

Vanessa Lang¹
 Christine Eckert¹
 Christopher W. M. Kay^{1,2}
 Johann-Nikolaus Seibert^{1,3}

¹Universität des Saarlandes
²University College London
³Technische Universität Kaiserslautern

Förderung der Modellbildungskompetenz im Chemieunterricht

Modelle sind für den Chemieunterricht als Prognose- oder Anschauungswerkzeuge unumgänglich (Barke, Harsch, Kröger & Marohn 2018). Bei Schüler*innen zeigen sich allerdings häufig Präkonzepte, die den Bedeutungsumfang von Modellen in den Naturwissenschaften unterschätzen. Der Wechsel zwischen verschiedenen Modellen im Verlauf des schulischen Curriculums ist nur für wenige Schüler*innen nachvollziehbar (Graf, 2002). Diese Abweichungen der Schüler*innenvorstellungen von dem naturwissenschaftlichen Bedeutungsumfang von Modellen bildet den Ausgangspunkt des folgend vorgestellten Dissertationsvorhabens. Das Vorhaben gliedert sich in drei Teile. Im ersten Teil wurde ein Modellierungsprozess für die Chemie entworfen, auf dem die Unterrichtseinheit, welche im zweiten Teil entwickelt wurde, aufbaut. Der letzte Teil reichert die Unterrichtseinheit mit Aspekten der Digitalisierung und des Scaffoldings an.

Unterrichtseinheit zur Förderung der Modellbildungskompetenz in der Chemie

Modellierungsprozesse haben sich bereits in einigen Förderansätzen als hilfreich zur Förderung der Modellbildungskompetenz erwiesen (z.B. Grünkorn, 2014, Caspari, Weber-Peukert & Graulich, 2018). Daher wurde im ersten Teil des Forschungsvorhabens ein Modellierungsprozess für die Chemie (Abb. 1) als Grundlage für die Unterrichtseinheit entwickelt (Abb. 1).

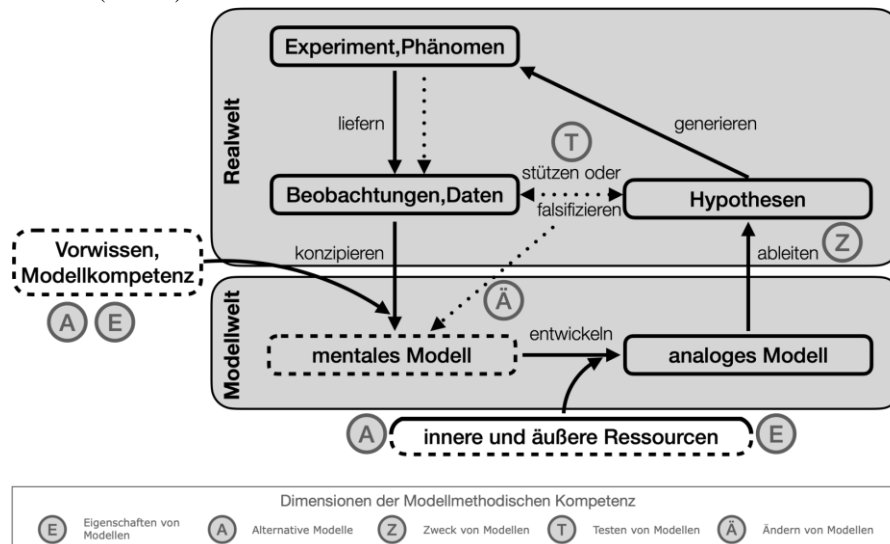


Abb. 1: Modellierungsprozess für die Chemie (Lang, Eckert, Perels, Kay & Seibert, 2020) mit Bezug zur Modellmethodischen Kompetenz

Beschreibung der Unterrichtseinheit

Die Unterrichtseinheit unterteilt sich in eine vorbereitende und eine Haupteinheit. Im Zuge der vorbereitenden Einheit, soll das Vorwissen gesichert und eine erste Auseinandersetzung mit dem Modellierungsprozess durch die Schüler*innen vollzogen werden. Dabei werden die Dimensionen *Eigenschaften von Modellen* (Modelle als idealisierte Repräsentationen von etwas, Stufe II; Upmeier zu Belzen & Krüger, 2010) und *Alternative Modelle* (Verschiedene Fragestellungen ermöglichen unterschiedliche Modelle von etwas, Stufe II, ebd.) an Alltagsbeispielen thematisiert, während die Schüler*innen in einer ersten Modellierungsaufgabe, den Inhalt eines Überraschungseis herauszufinden, ohne dieses zu öffnen (Jesgarz, 2022). In der anschließenden Haupteinheit wird durch die Verbrennung von Streichhölzern im offenen System als experimenteller Zugang gängige Präkonzepte, u.a. das Vernichtungskonzept (Barke, 2006), adressiert und instrumentalisiert, um den Modellierungsprozess in Gang zu setzen. Aus den Beobachtungen des Experiments leiten die Schüler*innen anschließend mit Hilfe ihres Vorwissens einen Erklärungsansatz auf Teilchenebene ab. Dabei wird der Übergang von der makroskopischen zur submikroskopischen Ebene durch die Farbgebung (makroskopisch: orange, submikroskopisch: grün) und Reflexionsfragen (Upmeier zu Belzen & Krüger, 2019) expliziert. Im Anschluss daran leiten die Schüler*innen eine Hypothese, wie es sich mit der Masse bei der Verbrennung von Streichhölzern in einem geschlossenen System verhält, ab. Dieses Experiment wird danach durchgeführt, beobachtet und wieder auf Teilchenebene erklärt. In den hieran anschließenden Reflexionsfragen vergleichen die Schüler*innen die beiden Experimentalaufbauten miteinander, um schließlich zur Erkenntnis zu gelangen, dass bei der Reaktion Kohlenstoffdioxid als Gas entstanden ist, was auch eine Masse hat, aber aufgrund der unterschiedlich beschaffenen Systeme nur im zweiten Experiment gewogen werden konnte. Die Schüler*innen sollen damit ihre Präkonzepte (z.B. Vernichtungskonzept) an wissenschaftliche Vorstellungen angleichen, um das Gesetz der Erhaltung der Masse abzuleiten.

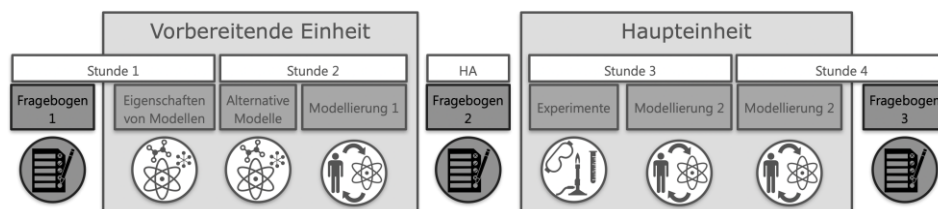


Abb. 2: Unterrichtseinheit entsprechend des Modellierungsprozesses für den Anfangsunterricht im Fach Chemie

Forschungsfragen

- Erhöht der Einsatz eines Reflexionsschemas entsprechend des Modellierungsprozesses in der Chemie die Modellbildungskompetenz (MBK) und das Fachwissen von Schüler*innen?
- Wie viel der Varianz kann in der MBK und dem Fachwissen durch kognitive Variablen (Modellkompetenz, Vorwissen), motivationale Variablen (Fachinteresse, naturwissenschaftliches Fähigkeitsselbstkonzept) und leistungsbezogene Variablen (Schulleistungen in den Naturwissenschaften) aufgeklärt werden?

Methode

In einem quasi-experimentellen 2-Gruppen-Design wurden neben dem Einfluss des eingesetzten Reflexionsschemas (unabhängige Variable=UV) auch motivationale, leistungsbezogene und kognitive Einflüsse (Prädiktorvariablen) auf die Modellbildungskompetenz (MBK) und das Fachwissen (abhängige Variablen= AVs) evaluiert. Die AVs wurden zu drei Messzeitpunkten (prä- inter- post, vgl. Abb. 2) erhoben, während die Abfrage der kognitiven, motivationalen und leistungsbezogenen Variablen nur zum Zeitpunkt 1 (prä) geschah. Die Unterrichtseinheit wurde an einer Realschule in vier achten Klassen erprobt. Nach Bereinigung des Datensatzes ergab sich eine Stichprobengröße von 40 Schüler*innen (30 % männlich/ 60 % weiblich/ 10 % k.A.), die sich ungefähr zu gleichen Teilen auf die Kontroll- und Experimentalgruppe verteilen.

Ergebnisse

In Bezug auf die MBK zeigten sich einige signifikante Zusammenhänge mit ausgewählten Prädiktoren. So korrelierten die MBK zum Zeitpunkt 1 ($r = .376, p < .05$) sowie die Subdimensionen der MBK zum Zeitpunkt 1 ($.31 < r < .41, p < .05$) moderat positiv mit der Entwicklung der MBK von Zeitpunkt 2 zu 3. Bezüglich des Fachwissens konnten keine signifikanten Zusammenhänge gefunden werden. Im Rahmen einer MANOVA mit Messwiederholung konnten außerdem keine signifikanten Interaktionseffekte zwischen der Zeit und der Experimentalbedingung gefunden werden ($F(10, 28) = .934, p = .518$, partielles $\eta^2 = .25$, Wilk's $\Lambda = .75$). Es zeigten sich allerdings Haupteffekte der Zeit für die beiden AVs (Fachwissen und MBK). Bei genauerer Betrachtung konnten signifikant positive Entwicklungen des Fachwissens (AV_1) und der MBK (AV_2) von Zeitpunkt 1 zu 3 sowie von Zeitpunkt 2 zu 3 belegt werden; während sich AV_1 und AV_2 zu den beiden Zeitpunkte 1 und 2 nicht signifikant unterschieden.

Diskussion

Grundsätzlich konnte gezeigt werden, dass sich die Lerneinheit in Anlehnung an den Modellierungsprozess eignet, um das Fachwissen und die MBK zu fördern, da ein Kompetenzzuwachs hin zum dritten Messzeitpunkt belegt werden konnte. Die nahezu identischen Werte zu den Zeitpunkten 1 und 2 legten allerdings nahe, dass der Einfluss der vorbereitenden Einheit überschätzt wurde. Daher wird die vorbereitende Einheit derart verkürzt, dass die Modellierungsaufgabe aus dem ersten Teil entfällt, um in der Haupteinheit mehr Platz zur kognitiven Aktivierung und für weitere Anreicherungen zu schaffen.

Ausblick

Zur stärkeren Strukturierung werden die Arbeitsblätter als interaktive Datei umgesetzt, die ebenso die weiteren Anreicherungen integrieren. In diesem Zusammenhang werden zum einen digitale Modelldarstellungen (UV_1) integriert, um den Schüler*innen bei der analogen Umsetzung ihrer mentalen Modelle einen größeren Spielraum zu ermöglichen, und zum anderen Unterstützungsmaßnahmen (UV_2) umgesetzt. Als Ausprägungen der UV_1 werden zusätzlich statische oder dynamische Modelldarstellungen von den Schüler*innen entwickelt, während bei der UV_2 die Unterstützungsmaßnahmen entweder den Fachwissens- oder den Modellbildungskompetenzerwerb adressieren. Daraus ergibt sich für die anschließende Studie ein 2x2-Design zur Ableitung von Gelingensbedingungen zur Förderung der Modellbildungskompetenz im Chemieunterricht.

Literatur

- Barke, H.-D. (2006). *Chemiedidaktik: Diagnose und Korrektur von Schülervorstellungen*. Springer.
- Barke, H.-D., Harsch, G., Kröger, S., & Marohn, A. (2018). *Chemiedidaktik kompakt*. Springer Berlin Heidelberg. <https://doi.org/10.1007/978-3-662-56492-9>
- Caspari, I., Weber-Peukert, G., & Graulich, N. (2018). Der Einsatz von Modellen zum Erkenntnisgewinn— Eine Unterrichtseinheit zur Förderung der Modellkompetenz im Kontext „Batterie“ unter explizitem Einbezug von Schülervorstellungen. *CHEMKON*, 25(1), 23–34. <https://doi.org/10.1002/ckon.201710313>
- Graf, E. (2002). Modelle im Chemieunterricht. *Naturwissenschaften im Unterricht Chemie*, 13(67), 4–9.
- Grünkorn, J. (2014). *Modellkompetenz im Biologieunterricht -Empirische Analyse von Modellkompetenz bei Schülerinnen und Schülern der Sekundarstufe I mit Aufgaben im offenen Antwortformat* [Freien Universität Berlin]. <https://d-nb.info/1056908270/34>
- Jesgarz, M. (2022). Warum gibt es unterschiedliche Atommodelle? *Naturwissenschaften im Unterricht Chemie*, 189, 43–47.
- Lang, V., Eckert, C., Perels, F., Kay, C. W. M., & Seibert, J. (2021). A Novel Modelling Process in Chemistry: Merging Biological and Mathematical Perspectives to Develop Modelling Competences. *Education Sciences*, 11(10). <https://doi.org/10.3390/educsci11100611>
- Upmeier zu Belzen, A., & Krüger, D. (2010). Modellkompetenz im Biologieunterricht. *Zeitschrift für Didaktik der Naturwissenschaften*, 16, 41–57.
- Upmeier zu Belzen, A., & Krüger, D. (2019). Ein Fall für Erkenntnisgewinnung- Biologische Beiträge zu einem Verständnis naturwissenschaftlichen Modellierens. *Naturwissenschaften im Unterricht Chemie*, 30(171), 38–41.