

Experimentierprozesse im Chemieunterricht
Lehrervorstellungen zum Einsatz von Experimenten im Chemieunterricht
– Analyse von Unterrichtsplanungen

Im Chemieunterricht kann das Experiment aus fachdidaktischer Sicht unterschiedliche Funktionen einnehmen. Als eine der wichtigsten Funktionen sei hier neben dem Erwerb manueller Fähigkeiten vor allem die empirische Erkenntnisgewinnung durch das theorie- und hypothesengeleitete Experimentieren zu nennen. Diese spezifische Methode zur Gewinnung naturwissenschaftlicher Erkenntnisse stellt zudem ein explizites Bildungsziel dar, die in ihren Grundzügen durch die Standards im Kompetenzbereich Erkenntnisgewinnung für das Fach Chemie beschrieben wird. Charakteristische Phasen der Erkenntnisgewinnung mit ihren Denk- und Arbeitsschritten können durch die folgenden Schritte beschrieben werden: Induktionsbasis; Frage an die Natur; Formulierung von Hypothesen; Planung der Untersuchung; Durchführung der Untersuchung; Auswertung, Absicherung, Darstellen & Kommunizieren der Ergebnisse; Überprüfung der Hypothese anhand der Ergebnisse; Verallgemeinerung. Dabei muss dieser Prozess nicht immer vollständig durchlaufen werden (z. B. Auslassen von Teilprozessen oder Änderungen der Reihenfolge) (Krüger & Gropengießer, 2006). Das hypothesengeleitete Experimentieren als eine Möglichkeit, in den Naturwissenschaften Erkenntnisse zu gewinnen, stellt hohe Anforderungen sowohl an die Lernenden als auch an die Lehrpersonen. Die Ansteuerung dieses Lehr- und Lernziels findet man in diversen didaktischen Unterrichtsverfahren und -konzeptionen wieder. Hier seien insbesondere das forschend-entwickelnde Unterrichtsverfahren, das historisch-problemorientierte Unterrichtsverfahren, sowie ChiK genannt. Diese didaktischen Konzeptionen schlagen vor, die Erarbeitung chemischer Inhalte u. a. mit Hilfe von Experimenten im Sinne der experimentellen Methode anzustreben und somit den Unterricht problemorientiert zu gestalten.

Die Ergebnisse empirischer Studien zeigen jedoch andere Trends. Als angestrebte Lernziele beim Einsatz von Experimenten auf Seiten der Lehrpersonen konnten durch Welzel et al. (1998) Kategorien herausgelöst werden (z. B. Verbindung von Theorie und Praxis, Erwerb experimenteller Fähigkeiten, Kennenlernen von Methoden des wissenschaftlichen Denkens, motivationale Aspekte). Jedoch konnten insbesondere die Methoden des wissenschaftlichen Denkens auf unterrichtlicher Ebene nicht beobachtet werden, die Stunden verbleiben häufig auf der Ebene eines mechanischen Abarbeitens von Versuchsvorschriften unter Vernachlässigung des naturwissenschaftlichen Denkens und der Einbettung in den Erkenntnisweg (Tesch & Duit, 2004; Prenzel & Parchmann, 2003). Dadurch werden den Schülern die Prozesse, WIE Erkenntnisse gewonnen werden, nicht deutlich, was sich auch in Vergleichsstudien wie PISA und TIMMS oder in Studien zur Analyse von Schülervorstellungen widerspiegelt.

Hier zeigt sich, dass die Schüler dem Experimentieren keine Funktion zur Ursachenklärung zuschreiben, sondern die experimentelle Tätigkeit vielmehr als nicht zielgerichtete Handlung verstehen, die durchgeführt wird um Entdeckungen zu machen oder etwas auszuprobieren (Carey et al., 1989; Meyer & Carlisle, 1996). Hammann (2004) sowie de Jong & van Woulingen (1998) identifizierten zusätzlich spezifische Fehlerquellen von Schülern beim Experimentieren, z. B. Schwierigkeiten beim Aufstellen und Testen von Hypothesen. Überwiegend entstehen diese Vorstellungen durch Vermittlungsprozesse im Unterricht (Barke, 2006). Das Ziel, den Schülern den experimentellen Weg zur Erkenntnis erfahrbar und transparent zu machen, wird nur unzureichend erreicht. Unklar bleibt oft, welches Ziel

mit dem experimentellen Vorgehen verfolgt wird und welche logische Verknüpfung zwischen den einzelnen Phasen des Erkenntnisweges bestehen. Doch wie lässt sich der Unterricht diesbezüglich verbessern?

Um dieser Frage nachzugehen, wird im Rahmen des Promotionsprogramms ProfaS (*Prozesse fachdidaktischer Strukturierung*) in der Chemiedidaktik aus qualitativer Forschungsperspektive untersucht, wie Lehrkräfte ihren experimentellen Unterricht strukturieren, welche Überlegungen und Entscheidungen sie leiten und wie sie ihre Entscheidungen begründen. Im Vordergrund steht keine Defizitanalyse, sondern das Ziel, Planungsschwerpunkte und Beweggründe differenziert zu beschreiben. Der Planungsprozess von Unterrichtsstunden wird neben dem professionellen Wissen der Lehrkräfte insbesondere durch Erfahrungen aus der Praxis und persönliche Einstellungen bestimmt (van Driel et al., 2001). Die Summe dieser Einflüsse wird im Rahmen dieser Forschungsarbeit als Lehrervorstellungen beschrieben. Die identifizierten Lehrervorstellungen zur Unterrichtsstrukturierung sollen im Sinne der didaktischen Rekonstruktion für die Lehrerbildung als Ansatz für die Entwicklung von Maßnahmen in der Lehreraus- und -weiterbildung dienen (Komorek et al., 2013).

Design und Methodik der Studie

In einer qualitativen, explorativen Studie haben 15 Lehrkräfte eine Chemie(doppel)stunde geplant und ihre Unterrichtsplanung als Handlungsdrehbuch festgehalten. In einem anschließenden Interview fungierten diese Planungen als Stimulus - angelehnt an die Methode des Stimulated Recalls. Ihre Auswertung erfolgte mit der inhaltsanalytischen Zusammenfassung und der Konzeptualisierung der Begründungsansätze der Qualitativen Inhaltsanalyse, die Planungen wurden in einer theoriebasierten Analyse der Unterrichtsstruktur ausgewertet (Mayring, 2002).

Ergebnisse

Bei der theoriegeleiteten, strukturierenden Inhaltsanalyse der Unterrichtsverläufe konnten unterschiedliche Schwerpunkte bei der strukturellen Einbettung des Experiments festgestellt werden. Insbesondere die Identifizierung des didaktischen Zwischenschritts einer „experimentell prüfbareren Folgeaussage“, um die Verknüpfung zwischen aufgestellten Hypothesen und einem zu planenden Experiment zu verdeutlichen, ist hierbei herauszustellen (Mowka & Michaelis, 2014, vgl. dazu auch Kizil & Kattmann, 2014). Bei der Auswertung der Interviewdaten konnte ein ausgeprägtes Wissen über Methoden zur Gewinnung von Erkenntnissen in den Naturwissenschaften und hinsichtlich der Beschreibung des Kompetenzbereichs Erkenntnisgewinnung festgestellt werden. Gleichzeitig prägen diese Wissensbestände die jeweiligen Unterrichtsplanungen jedoch nur in wenigen Fällen. Auffällig waren an dieser Stelle vor allem Aussagen wie, die Integration hypothesengeleiteten Experimentierens stünde dem Erreichen der curricular geforderten fachlich-inhaltlichen Ziele entgegen, die bei vielen Lehrkräften im Vordergrund der Planung standen. Begründet wurde dies damit, dass ein gleichschrittiges Lernen für alle Schüler wichtig und nur möglich sei, wenn Experimente nach Versuchsvorschrift arbeitsgleich durchgeführt und die erzielten Effekte anschließend im Unterrichtsgespräch fachlich geklärt würden. Ein Vorgehen, zur Erreichung der angestrebten, inhaltlichen Ziele unter Zulassen von Schülerideen in Form von Hypothesengenerierung und Planung von Experimenten zur Überprüfung von Vermutungen, bewerteten die Lehrkräfte überwiegend skeptisch und argumentieren oft mit Bezug auf zeitlich begrenzte Ressourcen im Unterricht. Außerdem konnte ein Bedarf an Konzepten bzw. Hilfen zur Prüfung der Passung verschiedener Phasen zueinander festgestellt werden. Dies beruht vor allem auf Planungsdivergenzen in der Passung zwischen Fragen oder auch zu überprüfenden Hypothesen und dem gewählten Experiment. Jedoch werden diese in vielen Fällen nicht wahrgenommen.

Nutzung der Ergebnisse

Die Ergebnisse der Studie werden wie beschrieben zur Adaption didaktisch-konzeptioneller Planungshilfen zum Einsatz in der Lehreraus- und Fortbildung genutzt, um sowohl die Planung des Prozesses zu erleichtern als auch das Verständnis der Schüler im hypothesengeleiteten Experimentierprozess zu unterstützen. Dazu wurden u. a. Reflexionsfragen für den unterrichtlichen Planungsprozess entwickelt, die beispielweise die Passung zwischen Fragen und Experiment oder Passung zwischen den aufgestellten Hypothesen und den möglichen experimentellen Beobachtungen fokussieren. Um den Problembereichen der Zielgerichtetheit und der zeitlichen Rahmenbedingungen zu begegnen, werden identifizierte Strukturierungsansätze anderer Lehrkräfte aus dem Sample genutzt, die als didaktisch-methodische Variationen zur Planungshilfe dienen. Bspw. sei hier der didaktische Zwischenschritt der „Experimentell überprüfbar Folgeaussage“ genannt, der unterrichtspraktisches Potenzial für das Schülerverständnis des hypothesengeleiteten Experimentierprozesses bietet, jedoch in fachdidaktischen Verfahrensdarstellungen kaum zu finden ist. Bei der Entwicklung von Fortbildungskonzepten wird eine Differenzierung nach lehrerspezifischen Vorstellungen zur Unterrichtsstrukturierung zugrunde gelegt, um den unterschiedlichen Bedarfen wie auch Bereitschaften der Lehrkräfte Rechnung zu tragen. Schwerpunkt ist dabei, Anregungen zu geben, wie die Schritte der Erkenntnisgewinnung in Kombination mit bereits bewährten Experimenten aus dem regulären Unterricht schülerorientiert angesteuert werden können.

Literatur

- Barke, H. (2006). *Chemiedidaktik. Diagnose und Korrektur von Schülervorstellungen*. Berlin Heidelberg: Springer-Verlag.
- Carey, S., Evans, R., Honda, M., Jay, E., Unger, C. (1989). „An Experiment is When You Try It and See If It Works‘: a Study of Grade 7 Student’s Understanding of the Construction of Scientific Knowledge. *International Journal of Science Education*, 11 (special issue), 514-529.
- De Jong, T. & van Joolingen, W. (1998). Scientific discovery learning with computer simulations of conceptual domains. *Review of educational research* 68 (2), S.179-201.
- Hammann, M. (2004). Kompetenzentwicklungsmodelle. Merkmale und ihre Bedeutung – dargestellt anhand von Kompetenzen beim Experimentieren. *MNU*, 57/4, 196 - 203.
- Kizil, A. & Kattmann, U. (2014): Über den Effekt zur Erkenntnis. Eine empirische Untersuchung zum Experimentieren. *Der mathematische und naturwissenschaftliche Unterricht*, 67/5, 307-312.
- Krüger, D. & Gropengiesser, H. (2006) *Hau(p)tsache Atmung - Beim Experimentieren wissenschaftlich denken lernen*. *MNU* 59/3, 169-176.
- Komorek, M.; Fischer, A.; Moschner, B. (2013). *Fachdidaktische Strukturierung als Grundlage für Unterrichtsdesigns*. In: M. Komorek, S. Prediger (Hrsg.). *Der lange Weg zum Unterrichtsdesign: zur Begründung und Umsetzung fachdidaktischer Forschungs- & Entwicklungsprogramme*. Münster 2013, S. 43-62.
- Mayring, P. (2002). *Einführung in die qualitative Sozialforschung: Eine Anleitung zum qualitativen Denken*. Weinheim: Beltz Studium.
- Meyer, K.; Carlisle, R. (2007). Children as experimenters. In: *International Journal of Science Education* 18 (2), S. 231–248.
- Mowka, M.-A. & Michaelis, J. (2014). *Planungshandeln von Lehrkräften zur Ansteuerung der Erkenntnisgewinnung*. In: S. Bernholt (Hrsg.). *Naturwissenschaftliche Bildung zwischen Science- und Fachunterricht. Tagungsband zur Jahrestagung der GDGP in München 2013*. Münster: LIT-Verlag.
- Prenzel, M.; Parchmann, I. (2003). *Kompetenz entwickeln. Vom naturwissenschaftlichen Arbeiten zum naturwissenschaftlichen Denken*. In: *Unterricht Chemie* 14 (76/77), S. 15–17.
- Tesch, M.; Duit, R. (2004). *Experimentieren im Physikunterricht Ergebnisse einer Videostudie*. *ZfDN*. Jg. 10, S. 51-69.
- Welzel, et al. (1998). *Ziele die Lehrende mit dem experimentellen Arbeiten in der naturwissenschaftlichen Ausbildung verbinden – Ergebnisse einer europäischen Umfrage*. *ZfDN*, Jg. 4, S. 29-44.
- Van Driel, J.; Beijaard, D. & Verloop, N. (2001). *Professional Development and Reform in Science Education: The Role of Teachers’ Practical Knowledge*. *Journal of Research in Science Teaching*, 38 (2), 137-158.