

## **Förderung des professionsrelevanten Fachwissens angehender Chemielehrender**

Wie können konkrete Module im Fachbereich Chemie aussehen, die angehende Chemielehrende durch die Steigerung der konzeptuellen Kohärenz (Ummels et al., 2015) innerhalb der universitären Lehrerbildung in ihrer Professionalisierung (Baumert & Kunter, 2006) und ganz konkret in der Ausbildung eines Professionsrelevanten Fachwissens unterstützen? Ebenjene Frage liefert die Ausgangslage für die Konzeption eines konkreten Lehr-/Lern-Moduls für den Fachbereich Chemie (Prewitz & Groß, 2022) auf Basis eines Design-Based-Research-Ansatzes (Klinzing, 1976).

### **Ausgangslage**

Vergleicht man die universitäre Fachdisziplin mit dem Schulfach Chemie, so zeigt sich eine stark divergente Strukturierung der Fachinhalte zwischen Universität (Vermittlung gegliedert nach historischen Disziplinen – Anorganische, Organische, Physikalische, ... Chemie) und Schule (Gliederung nach progressiven, spiralcurricularen Inhaltsfeldern, die nicht mit den historischen Disziplinen deckungsgleich sind) (Bromme, 1994). Diese strukturelle Divergenz führt insbesondere im Rahmen der universitären Lehrerbildung zu Herausforderungen: Viele angehende Chemielehrende nehmen einen Bruch zwischen ihrer theoretischen, universitären Ausbildung und dem praktischen Handlungsfeld Schule wahr und sehen insbesondere im Bereich Fachwissen keine Anschlussfähigkeit ihres universitär erlernten Wissens im schulischen Kontext (Glowinski et al., 2018).

Da jedoch ebenjenes universitäre Wissen die Begründungs-, Legitimations- und auch Verständnisbasis für die schulischen Lehrinhalte darstellt, kann in ihm die notwendige Fachwissensbasis für eine lernwirksame Unterrichtsgestaltung gesehen werden (Glowinski et al., 2018; Heinze et al., 2016). Es gilt somit, das universitäre Fachwissen für den Schulkontext anschlussfähig zu machen. Dazu ist es von großer Bedeutung, die universitär erlernten Fachinhalte mit Blick auf die schulunterrichtliche Wissensstruktur über die Disziplingrenzen hinaus zu vernetzen und so in ein vollumfängliches Wissensnetz einzugliedern.

### **Konzeption des Lehr-/Lern-Moduls – Modulphase 1**

Diese Möglichkeit zur Wissensvernetzung stellt das zentrale Ziel des konzipierten Lehr-/Lern-Moduls dar (Prewitz & Groß, 2022). Da auf Grund der Disziplindifferenzierung angenommen werden kann, dass dieser Vernetzungsschritt nicht implizit innerhalb der universitären Fachinhaltsvermittlung erfolgt, wurde die Methode des Concept-Mappings (CM) zur Offenlegung der fachinhaltlichen Zusammenhänge (Diederich & Mester, 2018; Dunker, 2010; Jüngst & Strittmatter, 1995) in das Design des konzipierten Lehr-/Lern-Moduls (Modulphase 1 von 2) implementiert: In iterativen CM-Zyklen erhalten die Studierenden die Aufgabe, ihr Wissen zunächst innerhalb der schulrelevanten Themenfelder *Säure-Base-* und *RedOx-Chemie* und anschließend – unter Zuhilfenahme der Basiskonzepte (Ministerium für Schule und Weiterbildung NRW, 2022) – zwischen den Themenfeldern zu vernetzen, um sich so Grundkonzepten und Gemeinsamkeiten bewusst zu werden. Dazu erhalten sie ein Set an Fachbegriffen zu

den Themenfeldern welches sowohl schulwissensbezogene als auch Begriffe aus dem Bereich des universitären Fachwissens enthält. Die angefertigten Concept-Maps (CMs) werden stets in Kleingruppen erklärt und diskutiert.

Begleitet wird die Arbeit an den CMs durch das Anfertigen von Prozessportfolios, in welchen die Studierenden ihre Arbeitsprozesse metaperspektivisch reflektieren und dabei Herausforderungen sowie Erkenntnisse offenlegen (Diederich & Mester, 2018; Hofmann et al., 2016; Wildt & Wildt, 2011). Die Prozessportfolios dienen als Datengrundlage für die Erfassung konkreter Herausforderungen im Vernetzungsprozess sowie für die Methodenevaluation. Dazu werden sie mittels inhaltlich strukturierender Inhaltsanalyse (Kuckartz & Rädiker, 2022) unter den Forschungsfragen: „Welche Herausforderungen erkennen Studierende [im aktiven Umgang mit ihrem PrFW] bei der Strukturierung ihres Wissens in CMs?“ (FF1) und „Inwiefern kann das spezifische Vorgehen aus Reaktivierung, Restrukturierung und Verallgemeinerung mit CMs die Studierenden bei der Vernetzung ihres Fachwissens mit Blick auf die Schule [im Sinne der Ausbildung eines PrFW] unterstützen?“ (FF2) ausgewertet.

### **Herausforderungen der Studierenden im Prozess der Wissensvernetzung**

Zur Beantwortung von FF1 erfolgt eine Auswertung der Prozessportfolios nach drei Kategorien: K1<sub>H</sub> – Schwierigkeiten im Prozess des Concept-Mappings die konkreten Fachwissenslücken resultieren (mangelndes Faktenwissen), K2<sub>H</sub> – Schwierigkeiten, die auf ein fragmentiertes Faktenwissen innerhalb eines Themenfeldes zurückzuführen sind (Fakten sind zwar bekannt, können jedoch nicht zueinander in Bezug gesetzt werden) und K3<sub>H</sub> – vernetztes Wissen im Thema, aber nicht im Gesamtzusammenhang (Parallelen zwischen verschiedenen Themenfeldern werden nicht erkannt, es können keine Grundkonzepte abgeleitet werden).

34 von 39 Studierenden nennen Herausforderungen in K1<sub>H</sub>, 35 von 39 in K2<sub>H</sub> und 21 von 39 in K3<sub>H</sub>, wobei die den Kategorien zu Grunde liegenden Herausforderungen progressiv und ausschließend sind: Liegen bereits Herausforderungen in K1<sub>H</sub> und/oder K2<sub>H</sub> vor, so ist eine themengebieteübergreifende Vernetzung meist nicht möglich, wodurch meist keine Aussagen zu Herausforderungen innerhalb der Kategorie K3<sub>H</sub> mehr getroffen werden.

Es zeigt sich, dass die Wissensvernetzung und damit auch die Wissensumstrukturierung mit Blick auf die Schule, die angehenden Chemielehrenden vor Herausforderungen stellt. Eine implizite Wissensvernetzung innerhalb der universitären Chemielehrerbildung kann somit nicht angenommen werden. Vor dem Hintergrund der Professionalisierung stellt dies eine ernstzunehmende Problematik dar. Kann das universitär erworbene Fachwissen nicht für den Schulkontext anschlussfähig gemacht werden, so besteht die Gefahr, dass dieses zu einem trägen Wissen (Renkl, 1996) wird und die angehenden Chemielehrenden keine solide Wissensbasis haben, auf der sie im Schulkontext aufbauen können. Damit fehlt die tiefergehende fachwissenschaftliche Erklärungsebene für die Schulthemen, auf derer ebene ihre Begründung finden und die diese strukturiert (Heinze et al., 2016).

### **Bedeutung des professionsrelevanten Fachwissens**

Die o.g. Herausforderungen zeigen, dass die additive, disziplindifferenzierte Wissensvermittlung nicht implizit zu einer für den Schulunterricht anschlussfähigen, vernetzten Fachwissensbasis führt. Es bedarf somit einer expliziten Wissensfacette über die Vernetzung der universitären Fachwissensinhalte und deren Einordnung in den chemischen Gesamtzusammenhang, was das Erkennen zentraler, wiederkehrender Grundkonzepte ermöglicht. Diese Wissensfacette lässt sich als *Professionsrelevantes Fachwissen* (PrFW) beschreiben, da sie auf dem tief-

gehenden, universitären Wissen aufbaut und dieses mit Blick auf die schulunterrichtliche Wissensstruktur transformiert, sodass es als Grundgerüst für die Verortung der schulischen Inhalte dienen kann und damit im Sinne der Professionalisierung anschlussfähig wird. Es handelt sich somit um eine Art Strukturierungswissen (Lorentzen, 2020).

### **Effekte der Wissensvernetzung mittels iterativer CM-Zyklen**

Die angehenden Chemielehrenden in der Ausbildung eines PrFW zu unterstützen, bildet die zentrale Zielsetzung der iterativen CM-Zyklen innerhalb der Modulphase 1 des konzipierten Lehr-/Lern-Moduls. Zur Evaluation dieser Modulphase in Bezug auf die Zielsetzung, werden die Prozessportfolios hinsichtlich FF2 inhaltlich strukturierend ausgewertet. Als Grundlage dient ein deduktiv aus der konkreten Ausgestaltung der Modulphase 1 abgeleitetes Kategoriensystem, welches das Anfertigen der Themenfeld-CMs ( $K1_E$ ), den Austausch über diese CMs mit Kommiliton:innen ( $K2_E$ ), das Anfertigen der Themenfeld übergreifenden CMs ( $K3_E$ ) sowie Aussagen zum Gesamtverfahren ( $K4_E$ ) differenziert. 27 von 29 Studierenden sehen positive Effekte, die auf das Anfertigen der Themenfeld-CMs zurückzuführen sind ( $K1_E$ ). Hierzu zählen vor allem die Reaktivierung des zu Grunde liegenden Fachwissens („Den größten fachlichen Erkenntnisgewinn habe ich definitiv bei der Erstellung meiner eigenen CM gemacht, da ich währenddessen immer wieder Begriffe nachgeschlagen habe und somit spezifische Bedeutungen und ähnliches wieder verstanden habe.“ (SMa22W\_3)) sowie die Visualisierung der Zusammenhänge („Ebenso fällt mir dank der Visualisierung durch die CM die Vernetzung und damit die Einordnung in den Gesamtkontext einfacher.“ (MK22S\_13)). 29 von 39 Studierende gaben an, von den CM-Diskussionen in Kleingruppen zu profitieren ( $K2_E$ ) („Daher kann dem Austausch innerhalb der Gruppe ein großer Mehrwert zugesprochen werden, da ich einige Lücken schließen konnte bzw. in Erfahrung bringen konnte, wo meine Lücken sind, sodass ich nun Ansatzpunkte habe, um diese nacharbeiten und schließen zu können.“ (HS22W\_3)) und die meisten Studierenden nannten Effekte, die auf die Wissensrestrukturierung im Gesamtzusammenhang unter Zuhilfenahme der Basiskonzepte zurückzuführen sind ( $K3_E$ ) („Eine solch zusammenhängende Strukturierung war bis jetzt noch nicht Teil meines Studiums und hat mir enorm geholfen, das vorhandene Wissen in meinem Kopf weiter zu vernetzen.“ (FS22S\_6)). Insgesamt erkennen 38 von 39 Studierenden die Bedeutsamkeit der Betrachtung chemischer Inhalte im Gesamtkontext, insbes. in Bezug auf grundlegende, wiederkehrende Konzepte.

Die o.g. Erkenntnisse zeigen, dass das spezifische, iterative CM-Verfahren in Modulphase 1 die Studierenden in der Ausbildung eines PrFW unterstützt, wodurch positive Effekte auf die Professionalisierung angehender Chemielehrender zu erwarten sind.

### **Fazit**

Insgesamt lässt sich festhalten, dass die gegebenen Strukturen der universitären Lehrerbildung im Fachbereich Chemie zwar ein tiefgehendes universitäres Fachwissen vermitteln, dieses jedoch mit Blick auf die schulunterrichtlichen Wissensstrukturen für angehende Chemielehrende nicht anschlussfähig ist. Die Studierenden müssen somit im Sinne der Ausbildung eines Professionsrelevanten Fachwissens für die Vernetzung der erlernten Fachwissensinhalte auch über Disziplin- bzw. Themenbereichsgrenzen hinaus sensibilisiert werden. Da diese Vernetzung nicht implizit erfolgt, bedarf es Veranstaltungen, die dies explizit machen, wie etwa dem im Rahmen dieses Promotionsprojektes konzipierten Lehr-/Lern-Moduls.

### Literaturverzeichnis

- Baumert, J. & Kunter, M. (2006). Stichwort: Professionelle Kompetenz von Lehrkräften. *Zeitschrift für Erziehungswissenschaft*, 9(4), 469–520. <https://doi.org/10.1007/s11618-006-0165-2>
- Bromme, R. (1994). Beyond subject matter: A psychological topology of teachers' professional knowledge. In R. Biehler, R. W. Scholz, R. Strässer & B. Winkelmann (Hrsg.), *Mathematics Education Library. Didactics of Mathematics as a Scientific Discipline* (S. 73–88). Kluwer Academic Publishers.
- Diederich, J. & Mester, T. (2018). Tiefenlernen durch Concept Maps mit Reflexionsanteilen. *Die Hochschullehre*, 4(6), 227–258. [http://www.hochschullehre.org/?dl\\_id=156](http://www.hochschullehre.org/?dl_id=156)
- Dunker, N. (2010). *Concept Maps im naturwissenschaftlichen Sachunterricht [Didaktische Rekonstruktion am Beispiel des Lerngegenstandes Feuer]. 1. Aufl. Beiträge zur didaktischen Rekonstruktion. 26.* Didaktisches Zentrum, Carl-von-Ossietzky-Univ.
- Glowinski, I [I.], Unverricht, K [K.] & Borowski, A. (2018). Erweitertes Fachwissen für den schulischen Kontext als konzeptuelle Grundlage von berufsspezifischen Anteilen des fachwissenschaftlichen Studiums sowie von Fachdidaktik und Fachwissenschaft vernetzenden Lehrveranstaltungen. In I. Glowinski, J. Gillen, A. Borowski, S. Schanze & J. von Meien (Hrsg.), *Kohärenz in der universitären Lehrerbildung: Vernetzung von Fachwissenschaft, Fachdidaktik und Bildungswissenschaften* (S. 103–124). Universitätsverlag Potsdam.
- Heinze, A., Dreher, A., Lindmeier, A. & Niemand, C. (2016). Akademisches versus schulbezogenes Fachwissen – ein differenzierteres Modell des fachspezifischen Professionswissens von angehenden Mathematiklehrkräften der Sekundarstufe. *Zeitschrift für Erziehungswissenschaft*, 19(2), 329–349. <https://doi.org/10.1007/s11618-016-0674-6>
- Hofmann, F., Wolf, N., Klaß, S., Grassmé, I. & Gläser-Zikuda, M. (2016). Portfolios in der LehrerInnenbildung. Ein aktueller Überblick zur empirischen Befundlage. In M. Boos, A. Krämer & M. Kricke (Hrsg.), *LehrerInnenbildung gestalten. 8. Portfolioarbeit phasenübergreifend gestalten. Konzepte, Ideen und Anregungen aus der LehrerInnenbildung* (S. 23–39). Waxmann. <http://waxmann.ciando.com/ebook/bid-2180769-portfolioarbeit-phasenuebergreifend-gestalten-konzepte-ideen-und-anregungen-aus-der-lehrerinnenbildung/inhalte/>
- Jüngst, K. L. & Strittmatter, P. (1995). Wissensstrukturdarstellung: Theoretische Ansätze und praktische Relevanz. *Unterrichtswissenschaft*, 23. <https://doi.org/10.25656/01:8129> (Unterrichtswissenschaft 23 (1995) 3, S. 194–207).
- Klinzing, H. G. (1976). Die Integration von Skilltraining und Interaktionsanalyse in Kursen zum Training des Lehrerverhaltens am Zentrum für Neue Lernverfahren der Universität Tübingen. In W. Zifreund (Hrsg.), *Training des Lehrerverhaltens und Interaktionsanalyse* (S. 304–350). Beltz.
- Kuckartz, U. & Rädiker, S. (2022). *Qualitative Inhaltsanalyse. Methoden, Praxis, Computerunterstützung: Grundlagentexte Methoden* (5. Auflage). *Grundlagentexte Methoden*. Beltz Juventa.
- Lorentzen, J. (2020). *Entwicklung und Evaluation eines Lernangebots im Lehramtsstudium Chemie zur Förderung von Vernetzungen innerhalb des fachbezogenen Professionswissens*. Logos Verlag.
- Ministerium für Schule und Weiterbildung NRW. (2022). *Richtlinien und Lehrpläne für die Sekundarstufe II - Gymnasium, Gesamtschule in Nordrhein-Westfalen* (1. Aufl.). *Schule in NRW: Bd. 4723*. Ritterbach.
- Prewitz, N. & Groß, K. (2022). Chemie vernetzt und fachdidaktisch aufbereitet - Ein Lernmodul für Studierende. In Gesellschaft für Didaktik der Chemie und Physik (Vorsitz), *Lernen, Lehren und Forschen in einer digital geprägten Welt*. Symposium im Rahmen der Tagung von Gesellschaft für Didaktik der Chemie und Physik, Aachen. <https://gdcp-ev.de/tagungsbaende/tagungsband-2023-band-43/>
- Renkl, A. (1996). Träges Wissen: Wenn Erlerntes nicht genutzt wird. *Psychologische Rundschau*, 47(2), 78–92.
- Ummels, M. H. J., Kamp, M., Kroon, H. de & Boersma, K. (2015). Promoting Conceptual Coherence Within Context-Based Biology Education. *Science Education*, 99(5), 958–985. <https://doi.org/10.1002/sce.21179>
- Wildt, J. & Wildt, B. (2011). Lernprozessorientiertes Prüfen im „Constructive Alignment“. Ein Beitrag zur Förderung der Qualität von Hochschulbildung durch eine Weiterentwicklung des Prüfungssystems. In B. Berendt, H.-P. Voss & J. Wildt (Hrsg.), *Neues Handbuch Hochschullehre. Lehren und Lernen effizient gestalten [Teil] H. Prüfungen und Leistungskontrollen. Weiterentwicklung des Prüfungssystems in der Konsequenz des Bologna-Prozesses* (H 6.1, 46 S). Raabe.