

Julia Elsner¹
Claudia Tenberge¹
Sabine Fechner¹

¹Universität Paderborn

Videoanalyse des Modellierprozesses von Grundschüler*innen

Hintergrund und Motivation

Die derzeitige Forschungslage zeigt auf, dass Schüler*innen im Primarbereich physikalische Phänomene wie den Wasserkreislauf modellieren können (Forbes et al., 2014; Forbes et al., 2019; Lange et al., 2014). Trotz der positiven Befunde lassen sich einige Schwierigkeiten beim Modellieren im Primarbereich feststellen: So können Forbes et al. (2014) empirisch herausfinden, dass einige Modelle, die von den Schüler*innen erstellt worden sind, aufgrund von Lücken in der Modelldarstellung nicht für die Erklärung eines Phänomens ausreichen (Forbes et al., 2014). Analog zeigen Forbes et al. (2019) auf, dass Grundschüler*innen zwar mithilfe der gebildeten Modelle Phänomene erklären können, allerdings lassen sich in Bezug auf die Qualität der Erklärung deutliche Unterschiede feststellen: Während einige Schüler*innen bei der Erklärung des Phänomens eher spezifische Elemente im Modell fokussieren und wenige Zusammenhänge zwischen diesen erkennen können, können andere größere Verbindungen im Modell herstellen und eine ganzheitliche Erklärung formulieren (Forbes et al., 2019). Um diesen Schwierigkeiten entgegenzutreten, sind in Anlehnung an Forbes et al. (2019) Scaffolding-Maßnahmen seitens der Lehrperson notwendig. Wie diese Maßnahmen konkret aussehen könnten und ob diese auch auf das Modellieren chemiebezogener Phänomene angewendet werden können, bleibt derzeit weitestgehend offen und ist Anlass für das folgende Promotionsvorhaben. Daher wird im Folgenden zunächst der theoretische Rahmen als Grundlage für das Forschungsvorhaben und Basis für die geplante Videoanalyse vorgestellt. Im Anschluss daran wird das Forschungsvorhaben detailliert beschrieben und ein Einblick in die Videoanalyse des Modellierprozesses von Grundschüler*innen gegeben.

Theoretischer Rahmen

Der Begriff „Modellieren“ wird in der naturwissenschaftsdidaktischen Forschung polyvalent definiert. So wird das Modellieren in Anlehnung an das National Research Council (2012) beispielsweise als Tätigkeit genutzt, um Probleme zu lösen oder ein Verständnis darüber zu erlangen, wie Wissenschaftler*innen arbeiten. In ähnlicher Weise verwenden Sins et al. (2005) das Modellieren im Sinne einer naturwissenschaftlichen Methode, um über Phänomene wissenschaftlich nachzudenken und Erkenntnisse reflektieren zu können. Krüger et al. (2018) bzw. Upmeier zu Belzen et al. (2019) stellen die Bedeutsamkeit des Modellierens für die Erkenntnisgewinnung heraus. Ergänzend zu Sins et al. (2005) stehen hiernach insbesondere die Reflexion über den Prozess der Erkenntnisgewinnung und den Zweck von Modellen im Vordergrund. Louca et al. (2011) stellen hingegen deutlicher die Rolle der Lehrperson beim Modellieren heraus, wobei die didaktische Instruktion als bedeutsam für den Modellierprozess erscheint. Constantinou et al. (2019) führen diese Positionen zusammen und definieren Modellieren allumfassend als Kompetenz. Angelehnt an den Kompetenzbegriff nach Weinert (2001) wird Modellieren als ein mehrdimensionales Konstrukt beschrieben. Im Vordergrund

steht demnach das Entwickeln einer Modellierkompetenz, die die aktive Tätigkeit des Lernenden im Modellierprozess voraussetzt. Modellierkompetenz bezieht sich nach Constantinou et al. (2019) dabei sowohl auf die Tätigkeit des Modellierens (*Modeling practices*) als auch auf das meta-kognitive Wissen über Modelle sowie den Modellierprozess (*Modeling meta-knowledge*): *Modeling practices* umfasst das Bilden eines Modells anhand von Beobachtungen oder empirisch gesammelten Daten (*Create*), das Anwenden des gebildeten Modells, um das Verständnis über ein Phänomen auszudrücken sowie Ideen kommunizieren zu können (*Use*), das Vergleichen der gebildeten Modelle im (wissenschaftlichen) Diskurs (*Compare*), das Überarbeiten des Modells (*Revise*) sowie die Validierung dessen (*Validate*).

Gilbert und Justi (2016) erarbeiten ebenfalls einige Jahre zuvor ein *Model of Modelling*, das analog zu Constantinou et al. (2019) die aktive Tätigkeit der Lernenden voraussetzt. Während es im Vergleich beider Modellierprozesse Ähnlichkeiten hinsichtlich des Bilden eines Modells (*Create*) oder Anwenden des Modells für die Erklärung eines Phänomens (*Use*) gibt, lassen sich dennoch Unterschiede herausstellen: Ausgangspunkt für das Modellieren sind nach Gilbert und Justi (2016) nicht nur das Beobachten oder Sammeln empirischer Daten, sondern vielmehr das Bilden eines (prototypischen) mentalen Modells (*Creation*). Mentale Modelle stellen in diesem Kontext und in Anlehnung an Vosniadou (1994, 2002) sowie Nitz und Fechner (2018) subjektive Repräsentationen eines Phänomens auf kognitiver Ebene dar, die in Abhängigkeit von Vorerfahrungen und Überzeugungen gebildet werden. Solche mentalen Modelle können nach Gilbert und Justi (2016) in diversen Repräsentationsmodi, zum Beispiel in Form einer Zeichnung, ausgedrückt werden (*Expression*). Darüber hinaus können die ausgedrückten Modelle in Experimenten oder Simulationen angewendet oder zur Erklärung von Phänomenen genutzt werden (*Test*). Abschließend gilt es, die gebildeten Modelle zu evaluieren und in neuen Kontexten anzuwenden (*Evaluation*). Die vier beschriebenen Ebenen sind miteinander verknüpft und laufen nicht-linear ab (Gilbert & Justi, 2016). In Abgrenzung zur Modellierkompetenz nach Constantinou et al. (2019) wird das meta-kognitive Wissen über Modelle und über den Modellierprozess nicht beachtet. Stattdessen stellen Gilbert und Justi (2016) die Bedeutsamkeit kognitiver Prozesse heraus, die fortwährend beim Modellieren stattfinden. Folglich werden im Prozess Analogien gebildet oder Gedankenexperimente durchgeführt. Insbesondere der Analogiebildung kommt beim Modellieren eine wesentliche Rolle zu und kann genutzt werden, um Beziehungen zwischen verschiedenen Experimenten herzustellen oder das Modell in anderweitigen Kontexten anzuwenden (Gilbert & Justi, 2016). In Ergänzung und in Anlehnung an Holyoak (2005) können Analogien auch genutzt werden, um konzeptuelles Wissen über ein Phänomen zu erwerben oder Wissen zu transferieren. Insbesondere die Analogiebildung zwischen multiplen Phänomenen zeigt sich dabei als förderlich für den Erwerb konzeptuellen Wissens, welches für den physikbezogenen Sachunterricht u.a. von Lohrmann et al. (2014) und für das Lernen im Chemieunterricht von Kehne (2019) bestätigt werden konnte.

Forschungsvorhaben

Wie bereits eingangs dargestellt, zeigt sich die Forschung zum Modellieren chemiebezogener Phänomene im Primarbereich als überschaubar. Forbes et al. (2019) bestätigen dies und stellen heraus, dass Studien zu anderen Themenbereichen, die nicht den Wasserkreislauf betreffen, fehlen würden. Aufgrund dessen wird im folgenden Promotionsvorhaben untersucht, ob

Schüler*innen im Primarbereich Phänomene zum Thema Löslichkeit fester Stoffe in Wasser und Öl mithilfe geeigneter Unterstützungsmaßnahmen modellieren können. Forschungsziele sind zum einen die Entwicklung und Erprobung von Unterstützungsmaßnahmen für den Modellierprozess, zum anderen die Untersuchung des Konzepterwerbs zur Löslichkeit.

Um diesen Zielen gerecht zu werden, ist eine Interventionsstudie im Prä-Post-Design entwickelt sowie durchgeführt und mithilfe von Videografien erhoben worden. An der Videostudie nahmen 63 Schüler*innen, darunter 36 Jungen und 27 Mädchen, im Alter von 9-12 Jahren ($M=9,9$; $SD=0,65$) der Jahrgangsstufe 4 einer städtischen Grundschule teil.

Zentrum der Intervention bilden Experimentiersituationen zum Thema Löslichkeit, die sowohl für das Modellieren als auch für die Analogiebildung als geeignet erscheinen. Die ausgewählten Experimente sind anhand von alltagsnahen Kontexten aufbereitet. Des Weiteren stehen den Schüler*innen Experimentieranleitungen und Aufgaben zum Modellieren zur Verfügung, die in beiden Gruppen (Interventions- und Vergleichsgruppe) gleichermaßen bearbeitet werden. Um die Wirksamkeit der Unterstützungsmaßnahme – die Analogiebildung zwischen den Phänomenen – zu untersuchen, erhält die Interventionsgruppe zusätzliche Aufgaben, die die Analogiebildung durch explizites Vergleichen herausfordert.

Die Erhebung des Konzepterwerbs vor und nach der Studie erfolgt in Prä-Post-Interviews. Im Prä-Interview werden die Schüler*innen mit dem Phänomen Löslichkeit von Salz in Wasser konfrontiert und aufgefordert, ihre mentalen Modelle hierzu in einer Zeichnung (2D-Modell) auszudrücken sowie das Phänomen anhand des Modells zu erklären. Im Post-Interview sollen die Lernenden erneut ein Modell zur Löslichkeit von Salz in Wasser erstellen und dies mit dem Modell aus dem Prä-Interview vergleichen. Zudem wird ein Transfer-Kontext zur Löslichkeit von Salz in einem Öl-Wasser-Gemisch präsentiert. Zu diesem Phänomen sollen die Schüler*innen ebenso ein Modell erstellen und das Phänomen erklären.

Sowohl die Interviews als auch die Interventionen liegen als Videografien vor, wobei die Aufnahmen primär den Modellier- bzw. Zeichenprozess fokussieren. Neben den Prozessdaten stehen die Zeichnungen sowie Forschertagebücher der Schüler*innen für die Auswertung zur Verfügung. Die vorliegenden Videodaten werden mithilfe von MAXQDA durch eine Videoanalyse ausgewertet. Die Videoanalyse erfolgt event-basiert in Anlehnung an Seidel et al. (2005), wobei nur die Phasen kodiert werden, die den Modellierprozess betreffen. Für die sachgerechte Kodierung wird nach den Empfehlungen von Seidel (2005) ein Kategoriensystem entwickelt, das sowohl die Phasen des Modellierprozesses nach Gilbert und Justi (2016) als auch die Analogiebildung fokussiert. Demnach werden folgende Kategorien in der Videoanalyse betrachtet: Verbaler Ausdruck des mentalen Modells, Darstellungen im Modell, Anwendung und Evaluation des Modells sowie die Analogiebildung zwischen den Phänomenen. Induktive Kategorien sind in Ergänzung möglich. Neben den genannten Kategorien sind Beispiele sowie Erläuterungen im Kategoriensystem aufgeführt, sodass eine objektive und einheitliche Kodierung gewährleistet wird. Um die Güte der Videoanalyse zu gewährleisten, werden die Daten ebenfalls durch einen externen Intercoder ausgewertet und die Übereinstimmungen sowie Abweichungen hinsichtlich der Kodierungen diskutiert.

Ausblick

Gegenwertig erfolgt die Entwicklung und Erprobung des Kategoriensystems anhand von Pilotstudien. Im Anschluss wird das Kategoriensystem überarbeitet und die Daten der Hauptstudie ausgewertet. Die Datenauswertung soll Mitte 2023 abgeschlossen sein.

Literatur

- Constantinou, C. P [Constantinos P.], Nicolaou, C. T. & Papaevripidou, M. (2019). A framework for modeling-based learning, teaching, and assessment. In A. Upmeier zu Belzen, D. Krüger & J. van Driel (Hrsg.), *Models and Modeling in Science Education: volume 12. Towards a competence-based view on models and modeling in science education* (S. 39–58).
- Forbes, C. T., Lange-Schubert, K., Böschl, F. & Vo, T. (2019). Supporting primary students' developing modeling competence for water systems. In A. Upmeier zu Belzen, D. Krüger & J. van Driel (Hrsg.), *Models and Modeling in Science Education: volume 12. Towards a competence-based view on models and modeling in science education* (S. 257–273).
- Forbes, C. T., Schwarz, C. V. & Zangori, L. (2014). Development of an empirically-based learning performances framework for 3rd grade students' model-based explanations about hydrologic cycling. In J. L. Polman et al. (Hrsg.), *Learning and become in practice: The international conference of the learning sciences: Volume 1* (S. 46–53). International Society of the Learning Sciences.
- Gilbert, J. K. & Justi, R. S. (2016). *Modelling-based teaching in science education* (Bd. 9). Springer International Publishing.
- Holyoak, K. J. (2005). Analogy. In K. J. Holyoak & R. G. Morrison (Hrsg.), *Cambridge handbook of thinking and reasoning* (S. 117–142). Cambridge University Press.
- Kehne, F. (2019). *Analyse des Transfers von kontextualisiert erworbenem Wissen im Fach Chemie. Studien zum Physik- und Chemielernen*.
- Krüger, D., Kauertz, A. & Upmeier zu Belzen, A. (2018). Modelle und das Modellieren in den Naturwissenschaften. In D. Krüger, I. Parchmann & H. Schecker (Hrsg.), *Theorien in der naturwissenschaftsdidaktischen Forschung* (Bd. 17, S. 141–157). Springer Berlin Heidelberg.
- Lange, K., Forbes, C., Helm, K. & Hartinger, A. (2014). Forschen heißt auch modellieren! Wie kann Modellieren im Sachunterricht gefördert werden? *Grundschulunterricht Sachunterricht*(4), 17–22.
- Lohrmann, K., Hartinger, A., Schwelle, V. & Hartig, J. (2014). Die Bedeutung der (Un-)Ähnlichkeit von Beispielen für den Aufbau von konzeptuellem Wissen. *Zeitschrift für Grundschulforschung*, 7(2), 60–73.
- Louca, L. T., Zacharia, Z. C. & Constantinou, C. P [Constantinos P.] (2011). In quest of productive modeling-based learning discourse in elementary school science. *Journal of Research in Science Teaching*, 48(8), 919–951.
- National Research Council. (2012). *A framework for K-12 science education*. National Academies Press.
- Nitz, S. & Fechner, S. (2018). Mentale Modelle. In D. Krüger, I. Parchmann & H. Schecker (Hrsg.), *Theorien in der naturwissenschaftsdidaktischen Forschung* (Bd. 10, S. 69–86). Springer Berlin Heidelberg.
- Seidel, T. (2005). Video analysis strategies of the IPN video study - A methodological overview. In T. Seidel, M. Prenzel & M. Kobarg (Hrsg.), *How to run a video study: Technical report of the IPN video study*. Waxmann.
- Seidel, T., Kobarg, M. & Rimmel, R. (2005). Video data processing procedures. In T. Seidel, M. Prenzel & M. Kobarg (Hrsg.), *How to run a video study: Technical report of the IPN video study* (S. 54–69). Waxmann.
- Sins, P. H. M., Savelsbergh, E. R. & Joolingen, W. R. van (2005). The difficult process of scientific modelling: An analysis of novices reasoning during computer-based modelling. *International Journal of Science Education*, 27(14), 1695–1721.
- Upmeier zu Belzen, A., van Driel, J. & Krüger, D. (2019). Introducing a framework for modeling competence. In A. Upmeier zu Belzen, D. Krüger & J. van Driel (Hrsg.), *Models and Modeling in Science Education: volume 12. Towards a competence-based view on models and modeling in science education* (S. 3–19).
- Vosniadou, S. (1994). Capturing and modeling the process of conceptual change. *Learning and Instruction*, 4(1), 45–69.
- Vosniadou, S. (2002). Mental models in conceptual development. In L. Magnani & N. J. Nersessian (Hrsg.), *Model-based reasoning: Science, Technology, Values* (S. 353–368). Springer US.
- Weinert, F. E. (2001). Concept of competence: A conceptual clarification. In D. S. Rychen & L. H. Salganik (Hrsg.), *Defining and selecting key competencies* (S. 45–66). Hogrefe & Huber Publishers.