

Chemie und Chemiedidaktik - Zusammenarbeit in der Fachausbildung

Die vorgestellte Studie¹ befasst sich mit dem Einfluss von Lehrverbesserungen auf Studierende in einem Modul der Organischen Chemie.

Das Modul „Organische Chemie I“, ein Einführungsmodul im dritten Semester, stellt eine der größten Herausforderungen für Studierende der Chemie an der Leibniz Universität Hannover dar. Dies lässt sich sowohl an hohen Durchfallraten der Modulabschlussklausur (60% und höher) als auch der Bewertung des fachlichen Anforderungsniveaus durch die Studierenden als (sehr) hoch erkennen (DZHW, 2014). Insbesondere Lehramtsstudierende bemängeln weiterhin eine nur unzureichende Verknüpfung der Lehrinhalte mit dem späteren Lehrerberuf. Eine klassische Vorlesung (über 300 Teilnehmende verschiedener Studiengänge), eine Übung sowie ein Tutorium standen den Studierenden bisher als Lernangebote zur Verfügung. Die beschriebenen Daten zeigen jedoch, dass es diese Angebote die Studierenden nicht hinreichend bei ihrem Lernen bzw. Verstehen der Organischen Chemie unterstützen. Um diesen Problemen zu begegnen, wurde, in enger Zusammenarbeit zwischen Fachwissenschaft und Fachdidaktik, das Modul „Organische Chemie I“ überarbeitet. Dabei standen die adressaten-gerechte Vermittlung organisch chemischer Fachinhalte sowie die Identifikation und Explikation von Kernideen und basalen Konzepten der organischen Chemie im Mittelpunkt. In einem diskursiven Prozess mit dem Dozenten der Vorlesung wurden die bisherigen Vermittlungsansätze des Moduls analysiert und zentrale Vermittlungsinhalte bestimmt. Diese Schritte resultierten in der Implementation eines neuen Lehrformats, dem *flipped classroom*.

Theoretischer Hintergrund.

Der *flipped classroom* beschreibt ein aufstrebendes und populäres Lehrformat in der universitären Lehre (Lage, Platt, & Treglia, 2000; Warter-Perez & Dong, 2012). Auch der Einsatz im Bereich der chemischen Ausbildung wurden in diversen Aufsätzen beschrieben (Robert, Lewis, Oueini, & Mapugay, 2016; Ryan & Reid, 2016; Weaver & Sturtevant, 2015). Im *flipped classroom* werden der Ablauf und die Aktivitäten einer klassischen Vorlesung umgedreht. Den Studierenden werden in unserem Fall vor Vorlesung und Übung die relevanten Lerninhalte über eine Lernplattform zur Verfügung gestellt. Dort finden die Studierenden Texte, Dokumente, Video-Aufzeichnungen vergangener Vorlesungen zu den anstehenden Themen sowie Aufgaben zur Überprüfung des eigenen Lernstands. Anschließend besuchen die Studierenden die Übung, in welcher ihnen weitere Aufgaben zur eigenen Bearbeitung vorgestellt werden und Verständnisschwierigkeiten durch hilfreiche Impulssetzungen behoben werden. Diese Maßnahmen ermöglichen es, die gewonnene Zeit für neue Aktivitäten zu nutzen, welche ein tieferes Verständnis ermöglichen (Jarvis, Halvorson, Sadeque, & Johnston, 2014). Mögliche Aktivitäten sind die Diskussion komplexer Konzepte oder die gemeinsame Bearbeitung weiterführender Aufgaben. Das Format ermöglicht dem Dozenten, den Lernfortschritt der Studierenden aktiv zu beobachten und auftretende Lernervorstellungen direkt anzusprechen (Jarvis et al., 2014). Weiterhin

¹ Die Studie wird im Rahmen des Projektes „Theoria cum praxi. Förderung von Reflektierter Handlungsfähigkeit als Leibniz-Prinzip der Lehrerbildung“ durchgeführt. Das Projekt wird durch Mittel des Bundesministeriums für Bildung und Forschung im Zuge der gemeinsamen „Qualitätsoffensive Lehrerbildung“ von Bund und Ländern gefördert.

kann die verbesserte Kommunikation und Explikation den Studierenden dabei helfen, essentielle Gedankenschritte nachzuvollziehen, ihr Verständnis zu fördern und Expertenstrategien, z.B. Lern- und Lösungsstrategien, kennenzulernen.

Im Hinblick auf den Einfluss den ein *flipped classroom* auf Studierende hat, ist bisher wenig berichtet worden. Für den allgemeinen Einsatz des *flipped classrooms* im universitären Kontext konnte gezeigt werden, dass das Format den *cognitive load* der Studierenden während der Präsenzveranstaltung reduziert (Seery & Donnelly, 2012; Sirhan, Gray, Johnstone, & Reid, 1999). Bezogen auf Lehrveranstaltungen der Organischen Chemie, zeigten Studien eine Reduktion der Abbruchraten sowie verbesserte Ergebnisse bei den Studierenden (Flynn, 2014; Mooring, Mitchell, & Burrows, 2016). Auch wenn diese Ergebnisse jedoch nicht direkt auf den Einsatz des *flipped classroom* zurückgeführt werden, legten sie zumindest eine Korrelation nahe (Flynn, 2014). Die Literatur zeigt somit, dass ein umfassender Blick auf die Einflüsse des *flipped classrooms* auf die Studierenden in universitären Veranstaltungen und insbesondere in Vorlesungen der Organischen Chemie noch aussteht. Diesem Desiderat geht die hier vorgestellte Studie nach.

Forschungsfrage.

Begleitend zur Lehrveranstaltung im Wintersemester 2016/17 wurde die Datenaufnahme unter folgender Fragestellung durchgeführt:

In welcher Weise wirken sich die in die „Organische Chemie I“ Vorlesung implementierten Interventionen auf die Studierenden aus?

Es soll somit ein ganzheitlicher Blick auf die Wahrnehmung und Entwicklung der Studierenden über das Semester gelegt werden, ein Feld, das, bezogen auf Lehrveranstaltungen der Chemie, bisher wenig betrachtet wurde. Ausgehend von der bestehenden Datenlage wurden drei Vorhersagen zur Fokussierung der Datenaufnahme definiert: 1) Die Studierenden erkennen und bewerten die eingeführten Implementationen. 2) Die Studierenden ändern ihr Lernverhalten über den Verlauf der Vorlesung. 3) Die Studierenden ändern ihre Sichtweise auf die Organische Chemie über den Verlauf der Vorlesung.

Studiendesign.

Die Studie wurde während des laufenden Vorlesungsbetriebs durchgeführt, einem Szenario, das wenig bis keine Kontrolle über beeinflussende Variablen zuließ. Daher wurde die *case study research* Methode nach Yin (2003) gewählt. Sie zeichnet sich insbesondere durch ihren Umgang mit einer Vielzahl unkontrollierbarer Variablen aus. Weiterhin wird es möglichst, die gesamte Vorlesung „Organische Chemie I“ als einen Fall zu betrachten und sämtliche Einflüsse auf die Studierenden durch eine breite Datenaufnahme zu erfassen. Eine Vergleichbarkeit des neuen Formats mit der klassischen Vorlesung konnte durch einen verzögerten Einsatz des neuen Formats erzielt werden (siehe Abb. 1).

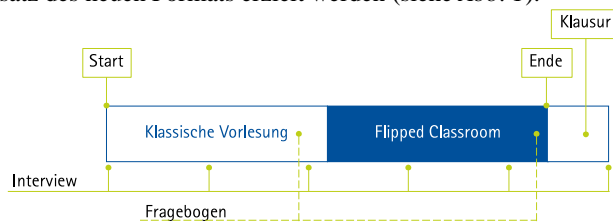


Abb. 1: Ablauf der Vorlesung „Organische Chemie I“ im Wintersemester 2016/17 mit Zeitpunkten der Datenaufnahme.

Hierdurch lernten die Studierenden zunächst die klassische Vorlesung kennen und konnten anschließend vergleichend zum *flipped classroom* Stellung nehmen. Eine umfassende

Datenaufnahme bei allen teilnehmenden Studierenden wurde durch den Einsatz von Fragebögen nach der Hälfte und am Ende der Vorlesungszeit erreicht. Der Fokus lag hierbei auf den Erfahrungen mit der zuvor erlebten Vorlesung, dem Format und der Bewertung vorhandener Lernangebote (4-stufige Likert-Skalen). Um einen detaillierten Einblick in die Reaktionen und Erfahrungen der Studierenden zu erhalten, wurden zusätzlich 12 Studierende (7 weiblich, 5 männlich) zu sechs Zeitpunkten leitfadengestützt befragt (siehe *Abb. 1*). Die Studierenden wurden als repräsentativer Längsschnitt der Hörschaft, bezogen auf Fachsemester, Studiengang und Erfahrung mit Organischer Chemie, gewählt. Die generierten Audio- und Video-Materialien wurden transkribiert und anschließend im Hinblick auf die zuvor aufgestellten Vorhersagen analysiert.

Erste Ergebnisse.

Zum jetzigen Zeitpunkt liegt eine umfassende Auswertung der Daten noch nicht vor. Erste Ergebnisse zeigen jedoch, dass im Hinblick auf Vorhersage 1) die eingeführten Implementationen von den Studierenden erkannt und positiv aufgenommen werden (9 von 10 Befragten). Die über ILIAS zur Verfügung gestellten Lernangebote wurden ebenfalls als hilfreich für das Verständnis ($M = 3,1$; $SD = 0,7$) und die Klausurvorbereitung bewertet ($M = 2,9$; $SD = 0,7$). Als wertvollstes Angebot wurde sowohl in den Interviews als auch in den Fragebögen die Übung benannt ($M = 3,6$). In Bezug auf die Vorlesung, zeigte die Bewertung der Studierenden keine signifikante Änderung ($M = 3$). Im Hinblick auf Vorhersage 2) stand am Anfang der Vorlesungszeit für fast alle Interviewteilnehmer das „Verstehen der Organischen Chemie“ als Ziel für die Vorlesung fest (7 von 12). Ausgehend von dieser Aussage, sollten die Studierenden somit elaborierte Lernstrategien (Elaborationsstrategien) zeigen, die sie diesem Ziel näherbringen (vgl. Wild & Schiefele, 1994). Hierzu gehört z.B. das Formulieren neuer Informationen in eigenen Worten oder die Bildung von Analogien zu bereits bekannten Zusammenhängen. Die im Interview befragten Studierenden zeigten jedoch auch nach dem *flipped classroom* hauptsächlich repetitive Lernstrategien, die durch Karteikarten, Lernzettel, etc. gestützt wurden (7 von 10). Weiterhin ist die Nutzung von Altklausuren mit Abstand das am meisten genutzte Medium zur Vorbereitung auf die Klausur (8 von 10 bzw. $M = 3,5$; $SD = 0,8$). Die Veränderung der Sichtweise der Studierenden auf die Organische Chemie (Vorhersage 3) war noch nicht Teil der durchgeführten Auswertung. Aus den während der Interviews gesammelten Erfahrungen kann jedoch berichtet werden, dass für die Studierenden der Reaktionsmechanismus nicht als gewinnbringendes Werkzeug zur Prognose von Reaktionen genutzt wird, was in Einklang mit vorherigen Studien steht (Bhattacharyya & Bodner, 2005; Ferguson & Bodner, 2008). Im Hinblick auf die von Graulich & Schween (2017) vorgestellte Unterscheidung zwischen einer Produkt- bzw. Prozessorientierung, sehen die Studierenden die Organische Chemie als produktorientiert, was erneut die fehlende Bedeutung des Reaktionsmechanismus unterstreicht.

Fazit und Ausblick.

Erste Ergebnisse identifizieren Potenziale des veränderten Veranstaltungsformats. Die dokumentierte positive Wahrnehmung wirkt sich allerdings noch nicht auf die eingesetzten Lernstrategien der Studierenden aus, was auf eine zu kurze Zeit im neuen Format zurückgeführt werden könnte. Ein weiterer Grund ist in der Prüfungskultur zu sehen, die sich den Zielen des neuen Veranstaltungsformats anpassen müssten. Diesem Umstand wird sich in den kommenden Semestern durch intensive Diskussion mit allen Beteiligten der OC-Lehre genähert. Im Wintersemester 2017/18 wird der *flipped classroom* über den gesamten Vorlesungszeitraum durchgeführt, um die Studierenden intensiver mit dem Konzept auseinander zu setzen. Ein erneuter Einblick in die Wahrnehmung und Reaktion der Studierenden wird über den Einsatz von Fragebögen gewährleistet.

Literatur

- Bhattacharyya, G., & Bodner, G. M. (2005). "It gets me to the product": How students propose organic mechanisms. *Journal of Chemical Education*, 82(9), 1402–1407. <http://doi.org/10.1021/ed082p1402>
- DZHW. (2014). Randauszählung Studienqualitätsmonitor 2013. Gottfried Wilhelm Leibniz Universität Hannover. Hochschulspezifische Ergebnisse nach Studienbereichen: Sonderauswertung für Bachelor- und Masterstudierende im Lehramt. Hannover.
- Ferguson, R., & Bodner, G. M. (2008). Making sense of the arrow-pushing formalism among chemistry majors enrolled in organic chemistry. *Chemistry Education Research and Practice*, 9(2), 102. <http://doi.org/10.1039/b806225k>
- Flynn, A. B. (2014). Structure and Evaluation of Flipped Chemistry Courses: Organic & Spectroscopy, Large and Small, First to Third Year, English and French. *Chemistry Education Research and Practice*, 16(2), 198–211. <http://doi.org/10.1039/C4RP00224E>
- Graulich, N., & Schween, M. (2017). Carbenium-Ionen - Schlüsselstrukturen für prozessorientierte Betrachtungen organisch-chemischer Reaktionen. *Praxis Der Naturwissenschaften; Chemie in Der Schule*, 1(66), 24–28.
- Jarvis, W., Halvorson, W., Sadeque, S., & Johnston, S. (2014). A Large Class Engagement (LCE) Model Based on Service-Dominant Logic (SDL) and Flipped Classrooms. *Education Research and Perspectives*, 41(1), 1–24.
- Lage, M. J., Platt, G. J., & Treglia, M. (2000). Inverting the Classroom: A Gateway to Creating an Inclusive Learning Environment. *The Journal of Economic Education*, 31(1), 30–43. <http://doi.org/10.1080/00220480009596759>
- Mooring, S. R., Mitchell, C. E., & Burrows, N. L. (2016). Evaluation of a Flipped, Large-Enrollment Organic Chemistry Course on Student Attitude and Achievement. *Journal of Chemical Education*. <http://doi.org/10.1021/acs.jchemed.6b00367>
- Robert, J., Lewis, S. E., Oueini, R., & Mapugay, A. (2016). Coordinated Implementation and Evaluation of Flipped Classes and Peer-Led Team Learning in General Chemistry. *Journal of Chemical Education*. <http://doi.org/10.1021/acs.jchemed.6b00395>
- Ryan, M. D., & Reid, S. A. (2016). Impact of the Flipped Classroom on Student Performance and Retention: A Parallel Controlled Study in General Chemistry. *Journal of Chemical Education*, 93(1), 13–23. <http://doi.org/10.1021/acs.jchemed.5b00717>
- Seery, M. K., & Donnelly, R. (2012). The implementation of pre-lecture resources to reduce in-class cognitive load: A case study for higher education chemistry. *British Journal of Educational Technology*, 43(4), 667–677. <http://doi.org/10.1111/j.1467-8535.2011.01237.x>
- Sirhan, G., Gray, C., Johnstone, A. H., & Reid, N. (1999). Preparing the mind of the learner. *University Chemistry Education*, 3(2), 43–46.
- Warter-Perez, N., & Dong, J. (2012). Flipping the classroom: How to embed inquiry and design projects into a digital engineering lecture. *Proceedings of the 2012 ASEE PSW Section Conference*, 1–17.
- Weaver, G. C., & Sturtevant, H. G. (2015). Design, Implementation, and Evaluation of a Flipped Format General Chemistry Course. *Journal of Chemical Education*, 92(9), 1437–1448. <http://doi.org/10.1021/acs.jchemed.5b00316>
- Wild, K.-P., & Schiefele, U. (1994). Lernstrategien im Studium: Ergebnisse zur Faktorenstruktur und Reliabilität eines neuen Fragebogens. *Zeitschrift Für Differentielle Und Diagnostische Psychologie*, 15(4), 185–200.
- Yin, R. K. (2003). *Case Study Research - Design and Methods* (3. Edition). Applied Social Research Methods Series.