

# Von der Vorlesung zum flipped classroom – Eine forschungsbegleitete Zusammenarbeit zwischen der Organischen Chemie und der Didaktik der Chemie an der Leibniz Universität Hannover

*Sascha Schanze & Robert Marten Bittorf*

*Leibniz Universität Hannover*

## **1 Einleitung**

Über die letzten Jahre wurden verschiedenste Vorschläge zur Weiterentwicklung klassischer Lehrveranstaltungen im Rahmen der universitären Lehre unterbreitet. Als Beispiele sind *peer-instruction* (Mazur, 2006, 2009), *just-in-time teaching* (Novak, Gavrin, Christian, & Patterson, 1999) oder der *flipped classroom* (z. B. Lage, Platt, & Treglia, 2000; Warter-Perez & Dong, 2012) zu nennen. Alle Formate stellen insbesondere gegenüber dem traditionellen Vorlesungsformat alternative Herangehensweisen an Lehrveranstaltungen dar, die stärker auf die Bedarfe der Studierenden abgestimmt werden können. Vielen Ansätzen ist ein neues Rollenverständnis der Studierenden und der Dozierenden gemeinsam und verlangt insbesondere von Seiten der Dozierenden eine inhaltlich flexiblere, anlassbezogene Lehre. Die Umsetzung erfordert daher aus unserer Sicht eine vorherige Auseinandersetzung mit den Formaten und der konkreten Beschreibung und Kommunikation des Rollenverständnisses an die Teilnehmer der Lernumgebung. Ob die Maßnahme tatsächlich eine Alternative zum traditionellen Format darstellen kann, ist dann im Feld zu erproben.

Über Erfolg oder Misserfolg eines neuen Lehrkonzepts im „laufenden Betrieb“ zu urteilen, birgt die Herausforderung, den Spagat zwischen einer ökologischen Validität und einer möglichst präzisen Analyse zu ermöglichen. Vergleichende Untersuchungen zum traditionellen Format, wie das Aufteilen der Lerngruppe in zwei Teilgruppen, sind ethisch dann nicht vertretbar, wenn beide Lehrveranstaltungen auf dieselbe Prüfungsleistung vorbereiten. Da Vorlesungen über einen langen Zeitraum hinweg vielen Einflussgrößen ausgesetzt sind, ist auch ein reiner Vorher-Nachher-Vergleich immer kritisch zu betrachten. Die hier vorgestellte Studie, gibt einen Einblick, wie die Implementation eines neuen Lehrkonzepts während des aktiven Vorlesungsbetriebs mit Verwendung der Case Study Research Methode nach Yin unter Beachtung verschiedener möglicher Einflussfaktoren durchgeführt werden kann.

## 2 Didaktisch strukturierte Fachwissenschaft

Die Studie wird im Rahmen des Projektes „Theoria cum praxi. Förderung von Reflektierter Handlungsfähigkeit als Leibniz-Prinzip der Lehrerbildung“<sup>1</sup> an der Leibniz Universität Hannover (LUH) durchgeführt, das in vier Maßnahmen eingeteilt ist (siehe Abb. 1).



Abb. 1: Die Maßnahmen des Projekts „Theoria cum praxi. Förderung von Reflektierter Handlungsfähigkeit als Leibniz-Prinzip der Lehrerbildung“ im Überblick

Die Maßnahme 3 „Didaktisch Strukturierte Fachwissenschaft“ fördert die Zusammenarbeit zwischen Fachwissenschaft und Fachdidaktik mit dem Ziel einer verbesserten Vermittlung von Lehrinhalten. Der Fokus liegt dabei explizit auf fachwissenschaftlichen Lehrveranstaltungen. In verschiedenen Fächern (Biologie,

<sup>1</sup> Das Projekt wird durch Mittel des Bundesministeriums für Bildung und Forschung im Zuge der gemeinsamen „Qualitätsoffensive Lehrerbildung“ von Bund und Ländern gefördert.

Chemie, Geschichte, Germanistik, Geographie, Lebensmittelwissenschaften, Mathematik, Physik und Politische Bildung) werden an der Leibniz Universität Hannover durch die Zusammenarbeit von Fachwissenschaft und Fachdidaktik Kernideen und basale Konzepte des fachlichen Gegenstands identifiziert, subjektive Theorien oder Lernschemata thematisiert und bekannten Lehr- und Lerntheorien gegenübergestellt. Weiterhin werden bestehende Lehrkonzepte und Lehrinhalte reflektiert, um Lern- und Denkwege der Expert(inn)en zu explizieren sowie Begründungs- und Entscheidungshilfen für die Art der Vermittlung komplexer Sachverhalte an eine ausgesuchte Zielgruppe zu erhalten. Durch diesen Prozess können Neuausrichtungen der Lehrveranstaltungen notwendig werden, wie es im Bereich des Moduls „Organische Chemie I“ geschehen ist. Fachliches Verständnis ist insbesondere in der Chemie in hohem Maße für eine reflektierte Handlungsfähigkeit im Lehrerberuf von Bedeutung (Schanze & Nehring, 2018). Daher sind die Probleme der Studierenden in der fachlichen Ausbildung ihres Studiums von Bedeutung. Diese manifestieren sich in der Chemie sowohl in hohen Durchfallquoten in Modulabschlussklausuren als auch am subjektiv wahrgenommenen Anforderungsniveau. Letzteres wird durch die studierenden-eigene Einschätzung des Anforderungsniveaus deutlich: hoch (54,5 %) bzw. sehr hoch (27,3 %) (DZHW, 2014). Es scheint somit der Chemie, nicht hinreichend zu gelingen, den Studierenden Strategien zu vermitteln, die ihnen ein vertieftes Verständnis der dargebotenen Inhalte ermöglichen und dadurch sowohl den Durchfallraten als auch dem wahrgenommenen Anforderungsniveau zu begegnen. Diese Desiderate stehen im Mittelpunkt der Arbeit von Maßnahme 3.

### **3 Das Modul Organische Chemie I im Wandel der didaktischen Strukturierung**

Im Lehramtsstudium Chemie der LUH stellt das Modul „Organische Chemie I“, ein Einführungsmodul im dritten Semester, eine der größten Herausforderungen für die Studierenden dar. Durchfallquoten von 60 % oder höher (bis zu 90 %) sind in der Modulabschlussklausur keine Seltenheit. Insbesondere Lehramtsstudierende bemängeln weiterhin eine nur unzureichende Verknüpfung und Relevanz der Lehrinhalte mit bzw. für den späteren Lehrerberuf. Eine klassisch gehaltene Vorlesung (über 300 Teilnehmende verschiedener Studiengänge), eine Übung sowie ein Tutorium standen den Studierenden bisher als Lernangebote im

Modul Organischen Chemie I zur Verfügung. Als Modulprüfungsleistung wird eine Klausur am Ende der Vorlesungszeit gestellt. Die beschriebene Ausgangslage zeigt, dass die Angebote, welche die Vorlesung begleiten, die Studierenden nicht hinreichend beim Lernen bzw. Verstehen der Organischen Chemie unterstützen. Um diesen Problemen zu begegnen, wurde in Zusammenarbeit zwischen Fachwissenschaft und Fachdidaktik das Modul „Organische Chemie I“ für das Wintersemester 2016/17 erstmalig überarbeitet. Dabei standen die adressaten-gerechte Vermittlung organisch chemischer Fachinhalte, die Reflexion der momentanen Lehransätze sowie die Identifikation und Explikation von Kernideen und basalen Konzepten der organischen Chemie im Mittelpunkt. In einem stetigen diskursiven Prozess wurden die bisherigen Vermittlungsansätze des Moduls mit dem Dozenten der Vorlesung analysiert und zentrale Vermittlungsinhalte bestimmt. Die gewonnenen Erkenntnisse resultierten in der Implementation eines neuen Lehrformats, welches die klassische Vorlesung ablösen soll: Um die angestrebten Ziele sowohl im fachlich-inhaltlichen als auch im fachlich-konzeptionellen Bereich besser zu erreichen und adressaten-gerecht zu vermitteln, wurde das Lehrformat des *flipped classrooms* eingeführt.

Der *flipped classroom* beschreibt ein innovatives Lehrkonzept, in dem sich die Studierenden vor der Sitzung mit den Inhalten auseinandersetzen, die sonst in der Vorlesung dargelegt werden. Die Präsenzphase im Vorlesungssaal wird anschließend anders als in der klassischen Vorlesung dafür genutzt, die Inhalte zu vertiefen (Seery, 2015). Das Modul „Organische Chemie I“ hat pro Woche zwei 90minütige Präsenzphasen im Vorlesungssaal. Hier wurde eine Umsetzung gewählt, in welcher die erste Sitzung einer Vorlesungswoche im *flipped* Format durchgeführt wurde (siehe Abb. 2).

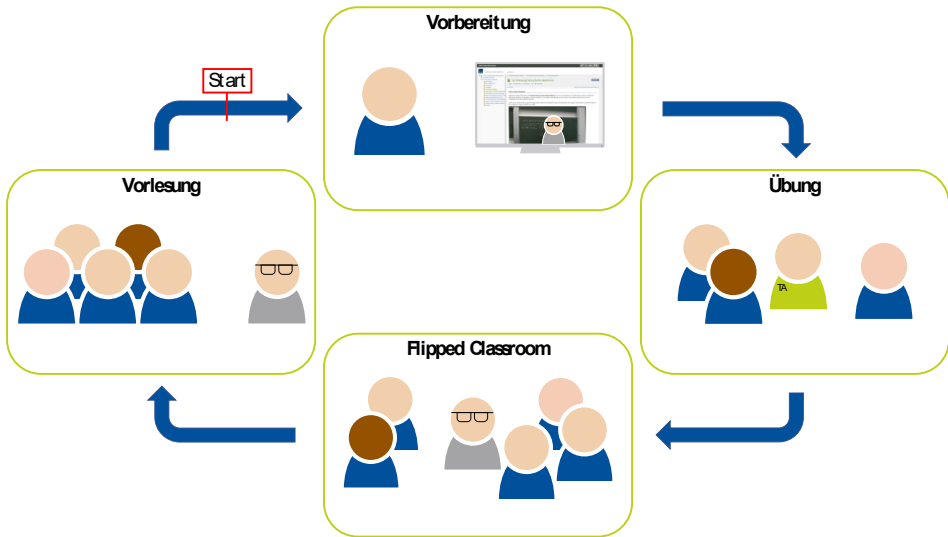


Abb. 2: Schematischer Ablauf des flipped classrooms im Modul „Organische Chemie I“

Am Anfang einer Vorlesungswoche stand die Vorbereitung auf einen neuen Themenbereich. Bei der Auseinandersetzung mit den vorbereitenden Lehrinhalten wurden die Studierenden durch die Dozenten unterstützt. Vom IDN in Absprache mit dem Institut für Organische Chemie entwickelte Lernangebote konnten über eine online Lernplattform (hier die Open Source Lösung ILLIAS<sup>2</sup>) bearbeitet werden und boten den Studierenden verschiedene Zugänge zum Lehrinhalt. Texte sowie Videos aufgezeichneter Vorlesungen des Dozenten aus vorangegangenen Semestern wurden zu den entsprechenden Themenbereichen aufgearbeitet und präsentiert. Zusätzlich standen den Studierenden Fragen und Aufgaben zur themenspezifischen Selbstüberprüfung zur Verfügung. Im Anschluss an die Vorbereitung besuchten die Studierenden Übungsgruppen. Anhand von Aufgaben, die sich am über ILLIAS präsentierten Stoff orientierten, sowie mit weiterführenden einfachen Beispielen wurden mögliche Probleme und Missverständnisse der Studierenden besprochen. Dabei lag in der Durchführung der Übungsgruppen ein Fokus auf einer eigenverantwortlichen Arbeit der Studierenden. Der Übungsleiter stand moderierend und anleitend zur Seite, sah aber davon ab, die Übung zu einer reinen Präsentation der Ergebnisse bzw. einem Vorlesungersatz umzuwandeln. In den nun folgenden Präsenzphasen der *flipped classroom* Sitzung

<sup>2</sup> <https://www.ilias.de>.

wurde ein Fokus auf einen diskursiven Umgang mit den Lehrinhalten und die Klärung noch vorhandener fachlicher Problemen der Studierenden gelegt, um das Verständnis komplexer Sachverhalte zu fördern und unterliegende Konzepte zu explizieren. Im Rahmen dieser Termine wurden weiterführende Beispiele und Anwendungsmöglichkeiten präsentiert und zusammen an komplexeren Aufgaben gearbeitet. Am zweiten Präsenztermin einer Vorlesungswoche wurden den Studierenden in einem traditionellen Vorlesungsformat weitere Zusatzinhalte präsentiert. Dabei wurde jedoch weiterhin ein Bezug zu den bereits im *flipped classroom* besprochenen Konzepten gegeben.

#### **4 Sicherung der Qualität: Rahmenbedingungen der Begleitstudie und Forschungsfrage**

Wie eingangs bereits erläutert, ist es schwierig, eine Aussage über den Erfolg einer Intervention im Kontext einer laufenden Vorlesungsveranstaltung zu machen. Ein Kontrollgruppendesign verbietet sich schon aus dem Grund, dass das Modul nach der Vorlesung mit einer einheitlichen Prüfungsleistung abgeschlossen wird. Für einen retrospektiven Vergleich mit der Vorlesung des Vorjahres – welche noch vor Projektstart gehalten wurde – liegen zu wenig relevante Daten für eine Einschätzung dafür vor, ob der Vergleich überhaupt zulässig ist.

Für die Studie wurde der günstige Umstand genutzt, dass die recht aufwändige Planung des Vorlesungsverlaufs gemeinsam mit dem Dozenten sowie die Erstellung der webbasierten Lerneinheiten erst für die zweite Hälfte der Vorlesungsthemen möglich war. So wurde die Vorlesungsveranstaltung zunächst traditionell durchgeführt und in der Mitte des Semesters mit einem *flipped classroom* Szenario begonnen. Die Studierenden wurden bereits zu Beginn des Semesters darauf hingewiesen, dass sie im Laufe des Semesters zur Vorbereitung der Präsenztermine webbasierte Lerneinheiten in Selbstarbeit zu studieren hatten, deren Inhalte in Übungsgruppen besprochen wurden. Als Alternative wurde den Studierenden die parallel gehaltene Vorlesung in englischer Sprache angeboten.

Somit konnten für die Studie Daten erhoben werden, die es erlaubte, in derselben Probandengruppe einen Vergleich des traditionellen und des überarbeiteten Formats vorzunehmen (Abb. 3). Da das OC I Modul nicht das erste Vorlesungsmodul der Chemiestudierenden ist, konnten die Studierenden zusätzlich ihre

Einschätzungen auf diese Erfahrungen stützen. Für die Studie selbst war folgende Forschungsfrage von Bedeutung:

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

Für die Beantwortung dieser Frage wurde die Case Study Research Methode nach Yin (2003) vorgestellt, die im folgenden Abschnitt kurz charakterisiert wird.

## 5 Die Case Study Research Methode nach Yin

In der empirischen Lehr-Lernforschung gibt es Erkenntnisse aus qualitativ hochwertigen Studien zu beinahe jedem Aspekt, der mit Lehren und Lernen in Verbindung gebracht werden kann. Jedoch sind die Erkenntnisse nicht ohne Weiteres auf jede Lernsituation übertragbar. Erst recht nicht, wenn sie in anderen Nationen oder mit anderen Lernkulturen durchgeführt werden sollen. Somit kann es sein, dass für die Gestaltung neuer Lernumgebungen die Befundlage oft als nicht tragfähig anzusehen ist, um eindeutige Hypothesen für den Lernprozess abzuleiten.

Die Fallstudien-Methode nach Yin stellt aus unserer Sicht einen sehr tragfähigen Ansatz dar, da sie es ermöglicht, einen Lehr- und Lernprozess in seinem natürlichen Umfeld zu studieren, obwohl der Lernprozess bezüglich möglicher Einflussvariablen recht komplex ist und bisherige Erkenntnisse nicht ohne Weiteres darauf übertragbar erscheinen. Die Erkenntnisse aus derartigen Fallstudien können trotz der Komplexität und einer Unsicherheit basierend auf der Befundausgangslage mehr als explorativen Charakter enthalten. Die Methode nach Yin wurde in der Hannoveraner Arbeitsgruppe für den naturwissenschafts-didaktischen Bereich adaptiert und bereits in zwei Studien erfolgreich angewandt (Hundertmark, 2012; Hundertmark, Saballus, & Schanze, 2010; Saballus, 2012).

Anders als bei experimentellen Studien werden in Fallstudien kaum Variablen kontrolliert. Sie haben das Ziel den Untersuchungsgegenstand in seiner möglichst vollen Komplexität zu untersuchen und insbesondere das Zusammenspiel mit seinem natürlichen Kontext in den Fokus zu rücken. Fragen nach dem *Wie* oder *Warum* bestimmter Aspekte des Untersuchungsgegenstands eignen sich daher vorwiegend für diese Methode, da der Kontext des Falls nicht bereits durch

die Studie selbst beschnitten wird und ein holistischer Einblick in die Interaktion zwischen Fall und Kontext gewährleistet bleibt. Unter der Forderung der minimalen Variablenkontrolle besteht jedoch die Notwendigkeit, möglichst vielfältige und verschiedenartige Daten und Evidenzen einzubeziehen, um angelegte Fragestellungen zufriedenstellend zu beantworten.

Nach Yin (2003) beschreibt ein *Fall* (Case) ein unter Umständen sehr umfangreiches, aber in jedem Fall aktuelles *Phänomen*, welches beispielsweise spezifische Interventionsprogramme, (Lern-)Prozesse, Handlungen, Beziehungen und Beziehungsgefüge einschließt.

Die Fallstudienmethode ist nicht mit einem rein qualitativen Vorgehen gleichzusetzen. Bezüglich der Attribute *qualitativ* und *quantitativ* unterscheidet Yin lediglich zwischen Art der Daten und hebt den Wert beider Datenformate für das Fallstudiendesign hervor. Fallstudien können also sowohl rein numerische als auch nicht-numerische Daten beinhalten. Um dieser Möglichkeit weitere Schärfe zu verleihen, fordert Yin sogar explizit eine Fundierung auf Evidenz- und Datenquellen beider Arten von Daten. Durch eine umfangreiche Triangulation wird die Zuverlässigkeit und Aussagekraft einer Fallstudie gewährleistet.

Der Einbezug von theoretischem Vorwissen – egal ob explizit durch Aufarbeiten des aktuellen Forschungsstands oder implizit durch das individuelle Expertenwissen, das ein Forscher besitzt – kann eine zu starke Fokussierung auf bereits Bekanntes und damit eine zu geringe Offenheit für Neues bedeuten. Die Case-Study-Research-Methode lebt von einer Integration beider Ansichten. Zunächst einmal werden Erkenntnisse aktueller Forschung in Form von formulierten *Vorhersagen* über das zu untersuchende Phänomen explizit einbezogen. Diese leiten das Forschungsvorhaben und die Datenauswertung. Gleichzeitig fordert Yin in einem zweiten Schritt, gezielt und unvoreingenommen nach neuen Erkenntnissen zu suchen. Dies entspricht dann einem Top-Down und einem Bottom-Up-Vorgehen.



## 6 Aufbau der Studie und Entwicklung des Vorhersagenmodells

Zu der Forschungsfrage (*In welcher Weise wirken sich die in die „Organische Chemie I“ Vorlesung implementierten Interventionen auf die Studierenden aus?*) wurde ein ganzheitlicher Blick auf die Wahrnehmung und Entwicklung der Studierenden über das Semester gelegt; ein Feld, das, bezogen auf große Lehrveranstaltungen der Chemie mit Studierenden unterschiedlicher Studiengänge in Deutschland, bisher wenig betrachtet wurde. Ausgehend von der bestehenden Datenlage wurden drei Vorhersagen zur Fokussierung der Datenaufnahme definiert:

**Vorhersage 1** *Die Studierenden erkennen und bewerten die eingeführten Implementationen.*

**Vorhersage 2** *Die Studierenden ändern ihr Lernverhalten über den Verlauf der Vorlesung.*

**Vorhersage 3** *Die Studierenden ändern ihre Sichtweise auf die Organische Chemie über den Verlauf der Vorlesung.*

**Vorhersage 1** ergibt sich aus dem Desiderat, die Fallstudie nach Yin als Rahmen für die Evaluation des eingesetzten *flipped classrooms* zu nutzen. Die Ansichten der Studierenden zu den eingesetzten Implementationen sowie zur Vorlesung im Allgemeinen stehen hierfür im Vordergrund. Sie gelten als Gradmesser für eine erfolgreiche Implementation.

**Vorhersage 2** resultiert aus dem veränderten Umgang mit Fachinhalten im *flipped classroom*. Verschiedene Studien konnten beispielsweise bereits zeigen, dass Studierende in einem *flipped classroom* Format der Organischen Chemie verbesserte Klausurergebnisse erzielen (Flynn, 2015; Mooring, Mitchell, & Burrows, 2016). Ein konkreter Grund hierfür bzw. direkter Zusammenhang mit dem *flipped classroom* konnte jedoch nicht festgestellt werden. Verbesserte Ergebnisse legen aber einen möglichen Zusammenhang mit einem abgeänderten Lernverhalten dar, woraus Vorhersage 2 generiert wurde.

**Vorhersage 3** beschreibt die studentische Auseinandersetzung mit der Organischen Chemie, als Teilbereich der Chemie, und ihren immanenten Besonderheiten. Graulich und Schween beschreiben eine dieser Besonderheiten in der

Fragestellung an die chemische Reaktion: „Während die Anorganische Chemie, vereinfacht gesagt, den Blick auf das „Was“ richtet, also auf den Aufbau der Materie, fragt die Organische Chemie nach dem „Wie“, also nach den Prozessen, die bei Reaktionen im Detail ablaufen (Graulich & Schween, 2017).“ Verdeutlicht wird diese Prozessorientierung der Organischen Chemie in den Reaktionsmechanismen, welche einen Hauptbestandteil der Lehrinhalte ausmachen. Allerdings bleibt diese Besonderheit den Studierenden in den meisten Fällen verschlossen, sodass Reaktionsmechanismen nicht als Hilfsmittel, sondern lediglich als fachimmanent verlangte Bestandteile einer umfassende Aufgabenbeantwortung gesehen werden (Bhattacharyya & Bodner, 2005; Ferguson & Bodner, 2008). Vor diesem Hintergrund wurde Vorhersage 3 entwickelt und vermutet, dass sich die Sichtweise der Studierenden auf die fachimmanenten Besonderheiten der Organischen Chemie ändert, wenn Fachinhalte in einem *flipped classroom* Format präsentiert werden.

Die gesamte Vorlesung „Organische Chemie I“ wird als ein Fall betrachtet, um sämtliche Einflüsse auf die Studierenden durch eine breite Datenaufnahme zu erfassen. Eine Vergleichbarkeit des neuen Formats mit der klassischen Vorlesung konnte durch den oben bereits erläuterten verzögerten Einsatz des neuen Formats erzielt werden (Abb. 3).

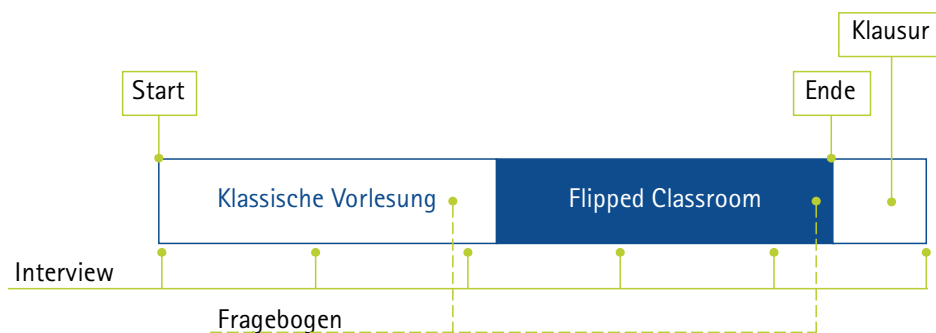


Abb. 3: Ablauf der Vorlesung „Organische Chemie I“ im Wintersemester 2016/17 mit Zeitpunkten der Datenaufnahme

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. 3). Die Studierenden wurden als repräsentativer Längsschnitt der Hörserschaft, bezogen auf Fachsemester, Studiengang und Erfahrung mit Organischer Chemie, gewählt. Zum 4. Befragungstermin zogen sich zwei Studentinnen aus der Studie zurück, was jedoch keinen Einfluss auf den repräsentativen Wert der Kohorte hatte. Die in den Befragungen generierten Audio- und Video-Materialien wurden transkribiert und anschließend im Hinblick auf die zuvor aufgestellten Vorhersagen analysiert.

Bei der Auswertung wird es auch Ziel sein, die Probanden aufgrund ihrer Personeneigenschaften, Ihrer Einstellungen oder Ihres geäußerten Verhaltens in Subgruppen (z. B. Extremgruppen) einzuteilen, um Kausalzusammenhänge zu identifizieren oder zumindest neue Vorhersagen zu generieren.

## 7 Exemplarische Darlegung der Datenauswertung in Bezug auf die Vorhersagen

Neben den Befragungen der 12 (bzw. final 10) Probanden konnten insgesamt 44 Fragebögen der Vor- und Nacherhebung zusammengeführt werden. Zum jetzigen Zeitpunkt liegt eine umfassende Auswertung der qualitativen Daten noch nicht vor. Die hier dargestellten Ergebnisse sind daher als vorläufig anzusehen. Sie dienen der Illustration der Auswertung für die Beantwortung der Vorhersagen, die die Forschungsfrage konkretisieren. Im Hinblick auf die erste **Vorhersage 1** deutet sich an, dass die eingeführten Implementationen von den Studierenden erkannt und positiv aufgenommen werden (9 von 10 Befragten). Exemplarisch äußert sich das in Aussagen der Probanden:

Pat<sup>3</sup> (reflektierend zum *flipped classroom* Format):

„Ich fand es auch nicht schlecht. Wie gesagt, ich bin auch eigentlich begeistert von der Umstrukturierung, weil sie mich auf jeden Fall dazu bewegt hat, mehr zu machen. Und von Anfang an, OC zu lernen.“

Lita (reflektierend zum *flipped classroom* Format):

„Ja, wie ich jetzt schon ein paar Mal gesagt habe, am Anfang war ich nicht begeistert, weil ich konnte mir das nicht so richtig vorstellen. [...] aber jetzt im Nachhinein fand ich das eigentlich [...] besser. Es [...] bringt nicht wirklich eine Zeitersparnis, weil man ja die Zeit, die man vorher zum Nachbereiten reingesteckt hat, jetzt zum Vorbereiten reingesteckt hat, sollte man.“

Unterschiedlich wahrgenommen wird im Hinblick auf die Präsenzphasen die Arbeitsbelastung:

Tom (zur Frage nach einer Be- oder Entlastung des Formats sind):

„Doch! Doch, die entlasten, weil man da übt. [...] also, man beschäftigt sich in seiner Freizeit noch einmal/ man nimmt deutlich mehr mit, wenn man das in seiner Freizeit macht. Und, diese Fragen da unten, die regen auch einen zum Nachdenken an, man kuckt sogar noch einmal darüber, was man aufgeschrieben hat, während des Videos, und dann geht man es noch einmal durch, und dann so/ So ist es! Und dann klickt man an, ja, richtig, Lernerfolg, gemerkt. (*lacht*)“

Lemmy (reflektierend zum *flipped classroom* Format):

„Und ich habe das Gefühl, wenn ich dann jede Woche noch dieses Lernmodul habe, dann behindert mich das eher, weil ich dann jeweils da nochmal zwei bis drei Stunden, vielleicht manchmal sogar also dreieinhalb Stunden reinstecken darf und die Nachbearbeitung in Klammern gestellt mal in der Vorlesung mir wirklich absolut fast nichts bringt. Also es ist eher so, dass ich dann eher die Vorlesung dann zusätzlich noch nacharbeiten darf. Also es ist für mich Vor- und Nacharbeiten irgendwie mittlerweile.“

Flächendeckende Kritik am Lehrformat bzw. den Lernmodulen konnte nicht festgestellt werden, da bestimmten Elementen, wie z. B. die Fragen zur Selbstüberprüfung trotz der festgestellten Belastung des gesamten Formats, positiv begegnet wird:

---

<sup>3</sup> Zum Zwecke der Anonymisierung, wurden die Namen der Probanden verändert.

Lemmy (reflektierend zu den Selbstüberprüfungsfragen):

„Ja, und das ist halt ganz gut, weil, wenn man sieht, das hat man falsch gemacht, dann guckt man es sich vielleicht nochmal eher an, als wenn man jetzt denkt, okay, was habe ich jetzt daran nicht ganz verstanden? Also daran merkt man dann halt, was man nicht verstanden hat.“

Insgesamt wurden von allen Studierenden, die an der Befragung per Fragebogen teilgenommen haben die über ILIAS zur Verfügung gestellten Lernangebote als hilfreich für das Verständnis ( $M = 3,1$ ;  $SD = 0,7$ ) und die Klausurvorbereitung bewertet ( $M = 2,9$ ;  $SD = 0,7$ ). Als wertvollstes Angebot des gesamten Vorlesungsmoduls wurde in den Interviews die Übung benannt. Diese Einschätzung zeigte sich auch in den Fragebögen: im Hinblick auf Verständnis der Fachinhalte ( $M = 3,6$ ;  $SD = 0,7$ ) und im Rahmen der Prüfungsvorbereitung ( $M = 3,4$ ;  $SD = 0,9$ ).

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 näherbringt (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 Wiederholungsstrategien, die durch Karteikarten, Lernzettel, etc. gestützt wurden (7 von 10). Weiterhin ist die Nutzung von Alt-Klausuren mit Abstand das am meisten genutzte Medium zur Vorbereitung auf die Klausur. Dies zeigte sich wohl in den Interviews (8 von 10) als auch in den Fragebögen ( $M = 3,5$ ;  $SD = 0,8$ ).

Die Veränderung der Sichtweise der Studierenden auf die Organische Chemie (**Vorhersage 3**) war noch nicht im Fokus der bisher durchgeführten Auswertung. Aus den gesammelten Erfahrungen kann jedoch berichtet werden, dass für die in den Interviews befragten Studierenden der Reaktionsmechanismus trotz der durch den Dozenten geäußerten Bedeutung nicht als gewinnbringendes Werkzeug zur Prognose von Reaktionen genutzt wird. Dies steht in Einklang mit vorherigen Studien (Bhattacharyya & Bodner, 2005; Ferguson & Bodner, 2008). Im Hinblick auf die von Graulich & Schween (2017) vorgestellte Unterscheidung zwischen einer Produkt- bzw. Prozessorientierung, sehen die interviewten Studierenden die Organische Chemie eher als produktorientiert.

## 8 Ausblick

Ausgangslage dieses Beitrags war die forschungsbegleitete Verbesserung fachwissenschaftlicher Lehrer durch eine Zusammenarbeit von Fachwissenschaft und Fachdidaktik. Als eine Herausforderung zeigt sich dabei die Überprüfung des Erfolgs dieser Maßnahmen bei einer Vorlesung als Veranstaltungsformat. Die bisherigen Auswertungen zeigen auf, dass sich die Case Study Research Methode sehr gut für diese Situation eignet. Trotz der Untersuchung im Feld ohne eine Kontrollgruppe sind vergleichende Aussagen zum traditionellen Format und über die Ursache wahrgenommener Veränderungen möglich. Für den weiteren Prozess der Auswertung sind die ausgewählten Probanden in Ihren Personeneigenschaften und Voraussetzungen hinreichend verschieden, dass sich kontrastierende Gruppen bilden lassen, die eine Analyse von Zusammenhängen ermöglichen. Dies kann z. B. dem Bereitstellen differenzierter Angebote für die Begleitung des *flipped classrooms* dienen. Der Diskrepanz zwischen der seitens der Ausbildung formulierten Bedeutung der Reaktionsmechanismen und der wahrgenommenen Relevanz bei den Studierenden soll z. B. durch ein Aufgabenmodul entgegnet werden, das für prototypische Aufgaben, in denen Reaktionsmechanismen zu entwickeln oder zu beurteilen sind, die Lösungswege expliziert.

Der Dozent der Lehrveranstaltung war von der Methode derart überzeugt, dass er sich bereit erklärte im WS 2017/18 das Modul „Organische Chemie I“ komplett als *flipped classroom* durchzuführen. Insgesamt werden von den Dozierenden der Chemie die Möglichkeiten einer webbasierten Begleitung von Vorlesungen positiv eingeschätzt und unterstützt. Mit der Erstsemester-Vorlesung Allgemeine Chemie und dem Vorkursangebot für die Studiengänge des Fachs Chemie werden derzeit weitere Veranstaltungen für dieses Format überarbeitet. Dies begründet sich insbesondere in der sehr heterogenen Kenntnislage zu studienrelevanten Inhalten aus den Fächern Chemie, Mathematik und Physik im Übergang von Schule zum Studium.

## 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. Abgerufen am 15.10.2018 von <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. *Chem. Educ. Res. Pract.*, 9(2), 102. Abgerufen am 15.10.2018 von <http://doi.org/10.1039/b806225k>

Flynn, A. B. (2015). Structure and Evaluation of Flipped Chemistry Courses: Organic & Spectroscopy, Large and Small, First to Third Year, English and French. *Chem. Educ. Res. Pract.*, 16(2), 198–211. Abgerufen am 15.10.2018 von <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.

Hundertmark, S. (2012). *Einblicke in kollaborative Lernprozesse. Eine Fallstudie zur reflektierenden Zusammenarbeit unterstützt durch die Methoden Concept Mapping und Lernbegleitbogen*. Berlin: Logos Verlag.

Hundertmark, S., Saballus, U., & Schanze, S. (2010). Die Fallstudie als Methode der naturwissenschaftsdidaktischen Forschung. In D. Höttecke (Ed.), *Chemie- und Physikdidaktik für die Lehramtsausbildung. Gesellschaft für Didaktik der Chemie und Physik. GDCP Jahrestagung in Dresden 2009* (pp. 191–193). Münster: Lit-Verlag.

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. Abgerufen am 15.10.2018 von <http://doi.org/10.1080/00220480009596759>

- Mazur, E. (2006). Peer Instruction: Wie man es schafft, Studenten zum Nachdenken zu bringen. *Praxis der Naturwissenschaften; Physik in der Schule*, 4(55), 11–15.
- Mazur, E. (2009). Farewell, Lecture? *Science*, 323(5910), 50 LP-51. Abgerufen am 15.10.2018 von <http://doi.org/10.1126/science.1168927>
- 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*. Abgerufen am 15.10.2018 von <http://doi.org/10.1021/acs.jchemed.6b00367>
- Novak, G., Gavrin, A., Christian, W., & Patterson, E. (1999). *Just-In-Time Teaching: Blending Active Learning with Web Technology*. Prentice Hall.
- Saballus, U. (2012). *Über das Schlussfolgern von Schülerinnen und Schülern zu öffentlichen Kontroversen mit naturwissenschaftlichem Hintergrund – eine Fallstudie*. Berlin: Logos Verlag.
- Schanze, S., & Nehring, A. (2018). Bausteine einer reflektierten Handlungsfähigkeit im Fach Chemie. In M. Rehm (Ed.), *Wirksamer Chemieunterricht* (pp. 101–113). Schneider Verlag Hohengehren GmbH.
- Seery, M. K. (2015). Flipped learning in higher education chemistry: emerging trends and potential directions. *Chem. Educ. Res. Pract.*, 758(16), 758–768. Abgerufen am 15.10.2018 von <http://doi.org/10.1039/c5rp00136f>
- 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.
- 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.



GEFÖRDERT VOM



Bundesministerium  
für Bildung  
und Forschung

Das diesem Aufsatz zugrundeliegende Vorhaben wird im Rahmen der gemeinsamen „Qualitätsoffensive Lehrerbildung“ von Bund und Ländern mit Mitteln des Bundesministeriums für Bildung und Forschung unter dem Förderkennzeichen 01JA1506 gefördert. Die Verantwortung für den Inhalt dieser Veröffentlichung liegt bei den Autorinnen und Autoren.

## **Autor\*innen**

**Robert Marten Bittorf**, Wissenschaftlicher Mitarbeiter am Institut für Didaktik der Naturwissenschaften der Leibniz Universität Hannover. Arbeitsschwerpunkte: Alternative Lehrformate, Didaktik der Organischen Chemie  
E-Mail: [bittorf@idn.uni-hannover.de](mailto:bittorf@idn.uni-hannover.de)

**Prof. Dr. Sascha Schanze**, Professor für Chemiedidaktik am Institut für Didaktik der Naturwissenschaften der Leibniz Universität Hannover. Arbeitsschwerpunkte: Digitale Medien im Chemieunterricht und in der Hochschullehre, Forschendes Lernen, Kollaborative Lernformen  
E-Mail: [schanze@idn.uni-hannover.de](mailto:schanze@idn.uni-hannover.de)