

Verzahnung von fachlichem und fachdidaktischem Wissen in der Biologie

Im Fach Biologie werden Zusammenhänge zwischen den fachspezifisch und fachinhaltspezifisch ausdifferenzierten Überzeugungs- und Wissensbereichen dargestellt. Zudem wird der Frage nachgegangen, ob eine verzahnte Vermittlung von fachlichen und fachdidaktischen Inhalten im Vergleich zu einer nicht verzahnten förderlicher für die Professionsentwicklung angehender Biologielehrkräfte ist.

Theoretischer Hintergrund und Forschungsstand

In Anlehnung an das Modell von Baumert und Kunter (2006) wird nicht nur das Fachwissen (FW) und das fachdidaktische Wissen (FDW) für das Fach Biologie und den Fachinhalt Genetik ausdifferenziert, sondern es werden zusätzlich fachspezifische und fachinhaltspezifische Überzeugungen formuliert (Gimbel, Ziepprecht & Mayer, 2017). Dies geschieht vor dem Hintergrund der theoretischen Annahme, dass sie beispielsweise in Abhängigkeit vom betrachteten Lehr-Lern-Kontext variieren können (Bryan & Atwater, 2002; Kleickmann, 2008; Woolfolk Hoy, Davis & Pape, 2006). Dementsprechend werden im Bereich der lehrerlernertheoretischen Überzeugungen (LLÜ) konstruktivistische und transmissive LLÜ zu Biologie und zu Genetik unterschieden. Analog werden Nature of Science-Überzeugungen (NoS) zu Biologie und Genetik betrachtet.

Die professionelle Handlungskompetenz wird als Gesamtkonstrukt, das aus verschiedenen Kompetenzaspekten, Wissens- bzw. Überzeugungsbereichen und –facetten besteht, betrachtet (Baumert & Kunter, 2006). Zwischen diesen bestehen naturgemäß Zusammenhänge, die bereits vielfältig untersucht wurden. Korrelationen zwischen dem fachlichen und fachdidaktischen Wissen liegen in Biologie und Physik in einem mittleren und in Mathematik in einem hohen Bereich (Blömeke & Suhl, 2010; Großschedl, Harms, Glowinski & Waldmann, 2014; Großschedl, Harms, Kleickmann & Glowinski, 2015; Riese & Reinhold, 2012). Innerhalb der Überzeugungen werden mittlere negative Zusammenhänge zwischen den konstruktivistischen und transmissiven LLÜ berichtet u. a. aus den Fächern Mathematik und Politik (Voss, Kleickmann, Kunter & Hachfeld, 2011; Weißeno, Weschenfelder & Oberle, 2013). Gleichzeitig bestehen positive mittlere Korrelationen zwischen den konstruktivistischen LLÜ und den NoS-Überzeugungen (Seidel, Schwindt, Rimmele & Prenzel, 2009). In Bezug auf die Zusammenhänge zwischen Wissen und Überzeugungen ist aus der Mathematik bekannt, dass ein hohes fachliches und fachdidaktisches Wissen positiv mit konstruktivistischen LLÜ zusammenhängt, bei gleichzeitig negativer Korrelation mit transmissiven LLÜ (Krauss et al., 2008). Bezüglich der Überzeugungen zu NoS wird theoretisch angenommen, dass fachliches und fachdidaktisches Wissen eine Grundlage bilden, um Aspekte dieses Konstrukts im Unterricht zu thematisieren (u. a. Wahbeh & Abd-El-Khalick, 2014).

Der Forschungsstand zeigt, dass Zusammenhänge innerhalb der professionellen Handlungskompetenz bisher ausschließlich auf Ebene einzelner Fächer und nicht auf Ebene von Fachinhalten untersucht wurden. Die Zusammenhänge zwischen Überzeugungen und Wissen wurden zudem bislang nicht für die Biologie geprüft. Letztendlich gilt es auch zu klären, inwiefern sich aus den Zusammenhängen die Schlussfolgerung ableiten lässt, dass eine verzahnte Förderung der Kompetenzaspekte bzw. Wissensbereiche z. B. nach dem Integrationsmodell (Mayer, Ziepprecht & Meier, 2018, im Druck) sinnvoll ist.

Forschungsfragen

Es ergeben sich dementsprechend die folgenden Forschungsfragen:

- (F1) Welche Zusammenhänge weisen die Überzeugungen zum Fach Biologie (fachspezifisch) und zum Fachinhalt Genetik (fachinhaltsspezifisch) auf?
- (F2) Welche Zusammenhänge bestehen zwischen den fach- und fachinhaltsspezifischen Überzeugungen und dem fachlichen und fachdidaktischen Wissen zur Genetik?
- (F3) Inwiefern können das fachliche und fachdidaktische Wissen sowie die fach- und fachinhaltsspezifischen Überzeugungen durch eine fachlich und fachdidaktisch verzahnte Lernumgebung gefördert werden?

Methodik

Die Daten wurden im Rahmen zweier Vorstudien an Lehramtsstudierenden der Biologie erhoben ($N = 79$; $n = 14$). Zur Beantwortung von Forschungsfrage 1 wurden geschlossene Fragebögen im paper-pencil-Format zu den LLÜ und NoS-Überzeugungen zur Biologie und Genetik in der Gesamtstichprobe ($N = 79$) eingesetzt. Etablierte Instrumente von Urhahne, Kremer und Mayer (2008), Riese (2009) sowie Seidel und Meyer (2003) wurden für das Fach Biologie und den Fachinhalt Genetik spezifiziert. Zur Beantwortung der Forschungsfragen 2 und 3 wurde eine verzahnte Lernumgebung nach dem Integrationsmodell (Mayer et al., 2018, im Druck) zum Thema Genetik entwickelt. Die Studierenden erarbeiteten sich im Rahmen der Lernumgebung Forschungsbezüge der modernen Molekulargenetik aus den Themenbereichen personalisierte Medizin und Stammbaumforschung mit dem Ziel diese unter Einbezug aktueller molekularbiologischer Arbeitsweisen für eine mögliche Umsetzung in der Schule aufzubereiten. Relevante fachliche und fachdidaktische Inhalte wurden dazu im Seminar zu den Kontexten „Genetischer Fingerabdruck“ und „Restriktionsanalyse“ erarbeitet und vertieft. Zu jedem Kontext wurden dann fachliche und fachdidaktische Veranstaltungen durchgeführt. Die fachlichen Inhalte und molekularbiologischen Arbeitsweisen eines jeden Kontextes wurden an einem Labortag in Kooperation mit Science Bridge e.V. im Rahmen von schulpraktikablen Versuchen erarbeitet. Im fachdidaktischen Teil fand die Erarbeitung von Schülervorstellungen und Instruktionsstrategien statt. In einer experimentellen Studie im Within-Subject Design mit drei Messzeitpunkten wurden im Rahmen der Lernumgebung eine verzahnte und eine nicht verzahnte Bedingung miteinander verglichen. Die verzahnte Bedingung zeichnet sich dadurch aus, dass an den jeweiligen Seminarterminen gezielt Verknüpfungen zwischen den fachlichen und den fachdidaktischen Inhalten hergestellt wurden, beispielsweise durch Reflexion von Schülervorstellungen zur Genetik aus fachlicher Sicht. In der nicht verzahnten Bedingung wurden die gleichen Inhalte (Schülervorstellungen und Instruktionsstrategien) allgemein, ohne Bezug zu den jeweiligen fachlichen Inhalten thematisiert. Die $n = 14$ Studierenden durchliefen zum Kontext „Genetischer Fingerabdruck“ entweder die fachlich und fachdidaktisch verzahnte oder nicht-verzahnte Bedingung und zum Kontext „Restriktionsanalyse“ die entsprechend andere. Zu allen drei Messzeitpunkten wurde ein eigens entwickelter fachlicher und fachdidaktischer Wissenstest eingesetzt. Die LLÜ und die NoS-Überzeugungen zur Biologie und Genetik wurden an Messzeitpunkt 1 und 3 erfasst. Alle entwickelten oder angepassten Instrumente wiesen nach Itemreduktion zufriedenstellende Kennwerte auf ($\alpha = .66-.91$). Die Auswertung erfolgte mittels klassischer Testtheorie (SPSS).

Ergebnisse

(F1) Zwischen analogen Konstrukten auf fachspezifischer und fachinhaltsspezifischer Ebene zeigen sich positive Korrelationen (NoS: $r_{\text{Biologie/Genetik}} = .72$, $p \leq 0.01$; konstr. LLÜ: $r_{\text{Biologie/Genetik}} = .63$, $p \leq 0.01$; trans. LLÜ: $r_{\text{Biologie/Genetik}} = .56$, $p \leq 0.01$). Die konstruktivistischen und transmissiven LLÜ stehen auf fachspezifischer und auf fachinhaltsspezifischer Ebene in einem negativen Zusammenhang (Fach Biologie: $r_{\text{konstr. LLÜ/trans. LLÜ}} = -.23$, $p \leq 0.05$; Fachin-

halt Genetik: $r_{konstr. LL\ddot{U}/trans. LL\ddot{U}} = -.55, p \leq 0.01$). Sowohl auf Ebene des Fachs als auch auf Ebene des Fachinhaltes stehen die konstruktivistischen LLÜ und die NoS-Überzeugungen zudem in einem positiven Zusammenhang (Fach Biologie: $r_{NoS/konstr. LL\ddot{U}} = .40, p \leq 0.01$; Fachinhalt Genetik: $r_{NoS/konstr. LL\ddot{U}} = .41, p \leq 0.01$).

(F2) Es zeigt sich eine erwartungskonforme Korrelation des fachlichen und fachdidaktischen Wissens zum Thema Genetik ($r_{FW/FDW} = .57, p \leq 0.05$). Zudem deuten sich positive Korrelationen zwischen dem Fachwissen zum Thema Genetik und den fachspezifischen konstruktivistischen LLÜ ($r_{FW/konstr. LL\ddot{U}} = .60, p \leq 0.05$) sowie zwischen dem fachdidaktischen Wissen und den transmissiven LLÜ ($r_{FDW/trans. LL\ddot{U}} = .61, p \leq 0.05$) an.

(F3) Ein Vergleich der Experimental- und Kontrollbedingung zeigt, dass durch die verzahnte Vermittlung fachlicher und fachdidaktischer Lerninhalte das fachdidaktische Wissen signifikant stärker gesteigert werden konnte, verglichen mit einer nicht-verzahnten Vermittlung ($Mdn_{Experimentalbedingung} = 8.5, Mdn_{Kontrollbedingung} = 2.5, p \leq 0.05, r = 0.59$). Sowohl die Experimental- als auch die Kontrollbedingungen verzeichneten signifikante Fachwissenszuwächse, unterscheiden sich untereinander jedoch nicht signifikant ($Mdn_{Experimentalbedingung} = 9.0, Mdn_{Kontrollbedingung} = 6.5$). Im Pre-Post-Vergleich erweisen sich die fachspezifischen NoS-Überzeugungen sowie die fachspezifischen und fachinhaltsspezifischen LLÜ als stabil, die fachinhaltsspezifischen NoS-Überzeugungen sind an MZP 3 signifikant stärker ausgeprägt ($Mdn_{pre} = 3.36, Mdn_{post} = 3.42, p \leq 0.05, r = 0.47$).

Diskussion und Ausblick

Die Zusammenhänge zwischen den LLÜ auf fachlicher und fachinhaltsspezifischer Ebene deuten auf ein konsistentes Überzeugungssystem der Studierenden hin. Die übrigen Korrelationen entsprechen sowohl in der Richtung, als auch in der Höhe den Erwartungen aus der Literatur (Seidel et al., 2009; Voss et al., 2011; Weißeno et al., 2013). Die diversen und thematisch stark variierenden Fachinhalte der Biologie verlangen eine Ausweitung dieser Untersuchung. Daher finden derzeit parallel Erhebungen zu anderen biologischen Fachinhalten (z. B. Evolutionsbiologie) statt. Die aufgezeigten Korrelationen zwischen dem fachlichen und fachdidaktischen Wissen sowie zwischen dem Professionswissen und den LLÜ decken sich ebenfalls mit bekannten Befunden (Großschedl et al., 2014; Großschedl et al., 2015; Krauss et al., 2008; Riese & Reinhold, 2012). Eine Ausnahme bildet die positive Korrelation der transmissiven LLÜ mit dem fachdidaktischen Wissen. Dieser Befund lässt sich unter Umständen durch die theoretische Annahme erklären, dass für das Lernen der Schülerinnen und Schüler eine Mischung aus Konstruktion und Instruktion und daraus resultierend eine Balance zwischen beiden LLÜ vorteilhaft sein kann (Voss et al., 2011; Weißeno et al., 2013). Dies gilt in der vorliegenden Studie besonders, da Experimente im komplexen Bereich Genetik von Schülerinnen und Schülern nur bedingt eigenständig erschlossen und durchgeführt werden können. Die Untersuchung der Lernumgebung zum Thema Genetik gibt Hinweise darauf, dass eine verzahnte Lerninhaltsvermittlung förderlicher für das fachdidaktische Wissen und die fachinhaltsspezifischen Überzeugungen ist, als eine nicht-verzahnte. Diese Befunde werden zurzeit im Rahmen einer Hauptstudie, die sich über mehrere Semester erstreckt, erhärtet.

Anmerkung

Das diesem Bericht zugrundeliegende Vorhaben wurde im Rahmen der gemeinsamen „Qualitätsoffensive Lehrerbildung“ von Bund und Ländern mit Mitteln des Bundesministeriums für Bildung und Forschung unter dem Förderkennzeichen 01JA1505 gefördert. Die Verantwortung für den Inhalt dieser Veröffentlichung liegt beim Autor.

Literatur

- Baumert, J. & Kunter, M. (2006). Stichwort: Professionelle Kompetenz von Lehrkräften. *Zeitschrift für Erziehungswissenschaft*, 9(4), 469-520.
- Blömeke, S. & Suhl, U. (2010). Modellierung von Lehrerkompetenzen: Nutzung unterschiedlicher IRT-Skalierungen zur Diagnose von Stärken und Schwächen deutscher Referendarinnen und Referendare im internationalen Vergleich. *Zeitschrift für Erziehungswissenschaft*, 13, 473-505.
- Bryan, L. A. & Atwater, M. M. (2002). Teacher beliefs and cultural models: A challenge for science teacher preparation programs. *Science Teacher Education*, 86, 821-839.
- Gimbel, K., Ziepprecht, K. & Mayer, J. (2017). Verzahnung von Professionswissen in den Naturwissenschaften: Das PRONET-Projekt Contemporary Science. *Journal für LehrerInnenbildung*, 3/2017, 29-33.
- Großschedl, J., Harms, U., Glowinski, I. & Waldmann, M. (2014). Professionswissen angehender Biologielehrkräfte: Das KiL-Projekt. *Der mathematische und naturwissenschaftliche Unterricht*, 67(8), 457-462.
- Großschedl, J., Harms, U., Kleickmann, T. & Glowinski, I. (2015). Preservice Biology Teachers' Professional Knowledge: Structure and Learning Opportunities. *Journal of Science Teacher Education*, 26(3), 291-318.
- Kleickmann, T. (2008). *Zusammenhänge fachspezifischer Vorstellungen von Grundschullehrkräften zum Lehren und Lernen mit Fortschritten von Schülerinnen und Schülern im konzeptuellen naturwissenschaftlichen Verständnis*. Westfälische Wilhelms-Universität, Münster.
- Krauss, S., Neubrand, M., Blum, W., Baumert, J., Brunner, M., Kunter, M. & Jordan, A. (2008). Die Untersuchung des professionellen Wissens deutscher Mathematik-Lehrerinnen und -Lehrer im Rahmen der COACTIV-Studie. *Journal für Mathematik-Didaktik*, 29(3/4), 223-258.
- Mayer, J., Ziepprecht, K. & Meier, M. (2018, im Druck). Vernetzung fachlicher, fachdidaktischer und bildungswissenschaftlicher Studienelemente in der Lehrerbildung. In M. Meier, K. Ziepprecht & J. Mayer (Hrsg.), *Lehrerbildung in vernetzten Lernumgebungen*. Münster: Waxmann.
- Riese, J. (2009). *Professionelles Wissen und professionelle Handlungskompetenz von (angehenden) Physiklehrkräften*. Berlin: Logos.
- Riese, J. & Reinhold, P. (2012). Die professionelle Kompetenz angehender Physiklehrkräfte in verschiedenen Ausbildungsformen. *Zeitschrift für Erziehungswissenschaft*, 15(1), 111-143.
- Seidel, T. & Meyer, L. (2003). Kapitel 11 Skalendokumentation Lehrerfragebogen. In T. Seidel, M. Prenzel, R. Duit & M. Lehrke (Hrsg.), *Technischer Bericht zur Videostudie „Lehr-Lern-Prozesse im Physikunterricht“* (S. 241-273). Kiel.
- Seidel, T., Schwindt, K., Rimmele, R. & Prenzel, M. (2009). Konstruktivistische Überzeugungen von Lehrpersonen: Was bedeuten sie für den Unterricht? *Perspektiven der Didaktik*, 259-276.
- Urhahne, D., Kremer, K. & Mayer, J. (2008). Welches Verständnis haben Jugendliche von der Natur der Naturwissenschaften? *Unterrichtswissenschaft*, 36(1), 71-93.
- Voss, T., Kleickmann, T., Kunter, M. & Hachfeld, A. (2011). Überzeugungen von Mathematiklehrkräften. In M. Kunter, J. Baumert, W. Blum, U. Klusmann, S. Krauss & M. Neubrand (Hrsg.), *Professionelle Kompetenz von Lehrkräften. Ergebnisse des Forschungsprogramms COACTIV* (S. 235-257). Münster: Waxmann.
- Wahbeh, N. & Abd-El-Khalick, F. (2014). Revisiting the Translation of Nature of Science Understandings into Instructional Practice: Teachers' nature of science pedagogical content knowledge. *International Journal of Science Education*, 36(3), 425-466.
- Weißeno, G., Weschenfelder, E. & Oberle, M. (2013). Konstruktivistische und transmissive Überzeugungen von Referendar/-innen. *Lehrer- und Schülerforschung in der politischen Bildung*, 68-77.
- Woolfolk Hoy, A., Davis, H. & Pape, S. (2006). Teachers' knowledge, beliefs, and thinking. In P. A. Alexander & P. H. Winne (Eds.), *Handbook of educational psychology* (pp. 715-737). Mahwah, N. J.: Lawrence Erlbaum.