

Martin Steinbach<sup>1</sup>  
Carolin Eitemüller<sup>1</sup>  
Maik Walpuski<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Universität Duisburg-Essen

## Untersuchung der Schwierigkeit von organisch-chemischen Aufgaben

### Theoretischer Hintergrund:

Angestoßen durch den Bologna-Prozess des Jahres 1999 rückt der Kompetenzbegriff zunehmend in den Fokus der universitären Lehre (Teichler, 2003). Mit Hilfe von Kompetenzformulierungen lassen sich learning-outcomes beschreiben, welche den Weg fort von einer input-orientierten Lehre hin zu einer output-orientierten Lehre ebnen. Der Kompetenzbegriff ist seither fest im durch die KMK formulierten Qualifikationsrahmen für deutsche Hochschulabschlüsse verankert. Der Modellierung und Messung von Kompetenzen fallen somit, bezogen auf die Qualitätssicherung und Optimierung von Bildungsprozessen, auch im Hochschulsektor eine zentrale Rolle zu (Klieme & Leutner, 2006).

Unter Kompetenzen werden kontextspezifische kognitive Leistungsdispositionen verstanden, die sich funktional auf Situationen und Anforderungen in bestimmten Domänen beziehen (Klieme & Leutner, 2006). Aufgrund der Kontextgebundenheit von Kompetenzen lassen sich diese nur durch speziell angepasste Kompetenzmodelle beschreiben. Für das Studienfach der Chemie und im Besonderen für den Teilbereich der organischen Chemie liegen derzeit noch keine solche Kompetenzmodelle vor. Durch diese Lücke sind unter anderem keine Informationen darüber bekannt, welche für die organische Chemie spezifischen Aufgabenmerkmale die Schwierigkeit von Leistungstestaufgaben beeinflussen. Das Wissen über die Schwierigkeit einer Testaufgabe und mögliche Einflussfaktoren steht jedoch im Mittelpunkt der Kompetenztestentwicklung und -auswertung (Walpuski & Ropohl, 2014). Für die Entwicklung valider und reliabler Instrumente zur Kompetenzmessung stellt das Wissen über spezifische Schwierigkeitsmerkmale der organischen Chemie und deren Einfluss auf die Aufgabenschwierigkeit ein entscheidendes Bindeglied dar.

### Ziele und Forschungsfragen:

Im Zuge der Forschung sollen zunächst für die organische Chemie spezifische schwierigkeiterzeugende Aufgabenmerkmale identifiziert werden. Diese spezifischen Aufgabenmerkmale werden als Teildimensionen der zu messenden Kompetenz verstanden und eingesetzt, um ein theoretisches Kompetenzstrukturmodell zu entwickeln. Auf Basis des theoretischen Kompetenzstrukturmodells wird anschließend ein Testinstrument entwickelt, mit welchem sich die fachliche Kompetenz von Studierenden in einem einführenden Modul der organischen Chemie messen lässt. Dabei sollen folgende Forschungsfragen beantwortet werden:

**FF 1a:** Welche schwierigkeiterzeugenden Merkmale lassen sich für den Teilbereich der organischen Chemie identifizieren?

**FF 1b:** Lassen sich diese schwierigkeiterzeugenden Merkmale in einem Kompetenzstrukturmodell valide und reliabel abbilden?

**FF 2:** Welchen Einfluss haben die spezifischen Aufgabenmerkmale auf die Schwierigkeit von Leistungstestaufgaben in der organischen Chemie?

### Studiendesign und -methode:

Zur Identifizierung möglicher schwierigkeiterzeugender Merkmale für Aufgaben in der organischen Chemie findet zunächst eine Aufgabenanalyse sowie die Sichtung einschlägiger Literatur statt. Für die Aufgabenanalyse werden neben einem Pool von Testaufgaben auch bewertete Klausuraufgaben betrachtet, die auf Basis einer geeigneten Taxonomie, z. B. der nach Anderson und Krathwohl (2002), einer bestimmten Schwierigkeit zugeordnet werden. Aufgaben, die nach der gewählten Taxonomie eigentlich leicht zu lösen sein sollten, mit denen die Studierenden beim Bearbeiten jedoch Probleme hatten, werden dabei besonders auf versteckte Schwierigkeitsmerkmale hin untersucht.

Die identifizierten Merkmale werden anschließend in ein dreidimensionales Kompetenzstrukturmodell überführt, da sich diese Struktur für die Modellierung naturwissenschaftlicher Kompetenzen als besonders fruchtbar erwiesen hat (Mayer & Wellnitz, 2014). Dazu wird das bereits im Zuge des IQB-Ländervergleichs eingesetzte und erprobte ESNaS (Evaluation der Standards in den Naturwissenschaften für die Sekundarstufe I) Modell als Vorlage genutzt und erweitert (Walpuski et al., 2012).

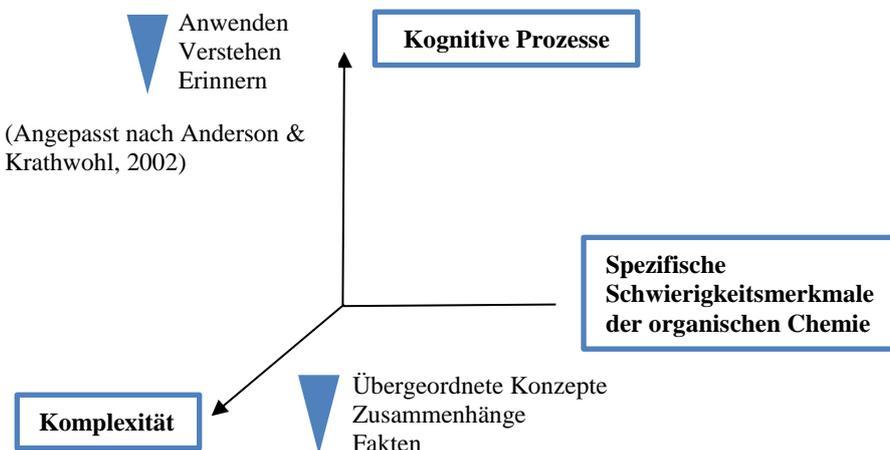


Abb.1: *Angepasstes Kompetenzstrukturmodell für die organische Chemie*

Das Kompetenzstrukturmodell wird anschließend mit Hilfe von Testitems operationalisiert. Hierzu werden für jede Zelle der sich aus dem Modell ergebenden dreidimensionalen Matrix eine hinreichend große Anzahl an Testitems konstruiert ( $n > 10$ ). Aus Gründen der Testökonomie kann nicht das gesamte Modell überprüft werden, sodass nicht relevante Achsen des Modells konstant gehalten werden. Um die Passung zwischen den Items und dem Kompetenzstrukturmodell zu überprüfen, werden diese einem Expertenrating unterzogen. Der entwickelte Kompetenztest wird anschließend im Zuge einer Pilotstudie eingesetzt. Da nicht Jede/r Studierende aufgrund der Menge der entwickelten Items alle Aufgaben beantworten kann, wird zur Datenerhebung auf ein Multi-Matrix-Design mit Ankeritems zurückgegriffen. Die Auswertung der Daten erfolgt auf der Basis des Rasch-Modells. Um mit dem Rasch-Modell arbeiten zu können, müssen die Daten aus der Pilotierungsstudie zunächst auf ihre Rasch-Homogenität hin überprüft werden. Zu diesem Zweck wird der wMNSQ-Wert betrachtet (Bond & Fox, 2007). Im Zuge einer Distraktoren-Analyse werden Items mit schlechten OPCs (Option Propability Curves) überarbeitet oder aus dem Test entfernt. Um die

zweite Forschungsfrage beantworten zu können, kommt das überarbeitete Testinstrument während der Hauptstudie erneut zum Einsatz. Über eine Rangkorrelation nach Spearman soll der Zusammenhang zwischen der Komplexität, den spezifischen Aufgabenmerkmalen und den Item-Parametern geklärt werden. Zur Bestimmung der Varianz, welche sich durch alle Schwierigkeitsmerkmale aufklären lässt, wird eine Regressionsanalyse durchgeführt (Moosbrugger, 2002). Hier soll besonders die spezifische Varianzaufklärung der einzelnen Schwierigkeitsmerkmale mithilfe des Regressionskoeffizienten ( $\beta$ -Wert) bestimmt werden (Hartig, 2007).

**Ertrag:**

Die Kompetenzmodellierung bietet ein großes Potential, welches sich auch im tertiären Bildungsbereich nutzen lässt. Das Forschungsprojekt soll einen Beitrag dazu leisten dieses Potential für das Studienfach der Chemie und im Besonderen der organischen Chemie zu nutzen. Im Verlauf des Projekts entsteht so ein Testinstrument, mit dem sich die fachliche Kompetenz von Studierenden der organischen Chemie valide und reliabel messen lässt. Das Wissen über den Einfluss spezifischer Schwierigkeitsmerkmale und das entwickelte Testinstrument können dazu genutzt werden, um Lehrveranstaltungen zu evaluieren und zu optimieren. Des Weiteren kann das gewonnene Wissen dazu genutzt werden, in Zukunft angemessene Leistungstestaufgaben zu entwickeln.

**Literatur:**

- Anderson L., & Krathwohl D., (2001). A taxonomy for learning, teaching and assessing: A revision of Bloom's taxonomy of educational objectives
- Bond, T. G., & Fox, C. M. (2007). Applying the Rasch model: Fundamental measurement in the human sciences (2nd ed.). London: Lawrence Erlbaum
- Hartig, J. (2008). Skalierung und Definition von Kompetenzniveaus. In B. Beck & E. Klieme (Hrsg.), Sprachliche Kompetenz. Konzept und Messung – DESI-Studie (S. 72-82) Weinheim: Beltz
- Klieme, E. & Leutner D. (2006) Kompetenzmodelle zur Erfassung individueller Lernergebnisse und zur Bilanzierung von Bildungsprozessen. Zeitschrift für Pädagogik 52(6):876–902
- Mayers, J. & Wellnitz N. (2014) Die Entwicklung von Kompetenzstrukturmodellen. In D. Krüger, I. Parchman & H. Schecker (Hrsg.) Methoden in der naturwissenschaftsdidaktischen Forschung. (S. 19-31)
- Moosbrugge, H. (2002). Lineare Modelle. Regressions- und Varianzanalysen. In Methoden der Psychologie Band 14
- Teichler, U. (2003). Europäisierung, Internationalisierung, Globalisierung – quo vadis, Hochschule? In Journal für Wissenschaft und Bildung 12 (2003) S. 19-30
- Walpuski, M. Kauertz, A. Sumfleth, E. Fischer, Mayer J. & Wellnitz N., (2010). Evaluation der Standards in den Naturwissenschaften in der Sekundarstufe I. 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
- Walpuski, M. & Ropohl, M. (2014). Statistische Verfahren für die Analyse des Einflusses von Aufgabenmerkmalen auf die Schwierigkeit. In D. Krüger, I. Parchman & H. Schecker (Hrsg.) Methoden in der naturwissenschaftsdidaktischen Forschung. (S. 385-398)