Katrin Weber[1]
Markus Emden[2]
Elke Sumfleth[1]

[1]Universität Duisburg-Essen
[2]PH Schwäbisch Gmünd

Entwicklung von Fachwissen im Basiskonzept „Chemische Reaktion“

Im Rahmen des Forschungsprojekts wird eine Learning Progression zum Basiskonzept „Chemische Reaktion“ in der Sekundarstufe I an Gymnasien entwickelt. Es sollen Lernverläufe zwischen den Basiskonzepten „Struktur der Materie“ und „Chemische Reaktion“ aufgeklärt werden (vgl. MSW, 2008a). Die Erkenntnisse der Studie können als Grundlage für die Curriculumentwicklung, die Entwicklung von Lehreinheiten und von individualisierenden Förderkonzepten dienen.

Theoretischer Hintergrund

Learning Progressions beschreiben die Entwicklung von Denkweisen von Lernenden über einen definierten Zeitraum (Duschl, Schweingruber & Shouse, 2007). Sie können eine oder mehrere Progressionsvariablen umfassen, die jene Dimensionen des Wissens oder der Fertigkeiten beschreiben, die entwickelt werden sollen (Corcoran, Mosher & Rogat, 2009). Die Basiskonzepte der Bildungsstandards können in diesem Sinne als Progressionsvariablen betrachtet werden. Die Progressionsvariable erstreckt sich von einem Lower zu einem Upper Anchor (Stevens, Delgado & Krajcik, 2010) über mehrere Progressionsstufen (Corcoran et al., 2009). Der Lower Anchor wird definiert durch Fähigkeiten zu Beginn einer Lerneinheit, während der Upper Anchor die Lernziele der Unterrichtseinheit umfasst (Stevens et al., 2010). Um vom Lower zum Upper Anchor zu gelangen, müssen dazwischen liegende durch Learning Performances (Wissen und Fähigkeiten auf den jeweiligen Progressionsstufen) charakterisierte Progressionsstufen durchschritten werden (Corcoran et al., 2009).

Forschungsfragen

- Kann mit Hilfe einer Learning Progression die Entwicklung von Fähigkeiten im Chemieunterricht der Sekundarstufe I hinsichtlich der Basiskonzepte *Struktur der Materie* und *Chemische Reaktion* valide beschrieben werden?
- Wie entwickeln sich die Fähigkeiten entlang der Progressionsvariablen *Chemische Reaktion* und *Struktur der Materie* in Abhängigkeit voneinander?

Forschungsdesign und Methoden

Der Lower Anchor basiert auf den Richtlinien und Lehrplänen für die Grundschule in Nordrhein-Westfalen (MSW, 2008b) und der Upper Anchor auf den Bildungsstandards (KMK, 2005) und den Vorgaben des Kernlehrplans Chemie (Sekundarstufe I, Gymnasien: MSW, 2008a). Der Weg vom Lower zum Upper Anchor wird anhand einer Strand Map (analog zu: AAAS, 2007) für die zu erwerbenden Fähigkeiten in den Basiskonzepten *Struktur der Materie* und *Chemische Reaktion* beschrieben. Es werden folgenden Progressionsstufen angenommen:

	Progressionsvariable	
Progres-sionsstufe	**Struktur der Materie auf der Ebene…**	**Chemische Reaktion als…**
3	…des Bohrschen Atommodells	…Veränderung in der Elektronenhülle
2	…des Daltonschen Atommodells	…Umgruppierung von Atomen
1	…der Phänomene	…Bildung von neuen Stoffen

Tab. 1: Progressionsvariablen und Progressionsstufen.

Die Learning Progression wird validiert anhand einer Schülerbefragung, an der Schülerinnen und Schüler der Jahrgangsstufen 7 bis 9 teilnehmen (*N* = 591). Es wird ein Paper-Pencil-Test im Multiple-Choice-Single-Select-Format eingesetzt. Insgesamt werden 100 Items zu fünf Beispielreaktionen (zur Kontrolle von Kontexteinflüssen) eingesetzt.
Die Schätzung der Item-Schwierigkeiten und die Überprüfung der Progressionsstufen erfolgt anhand von IRT-Methoden. Zunächst werden Dimensionsanalysen durchgeführt, um zu überprüfen, ob mehrdimensionale Modelle angenommen werden müssen. Weitere Analysen zur Validierung stehen noch aus.

Erste Ergebnisse und Diskussion
Mathematisch betrachtet bildet ein sechsdimensionales Modell die Daten am besten ab. Die Dimensionen entsprächen den Progressionsstufen in den Progressionsvariablen *Struktur der Materie* und *Chemische Reaktion*. Die Item Separation Reliabilität läge bei .936. Die EAP/PV Reliabilitäten liegen zwischen .418 und .854. Auf Grundlage der Diskussion im Anschluss an den Vortrag muss davon ausgegangen werden, dass es sich hier um ein Artefakt handelt. Die Progressionsstufen in den Progressionsvariablen sind nicht unabhängig voneinander, sondern bauen – wie an den mittleren Schwierigkeitsschätzern zu sehen – aufeinander auf und decken deutlich unterschiedliche Fähigkeitsbereiche ab. Es wird also eine gewisse Unabhängigkeit der sechs Itemsets suggeriert, die jedoch im Design des Tests bereits angelegt ist. Aufgrund dieses Bias bei der Dimensionsbildung dürfte das sechsdimensionale Modell dem zweidimensionalen mathematisch überlegen sein.
Ein zweidimensionales Modell, bei dem die Dimensionen „Struktur der Materie“ und „Chemische Reaktion“ unterschieden werden, bildet die Daten – ohne vergleichbaren Bias – ebenfalls besser ab als ein eindimensionales Modell (siehe Tab. 2).

Modell-merkmale	**eindimensionales Modell**	**zweidimensionales Modell (Dimensionen: Struktur der Materie, Chemische Reaktion)**
Deviance	30828.833	28636.652
Δ Deviance	2192.181***	
Δ df	2	
BIC	31483.396	29396.979
AIC	31040.833	28842.652
CAIC	31584.396	29396.979

Tab. 2: Dimensionsanalyse zum Vergleich des eindimensionalen mit dem zweidimensionalen Modell (Signifikanztestung bezüglich Deviances mit Likelihoodquotiententest).

Die EAP/PV Reliabilität liegt für die Dimension „Struktur der Materie“ bei .849 und für die Dimension „Chemische Reaktion“ bei .810. Die Item Separation Reliabilität liegt bei .913. Fünf Items müssen aufgrund ihres schlechten Fits entfernt werden (Infit MNSQ $\leq$ .80 oder Infit MNSQ $\geq$ 1.20 und $t \geq |2|$; vgl. Wright & Linacre, 1994; Bond & Fox, 2015) sowie 17 Items mit geringer oder negativer Trennschärfe ($r_{it} \leq .25$). Die Item Separation Reliabilität liegt nach der Anpassung weiterhin bei .913 und die EAP/PV Reliabilität liegt schließlich für die Dimension „Struktur der Materie“ bei .837 und für die Dimension „Chemische Reaktion“ bei .802. In Abbildung 1 ist auf der linken Seite die Wright Map für das zweidimensionale Modell und auf der rechten Seite ein Schema der Strand Map dargestellt. Items mit hoher Aufgabenschwierigkeit liegen meist im oberen Bereich der Strand Map und die leichtesten Items zu Fähigkeiten im unteren Bereich.

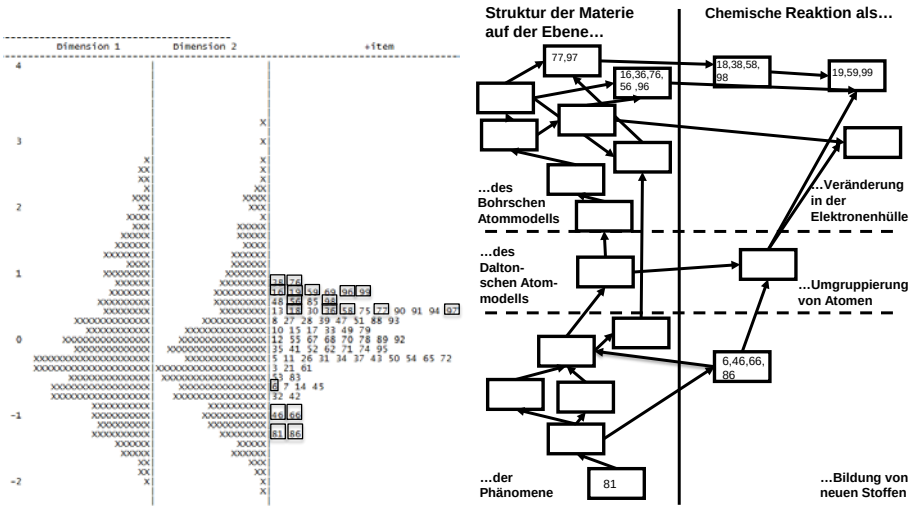

Abb.1: links: Wright Map für das zweidimensionale Modell (Dimensionen: Struktur der Materie (1), Chemische Reaktion (2)), rechts: Schema der Strand Map unter Angabe ausgewählter Items aus der Wright Map.

Die latente Korrelation zwischen den beiden Dimensionen liegt bei .946. Aufgrund der Modellfitwerte (Deviance, BIC, AIC, CAIC) wird aber davon ausgegangen, dass das zweidimensionale Modell die Daten besser abbildet als ein eindimensionales Modell (vgl. Tab. 2). Nichtsdestoweniger deutet die hohe latente Korrelation an, dass beide Dimensionen stark zusammenhängen. Genauere Analysen der Relationen zwischen den Fähigkeiten folgen anhand von Korrelationsanalysen und Strukturgleichungsmodellen.

Literatur

American Association for the Advancement of Science (AAAS). (2007). Atlas of Science Literacy. Volume 2. Washington, DC: AAAS

Bond, T. G. & Fox, C. M. (2015). Applying the Rasch model: Fundamental measurement in the human sciences. New York, NY: Routledge

Corcoran, T., Mosher, F.A., & Rogat, A. (Eds.). (2009). Learning progressions in science – an evidence based approach to reform. Philadelphia, PA: CPRE

Duschl, R.A., Schweingruber, H.A., & Shouse, A.W. (Eds.). (2007). Taking Science to School: Learning and Teaching Science in Grades K-8. Washington, DC: The National Academic Press

Kultusministerkonferenz (KMK). (2005). Bildungsstandards für das Fach Chemie für den Mittleren Schulabschluss. München: Luchterhand

Ministerium für Schule und Weiterbildung des Landes Nordrhein-Westfalen (MSW). (2008a). Kernlehrplan für das Gymnasium - Sekundarstufe I in Nordrhein-Westfalen. Chemie. Frechen: Ritterbach Verlag

MSW. (2008b). Richtlinien und Lehrpläne für die Grundschule in Nordrhein-Westfalen. Deutsch, Sachunterricht, Mathematik, Englisch, Musik, Kunst, Sport, Evangelische Religionslehre, Katholische Religionslehre. Frechen: Ritterbach Verlag

Stevens, S.Y., Delgado, C., & Krajcik, J. (2010). Developing a Hypothetical Multi-Dimensional Learning Progression for the Nature of Matter. Journal of Research in Science Teaching, 47(6), 687-715

Wright, B. D. & Linacre, M. (1994). Reasonable mean-square fit values. http://rasch.org/rmt/rmt83b.htm abgerufen am 12.10.2015