

Liz Keiner¹
Nicole Graulich¹

¹Justus-Liebig-Universität Gießen

Beyond the Beaker: Evaluation eines Reflexionsbogen für das Organisch-Chemische Praktikum

Einleitung und theoretischer Hintergrund

Eine zentrale Kompetenz laborpraktischer Arbeit in der Organischen Chemie ist es, chemische Phänomene, wie beispielsweise einen Farbumschlag, erklären zu können. Einer der bekanntesten Ansätze zum Erklären chemischer Phänomene ist das Johnstone Dreieck, welches die makroskopische, submikroskopische und symbolische Repräsentationsebene umfasst (Johnstone, 1982). Taber (2013) hat das klassische Johnstone Dreieck abgewandelt und die symbolische Ebene über die makroskopische und submikroskopische Ebene platziert, weil chemische Phänomene sowohl makroskopisch als auch submikroskopisch ausgedrückt werden können. Diesen Ansatz verwenden wir in unseren Forschungsarbeiten ebenfalls.

Eine weitere Möglichkeit, um chemische Phänomene zu erklären, ist das Mechanistische Denken (Russ, Coffey, Hammer, & Hutchison, 2008). Es beinhaltet das Aktivieren von verschiedenen Komponenten: den Entitäten, den Eigenschaften, den Aktivitäten und der Organisation.

Um ein chemisches Phänomen vollständig erklären zu können, ist es von großer Bedeutung, zwischen den einzelnen Repräsentationsebenen, sowie den mechanistischen Komponenten wechseln zu können. Deshalb haben wir diese beiden Ansätze miteinander kombiniert und betrachten die mechanistischen Komponenten auf den verschiedenen Repräsentationsebenen (Keiner & Graulich, 2020, a). Aus der Literatur ist bekannt, dass Lernende häufig Schwierigkeiten haben die einzelnen Repräsentationsebenen zu verstehen sowie makroskopische Beobachtungen mit submikroskopischen Fachkonzepten zu verknüpfen (Gilbert & Treagust, 2009).

Zielsetzung

Übergeordnetes Ziel dieses Projektes ist es die zentrale Kompetenz, makroskopische Beobachtungen mit submikroskopischen Fachkonzepten während laborpraktischer Arbeit zu verknüpfen, zu fördern. Dazu wurden in einer ersten Studie die Übergänge zwischen der makroskopischen und submikroskopischen Repräsentationsebene von Studierenden beim Erklären chemischer Phänomene charakterisiert (Keiner & Graulich, 2020, a). Basierend auf diesen Daten, sowie den theoretischen Überlegungen des „Scaffoldings“ (Wood, Brunder & Ross, 1976), wurde ein Reflexionsbogen entwickelt. Dieser dient den Studierenden als eine angeleitete Unterstützung für jeden einzelnen Syntheseschritt und hilft ihnen die Repräsentationsebenen gezielt miteinander zu verknüpfen. In der hier vorgestellten Studie liegt der Fokus auf der Analyse der Erklärungsansätze der Studierenden, die sie vor und nach dem Verwenden des Reflexionsbogens zeigen.

Studiendesign

Um den Einfluss des Reflexionsbogens bei Studierenden im Organisch-Chemischen Praktikum zu untersuchen, wurde eine qualitative Interviewstudie mit 22 Studierenden begleitet von einem pre- und einem post-Interview durchgeführt. Im pre-Interview mussten die Studierenden eine Synthese beschreiben und ihre Beobachtungen auf der submikroskopischen

Ebene erläutern, welche sie ohne den Reflexionsbogen bearbeitet haben, im post-Interview eine Synthese nach Bearbeitung des Reflexionsbogens.

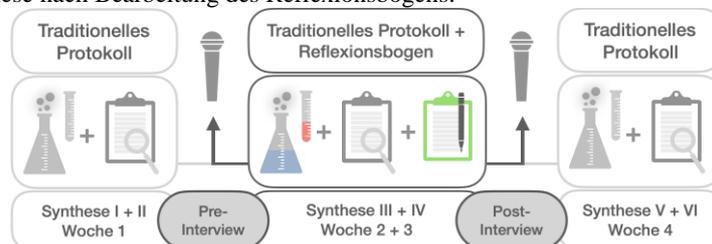


Abb. 1: Studiendesign. Aus: eingereichtes Manuskript: Keiner & Graulich (2020, b).

Datenanalyse und Ergebnisse

Die Datenanalyse gliedert sich zum einen in die Auswertung der Reflexionsbögen und zum anderen in die Auswertung der qualitativen Interviews. Letztere wurden transkribiert und mittels MAXQDA kategorisiert.

In einem ersten Schritt wurden die Interview Transkripte anhand der mechanistischen Komponenten auf der makroskopischen und submikroskopischen Ebene kodiert. Es wurde deutlich, dass Studierende am häufigsten die Komponente der Entität verwenden. Das geht damit einhergehend, dass das Nennen einer Eigenschaft, Organisation oder Aktivität meistens mit dem Nennen einer Entität verbunden ist. Allgemein sind die Verwendungen der mechanistischen Komponenten vom pre- zum post-Interview ähnlich verteilt, jedoch können wir vom pre- zum post-Interview einen signifikanten Anstieg ($p < 0.05$; Cohen's $d = 0.812$) der submikroskopischen Aktivität beobachten. Nach der Arbeit mit dem Reflexionsbogen ändern Studierende ihre Erklärungsansätze teils von einer statischen zu einer dynamischen Perspektive und denken mehr über die zugrunde liegenden Prozesse der Reaktionen nach.

In einem zweiten Schritt wurden die Transkripte in thematische Sinnabschnitte eingeteilt (z. B. das Beschreiben einer Phasentrennung) und jeder Sinnabschnitt wurde in Bezug auf den Wechsel zwischen den Repräsentationsebenen charakterisiert. Aus den Interview Daten haben sich induktiv drei Erklärungsansätze ergeben, welche im Folgenden dargestellt sind.

Das Zitat von Carol verdeutlicht Erklärungsansatz I. Studierende benutzen überwiegend makroskopische Komponenten und wechseln trotz Aufforderung nicht zwischen den Repräsentationsebenen. Carol wird aufgefordert den Löseprozess auf der Teilchenebene zu erklären, bleibt aber mit seiner Erklärung auf der makroskopischen Ebene:

Carol: *Chloroctan war flüssig, es war farblos. Natriumacetat war ein Feststoff und Methyltriammoniumchlorid war ebenfalls ein Feststoff sofern ich mich erinnere.*

I: *Kannst du dich erinnern ob sich das gelöst hat? Was passiert bei einem solchen Löseprozess auf der Teilchenebene?*

Carol: *Es hat sich nicht gelöst. Es war sehr klumpig. Deshalb musste ich auch so viel rühren, erst wenn die Temperatur ansteigt, dann wird es...nicht wirklich flüssig, aber es mischte sich besser.*

Beim zweiten Erklärungsansatz nutzen Studierende makroskopische und submikroskopische Komponenten in ihren Erklärungen und wechseln die Repräsentationsebene nach einer Aufforderung. Im folgenden Beispiel spricht Gabriel über Aggregatzustände. Nach einer Aufforderung, das Verhalten der Stoffe auf der Teilchenebene zu erklären, wechselt er auf die submikroskopische Ebene und beschreibt die räumliche Anordnung der Teilchen.

Gabriel: *„Natriumbromid war ein Feststoff, der Rest war flüssig“.*

I: *„Okay, wir verhalten sich denn Flüssigkeiten im Vergleich zu Feststoffen, wenn du dir die Teilchenebene anschaust?“*

Gabriel: *„Ehm...in Flüssigkeiten sind die Teilchen distanzierter bzw. weiter auseinander. Bei Feststoffen sind die intramolekularen Kräfte stärker zum Beispiel die Kräfte zwischen den einzelnen Teilchen sind stärker und daher sind die Teilchen enger beieinander“.*

Beim dritten Erklärungsansatz findet ein Wechsel zwischen den Repräsentationsebenen ohne eine Aufforderung statt. Darly erklärt eigenständig, warum zwei Phasen entstanden sind und beschreibt unter anderem die Verteilung der Polarität über das Molekül.

I: „Du hast mir gesagt, dass du zwei Phasen beobachten konntest“.

Darly: „Ja ich habe zwei Phasen beobachtet, weil Wasser hat zwei Sauerstoff Atome. Die Polarität ist dadurch über das gesamte Molekül verteilt. Die Sauerstoffe bilden die negative Ladung und die Wasserstoffatome die positive Ladung. Der Alkohol hat abseits des Sauerstoffs und Wasserstoffatome ein sperriges Gitter aus C-Atomen und H-Atomen welches nicht polar ist, weil die C-Atome haben die gleiche Elektronegativität und der Unterschied zwischen C-Atomen und H-Atomen ist nicht groß verglichen zu dem Unterschied zwischen Sauerstoff und Wasserstoff. Deshalb ist 2-Propanol löslich in der organischen Phase“.

In einem dritten Schritt der Analyse wurde die Nutzung der Reflexionsbögen der Studierenden anhand eines entwickelten Punkteschemas bewertet und kategorisiert. Auf Grundlage dieser Analyse wurden die Studierenden anschließend in drei Gruppen eingeteilt: *vollständig*, *partiell* und *unvollständig* bearbeitet. Ziel dieser Gruppierung war zu analysieren, wie sich die jeweiligen Gruppen in ihren Erklärungsansätzen unterscheiden, je nach Nutzung der Reflexionsbogen. Es wird deutlich, dass die Studierenden, die den Reflexionsbogen *vollständig* ausgefüllt haben, im post-Interview signifikant mehr Erklärungsansatz III verwenden. Sie wechseln häufiger, ohne eine Aufforderung, von der makroskopischen Ebene auf die submikroskopischen Ebene.

Fazit und Ausblick

Unsere Studie hat gezeigt, dass durch gezielte Reflexionsanlässe Erklärungsansätze von Studierenden beeinflusst bzw. verändert werden können. Eine aktive und angeleitete Reflexion der einzelnen Syntheseschritte im Organisch-Chemischen Praktikum wirkt sich positiv auf die Erklärungsansätze der Studierenden aus. Für Studierende muss weiterhin das Bewusstsein der Koexistenz und die Rolle der beiden Repräsentationsebenen verdeutlicht werden.

Weitere statistische Untersuchungen mit Hilfe von größeren Stichproben wären notwendig, um die Wirkung eines solchen Reflexionsbogens zu untermauern. Außerdem wären die Auswirkungen eines nach und nach „ausschleichenden“ Reflexionsbogens auf die Erklärungsansätze der Studierenden zu untersuchen um zu schauen, ob die Studierenden nach dem Ausschleichen eines solchen Reflexionsbogens zu ihren alten Erklärungsmustern zurückkehren oder ob sie die neuen Ansätze adaptieren.

Literatur

- Gilbert J. K. and Treagust D. F., (2009), in Multiple representations in chemical education, Dordrecht: Springer, pp. 1-8.
- Johnstone A. H., (1982), Macro- and microchemistry, School Science Review, 64, 377-379.
- Keiner L. and Graulich N., (2020), a. Transitions between representational levels: Characterization of organic chemistry students' mechanistic features when reasoning about laboratory work-up procedures, Chemistry Education Research Practice, 21, 469-482.
- Keiner, L., & Graulich, N. (2020), b. Beyond the beaker: Students' use of a scaffold to connect observations with the particle level in the organic chemistry laboratory. Chemistry Education Research and Practice, eingereichtes Manuskript
- Russ R. S., Coffey J. E., Hammer D. and Hutchison P., (2008), Making Classroom Assessment More Accountable to Scientific Reasoning: A Case for Attending to Mechanistic Thinking, Journal of Science Education, 93, 875-891.
- Taber K. S., (2013), Revisiting the chemistry triplet: drawing upon the nature of chemical knowledge and the psychology of learning to inform chemistry education, Chemistry Education Research Practice, 14, 156-168.
- Wood D., Bruner J. S. and Ross G., (1976), The role of tutoring in problem solving, Journal of child psychology and psychiatry, 17, 89-100.