali, B. (2018). *Entwicklung und Evaluation eines Bewertungsbogens zur Analyse von Repräsentationen in selbsterstellten Lehr-Lern-Materialien von angehenden Lehrpersonen für den naturwissenschaftlichen Unterricht*. Masterarbeit. Universität Duisburg-Essen, Essen.
- Van Driel, J. H., Jong, O. D. & Verloop, N. (2002). *The development of preservice chemistry teachers' pedagogical content knowledge*. *Science Education*, 86, 572–590.