

Oxana Korsak¹
 Sascha Bernholt²
 Matthias von Arx¹

¹Pädagogische Hochschule FHNW, Basel
²IPN Kiel

Empirische Überprüfung eines Modells zur Aufgabenschwierigkeit im Kompetenzbereich "Ordnen, Strukturieren, Modellieren" in der Chemie

Hintergrund und Fragestellung

In der Schweiz stellt sich genauso wie in vielen anderen Ländern die Frage, wie das Erreichen von Standards überprüft werden kann (Bernholt, Neumann, & Nentwig, 2012). Für die Schweiz sind von der Konferenz der kantonalen Erziehungsdirektoren (EDK) auf Basis des HarmoS Kompetenzmodells für die Naturwissenschaften (Konsortium, 2008) im Jahr 2011 verbindliche Grundkompetenzen (also Basisstandards) festgelegt worden (EDK, 2011). Die damit verbundene Akzentverschiebung in Richtung Kompetenzorientierung bringt die Schwierigkeit mit sich, dass bestehende, etablierte Tests nur bedingt für eine Überprüfung der Grundkompetenzen geeignet sind, da sie meist auf die Überprüfung von Fachwissen bzw. Konzeptverständnis ausgerichtet sind.

Im hier beschriebenen Projekt wird deshalb versucht, ein neues Testinstrument zu entwickeln, das in der Lage ist, den Kompetenzbereich "Ordnen, Strukturieren, Modellieren" für die chemiespezifischen Inhaltsbereiche der Sekundarstufe I zu erfassen und Informationen zur Reliabilität und Validität eines solchen Testinstruments zu gewinnen. Zu diesem Zweck wurde das Modell MHC-OSM (Model of Hierarchical Complexity für "Ordnen, Strukturieren, Modellieren") entwickelt (von Arx & Bernholt, 2015). Dabei wurden Vorarbeiten zur empirischen Validierung eines Modells hierarchischer Komplexität (Bernholt, Parchmann, & Commons, 2009; Commons, Trudeau, Stein, Richards, & Krause, 1998) mit theoretischen Überlegungen zum chemischen Dreieck nach Johnstone (1982, 2000) verknüpft. Auf diese Weise entstand das Modell mit einer Kompetenzvorstufe und vier Kompetenzstufen:

- OSM-0: isoliertes Faktenwissen
- OSM-1: Ordnen
- OSM-2: Strukturierung 1. Ordnung
- OSM-3: Strukturierung 2. Ordnung
- OSM-4: Modellieren.

Diese beschreiben Aspekte des Ordnnens, Strukturierens und Modellierens für alle Inhaltsbereiche der Chemie und dienen als normatives Bezugsmodell für die empirische Überprüfung.

In der Folge werden die Ergebnisse der Pilotierung vorgestellt, in welcher untersucht wurde, inwieweit die Testergebnisse einer Stichprobe in einem Multiple Choice Test das Modell MHC-OSM abbilden.

Methode

Zu diesem Zweck wurden aus in der Literatur beschriebenen Chemietests die Multiple-Choice-Single-Select Items ausgewählt und teilweise leicht überarbeitet, die den Themenbereich "Stoffe, Stoffeigenschaften und Stoffveränderungen" abdecken. So entstand ein Test, bestehend aus 21 Aufgaben, welcher auf einer Online-Plattform mittels der Unipark-Software (<http://www.unipark.com>) zusammengestellt wurde. Jede Kompetenzstufe beinhaltete etwa gleich viele Items. Bei der Testdurchführung wurden die Aufgaben in zufälliger Reihenfolge angeboten, so dass jede OSM-Stufe unabhängig vom zeitlichen Verlauf bearbeitet werden konnte. Die Testzeit wurde auf 30 Minuten begrenzt. Die Stichprobe für die Pilotierung bestand aus N=171 Schülerinnen und Schüler der 8. und 9.

Jahrgangsstufen von allen Schultypen der Nordwestschweiz. Die einzige Voraussetzung für die Klassenwahl war, dass die Schülerinnen und Schüler bereits das obengenannte Thema im Unterricht bearbeitet hatten.

Ergebnisse

Um zu untersuchen, inwieweit Multiple Choice Aufgaben den Kompetenzbereich OSM erfassen, wurden die erhobenen Daten unter Verwendung des dichotomen Raschmodells analysiert. Die Ergebnisse sind Abbildung 1 dargestellt. Die Normalverteilung auf der *Persons-Items-Map* wies darauf hin, dass die Aufgaben das Modell insgesamt gut abbilden konnten. Dabei zeigte sich, dass alle Aufgaben die üblichen Kriterien für eine gute Modellpassung ($.8 < \text{weighted MNSQ} < 1.2$ bzw. $T < 2.0$) erfüllten. Es fällt aber auf (wright map, links in Abbildung 1), dass die Mehrheit der Aufgaben aus unterschiedlichen OSM-Stufen im mittleren Bereich liegt und die einzelnen Stufen nicht voneinander getrennt sind. Dies wird durch den Boxplot (Abb.1, rechts) bestätigt. Einzig die Kompetenzstufen OSM-0 und OSM-4 sind gut voneinander getrennt. Zwischen Stufen OSM-1, OSM-2 und OSM-3 ist keine Diskriminierung festzustellen. Ausserdem fällt die große Streuung innerhalb aller Stufen auf.

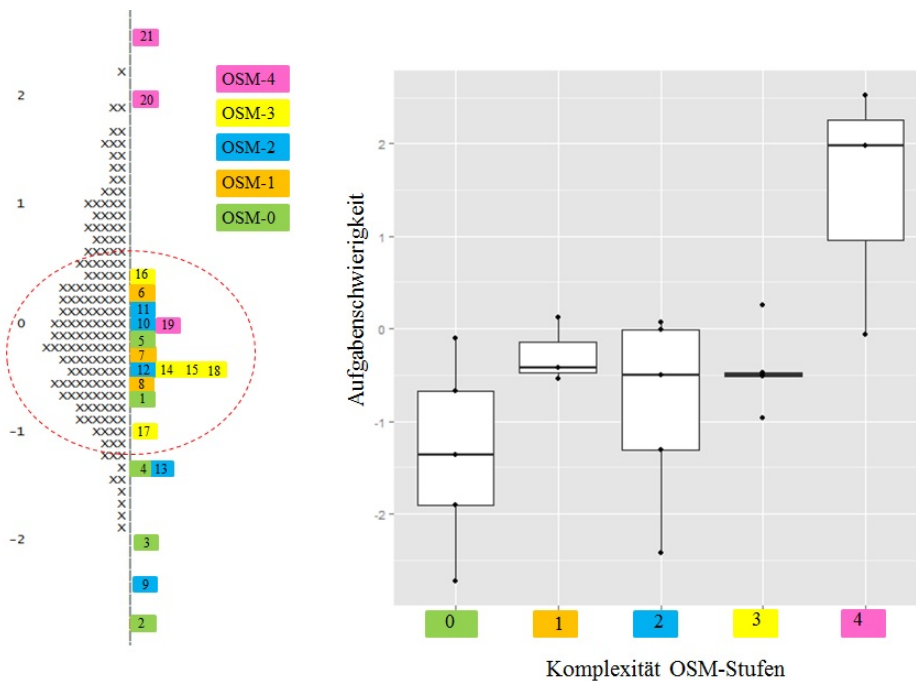


Abb. 1: Ergebnisse des Multiple Choice-Tests: Wright Map (links) und Boxplot der Aufgabenschwierigkeiten pro Komplexitätsstufe des OSM-Modells (rechts). Jedes Kreuz (X) auf der Wright Map entspricht einer Person.

Diskussion

Die ersten Ergebnisse der Pilotierung haben gezeigt, dass die weitgehend aus anderen Tests übernommenen Multiplen Choice Aufgaben in der Lage waren, das Fähigkeitsspektrum der Stichprobe abzubilden. Allerdings wurden anhand der Rasch-Analyse einige Probleme in Bezug auf das Testinstrument sichtbar: sowohl die Schwierigkeit der Differenzierung der Stufen OSM-1 bis OSM-3 als auch die große Streuung innerhalb der Stufen. Deswegen

werden die einzelnen Aufgaben für die Hauptstudie unter besonderem Augenmerk auf verschiedene schwierigkeiterzeugende Merkmale überarbeitet und weitere Aufgaben neu entwickelt. Dabei wird vor allem auf drei Aspekte geachtet. Erstens müssen alle Distraktoren eines Items derselben OSM-Stufe angehören. Zweites sollen Modelltrivialisierungen durch die verwendeten Teilchenbilder vermieden werden. Drittens werden Items eliminiert, die klassische Fehlvorstellungen beinhalten. Das überarbeitete Testinstrument wird dann in der Hauptstudie einer größeren Zahl von Schülerinnen und Schülern vorgelegt. Zudem wird durch die "Methode des Lauten Denkens" untersucht, welche kognitiven Prozesse die Auswahl einer bestimmten Antwortoption beeinflussen.

Literatur

- Bernholt, S., Neumann, K., & Nentwig, P. (2012). *Making it tangible: Learning Outcomes in science education*. Münster: Waxmann.
- Bernholt, S., Parchmann, I., & Commons, M. L. (2009). Kompetenzmodellierung zwischen Forschung und Unterrichtspraxis. *Zeitschrift für Didaktik der Naturwissenschaften*, 15, 219-245.
- Commons, M. L., Trudeau, E. J., Stein, S. A., Richards, F. A., & Krause, S. R. (1998). Hierarchical Complexity of Tasks Shows the Existence of Developmental Stages. *Developmental Review*, 18(3), 237-238.
- EDK. (2011). *Grundkompetenzen für die Naturwissenschaften - Nationale Bildungsstandards*. Bern: Schweizerische Konferenz der kantonalen Erziehungsdirektoren.
- Johnstone, A. H. (1982). Macro- and micro-chemistry. *School Science Review*, 64, 377-379.
- Johnstone, A. H. (2000). Teaching of chemistry - logical or psychological? *Chemistry Education: Research and Practice in Europe*, 1(1), 9-15.
- Konsortium. (2008). *Harmos Naturwissenschaften+ - Wissenschaftlicher Schlussbericht*. Bern: Schweizerische Konferenz der kantonalen Erziehungsdirektoren.
- von Arx, M., & Bernholt, S. (2015). Ein Kompetenzstrukturmodell für den Handlungsaspekt „Ordnen, Strukturieren, Modellieren“ im Fach Chemie. *Perspectives in Science - Progress in Science Education*, 2.