

Benjamin Bollmann¹
 Theresa Goetz¹
 Anam Akram¹
 Malte Walkowiak¹
 Andreas Nehring¹

¹Leibniz Universität Hannover

NuKomp: Kompetenzmodellbasierte Lernsequenzen der Erkenntnisgewinnung in chemischen Fachkontexten

Einleitung und Zielstellungen

Vor dem Hintergrund weitgehend fehlender systematischer Erkenntnisse über die langfristige Gestaltung und die Effekte kompetenzorientierter und kompetenzmodellbasierter Lernprozesse besteht das Ziel von „NuKomp“ in der *Nutzung* von *Kompetenzmodellen* zur Entwicklung und Überprüfung einer modellbasierten Lernsequenz zur Förderung von Kompetenzen im Bereich der Erkenntnisgewinnung. Das Projekt fußt auf dem sog. VerE-Kompetenzmodell der Erkenntnisgewinnung (Nehring et al., 2015; Nehring, Stiller, Nowak, Upmeyer zu Belzen, & Tiemann, 2016) und berücksichtigt insb. die darin definierten Arbeitsweisen „Beobachten, Vergleichen, Ordnen“, „Experimenten“ und „Modelle nutzen“.

Fragestellungen

Folgende Fragestellungen werden dabei fokussiert:

- Inwiefern ist es möglich, eine Sequenz von Lerngelegenheiten zu entwickeln, die eine Entwicklung von prozessbezogenen Kompetenzen unter Berücksichtigung einer Progression von chemiespezifischen Denkmodellen ermöglicht?
- Inwiefern lässt sich ein Einfluss verschiedener chemiespezifischer Denkmodelle auf die Performanz und die Qualität der Performanz bei der Aufgabenbearbeitung beobachten?
- Inwiefern lassen sich Hinweise für eine Entwicklung von Kompetenzen bei der Bearbeitung der Lernsequenz, unter Berücksichtigung einer höheren Qualität der Performanz und einer fachlichen Progression chemiespezifischer Denkmodelle, beobachten?

Methodisches Vorgehen

Die Entwicklung der Lernsequenz erfolgt auf Grundlage einer projektspezifischen Operationalisierung von Kompetenzentwicklung im Sinne einer zunehmenden Einhaltung von Kriterien für eine erfolgreiche Umsetzung von z. B. Experimenten (Grube, 2010; Scheuermann, 2017). Gleichzeitig wird Kompetenzentwicklung durch eine Verwendung von zunehmend elaborierten Denkmodellen beschrieben.

Zur theoriebasierten Beschreibung dieser Progression wird auf die „Levels“ der von Hadenfeldt (2013) vorgeschlagenen Progression des Verständnisses des Aufbaus der Materie zurückgegriffen. Aufgaben können anhand ihrer Instruktionen auf diesen Levels verortet werden, jedoch wird Level 2, als Level, das insbesondere Schülervorstellungen umfasst, nicht gezielt durch die Progression angesteuert (Abb. 1).

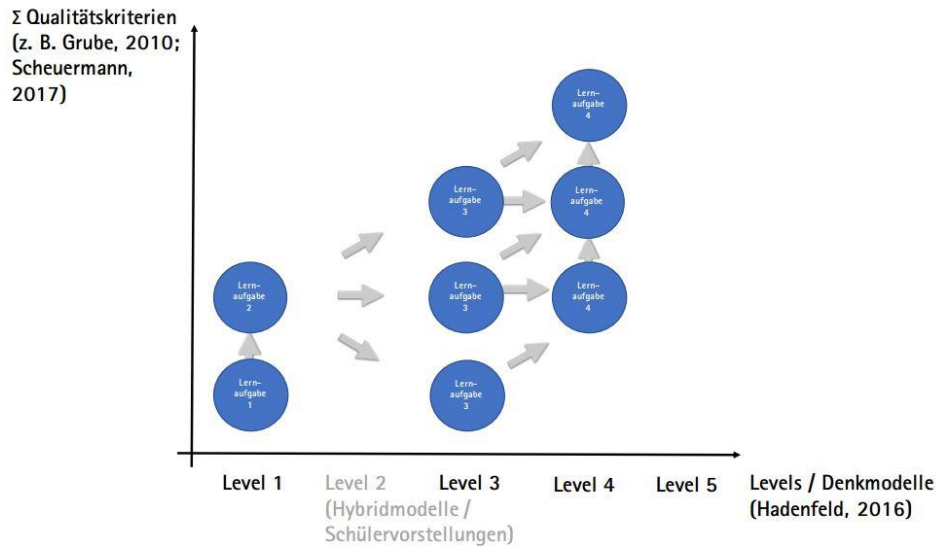


Abbildung 1: NuKomp-spezifische Beschreibung einer Kompetenzentwicklung.

Die Entwicklung von Kompetenzen über systematisch gekoppelte Lernaufgaben hinweg wird damit über eine zunehmende Einhaltung von Qualitätskriterien und Verwendung zunehmend komplexer Denkmodelle („Levels“) bei der Bearbeitung von Lernaufgaben beschrieben (Abbildung).

Die Aufgaben werden momentan in sog. teaching experiments erprobt und in einem weiteren Schritt im Klassenkontext eingesetzt (Komorek & Duit, 2004).

Aufgabenkonstruktion und prototypische Aufgaben

Die Aufgabenprototypen sind nach folgendem Schema aufgebaut: Ein Aufgabentext schildert ein chemiespezifisches Problem, aus dem eine Forschungsfrage abgeleitet wird. Die Problemschilderung kann auf Levels formuliert werden (hier z. B. Level 1: Phänomenebene und Level 4: differenziertes Teilchenmodell), ohne dass sich die Forschungsfrage ändert.

Die Lernenden formulieren anhand des Textes und der Forschungsfrage eine Hypothese, die sie experimentell überprüfen. Dabei werden sie von Teilaufgaben geleitet, die sie selbstständig, gemäß open guided inquiry, bearbeiten. Auch die Teilaufgaben sind levelunabhängig und für jeden Aufgabentyp gleichgestellt. Scaffolding, z. B. in Form von Hilfekarten, ermöglichen es Schülerinnen und Schülern, selbstständig im Prozess der Erkenntnisgewinnung tätig zu sein (Arnold, Kremer, & Mayer, 2017).

Einfluss der Abkühlungsgeschwindigkeit auf das Wachstum von Kristallen – Level 1

Anna und Lukas kennen Kristalle, zum Beispiel in Form von Schneeflocken. Kristalle können aus Salzlösungen gezüchtet werden. Sie haben gehört, dass die Größe der Kristalle durch die Abkühlungstemperatur beeinflusst werden kann. Lukas und Anna wollen die Kristallzüchtung einer Kali-Alaun-Lösung weiter untersuchen.

Einfluss der Abkühlungsgeschwindigkeit auf das Wachstum von Kristallen – Level 4

Anna und Lukas kennen Kristalle, zum Beispiel in Form von Schneeflocken. Kristalle können aus Salzlösungen gezüchtet werden. Aus dem Chemieunterricht wissen sie, dass Salzkristalle aus Gittern bestehen. In diesen Gittern sind Ionen, die positiv oder negativ geladen sein können, regelmäßig angeordnet. Anna und Lukas haben aber auch gelernt, dass Kristalle Salzlösungen bei unterschiedlichen Abkühlungstemperaturen unterschiedlich groß sein können. Außerdem wissen Sie, dass die Bewegung von z. B. Ionen bei niedrigerer Temperatur abnimmt.

Abbildung 2: Aufgabenprototypen im Fachkontext Kristallwachstum.

Die Schülerinnen und Schüler bearbeiten dazu folgende Instruktionen:

- Stellt zu der Forschungsfrage eine Hypothese auf.
- Plant ein Experiment, um die aufgestellte Hypothese zu überprüfen.
- Beschreibt und skizziert Euren Experimentalaufbau.
- Benennt Eure Untersuchungsgrößen.
- Begründet schriftlich Eure Experimentplanung.
- Notiert Eure Beobachtungen.
- Beurteilt die Hypothesen vor dem Hintergrund Eurer Beobachtungen.
- Beantwortet die Forschungsfrage.

Bewertung der Schülerperformanz und Kodierung der Qualitätskriterien

Die Einschätzung der Qualität der umgesetzten Performanz insbesondere beim Experimentieren erfolgt über eine literatur- und kriterienbasierte Kodierung (Hägele & Vorholzer, 2018; Nehring et al., 2016). Dabei gibt der folgende Auszug aus dem Manual einen Eindruck, auf welche Kriterien Bezug genommen wird: „Hypothese benennt UV und AV“, „Gezielte Variation der UV“, „Konstanthalten der KV“, „Planung eines Kontrollansatzes“, „Beschreibung des Messverfahrens“, „Überlegungen zu Alternativen Vorgehen anhand einer Interpretation“. Eine Quantifizierung auf ordinalem Niveau wird damit ermöglicht.

Das Projekt wird im Rahmen des Programms „Wege in die Forschung II“ durch die Leibniz Universität Hannover gefördert.

Literatur

- Arnold, J., Kremer, K., & Mayer, J. (2017). Scaffolding beim Forschenden Lernen. *Zeitschrift Für Didaktik Der Naturwissenschaften*, 23(1), 21–37. <https://doi.org/10.1007/s40573-016-0053-0>
- Grube, C. (2010). Kompetenzen naturwissenschaftlicher Erkenntnisgewinnung.
- Hadenfeldt, J. C. (2013). *Die Entwicklung der Kompetenz im Umgang mit dem Materiekonzept*. Kiel: IPN.
- Hägele, J., & Vorholzer, A. (2018). Experimentieren lernen – Aktivitätsprofile von Schülern. In C. Maurer (Ed.), *Qualitäts?ller Chemie - und ?h?sikunterricht - n?rmati?e und em?irische Dimensi?nen* (pp. 368–371). Regensburg: Universität Regensburg.
- Komorek, M., & Duit, R. (2004). The teaching experiment as a powerful method to develop and evaluate teaching and learning sequences in the domain of non-linear systems. *International Journal of Science Education*, 26(5), 619–633. <https://doi.org/10.1080/09500690310001614717>
- Nehring, A., Nowak, K. H. K. H., Upmeyer zu Belzen, A., Tiemann, R., zu Belzen, A. U., & Tiemann, R. (2015). Predicting Students' Skills in the Context of Scientific Inquiry with Cognitive, Motivational, and Sociodemographic Variables. *International Journal of Science Education*, 37(9), 1343–1363. <https://doi.org/10.1080/09500693.2015.1035358>
- Nehring, A., Stiller, J., Nowak, K. H., Upmeyer zu Belzen, A., & Tiemann, R. (2016). Naturwissenschaftliche Denk- und Arbeitsweisen im Chemieunterricht – eine modellbasierte Videostudie zu Lerngelegenheiten für den Kompetenzbereich der Erkenntnisgewinnung. *Zeitschrift Für Didaktik Der Naturwissenschaften*, 1–21. <https://doi.org/10.1007/s40573-016-0043-2>
- Scheuermann, H. (2017). *Entwicklung und Evaluation von Unterstützungsmaßnahmen zur Förderung der Variablenkontrollstrategie beim Planen von Experimenten*. Berlin: Logos Verlag.