

## Chemiebezogene Kompetenzen am Übergang zur Sekundarstufe I

### Einleitung

Chemische Inhalte sind nicht erst im Chemieunterricht der Sekundarstufe I zu finden, sondern auch bereits im Sachunterricht der Grundschule. Dort werden sie in die naturwissenschaftliche Perspektive des Sachunterrichts integriert. Der Sachunterricht endet in Nordrhein-Westfalen wie in vielen anderen Bundesländern mit dem Ende der Jahrgangsstufe 4 (MSW NRW, 2008), während der Chemieunterricht der Sekundarstufe I frühestens in der Jahrgangsstufe 7 einsetzt (MSW NRW, 2013). Der Übergang zwischen dem Sachunterricht der Primarstufe und dem Chemieunterricht der Sekundarstufe I erfolgt somit nicht unmittelbar, sondern umfasst eine Übergangsphase von mindestens zwei Jahren (MSW NRW, 2013).

### Theoretischer Hintergrund

Der Übergang vom Sachunterricht zum Chemieunterricht geht mit Veränderungen für Lernende einher. Inhalte, die zuvor in einem übergreifenden Fach aufgegriffen wurden, werden nun in nach Fachdisziplinen getrennten Unterricht thematisiert. Zudem sind Chemielehrkräfte Spezialisten für ihr Fach, während Sachunterrichtslehrkräfte nicht immer ein naturwissenschaftliches Fach studiert haben oder Sachunterricht sogar fachfremd unterrichten (Möller, 2010; Möller et al., 2013; Pollmeier et al., 2014; Rieck & Fischer, 2010).

Um den Übergang dennoch erfolgreich zu gestalten, sollten im Sinne kumulativen Lernens neue Inhalte effizient in das bestehende Wissensnetz der Lernenden integriert werden (Fischer et al., 2007). Für die Sekundarstufe I existiert bereits eine Strukturierungs-Map, die die hierarchischen Zusammenhänge fachlich bedeutsamer Ideen des Chemieunterrichts darstellt (Rother & Walpuski, 2020). Diese sollte an das erworbene Wissen aus dem Sachunterricht anknüpfen, um eine voneinander getrennte Abspeicherung und Brüche im Wissensaufbau zu vermeiden (Hempel, 2010). Solche kumulativen Lernprozesse werden in Nordrhein-Westfalen durch die Lehrpläne für die Fächer Sachunterricht und Chemie angeregt. In diesen lassen sich aufeinander aufbauende Kompetenzerwartungen zu den Inhalten *Verbrennung*, *Aggregatzustände*, *Lösen von Feststoffen* und *Energie* finden (MSW NRW, 2013; 2008). Dennoch scheint eine kontinuierliche Weiterentwicklung naturwissenschaftlicher und damit auch chemiebezogener Kompetenzen nicht immer zu gelingen, wie die Ergebnisse verschiedener Schulleistungsstudien zeigen. Während sich in TIMSS 2019 72.4 % der deutschen Viertklässlerinnen und Viertklässler auf einem mittleren bis hohen Kompetenzniveau in den Naturwissenschaften befanden (Steffensky et al., 2020), erreichten in PISA 2018 nur 58.4 % der deutschen 15-Jährigen ein vergleichbar hohes Kompetenzniveau (OECD, 2019). Folglich scheint das Anknüpfen an vorhandene naturwissenschaftliche und damit auch chemiebezogene Kompetenzen nach dem Übergang in die Sekundarstufe I nicht allen Lernenden zu gelingen. Konkrete Aussagen zu den Kompetenzen in der Übergangsphase lassen sich daraus jedoch nicht ableiten. Es ist bisher wenig darüber bekannt, welche chemiebezogenen Kompetenzen Lernende in der Grundschule bereits erwerben und wie sich diese bis zum Beginn des Chemieunterrichts verändern. Deshalb werden diese Kompetenzen im Folgenden fokussiert.

### Ziel und Forschungsfragen

Ziel des Projekts ist es, die chemiebezogenen Kompetenzen von Lernenden zu Beginn und zum Ende der Übergangsphase zwischen dem Sachunterricht und dem Chemieunterricht zu beschreiben. Dabei werden die folgenden Forschungsfragen in den Blick genommen:

1. Über welche der im Sachunterricht erwarteten chemiebezogenen Kompetenzen verfügen die Schülerinnen und Schüler zum Ende der Grundschulzeit?
2. Über welche dieser Kompetenzen verfügen die Schülerinnen und Schüler zu Beginn des Chemieunterrichts in der Sekundarstufe I immer noch oder zusätzlich?

### Methoden und Design

Zur Beantwortung der Forschungsfragen wurde auf Grundlage der Kompetenzformulierungen im Lehrplan Sachunterricht und den Kernlehrplänen Chemie für die Sekundarstufe I in Nordrhein-Westfalen ein Paper-and-Pencil-Test entwickelt. Dieser besteht aus Multiple-Choice-Items mit je sechs Antwortmöglichkeiten. Für jede Antwortmöglichkeit sollen die Lernenden ankreuzen, ob es sich um eine richtige oder eine falsche Antwort handelt oder ob sie sich diesbezüglich unsicher sind. Dieses Verfahren hat sich in Vorstudien empirisch als das beste bewährt. Die in diesem Format erstellten Items lassen sich den vier in den Kernlehrplänen Chemie aufgeführten Kompetenzbereichen *Fachwissen*, *Erkenntnisgewinnung*, *Kommunikation* und *Bewertung* zuordnen. Das *Fachwissen* lässt sich dabei durch die drei Basiskonzepte *Chemische Reaktion*, *Struktur der Materie* und *Energie* strukturieren, zu denen jeweils acht Items entwickelt wurden. Zu den anderen Kompetenzbereichen *Erkenntnisgewinnung*, *Kommunikation* und *Bewertung*, die sich unter dem Begriff *prozessbezogene Kompetenzen* zusammenfassen lassen, wurden ebenfalls je acht Items entwickelt. So entstanden 24 Items zum *Fachwissen* und 24 Items zu den *prozessbezogenen Kompetenzen*. Aus diesen insgesamt 48 Items wurden drei verschiedene Testheftversionen 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.

Zur Sicherstellung der Validität des beschriebenen Testinstruments ordneten sieben Rater alle Items den Kompetenzbereichen zu. Es ergab sich eine Interrater-Reliabilität von  $\kappa = .795$ . Einige Items wurden daraufhin überarbeitet. Anschließend wurde eine Pilotstudie mit 760 Schülerinnen und Schülern der Jahrgangsstufen 4 bis 8 durchgeführt und mithilfe von IRT-Analysen ausgewertet. Dazu wurde aufgrund des mehrstufigen Antwortformats der Items das Rating-Scale-Modell verwendet. Es zeigten sich gute Reliabilitäten sowohl für das *Fachwissen (FW)* als auch für die *prozessbezogenen Kompetenzen (PK)* (Personenreliabilität<sub>FW</sub> = .75; Itemreliabilität<sub>FW</sub> = .99; Personenreliabilität<sub>PK</sub> = .81; Itemreliabilität<sub>PK</sub> = .99).

Nach einer erneuten Überarbeitung des Testinstruments wurde es in der Hauptstudie zur Messung der Kompetenzen der Lernenden eingesetzt. Zusätzlich wurden die kognitiven Fähigkeiten, das Leseverständnis sowie das Fachinteresse als Kontrollvariablen erhoben. Die Hauptstudie wurde zu Beginn des Schuljahres 2019/2020 an sechs Gesamtschulen in Nordrhein-Westfalen durchgeführt. Um sowohl den Beginn als auch das Ende der Übergangsphase untersuchen zu können, umfasste die Stichprobe Schülerinnen und Schüler der Jahrgangsstufe 5 ( $n = 464$ ) und des ersten Lernjahres Chemie in der Jahrgangsstufe 7 oder 8 ( $n = 424$ ).

### Ergebnisse

Auch in der Hauptstudie zeigten sich in den mithilfe des Rating-Scale-Modells durchgeführten IRT-Analysen zufriedenstellende Reliabilitäten (Personenreliabilität<sub>FW</sub> = .74; Itemreliabilität<sub>FW</sub> = 1.00; Personenreliabilität<sub>PK</sub> = .81; Itemreliabilität<sub>PK</sub> = .99).

Zur Beschreibung der Kompetenzen wurden die Lernenden auf Basis der in den Items erreichten Punktzahlen innerhalb jedes Basiskonzeptes und jedes Kompetenzbereiches einem Niveau zugeordnet. Dabei wurde ein hohes Niveau angenommen, wenn innerhalb des Basiskonzeptes oder Kompetenzbereiches in mindestens 75 % aller bearbeiteten Items mindestens fünf der sechs erreichbaren Punkte erreicht wurden. Analog dazu wurde ein niedriges Niveau festgelegt, wenn in mindestens 75 % aller bearbeiteten Items maximal zwei Punkte erreicht wurden. Ein mittleres Niveau wurde entweder angenommen, wenn in mindestens 75 % der bearbeiteten Items drei oder vier Punkte erreicht wurden (homogenes mittleres Niveau) oder wenn die

Punktzahlen innerhalb des Basiskonzeptes oder Kompetenzbereiches variierten und keine der definierten Punktbereiche in 75 % der bearbeiteten Items erreicht wurden (heterogenes mittleres Niveau). Tabelle 1 zeigt die Anzahl der Lernenden auf den verschiedenen Niveaus.

Tabelle 1: Anzahl der Lernenden, die ein bestimmtes Niveau erreichten

	Jahrgangsstufe 5				Jahrgangsstufe 7/8				
	niedrig	mittel (het.)	mittel (hom.)	hoch	niedrig	mittel (het.)	mittel (hom.)	hoch	
FW	Chemische Reaktion	18	257	27	2	18	240	15	2
	Struktur der Materie	15	256	22	12	14	224	15	19
	Energie	32	216	32	1	36	209	26	3
PK	Erkenntnisgewinnung	28	231	5	39	16	185	9	64
	Kommunikation	53	219	15	19	11	182	11	43
	Bewertung	57	215	21	14	50	181	18	24

Es zeigte sich, dass in allen Basiskonzepten und Kompetenzbereichen die meisten Lernenden das heterogene mittlere Niveau erreichten. Die anderen Niveaus wurden nur von wenigen Lernenden erreicht. Zusätzliche Analysen zeigten, dass diejenigen, die sich auf einem homogenen hohen, mittleren oder niedrigen Niveau befanden, dieses meist nicht in allen bearbeiteten Basiskonzepten oder Kompetenzbereichen erreichten, sondern oft nur in einem.

Bei Betrachtung der Ergebnisse der Jahrgangsstufen 5 und 7/8 im Vergleich lassen sich auf Basis der erreichten Niveaus kleine Unterschiede in den Kompetenzbereichen *Erkenntnisgewinnung* und *Kommunikation* feststellen. Um zu überprüfen, ob die Kompetenzen der Lernenden sich zwischen den Jahrgangsstufen signifikant voneinander unterscheiden, wurden zusätzlich die in den IRT-Analysen ermittelten Personenparameter für das *Fachwissen* und die *prozessbezogenen Kompetenzen* herangezogen. Unter Berücksichtigung der Kontrollvariablen kognitive Fähigkeiten und Leseverständnis wurden diese mithilfe einer ANCOVA miteinander verglichen. Dabei zeigten sich keine signifikanten Unterschiede (FW:  $F(1, 862) = 1.36$ ,  $p = .245$ , partielles  $\eta^2 = .002$ ; PK:  $F(1, 862) = 0.26$ ,  $p = .872$ , partielles  $\eta^2 < .001$ ).

## Diskussion

Insgesamt zeigen die Ergebnisse ein sehr heterogenes Bild der erreichten chemiebezogenen Kompetenzen. Dies lässt sich möglicherweise damit erklären, dass der Lehrplan Sachunterricht in seinen Kompetenzformulierungen häufig die Wahl zwischen verschiedenen Inhalten lässt (vgl. MSW NRW, 2008). Kombiniert mit der unterschiedlichen Expertise der Sachunterrichtslehrkräfte in den naturwissenschaftlichen Fächern können daraus auch unterschiedliche Schwerpunktsetzungen in verschiedenen Schulen und Klassen resultieren. Dass die chemiebezogenen Kompetenzen sich zu Beginn und zum Ende der Übergangsphase nicht signifikant voneinander unterscheiden, ist angesichts der Tatsache, dass in dieser Phase kein Chemieunterricht stattfindet, erwartungskonform. Dass in einigen Kompetenzbereichen in der Jahrgangsstufe 7/8 tendenziell mehr Lernende höhere Niveaus erreichen, lässt sich vermutlich darauf zurückführen, dass die *prozessbezogenen Kompetenzen* auch Bestandteil der anderen während der Übergangsphase unterrichteten naturwissenschaftlichen Fächer sind. Insgesamt sorgt die große Heterogenität der Kompetenzen jedoch dafür, dass ein Anknüpfen an den Sachunterricht im Sinne kumulativen Lernens für die Lehrkräfte der Sekundarstufe I zur Herausforderung wird. Um die Übergangsphase zu optimieren, sollte folglich zum Beispiel durch weniger Wahlmöglichkeiten im Lehrplan und eine einheitlichere Ausbildung der Lehrkräfte eine homogenere Kompetenzentwicklung innerhalb des Sachunterrichts angestrebt werden. Zudem sollten Lehrkräfte der Sekundarstufe I die Kompetenzen ihrer Schülerinnen und Schüler zu Beginn des Chemieunterrichts messen, um gezielt an diese anknüpfen zu können.

## Literatur

- Fischer, H. E., Glemnitz, I., Kauertz, A. & Sumfleth, E. (2007). Auf Wissen aufbauen - kumulatives Lernen in Chemie und Physik. In E. Kircher, R. Girwidz & P. Häußler (Hrsg.), Springer-Lehrbuch. Physikdidaktik: Theorie und Praxis (S. 657–678). Springer-Verlag Berlin Heidelberg. [https://doi.org/10.1007/978-3-540-34091-1\\_22](https://doi.org/10.1007/978-3-540-34091-1_22).
- Hempel, M. (2010). Zur Anschlussfähigkeit der Sachfächer an den Sachunterricht - eine Erkundungsstudie. In H. Giest & D. Pech (Hrsg.), Probleme und Perspektiven des Sachunterrichts: Band 20. Anschlussfähige Bildung im Sachunterricht (S. 75–82). Klinkhardt.
- Ministerium für Schule und Weiterbildung des Landes Nordrhein-Westfalen. (2008). Lehrplan Sachunterricht für die Grundschulen des Landes Nordrhein-Westfalen. Ritterbach.
- 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). Ritterbach.
- Möller, K. (2010). Naturwissenschaftliche und technische Bildung in der Grundschule und im Übergang. In A. a. Campo & G. Graube (Hrsg.), Übergänge gestalten: Naturwissenschaftliche und technische Bildung am Übergang von der Primarstufe zur Sekundarstufe (S. 15–35). VDI Beruf und Gesellschaft.
- Möller, K., Kleickmann, T. & Lange, K. (2013). Naturwissenschaftliches Lernen im Übergang von der Grundschule zur Sekundarstufe. In H. E. Fischer & E. Sumfleth (Hrsg.), Studien zum Physik- und Chemielernen: Band 100. nwu-essen - 10 Jahre Essener Forschung zum naturwissenschaftlichen Unterricht (S. 57–120). Logos.
- OECD. (2019). PISA 2018 Ergebnisse (Band I): Was Schülerinnen und Schüler wissen und können. PISA. Bielefeld: wbv media. <https://doi.org/10.1787/1da50379-de>.
- Pollmeier, K., Walper, L. M., Lange, K., Kleickmann, T. & Möller, K. (2014). Vom Sachunterricht zum Fachunterricht - Physikbezogener Unterricht und Interessen im Übergang von der Primar- zur Sekundarstufe. Zeitschrift für Grundschulforschung, 7(2), 129–145.
- Rieck, K. & Fischer, C. (2010). Die Gestaltung des Übergangs als Aufgabe der Unterrichtsentwicklung: Erfahrungen aus SINUS-Transfer Grundschule. In H. Giest & D. Pech (Hrsg.), Probleme und Perspektiven des Sachunterrichts: Band 20. Anschlussfähige Bildung im Sachunterricht (S. 41–48). Klinkhardt.
- Rother, A. & Walpuski, M. (2020). Vernetztes Lernen im Chemieunterricht. In: Roß, J. (Hrsg.), *SINUS NRW: Motivation durch kognitive Aktivierung* (S. 83-100). Bielefeld: WBV.
- Steffensky, M., Scholz, L. A., Kasper, D. & Köller, O. (2020). Naturwissenschaftliche Kompetenzen im internationalen Vergleich: Testkonzeption und Ergebnisse. In K. Schwippert, D. Kasper, O. Köller, N. McElvany, C. Selzer, M. Steffensky & H. Wendt (Hrsg.), *TIMSS 2019: Mathematische und naturwissenschaftliche Kompetenzen von Grundschulkindern in Deutschland im internationalen Vergleich* (S. 115–168). Waxmann.