Philipp Engelmann Friedrich-Schiller-Universität Jena
Volker Woest

Fächerübergreifende Naturwissenschaften in der Weiterbildung von Lehrkräften

Einführung und Problemstellung

Die Diskussion um eine Vernetzung der Einzeldisziplinen im naturwissenschaftlichen Unterricht (Deutscher Bildungsrat, 1969, S. 61f.; Kremer & Stäudel, 1997; Küster, 2014; Labudde, 2014) hat in Thüringen - wie auch in vielen weiteren Bundesländern - zur Einführung naturwissenschaftlicher Verbundfächer für die Jahrgangsstufen 5/6 (TMBJS, 2015a) sowie 9/10 (TMBJS, 2015b) geführt. Damit muss die Aus- und Weiterbildung von Lehrkräften der Naturwissenschaften für fächerübergreifendes Unterrichten als ein Kernproblem aktueller naturwissenschaftsdidaktischer Forschung angesehen werden. Im Rahmen des QLb-Projektes *Professionalisierung von Anfang an im Jenaer Modell der Lehrerbildung* (ProfJL)[1] wird an der Friedrich-Schiller-Universität Jena ein Weiterbildungsstudiengang für fächerübergreifende Naturwissenschaften entwickelt (Engelmann, Hoffmann & Woest, in Druck). Im Sinne eines Unterstützungssystems soll der Weiterbildungsstudiengang vor allem auf das fachfremde Unterrichten vorbereiten, das als eines der typischen Probleme beim Unterrichten integrierter Fächer betrachtet wird (Fruböse, Illgen, Kohm & Wollscheid, 2011; Dörges 2001). Dabei liegen die Schwerpunkte auf fachlichen, fachdidaktischen und explizit experimentellen Kenntnissen. Inhaltlich setzt die Weiterbildung in diesem Zusammenhang einen Fokus auf kontextbasierte Themen und Alltagsorientierung in einer fächerübergreifenden Betrachtung.

Forschungsdesign

Die Konstruktion der Weiterbildung orientiert sich am Konzept der didaktischen Rekonstruktion (Kattmann, Duit, Gropengießer & Komorek, 1997). Grundlagen zu gelungenen Weiterbildungen, die hier als fachliche Klärung fungieren, wurden beispielsweise bei Lipowsky (2009), Smith und Gillespie (2007), Desimone (2009) und Möller, Hardy, Jonen, Kleickmann und Blumberg (2006) zusammengefasst. Untersuchungen zu Weiterbildungswünschen von Lehrkräften zeigen, dass ein Fokus auf fachliche und fachdidaktische Themen, umfangreiche Experimentierphasen, ein intensiver Austausch mit Kollegen, Unterrichtsrelevanz und Begleitmaterialien gefordert werden (Melle & Neu, 1998; Zajicek, Hülsken, Wenning & Sandmann, 2015; Ansorge-Grein, Patzke & Bader, 2009). Als weitere Perspektiven der Lehrkräfte, die in der Sprache der didaktischen Rekonstruktion als Lernerperspektiven zu bezeichnen sind, müssen Überzeugungen zu und Probleme mit fächerübergreifendem Naturwissenschaftsunterricht hinzugezogen werden (Fruböse, Illgen, Kohm & Wollscheid, 2011; Küster, 2014; Labudde, Heitzmann, Heiniger & Widmer, 2005; Wilhelm, 2007). Um diese bisherigen Befunde mit der besonderen Situation für fächerübergreifendes Unterrichten in den Naturwissenschaften in Thüringen abzugleichen, wurde im Rahmen der Konstruktion eine Interviewstudie durchgeführt (Erhebung der Lernerperspektive). Im Folgenden werden erste Befunde der Studie dargestellt. Im Weiteren wird am Beispiel des Themas *Regenerative Kraftstoffe* die aus fachlicher Klärung und der Erhebung der Lernerperspektive resultierende didaktische Strukturierung vorgestellt.

[1] ProfJL wird im Rahmen der gemeinsamen *Qualitätsoffensiven Lehrerbildung* von Bund und Ländern aus Mitteln des Bundesministeriums für Bildung und Forschung gefördert. Für nähere Informationen zum Projekt siehe *https://www.profjl.uni-jena.de/*.

Erhebung der Lernerperspektive: Ergebnisse der Interviewstudie
Durch halbstrukturierte Interviews mit Thüringer Lehrkräften sollte erfragt werden,
- was guten fächerübergreifenden Naturwissenschaftsunterricht (FNU) aus Sicht der Lehrkräfte ausmacht,
- welche Probleme und Defizite von Seiten der Lehrkräfte beim Unterrichten von FNU gesehen werden und
- welche Merkmale eine gelungene Weiterbildung zu FNU auszeichnen.

Bis zum aktuellen Zeitpunkt (August 2017) wurden 12 Interviews mit Naturwissenschaftslehrkräften aller Schulformen geführt, von denen 8 transkribiert und für die letzte Fragestellung mithilfe der zusammenfassenden Inhaltsanalyse nach Mayring (2010, S. 48-83) ausgewertet wurden. Da die Studie noch nicht angeschlossen ist, sind die bisherigen Ergebnisse (siehe Abb. 1) noch als vorläufig zu bezeichnen.

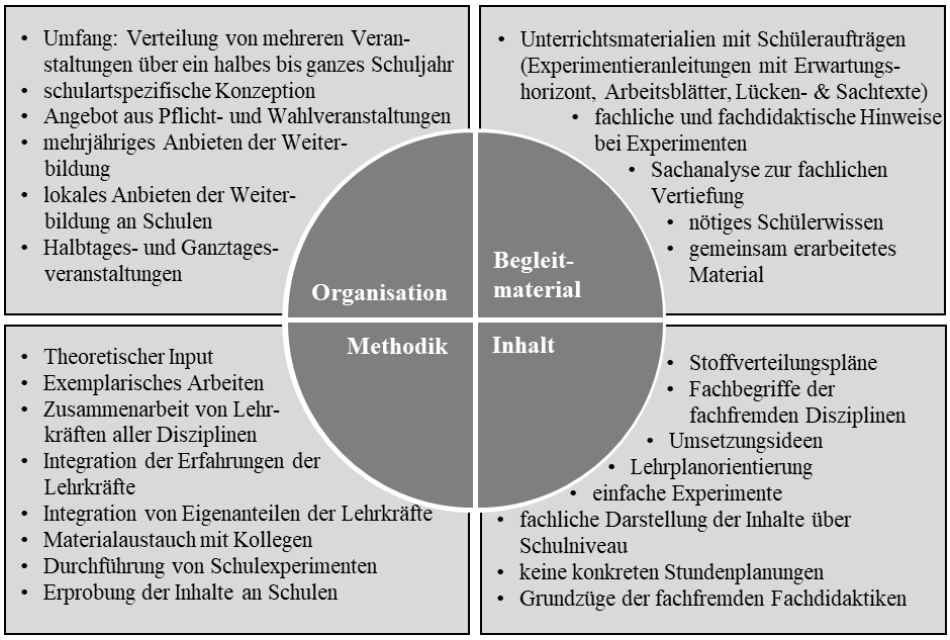

Abbildung 1: Vorläufige Ergebnisse der Interviewstudie zur Frage nach Merkmalen einer gelungenen Weiterbildung für FNU

Das Beispiel der Kugelfallmethode nach Stokes
Die Ergebnisse der Interviewstudie zeigen, dass sich die Lehrkräfte einen vertieften Einblick in die jeweilige fachfremde Disziplin wünschen, sowohl auf fachlicher wie fachdidaktischer Seite. Zudem werden einfache Experimente sowie konkrete Unterrichtsmaterialien und Umsetzungsideen anstelle von fertigen Unterrichtsstunden als attraktiv angesehen. Die Kugelfallmethode nach Stokes liefert dabei die Möglichkeit, in einem fächerübergreifenden Kontext (Regenerative Kraftstoffe: Vergleich der Eigenschaften) Grundzüge physikalischen Arbeitens aufzuzeigen.[2] So kann hier anhand von Gewichts-, Auftriebs- und Reibungskraft

[2] Die Grundlagen des Stokesschen Widerstandsgesetzes und der entsprechenden Messmethodik sind beispielsweise bei Stephani und Kluge (1995, S. 279-282), Schmutzer (1991, S. 545-550) und Demtröder (2006, S. 237f.) aufgeführt.

exemplarisch das Kräftegleichgewicht und deren Darstellung über Kraftpfeile diskutiert werden. In diesem Zusammenhang werden zudem relevante Schülervorstellungen zur Mechanik diskutiert, zum Beispiel die Vorstellung, dass zur Aufrechterhaltung einer geradlinig gleichförmigen Bewegung eine Kraft vonnöten sei (Hericks, 1993, S. 131). Denn bei der Kugelfallmethode nach Stokes fällt eine Kugel unter dem Einfluss der Schwerkraft in einer Flüssigkeit zunächst beschleunigt nach unten. Da die dem entgegen wirkende Reibungskraft jedoch geschwindigkeitsabhängig ist, stellt sich nach einer gewissen Zeit zusammen mit der wirkenden Auftriebskraft ein Kräftegleichgewicht ein. Aufgrund der dabei vorliegenden Randbedingung einer Anfangsgeschwindigkeit bewegt sich die Kugel geradlinig gleichförmig weiter (siehe Abb. 2). Mithilfe des Kräftegleichgewichts und der Messung der Falldauer der Kugel über eine definierte Fallstrecke kann letztlich die Viskosität bestimmt werden.

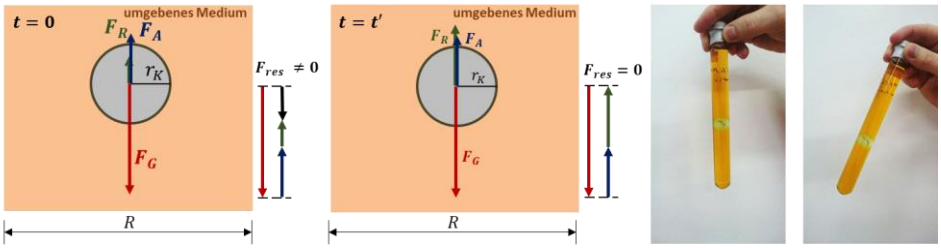

Abbildung 2: Kräftegleichgewicht bei der Kugelfallmethode nach Stokes (links) und experimentelle Umsetzung für die Weiterbildung (rechts)

In der experimentellen Umsetzung für die Weiterbildung werden Murmeln in mit verschiedenen Flüssigkeiten (Benzin, Rapsöl, Ethanol, Diesel, Biodiesel, Wasser) gefüllten Reagenzgläsern fallen gelassen (siehe Abb. 2). Diese Umsetzung entspricht zwar der Forderung nach möglichst einfachen Experimenten, sie widerspricht jedoch zwei Gültigkeitsbedingungen für die Kugelfallmethode nach Stokes ($r_K << R$, laminare Strömung). Da jedoch die Reagenzgläser und die darin befindlichen Murmeln bei jeder Flüssigkeit identisch sind, kann die Viskosität analog zu einem Höppler-Viskosimeter bestimmt werden, bei der etwaige Einflussfaktoren wie Reibungseffekte zwischen Flüssigkeitsschichten mit dem Innenmantel des Fallrohres in einer Kugelkonstanten zusammengefasst werden und auftretende Turbulenzen durch eine Schrägstellung ausgeglichen werden. Die annähernde Freihandvariante der hier dargestellten Umsetzung lässt aus praktisch-experimentellen Gründen jedoch nur einen qualitativen Vergleich der verschiedenen Flüssigkeiten hinsichtlich ihrer Viskosität zu. Im von den Lehrern gewünschten möglichst konkreten Unterrichtsmaterial wird diesem Umstand dadurch Rechnung getragen, dass die Viskositäten der beteiligten Flüssigkeiten vorgegeben sind und die Schülerinnen und Schüler die Reagenzgläser durch den Vergleich der Kugellaufzeiten zuordnen müssen.

Ausblick

Auf die in diesem Beitrag beispielhaft gezeigte Weise wurde die komplette Weiterbildung erstellt, die insgesamt sieben Veranstaltungen umfasst, unter denen sich neben dem Thema Regenerative Kraftstoffe auch Kontexte wie Bionik, Arzneimittel oder Nanomaterialien finden. Von August 2017 bis Juni 2018 wird diese Weiterbildung durchgeführt. Die begleitende Evaluation, die auf dem CIPP-Modell von Daniel Stufflebeam (Döring & Bortz, 2016, S. 1008-1011; Stufflebeam & Shinkfield, 2007) aufbaut, wird zur weiteren Anpassung der Weiterbildung beitragen.

Literatur

Ansorge-Grein, K., Patzke, B. & Bader, H. (2009). Qualitätsentwicklung in der Lehrerfortbildung. Anforderungen und Wirklichkeit. CHEMKON, 16 (3), 119-124.

Demtröder, W. (2006). Experimentalphysik 1. Mechanik und Wärme (4. Aufl.). Berlin: Springer.

Desimone, L. (2009). Improving Impact Studies of Teachers' Professional Development: Toward Better Conceptualizations and Measures. Educational Researcher, 38 (3), 181-199.

Deutscher Bildungsrat (1969). Einrichtung von Schulversuchen mit Gesamtschulen. Empfehlungen der Bildungskommission. Bonn: Deutscher Bildungsrat.

Dörges, A. (2001). Erfahrungen mit dem integrierten naturwissenschaftlichen Unterricht. MNU, 54 (4), 230-232.

Döring, N., & Bortz, J. (2016). Forschungsmethoden und Evaluation in den Sozial- und Humanwissenschaften. Berlin: Springer.

Engelmann, P., Hoffmann, C. & Woest, V. (in Druck). Fächerübergreifende Naturwissenschaften in der Aus- und Weiterbildung von Lehrerinnen und Lehrern. In A. Gröschner, M. May, I. Winkler (Hrsg.), Lehrerbildung in einer Welt der Vielfalt. Befunde und Perspektiven eines Entwicklungsprojekts.

Fruböse, C., Illgen, J., Kohm, L., & Wollscheid, R. (2011). Unterricht im integrierten Fach Naturwissenschaften. Erfahrungen aus gymnasialer Sicht. MNU, 64 (7), 433-439.

Hericks, U. (1993). Über das Verstehen von Physik. Physikalische Theoriebildung bei Schülern der Sekundarstufe II. Münster: Waxmann.

Kattmann, U., Duit, R., Gropengießer, H., & Komorek, M. (1997). Das Modell der didaktischen Rekonstruktion - Ein Rahmen für naturwissenschaftsdidaktische Forschung und Entwicklung. ZfDN, 3 (3), 3-18.

Kremer, A., & Stäudel, L. (1992). Integrierter naturwissenschaftlicher Unterricht an Gesamtschulen. Zur Renaissance einer Reformidee. Pädagogik, 92 (7-8), S. 56-61.

Küster, J. M. (2014). Integrierter Naturwissenschaftlicher Unterricht. Stand der Diskussion und Desiderate aus heutiger Sicht. MNU, 67 (2), 109–112.

Labudde, P., Heitzmann, A., Heiniger, P. & Widmer, I. (2005). Dimensionen und Facetten des fächerübergreifenden naturwissenschaftlichen Unterrichts: ein Modell. ZfDN, 11, 103-115.

Labudde, P. (2014). Fächerübergreifender naturwissenschaftlicher Unterricht – Mythen, Dimensionen, Fakten. ZfDN, 20 (1), 11-19.

Lipowsky, F. (2009). Unterrichtsentwicklung durch Fort- und Weiterbildungsmassnahmen für Lehrpersonen. BzL, 27 (3), 346-360.

Mayring, P. (2010). Qualitative Inhaltsanalyse. Greundlagen und Techniken (11. Aufl.). Weinheim: Beltz.

Melle, I. & Neu, C. (1998). Die Fortbildung von Chemielehrerinnen und -lehrern. CHEMKON, 5 (4), 181-186.

Möller, K., Hardy I, Jonen A, Kleickmann, T. & Blumberg, E. (2006). Naturwissenschaften in der Primarstufe. Zur Förderung konzeptionellen Verständnisses durch Unterricht und zur Wirksamkeit von Lehrerfortbildungen. In M. Prenzel & L. Allolio-Näcke (Eds.), Untersuchungen zur Bildungsqualität von Schule. Abschlussbericht des DFG-Schwerpunktprogramms. Münster, 161-193.

Schmutzer, E. (1991). Grundlagen der Theoretischen Physik mit einem Grundgriß der Mathematik für Physiker in vier Teilen. Teil 1. Berlin: Deutscher Verlag der Wissenschaften.

Smith, C. & Gillespie, M. (2007). Research on professional development and teacher change: Implications for Adult Basic Education. Review of Adult Learning and Literacy, 7 (7), 205-244.

Stephani, H. & Kluge, G. (1995). Theoretische Mechanik. Punkt- und Kontinuumsmechanik. Heidelberg: Spektrum Akademischer Verlag.

Stufflebeam, D. L. & Shinkfield, A. J. (2007). Evaluation theory, models, and applications. San Francisco: Jossey-Bass.

TMBJS - Thüringer Ministerium für Bildung, Wissenschaft und Kultur (2015a). Lehrplan für den Erwerb der allgemeinen Hochschulreife. Mensch-Natur-Technik. Abgerufen am 4. Oktober 2017 von https://www.schulportal-thueringen.de/media/detail?tspi=1393

TMBJS - Thüringer Ministerium für Bildung, Wissenschaft und Kultur (2015b). Lehrplan für den Erwerb der allgemeinen Hochschulreife. Wahlpflichtfach Naturwissenschaften und Technik. Erprobungsfassung. Abgerufen am 4. Oktober 2017 von https://www.schulportal-thueringen.de/web/guest/media/detail?tspi=3702

Wilhelm, M. (2007). Was ist guter Naturwissenschafts-Unterricht? chim. etc. did. 33 (98), 67–86.

Zajicek, A., Hülsken, A., Wenning, S. & Sandmann, A. (2015). Online-Befragung zu Einstellungen und Erwartungen von Biologielehrkräften zu biologischen Fortbildungen. In U. Gebhard, M. Hammann & B. Knälmann (Eds.), Abstractband. Bildung durch Biologieunterricht. 20. Internationale Tagung der Fachsektion Didaktik der Biologie (FDdB) im VBIO und des Formums Fachdidaktik & Schulbiologie. 143-144.