

## Learning Progressions für lernschwache SuS im Fach Chemie

Die Kultusministerkonferenz (KMK) hat mit Beginn des Schuljahres 2005/06 Bildungsstandards eingeführt, welche die Kompetenzen benennen, die die Schülerinnen und Schülern (SuS) am Ende einer bestimmten Jahrgangsstufe erworben haben sollen (Klieme et al., 2007; KMK, 2005). Der IQB-Ländervergleich 2012 hat jedoch gezeigt, dass vor allem in NRW ein überwiegender Teil der SuS nicht die angestrebten fachlichen Kompetenzen erreichen. Im Fach Chemie erreichen in NRW von den SuS, die mindestens den mittleren Schulabschluss an einer nicht gymnasialen Schulform ansteuern, 69,7 % im Fachwissen nicht Kompetenzstufe III (Regelstandard) (Pant et al., 2013, S. 216). Deshalb sollen im Rahmen des Forschungsvorhabens Learning Progressions zu den drei fachlichen Basiskonzepten der Chemie „Struktur der Materie“, „Chemische Reaktion“ und „Energie“ (MSW, 2011) entwickelt werden, um grundlegende Kompetenzen im Kompetenzbereich Fachwissen im Fach Chemie abzubilden. Außerdem sollen diese Kernideen in eine logische Reihenfolge gebracht und anschließend in einer Strand-Map miteinander vernetzt werden, um die in den Learning Progressions dargestellten hypothetischen Zusammenhänge der fachlichen Kernideen empirisch überprüfen und evaluieren zu können. Ziel ist es hierbei allen SuS eine naturwissenschaftliche Grundbildung zu vermitteln, sie zu fördern und ihnen die weitere Partizipation am naturwissenschaftlichen Unterricht zu ermöglichen, indem eine fachliche Mindestvoraussetzung ermittelt wird.

### Theoretischer Hintergrund

Der Erwerb und das Verständnis von grundlegenden chemischen Fachinhalten sind für ein anschlussfähiges Wissen von besonderer Bedeutung. Die American Association for the Advancement of Science (AAAS, 2007) strebt in „Project 2061“ die Entwicklung einer naturwissenschaftlichen Grundbildung von allen SuS an und beschreibt im „Atlas of Scientific Literacy“ Beziehungen zwischen Lernzielen und Kernideen, die in Strand-Maps dargestellt werden (AAAS, 2007).

Den theoretischen Rahmen bilden „Learning Progressions“, die mögliche Wege der fachlichen Kompetenzentwicklung aufzeigen. Sie postulieren eine bestimmte Abfolge von Fähigkeiten und Fachkenntnissen, die von SuS über einen längeren Zeitraum erworben werden sollen (Abbott, 2014; Corcoran, Mosher & Rogat, 2009; Duit & Neumann, 2011; Duschl, Schweingruber & Shouse, 2007). Eine Learning Progression enthält einige charakteristische Elemente. Der Anfangspunkt ist gekennzeichnet durch die Fähigkeiten der SuS, die zu Beginn einer Lerneinheit vorhanden sind. Der Endpunkt einer Learning Progression stellt die Lernziele dar, die die SuS im Laufe der Progression erreichen sollen. Zwischen dem Anfangs- und dem Endpunkt der Learning Progression befinden sich Progressionsstufen, die die SuS durchlaufen müssen, um die an sie gestellten Leistungserwartungen erfüllen und somit schrittweise die erforderlichen fachlichen Kompetenzen entwickeln zu können (Corcoran et al., 2009; Duncan & Hmelo-Silver, 2009; Stevens, Delgado & Krajcik, 2010).

### Forschungsfragen

In dieser Studie wird folgenden Forschungsfragen nachgegangen:

- Können die in den Learning Progressions angenommenen hypothetischen Abhängigkeiten empirisch nachgewiesen werden?

- Zeigt sich im Lernzuwachs (insbesondere bei lernschwachen SuS) ein Vorteil, wenn der Unterricht gemäß der Learning Progression strukturiert wurde?

### **Forschungsdesign und Methoden**

Im Rahmen eines Sinus-Projektes in NRW haben neun Lehrkräfte unter fachdidaktischer und ministerieller Begleitung (MSW, Bezirksregierung Düsseldorf und QUA-LiS) ein Wissensmaß entwickelt, das sich aus Kompetenzbeschreibungen (Kernideen) und postulierten Abhängigkeiten zusammensetzt. Diese beziehen sich bisher ausschließlich auf den Kompetenzbereich Fachwissen und basieren auf dem Kernlehrplan (MSW, 2011) und den Bildungsstandards (KMK, 2005). Die drei Basiskonzepte „Struktur der Materie“, „Chemische Reaktion“ und „Energie“ bilden die Basis für die fachliche Strukturierung der chemischen Konzepte und sollen den logischen und systematischen Aufbau von Wissen ermöglichen. Jede Kernidee wird durch mehrere fachliche Mindesterwartungen konkretisiert, über die SuS verfügen müssen, um eine bestimmte Aufgabe bearbeiten zu können. Die Kernideen werden zusätzlich möglichst präzise durch an dieser Stelle noch nicht benötigte Erwartungen (Grenzen) eingegrenzt. Um die Entwicklung entsprechender Diagnoseaufgaben zu unterstützen, werden außerdem zu jeder Kernidee bereits bekannte, typische Schülervorstellungen benannt. Die identifizierten chemischen Kernideen zu den drei Basiskonzepten wurden – analog zu AAAS (2007) – in einer fachlich logischen Reihenfolge in einer Strand-Map vernetzt. Die Vernetzung berücksichtigt zum einen eine hierarchische Anordnung der Kernideen über die siebte und neunte Jahrgangsstufe und zum anderen eine Differenzierung in notwendige oder hinreichende Bedingungen für den weiteren Wissensaufbau. Beziehungen, die für das Verständnis der nächsten, hierarchisch höheren Kernidee relevant sind, wurden mit einem roten und die Kernideen, die nicht zwangsläufig für das Verständnis der nächsten Kernidee als relevant gehalten wurden, wurden mit einem schwarzen Pfeil dargestellt. Die dargestellten Bedingungen sind hypothetisch und müssen noch überprüft werden, um Aussagen über die Gültigkeit treffen zu können.

In einer Quasi-Längsschnittstudie sollen SuS der 7./9. oder 8./9. Jahrgangsstufe an Gesamtschulen in NRW getestet werden. Insgesamt wurden 56 Kernideen mit Erwartungen, Grenzen und Schülervorstellungen formuliert. Zu diesen Kernideen werden zur Zeit Testitems entwickelt. Pro Kernidee sollen jeweils 5 Items im Multiple-Choice-Single-Select-Format und halboffenem Aufgabenformat mit kurzen Antworten konstruiert werden. Der Attraktor bildet eines der Erwartungen ab, die für die einzelnen Kernideen formuliert wurden. Die Distraktoren bestehen dagegen aus den fachlich fehlerhaften Schülervorstellungen. In der anstehenden Pilotierung (mit zwei Messzeitpunkten) soll die Qualität und die Eignung der Testaufgaben überprüft werden, indem untersucht werden soll, inwieweit die in den Kernideen beschriebenen Kompetenzen mit dem konstruierten Fachwissenstest erfasst werden. In der darauffolgenden Hauptstudie soll die Untersuchung der einzelnen Abhängigkeiten der Kernideen erfolgen, in dem der entwickelte Fachwissenstest zu drei Messzeitpunkten eingesetzt wird.

In Kürze werden zu den Kernideen ebenfalls Aufgabenmaterialien als Orientierungshilfe entwickelt, die die Lehrkräfte im Unterricht einsetzen können.

Die angenommenen Abhängigkeiten sollen anhand von verschiedenen statistischen Methoden wie die cross-lagged-panel-Analyse, dem McNemar-Test, der Guttman-Analyse und den Bayesschen Netzen untersucht werden und gegebenenfalls ermöglichen neue notwendige Abhängigkeiten in der Strand-Map zu finden und eventuell vorhandene Abhängigkeiten zu ändern. Hierzu ein Beispiel: Zwischen Kernidee A und Kernidee B wird eine Abhängigkeit angenommen. Die Testitems zu diesen Kernideen werden den gleichen SuS zur Bearbeitung vorgelegt. Im Idealfall sind in dem SuS-Anteil, die die Aufgaben zu Kernidee B lösen konnten nur SuS dabei, die auch die Aufgaben zu Kernidee A richtig

gelöst haben, sodass die Abhängigkeit zwischen den beiden Kernideen bestätigt werden kann. Im Extremfall gehören alle B-Löser nicht zur Gruppe der A-Löser, wodurch die angenommene Abhängigkeit widerlegt wird. Anhand der Testergebnisse aus dem Fachwissenstest sollen mit den erwähnten Methoden die angenommenen theoretischen Hierachievermutungen und Beziehungen überprüft werden (Klauer, 1974). Über Lösungswahrscheinlichkeiten erhält man eine Rückmeldung, inwiefern die SuS fähig sind, die Items zu lösen (Rost, 2004) und welche Lernentwicklung der einzelne Lernende durchlaufen hat.

### **Fazit und Ausblick**

Die Untersuchung der identifizierten Kernideen und den in der Strand-Map dargestellten Beziehungen sollen erste Hinweise für den Erwerb von fachlichen Konzepten liefern, die für alle SuS unabdingbar sind und für das weitere Verständnis erworben werden müssen. Für ein anschlussfähiges Wissen müssen insbesondere die Mindestanforderungen (die notwendigen Kernideen) erreicht werden. Die Lehrkräfte erhalten hierbei eine Rückmeldung über den Wissensstand der SuS, können so gezielt die notwendigen Kernideen hervorheben und diese grundlegenden chemischen Konzepte in ihrem Unterricht thematisieren. Gleichzeitig kann dies eine Rückmeldung für die Curricula, sowie für Bildungsstandards darstellen. Die defizitären Leistungen von SuS, die sich auch im IQB Ländervergleich 2012 gezeigt haben (Pant et al., 2013), können an der fehlenden Verbindung zwischen Unterricht, Curriculum und Standards liegen (Alonzo & Gotwals, 2012). Daher sollen Learning Progressions der Verbesserung der Curriculumentwicklung, den Standards, dem Unterricht und den Leistungsmessungen dienen und eine Verknüpfung zwischen diesen herstellen, um allen SuS anschlussfähiges Wissen vermitteln zu können (Corcoran et al., 2009; Duncan & Hmelo-Silver, 2009).

**Literatur**

- Abbott, S. (2014). The Glossary of Education Reform. Learning Progression. Abgerufen unter: <http://edglossary.org/learning-progression/> [27.09.2016].
- Alonzo, A.C. & Gotwals, A.W. (2012). Introduction: Leaping into Learning Progressions in Science. In: Alonzo, A.C. & Gotwals, A.W. (Hrsg.). *Learning Progression in Science. Current Challenges and Future Directions*. Rotterdam: Sense Publishers, 3-12.
- American Association for the Advancement of Science (AAAS) (2007). *Atlas of Science Literacy. Volume 2*. Washington, DC: AAAS.
- Corcoran, T., Mosher, F.A. & Rogat, A. (Hrsg.) (2009). *Learning Progressions in Science. An Evidence-based Approach to Reform*. Philadelphia, PA: CPRE.
- Duit, R. & Neumann, K. (2011). Learning Progression und Kompetenzentwicklung. In: D. Höttecke (Hrsg.) *Gesellschaft für Didaktik der Chemie und Physik. Naturwissenschaftliche Bildung als Beitrag zur Gestaltung partizipativer Demokratie*. Berlin: Lit. 190-192.
- Duncan, R.G. & Hmelo-Silver, C. (2009). Editorial – Learning Progressions: Aligning Curriculum, Instruction, and Assessment. *Journal of Research in Science Teaching*, 46 (6), 606-609.
- Duschl, R.A., Schweingruber, H.A. & Shouse, A.W. (Hrsg.) (2007). *Taking Science to School: Learning and Teaching Science in Grades K-8*. Washington, DC: The National Academies Press.
- Klauer, K.J. (1974). *Methodik der Lehrzieldefinition und Lehrstoffanalyse*. Düsseldorf: Pädagogischer Verlag Schwann.
- Klieme, E., Avenarius, H., Blum, W., Döbrich, P., Gruber, H., Prenzel, M., Reiss, K., Riwuarts, K., Rost, J., Tenorth, H.-E., Vollmer, H. (2007). *Zur Entwicklung nationaler Bildungsstandards – Expertise*. Bonn, Berlin: BMBF.
- Kultusministerkonferenz (KMK) (2005). *Bildungsstandards für das Fach Chemie für den Mittleren Schulabschluss*. München: Luchterhand.
- Ministerium Für Schule und Weiterbildung NRW (2011). *Kernlehrplan für die Gesamtschule – Sekundarstufe I in Nordrhein-Westfalen. Naturwissenschaften. Biologie, Chemie, Physik*. Frechen: Ritterbach Verlag.
- Pant, H.A., Stanat, P., Schroeders, U., Roppelt, A., Siegle, T., Pöhlmann, C. (Hrsg.) (2013). *IQB-Ländervergleich 2012. Mathematische und naturwissenschaftliche Kompetenzen am Ende der Sekundarstufe I*. Münster, New York, München, Berlin: Waxmann.
- Rost, J. (2004). *Lehrbuch Testtheorie – Testkonstruktion*. Bern, Göttingen, Toronto, Seattle: Verlag Hans Huber.
- Stevens, S.Y., Delgado, C. & Krajcik, J.S. (2010). Developing a Hypothetical Multi-Dimensional Learning Progression for the Nature of Matter. *Journal of Research in Science Teaching*, 47 (6), 687-715.