

Alina Behrendt
Vanessa Fischer
Maik Walpuski

Universität Duisburg-Essen

Kompetenzmessung am Übergang zwischen Sach- und Chemieunterricht

Einleitung

Der Übergang vom Sachunterricht der Grundschule zum Chemieunterricht der Sekundarstufe I ist mit verschiedenen fachspezifischen Anforderungen an die Schülerinnen und Schüler verbunden. Diese entstehen durch die unterschiedliche Einbettung chemischer Inhalte in die Unterrichtsfächer der verschiedenen Schulformen. Während chemische Inhalte in der Grundschule in die naturwissenschaftliche Perspektive des Sachunterrichts integriert werden, sind sie in der Sekundarstufe I entweder in einem integrierten naturwissenschaftlichen Unterricht oder im von anderen naturwissenschaftlichen Disziplinen getrennten Fach Chemie zu finden (Möller, 2014). In Nordrhein-Westfalen beginnt der Chemieunterricht frühestens in der Jahrgangsstufe 7 (MSW NRW, 2013), während der Sachunterricht mit dem Ende der Jahrgangsstufe 4 endet (MSW NRW, 2008). Somit erfolgt der Übergang vom Sachunterricht zum Chemieunterricht nicht unmittelbar, sondern umfasst einen Zeitraum von mindestens zwei Jahren. In diesem werden chemische Inhalte entweder gar nicht oder in einem integrierten naturwissenschaftlichen Unterricht aufgegriffen (MSW NRW, 2013).

Theoretischer Hintergrund

Chemiebezogene Kompetenzen werden von den Schülerinnen und Schülern sowohl vor der Übergangsphase im Sachunterricht als auch nach der Übergangsphase im Chemieunterricht erwartet. Im Lehrplan Sachunterricht und in den Kernlehrplänen Chemie für die Sekundarstufe I für Nordrhein-Westfalen wird dies deutlich. Zu den Inhalten *Verbrennung*, *Aggregatzustände*, *Lösen von Feststoffen* und *Energie* lassen sich dort aufeinander aufbauende Kompetenzerwartungen für beide Fächer finden (MSW NRW, 2013; 2008). Dadurch bieten die Lehrpläne die Möglichkeit, über die Grenzen der Schulformen und Fächer hinaus kumulative Lernprozesse anzuregen, indem im Sachunterricht auf die Anforderungen des Chemieunterrichts vorbereitet wird und im Chemieunterricht an die im Sachunterricht erworbenen Kompetenzen angeknüpft wird. Beim kumulativen Lernen geht es um die effiziente Integration neuer Inhalte in das bestehende Wissensnetz der Lernenden und die fachlich sinnvolle und für das Individuum schlüssige kognitive Verarbeitung dieser Inhalte (Fischer, Glemnitz, Kauertz & Sumfleth, 2007). Ein Beispiel dafür, wie Inhalte im Fach Chemie sinnvoll aneinander angeknüpft werden können, sind die von Celik (2019) entwickelten Learning Progressions für das erste und zweite Lernjahr Chemie.

Eine dadurch angeregte kontinuierliche Weiterentwicklung der Kompetenzen auch über die Grenzen der Fächer und Schulformen hinweg scheint jedoch nicht immer zu gelingen, wie die Ergebnisse verschiedener Schulleistungsstudien zeigen. In TIMSS 2011 erreichten noch 78 % der deutschen Viertklässlerinnen und Viertklässler ein mittleres bis hohes Kompetenzniveau in den Naturwissenschaften (Bos, Wendt, Ünlü, Valtin, Euen, Kasper & Tarelli, 2012). In PISA 2015 befanden sich jedoch nur 60,3 % der deutschen 15-Jährigen auf einem vergleichbar hohen Kompetenzniveau (OECD, 2016). Ein erfolgreiches Anknüpfen an bereits vorhandene naturwissenschaftliche und damit auch chemiebezogene Kompetenzen scheint nach dem Übergang in die Sekundarstufe I folglich nicht bei allen Schülerinnen und Schülern zu gelingen.

Wie genau sich die chemiebezogenen Kompetenzen in der Zwischenzeit entwickeln, lässt sich aus den Studien nicht ableiten. Es ist bisher wenig darüber bekannt, welche chemiebezogenen Kompetenzen die Schülerinnen und Schüler in der Grundschule bereits erwerben und wie sich

diese während und nach der Übergangsphase zum Chemieunterricht verändern. Hieraus ergeben sich das Ziel und die Forschungsfragen für das im Folgenden beschriebene Projekt.

Ziel und Forschungsfragen

Ziel des Projektes ist es, die Entwicklung chemiebezogener Kompetenzen von Schülerinnen und Schülern in der Übergangsphase zwischen dem Sachunterricht und dem Chemieunterricht zu beschreiben. Im Rahmen einer Pilotstudie geht es um die Validierung eines entwickelten Testinstruments zur Messung der Kompetenzen. Dabei wird der folgenden Forschungsfrage nachgegangen: Lassen sich die chemiebezogenen Kompetenzen der Schülerinnen und Schüler mit dem entwickelten Testinstrument objektiv, reliabel und valide erfassen?

In der sich anschließenden Hauptstudie soll das nach der Pilotstudie überarbeitete Testinstrument eingesetzt werden, um die Kompetenzen der Lernenden zu messen und deren Entwicklung zu beschreiben. Im Folgenden soll der Fokus auf die Durchführung und die Ergebnisse der Pilotstudie gelegt werden.

Methoden und Design

Im Rahmen der Pilotstudie wurde das für die Kompetenzmessung entwickelte Testinstrument an Grundschulen und Gesamtschulen in Nordrhein-Westfalen eingesetzt.

Das Testinstrument wurde auf Grundlage der Kompetenzformulierungen im Lehrplan Sachunterricht und den Kernlehrplänen Chemie für die Sekundarstufe I in Nordrhein-Westfalen entwickelt. Dabei wurden Items zu den vier im Kernlehrplan Chemie aufgeführten Kompetenzbereichen *Fachwissen*, *Erkenntnisgewinnung*, *Kommunikation* und *Bewertung* entwickelt. Der Kompetenzbereich *Fachwissen* lässt sich durch die drei Basiskonzepte *Chemische Reaktion*, *Struktur der Materie* und *Energie* strukturieren. Zu jedem dieser Basiskonzepte wurden acht Items entwickelt. Die Kompetenzbereiche *Erkenntnisgewinnung*, *Kommunikation* und *Bewertung* lassen sich unter dem Begriff *prozessbezogene Kompetenzen* zusammenfassen. Auch zu jedem dieser Kompetenzbereiche wurden acht Items entwickelt. Insgesamt entstanden so 48 Items. 24 davon beziehen sich auf das *Fachwissen* und 24 auf die *prozessbezogenen Kompetenzen*. Aus diesen 48 Items wurden drei verschiedene Testhefte erstellt, die durch ein Incomplete-Block-Design miteinander verknüpft sind und jeweils zu gleichen Teilen aus Items zum *Fachwissen* und zu den *prozessbezogenen Kompetenzen* bestehen.

Bei den entwickelten Items handelt es sich um Multiple-Choice-Items mit je sechs Antwortmöglichkeiten, unter denen sich einer oder mehrere Attraktoren befinden. Für jede Antwortmöglichkeit sollen die Schülerinnen und Schüler ankreuzen, ob es sich um eine richtige oder eine falsche Antwort handelt. Sind sie sich diesbezüglich unsicher, sollen sie kein Kreuz setzen.

Um die Validität des beschriebenen Testinstruments zu prüfen, wurden alle Items vor der Pilotstudie sieben Ratern vorgelegt. Diese ordneten die Items den verschiedenen Kompetenzbereichen zu. Es ergab sich eine Interrater-Reliabilität von $\kappa = .78$. Einige Items wurden daraufhin vor dem Einsatz des Testinstruments überarbeitet.

Die Stichprobe zur Pilotierung des Tests umfasste 760 Schülerinnen und Schüler der Jahrgangsstufen 4 bis 8. Die Datenerhebung fand im Mai 2019 statt. Sie wurde durch geschulte Testleiterinnen und Testleiter unter möglichst gleichen Bedingungen (z. B. bezüglich der Instruktionen und der Bearbeitungszeit) durchgeführt, um die Objektivität der Testungen zu gewährleisten. Zur Auswertung der Testergebnisse wurden IRT-Analysen durchgeführt. Dabei wurde ein Partial-Credit-Modell verwendet, bei dem pro Item 0 bis 6 Punkte vergeben wurden. Es wurden Personenfähigkeiten und Itemkennwerte für ein eindimensionales Modell und für ein zweidimensionales Modell mit den Dimensionen *Fachwissen* und *prozessbezogene Kompetenzen* geschätzt. Beide Modelle wurden in einer Dimensionsanalyse miteinander verglichen.

Ergebnisse

Die Ergebnisse des Vergleichs zwischen dem eindimensionalen und dem zweidimensionalen Partial-Credit-Modell sind in Tabelle 1 zu sehen:

Tab. 1: Vergleich des eindimensionalen mit dem zweidimensionalen Partial-Credit-Modell

Modell	Deviance	BIC	Chisq	df	p
Eindimensional	59219.78	61136.81	398.07	2	0
Zweidimensional	58821.71	60752.00	NA	NA	NA

Aus den Werten geht hervor, dass das zweidimensionale Modell mit den Dimensionen *Fachwissen* und *prozessbezogene Kompetenzen* zu bevorzugen ist, da dieses die Kompetenzen der Schülerinnen und Schüler besser abbildet als das eindimensionale Modell. Tabelle 2 zeigt die mit dem zweidimensionalen Modell geschätzten Kennwerte für beide Dimensionen:

Tab. 2: Kennwerte für die Dimensionen *Fachwissen* und *prozessbezogene Kompetenzen*

Dimension	EAP-Reliabilität	Varianz	Infit	Itemtrennschärfe
Fachwissen	.761	0.170	0.754 - 1.266	-0.591 - 0.455
Prozessbezogene Kompetenzen	.824	0.204	0.604 - 1.308	-0.562 - 0.535

Für beide Dimensionen liegen zufriedenstellende EAP-Reliabilitäten und Infit-Werte vor. Die Varianz fällt hingegen gering aus und auch die Itemtrennschärfe liegt nach Bond und Fox (2007) für die meisten Items nicht im optimalen Bereich.

Insgesamt konnte in der Pilotstudie gezeigt werden, dass die Kompetenzen der Schülerinnen und Schüler mit dem entwickelten Testinstrument objektiv und valide gemessen werden können. Auch die Reliabilität ist zufriedenstellend, kann jedoch verbessert werden. Um die Kompetenzen der Lernenden noch besser abbilden zu können, sollten zudem Maßnahmen zur Erhöhung der Varianz und der Itemtrennschärfe ergriffen werden.

Ausblick

Für die Messung der Kompetenzen der Schülerinnen und Schüler im Rahmen der Hauptstudie wird das Testinstrument zunächst überarbeitet. Da im Rahmen der Pilotstudie beobachtet werden konnte, dass viele Schülerinnen und Schüler bei Unsicherheiten bezüglich einer Antwortmöglichkeit häufig raten anstatt wie gewünscht kein Kreuz zu setzen, wird für die Hauptstudie eine zusätzliche Kategorie „weiß nicht“ zum Ankreuzen angeboten. Dadurch soll erreicht werden, dass die Schülerinnen und Schüler seltener raten und somit besser zwischen den Kompetenzen der Lernenden differenziert werden kann. Ziel ist dabei die Erhöhung der Varianz und Itemtrennschärfe.

Im Anschluss soll der überarbeitete Test in der Hauptstudie zur Beschreibung der Entwicklung chemiebezogener Kompetenzen von Schülerinnen und Schülern in der Übergangsphase vom Sachunterricht zum Chemieunterricht eingesetzt werden. Die Stichprobe besteht aus Schülerinnen und Schülern der Jahrgangsstufen 5 und 7, die jeweils zu zwei Messzeitpunkten (Anfang und Ende des Schuljahres) getestet werden. So kann die Kompetenzentwicklung für jede der Jahrgangsstufen in einem Längsschnitt und insgesamt in einem Quasi-Längsschnitt vom Beginn der Jahrgangsstufe 5 bis zum Ende der Jahrgangsstufe 7 betrachtet werden.

Literatur

- Bond, T. G. & Fox, C. M. (2007). Applying the Rasch Model. Fundamental Measurement in the Human Sciences. (2. Auflage). Mahwah, New Jersey: Lawrence Erlbaum Associates.
- Bos, W.; Wendt, H.; Ünlü, A.; Valtin, R.; Euen, B.; Kasper, D. & Tarelli, I. (2012). Leistungsprofile von Viertklässlerinnen und Viertklässlern in Deutschland. In: Bos, W.; Tarelli, I.; Bremerich-Vos, A. & Schwippert, K. (Hrsg.). IGLU 2011: Lesekompetenzen von Grundschulkindern im internationalen Vergleich. München: WaxmannVerlag, S. 227-260.
- Celik, K. N. & Walpuski, M. (2019). Vernetzung von fachlichen Konzepten im Fach Chemie. In: Maurer, C. (Hrsg.). Naturwissenschaftliche Bildung als Grundlage für berufliche und gesellschaftliche Teilhabe. Gesellschaft für Didaktik der Chemie und Physik, Jahrestagung in Kiel 2018. Regensburg: Universität Regensburg, S. 472-475.
- Fischer, H. E., Glemnitz, I., Kauertz, A. & Sumfleth, E. (2007). Auf Wissen aufbauen - kumulatives Lernen in Chemie und Physik. In: Kircher, E.; Girwidz, R. & Häußler, P. (Hrsg.). Physikdidaktik. Theorie und Praxis. Berlin, Heidelberg: Springer-Verlag Berlin Heidelberg, S. 657-678.
- Ministerium für Schule und Weiterbildung des Landes Nordrhein-Westfalen. (2013). Kernlehrplan für die Gesamtschule - Sekundarstufe I in Nordrhein-Westfalen. Naturwissenschaften Biologie, Chemie, Physik (2. Auflage). Frechen: Ritterbach.
- Ministerium für Schule und Weiterbildung des Landes Nordrhein-Westfalen (MSW NRW) (2008). Lehrplan Sachunterricht für die Grundschulen des Landes Nordrhein-Westfalen. Frechen: Ritterbach.
- Möller, K. (2014). Vom naturwissenschaftlichen Sachunterricht zum Fachunterricht - Der Übergang von der Grundschule in die weiterführende Schule. *Zeitschrift für Didaktik der Naturwissenschaften* (20), 33-43.
- OECD (2016). PISA 2015 Ergebnisse (Band I): Exzellenz und Chancengerechtigkeit in der Bildung. OECD. PISA. URL: <https://www.oecd-ilibrary.org/docserver/9789264267879-de.pdf?expires=1561383229&id=id&accname=guest&checksum=30E040D4A5995C037F367D6C418C09E1> [06.2019].