

Kompetenzmodellierung in der organischen Chemie

Theoretischer Hintergrund:

Mit einer Abbruchquote von 43 % belegt das Studienfach Chemie in Deutschland bezogen auf den Studienabbruch einen der obersten Plätze (Heublein et al., 2017). Dass vor allem naturwissenschaftliche Studiengänge von hohen Abbruchquoten betroffen sind, ist bereits seit Jahrzehnten bekannt. Dieser Umstand sorgt unter anderem für Prognosen, die in Zukunft einen wachsenden Mangel an Absolventen der MINT-Studiengänge für Deutschland voraussagen (Koppel & Plünnecke, 2009). Während zum Zweck der Evaluation und Optimierung von Bildungsprozessen im sekundären Bildungsbereich Kompetenzmodellierungen und -messungen eingesetzt werden (PISA, TIMSS), kommt dieses Vorgehen auf Hochschulebene bisher nur vereinzelt zum Einsatz. Für das Studienfach Chemie liegen derzeit kaum Kompetenzmodellierungen vor. Dabei birgt der Einsatz der Kompetenzdiagnostik auch auf universitärer Ebene großes Potential. Zum einem lässt sich administratives Steuerungswissen auf Systemebene generieren und zum anderem lassen sich Studierende und Lehrende in Lehr-Lernprozessen zielgerichtet unterstützen (Pant, 2013).

Da es sich bei Kompetenzen um kontextspezifische kognitive Leistungsdispositionen handelt, die sich funktional auf Situationen und Anforderungen in bestimmten Domänen beziehen (Klieme & Leutner, 2006), müssen diese fachbezogen vorgenommen werden. Dabei lässt sich eine Domäne wie die Chemie nicht durch ein einzelnes Kompetenzmodell abbilden, sondern die Fachstruktur muss in entsprechenden Modellen Berücksichtigung finden. Da innerhalb des Studienfachs Chemie vor allem die organische Chemie von Studierenden als besonders herausfordernd wahrgenommen wird (Eticha & Ochonogor, 2015) liegt der Fokus in dieser Studie auf der Entwicklung und Überprüfung eines Kompetenzmodells für die organische Chemie.

Ziele und Forschungsfragen:

Im Zentrum der Studie steht die Entwicklung eines theoretischen Kompetenzstrukturmodells für den Teilbereich der organischen Chemie auf Hochschulebene. Dazu sollen zunächst für die organische Chemie spezifische Aufgabenmerkmale identifiziert und als Teildimensionen der organisch-chemischen Kompetenz in ein Kompetenzstrukturmodell überführt werden. In einem nächsten Schritt soll der Einfluss der spezifischen Aufgabenmerkmale auf die Aufgabenschwierigkeit bestimmt werden. Aus diesen Überlegungen ergeben sich folgende Forschungsfragen:

FF1: Welche spezifischen Aufgabenmerkmale lassen sich für die organische Chemie identifizieren?

FF2: Welchen Einfluss haben die spezifischen Aufgabenmerkmale auf die Aufgabenschwierigkeit von Leistungstestaufgaben in der organischen Chemie?

Studiendesign und –methode:

Um mögliche schwierigkeiterzeugende Merkmale in organisch-chemischen Aufgaben zu identifizieren werden zunächst zwei Ansätze verfolgt. Zum einen findet eine Aufgabenanalyse von Klausuraufgaben statt und zum anderen wird einschlägige Literatur auf spezifische Merkmale hin untersucht. Bei der Aufgabenanalyse werden bereits bewertete Klausuraufgaben nach der Taxonomie von Anderson und Krathwohl (2001) zunächst auf Basis allgemeiner, fachunspezifischer Merkmale nach Schwierigkeit kategorisiert. Diese theoretische Einstufung wird anschließend mit der empirischen Lösungshäufigkeit der Aufgaben in Klausuren verglichen. Insbesondere Aufgaben, die eine große Diskrepanz in der Passung aufweisen, werden auf zusätzliche fachspezifische Schwierigkeitsmerkmale untersucht.

Die identifizierten Schwierigkeitsmerkmale werden genutzt um ein Kompetenzmodell für die organische Chemie zu entwickeln. Als Grundlage der Konstruktion dient das ESNaS Kompetenzmodell (Walpuski et al., 2010), welches eine dreidimensionale Struktur aufweist, die sich in der Vergangenheit zur Abbildung naturwissenschaftlicher Kompetenzen als fruchtbar erwiesen hat (Mayer & Wellnitz, 2014). Zur Operationalisierung des entwickelten Modells werden für jede Zelle der sich aus dem Modell ergebenden dreidimensionalen Matrix zwischen 10 und 15 Testitems konstruiert. Das entwickelte Testinstrument wird bei Studierenden eines Grundlagenmoduls der organischen Chemie im Zuge einer Pilotierung erprobt. Da aus testökonomischen Gründen nicht jeder Studierende jedes Item bearbeiten kann, wurde bei der Wahl eines Testdesigns ein Multi-Matrix-Design mit Ankeritems ausgewählt. Die gewonnenen Daten sollen auf Basis eines geeigneten Modells der Item-Response-Theorie ausgewertet werden. Für die Auswertung der Daten soll daher das Rasch-Modell Verwendung finden, da es Personen- und Aufgabenmerkmale auf einer Achse abbilden kann. Im Zuge der Pilotierung wird das Testinstrument mit Hilfe des wMNSQ-Werts auf seine Rasch-Homogenität hin überprüft (Bond & Fox, 2007). Nach einer Distraktorenanalyse werden Items mit schlechten OPC's (Option Propability Curves) überarbeitet oder aus dem Testinstrument entfernt.

Das überarbeitete Testinstrument kommt im Zuge der Hauptstudie erneut zum Einsatz. Für die Datenerhebung der Hauptstudie sind $N > 100$ Antworten pro Item geplant. Um den Zusammenhang zwischen den spezifischen Aufgabenmerkmalen und der Komplexität der Aufgaben zu bestimmen werden Rangkorrelationen nach Spearman gerechnet. Darüber hinaus wird mit Hilfe von Regressionsanalysen die spezifische Varianz der einzelnen Schwierigkeitsmerkmale bestimmt (Moosbrugger, 2011).

Erste Ergebnisse:

Zur Beantwortung der ersten Forschungsfrage ergab die Literaturrecherche, dass in der organischen Chemie Repräsentationen unterschiedlichster Art eine große Rolle spielen (Hoffmann & Laszlo, 1991; Wu & Shah, 2004). Repräsentationen in der organischen Chemie werden genutzt, um Informationen über Moleküle oder den Ablauf von Reaktionen einfacher zugänglich zu machen. Zur Kompetenz von Studierenden in der organischen Chemie gehört daher unter anderem, diese Repräsentationen lesen und deren Aussage verstehen zu können. Für die Entwicklung des Kompetenzstrukturmodells wurde daher das Aufgabenmerkmal der

visuellen Repräsentation abgeleitet. Im Zuge der Aufgabenanalyse von Klausuraufgaben der organischen Chemie konnte darüber hinaus festgestellt werden, dass sich vor allem Aufgaben häufen, die den konkreten Verlauf von Reaktionsmechanismen thematisieren. Um der hohen Bedeutung von Reaktionsmechanismen im Kompetenzmodell Rechnung zu tragen wurde das Merkmal des mechanistischen Denkens abgeleitet. Dabei wird mechanistisches Denken definiert als die Fähigkeit Reaktionsmechanismen als eine Form des übergeordneten Konzeptwissens unter der Verwendung von kognitiv einfacher strukturiertem Wissen wie Fakten- oder Zusammenhangswissen zu lösen (vgl. Machamer et al., 2000). Die Überlegungen aus der Vorstudie münden im Kompetenzstrukturmodell aus Abbildung 1.:

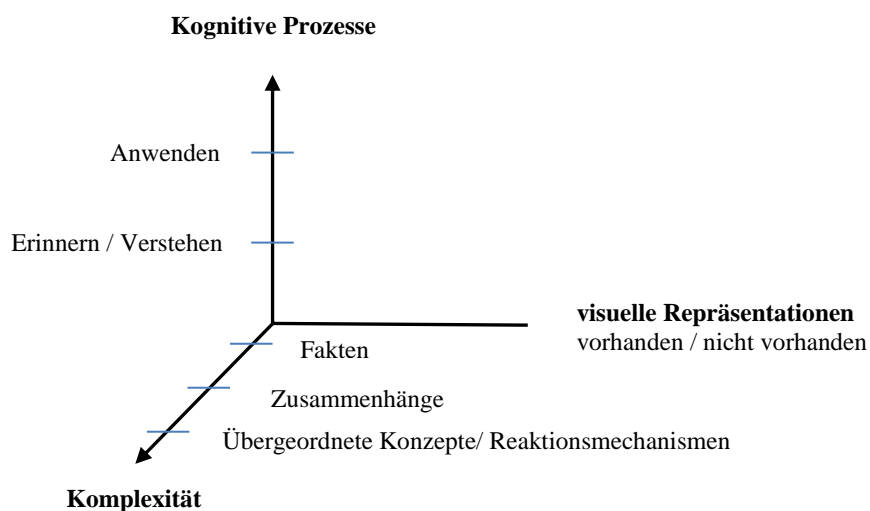


Abbildung 1.: Kompetenzstrukturmodell für die organische Chemie in der Hochschule

Zur Beantwortung der zweiten Forschungsfrage wird das Kompetenzstrukturmodell gegenwärtig durch die Konstruktion von Testitems operationalisiert. Erste Pilotierungsdaten des Testinstruments werden im Frühjahr 2022 vorliegen.

Literatur:

- Anderson, L. W. & Krathwohl, D. R. (2001). A taxonomy for learning, teaching, and assessing: A revision of Bloom's taxonomy of educational objectives. New York et al.: Addison Wesley Longman.
- Bond, T. G., & Fox, C. M. (2007). Applying the Rasch model: Fundamental measurement in the human sciences (2nd ed.). London: Lawrence Erlbaum.
- Eticha, A. T. & Ochonogor, C. E. (2015). Assessment of undergraduate chemistry students' difficulties in organic chemistry. ISTE International Conference on Mathematics, Science and Technology Education 2015. Kruger National Park, South Africa.
- Heublein, U. et al. (2017). Zwischen Studiererwartungen und Studienwirklichkeit. (S. 24-28) Forum Hochschule. 2017,01. Hannover.
- Hoffmann, R. & Laszlo, P. (1991). Darstellungen in der Chemie – Die Sprache der Chemiker. In: Angew. Chem. 103, (S. 1-16).
- Klieme, E. & Leutner D. (2006). Kompetenzmodelle zur Erfassung individueller Lernergebnisse und zur Bilanzierung von Bildungsprozessen. In: Zeitschrift für Pädagogik 52(6) (S. 876–902).
- Koppel, O. & Plünnecke, A. (2009). Fachkräftemangel in Deutschland. Bildungsökonomische Analyse, politische Handlungsempfehlungen, Wachstums- und Fiskaleffekte, (S. 13-26).
- Machamer, P., Darden, L. & Craver, C. F. (2000) Thinking about mechanisms, In: Philosophy of Science, 67, (S. 1- 25).
- Mayers, J. & Wellnitz N. (2013). Die Entwicklung von Kompetenzstrukturmodellen. In: D. Krüger, I. Parchman & H. Schecker (Hrsg.) Methoden in der naturwissenschaftsdidaktischen Forschung, (S. 19-31).
- Moosbrugge, H. (2011). Lineare Modelle. Regressions- und Varianzanalysen. (4. Aufl.). Hans Huber
- Pant, H.A. (2013). Wer hat einen Nutzen von Kompetenzmodellen? In: Zeitschrift für Erziehungswissenschaft 16, (S. 71-79).
- Walpuski, M. Kauertz, A. Sumfleth, E. Fischer, Mayer J. & Wellnitz N. (2010). Evaluation der Standards in den Naturwissenschaften in der Sekundarstufe 1. In A. Gehrman, U. Hericks & M. Lüders Bildungsstandards und Kompetenzmodelle. Beiträge zu einer aktuellen Diskussion über Schule, Lehrerbildung und Unterricht. Klinkhardt Verlag. Bad Heilbrunn 2010.
- Wu, H. K. & Shah, P. (2004). Exploring visuospatial thinking in chemistry learning. In: Science Education, 88, (S. 465-492).