

Luise FEHLINGER, Berlin & Frank FEUDEL, Berlin

## **Flipped Classroom in der Analysis I zur Unterstützung der Studierenden beim Lernen in mathematischer Vorlesung**

### **Einleitung und Ausgangslage**

In mathematischen Studiengängen an Universitäten spielt die Vorlesung als Lehrveranstaltungstyp eine wichtige Rolle. Klassische Vorlesungen finden häufig als sogenannter *chalk talk* statt (Artemeva & Fox, 2011), bei dem der Dozent Definitionen, Sätze und Beweise an die Tafel schreibt und gleichzeitig vorliest. Zusätzlich gibt er erklärende mündliche Kommentare. Dies geschieht normalerweise in einem hohen Tempo (Harris & Pampaka, 2016), sodass die Studierenden die präsentierten Inhalte oft nicht direkt verarbeiten können und teilweise nur mit dem Abschreiben des Tafelbildes beschäftigt sind. Daher ist dann zu Hause eine intensive Nachbereitung der Vorlesung notwendig, die aber häufig nicht oder nur selektiv anhand wöchentlich abzugebender Übungsaufgaben stattfindet (Bauer, 2015).

Um diesen Problemen zu begegnen erprobte die erste Autorin dieses Beitrags in der Vorlesung „Analysis I“ an der Humboldt-Universität zu Berlin ein Vorlesungskonzept auf Basis eines *Flipped Classrooms*. Bei diesem Ansatz erfolgt zunächst vor der Vorlesung in einer *Selbststudienphase* ein Erstkontakt mit den Inhalten. Die anschließende *Präsenzphase* wird dann für eine vertiefte Auseinandersetzung mit diesen Inhalten genutzt, die normalerweise im Selbststudium bei der Vorlesungsnachbereitung erfolgen müsste (Jungić, Kaur, Mulholland & Xin, 2015). In diesem Beitrag werden das genaue Vorlesungskonzept, dessen Implementation und erste Ergebnisse einer Evaluation unter Federführung des zweiten Autors vorgestellt.

### **Beschreibung des implementierten Flipped Classroom-Konzepts**

Das hier vorgestellte *Flipped Classroom*-Konzept wurde in die Lehrveranstaltung „Analysis I“ für angehende Gymnasiallehrer im WS 2018/19 implementiert, die aus 4 SWS Vorlesung und 2 SWS Übung besteht. Dabei wurde jeweils nur eine der beiden wöchentlichen Vorlesungen geflipped, die andere wurde klassisch gehalten. Mit dem *Flipped Classroom*-Konzept wurden zwei wesentliche Ziele verfolgt:

- 1) Förderung einer aktiven Auseinandersetzung mit den Inhalten der Vorlesung in der Präsenzzeit
- 2) Vermittlung von Techniken (und Normen) zur selbstständigen Nachbereitung einer klassischen Vorlesung

**Beschreibung der Selbststudienphase:** Vier Tage vor der geflippten Vorlesung wurden deren Inhalte in Form eines Skriptkapitels bei moodle hochgeladen. Dazu bekamen die Studierenden folgende Arbeitsanweisungen:

- 1) Abschreiben und erstes Nachvollziehen des Skriptes zu Hause für einen Erstkontakt mit den Inhalten
- 2) Lernen der Definitionen bereits vor der Vorlesung, damit auf diese in der Präsenzzeit zurückgegriffen werden kann
- 3) Markieren von unverstandenen Stellen

Arbeitsaufträge, die bereits das Verständnis fördern sollten, bekamen die Studierenden noch nicht, da dies in der Präsenzzeit erfolgen sollte. Um sie anzuregen sich dennoch im Voraus mit dem Skript zu beschäftigen, wurden am Tag vor der Vorlesung Online-Quizze mit einfachen Fragen, z. B. nach einer Definition des Infimums einer Teilmenge von  $\mathbb{R}$ , freigeschaltet.

**Beschreibung der Aktivitäten in der Vorlesung:** In der Vorlesung erfolgte die eigentliche Auseinandersetzung mit den Inhalten. In ihr führte die Dozentin im Dialog mit den Studierenden Aktivitäten durch, die die Studierenden sonst bei der Nachbereitung einer klassischen Vorlesung selbst durchführen müssten (was die Dozentin auch stets betonte).

Zum Erwerb eines Verständnisses von im Skript durch eine Definition eingeführten mathematischen Begriffen wurden Beispiele, Gegenbeispiele, Visualisierungen und Beziehungen zu anderen mathematischen Begriffen diskutiert – Aspekte, die für ein Begriffsverständnis essentiell sind (Vollrath, 1984). So wurden z. B. zur Lipschitzstetigkeit (Definition stand im Skript) in der Vorlesung Beispiele und Gegenbeispiele diskutiert und als solche mit der Definition nachgewiesen ( $f(x) = |x|, f(x) = \sqrt{x}$ ). Über die Wurzelfunktion wurde dann eine Beziehung zum schon bekannten Begriff der gleichmäßigen Stetigkeit hergestellt. Außerdem brachte die Dozentin eine Möglichkeit der Visualisierung von Lipschitzstetigkeit an die Tafel.

Zu Beweisen wurden Aktivitäten durchgeführt, die die Studierenden zu einem globalen und einem lokalen Verständnis der Beweise des Skripts führen sollten (Mejia-Ramos, Fuller, Weber, Rhoads & Samkoff, 2012). Für ersteres blendete die Dozentin die im Skript gedruckten Beweise auf einer Folie ein und ließ die Studierenden die einzelnen Beweisschritte begründen, z. B. die einzelnen „Umformungsschritte“ beim Beweis der De Morganschen Regeln. Um die Ausbildung eines globalen Verständnisses der Beweise zu unterstützen, erläuterte die Dozentin zusätzlich die Beweisidee und die Beweisstruktur an der Tafel (standen nicht im Skript). So arbeitete sie z. B. bei den Beweisen der Grenzwertsätze für Folgen die entscheidende „gemeinsame

Idee“ heraus, nahrhafte Nullen einzufügen, damit man die Voraussetzung der Konvergenz der Einzelfolgen nutzen kann.

**Zusätzliche Aktivitäten in der Übung:** Nachdem in der Vorlesung eine Auseinandersetzung mit den Inhalten des Skriptes im Dialog zwischen Dozentin und Studierenden stattfand, folgten in den Übungen Aktivitäten zur Initiierung eines Dialoges zwischen den Studierenden. Hierfür wurden *ConceptTests* zur Analysis I von Bauer (2019) (ergänzt um eigene *ConceptTests*) nach der Idee der *Peer Instruction* von Mazur (2017) eingesetzt.

### **Design und ausgewählte Ergebnisse der Evaluation**

Die Evaluation des *Flipped Classrooms* erfolgte unter der Fragestellung, inwieweit die Studierenden in der einmal wöchentlich durchgeführten *Flipped Classroom*-Vorlesung besser lernen konnten als in bzw. aus der ebenfalls einmal wöchentlich durchgeführten klassischen Vorlesung. Dazu wurde auf Basis eines theoretischen Rahmens zum Lernen aus mathematischen Vorlesungen von Lew et al. (2016) ein Fragebogen entwickelt, der im Januar 2019 in der Vorlesung eingesetzt wurde (N=98). Laut Lew et al. sind für ein erfolgreiches Lernen in bzw. aus mathematischen Vorlesungen folgende Aktivitäten nötig: 1) Aufmerksames zuhören, 2) Verarbeitung der präsentierten Informationen, 3) Mitschreiben, 4) Nachbereitung der Vorlesung. Zu jeder der Aktivitäten wurden Items entwickelt, die Aussagen erfragen, inwieweit diese Aktivitäten stattfinden bzw. stattfinden können (Bsp.: „Ich höre genau zu, welche Erklärungen die Dozentin zu ihrem Tafelanschrieb bringt.“). Diese Items sollten die Studierenden einmal für die *Flipped Classroom*-Vorlesung und einmal für die klassische Vorlesung beantworten. Das Antwortformat war jeweils eine sechsstufige Likert-Skala von 1=“Trifft überhaupt nicht zu“ bis 6=“Trifft voll und ganz zu“. Außerdem sollten die Studierenden angeben, welchen der beiden Vorlesungstypen sie bevorzugen, und in einem offenen Item einen Grund dafür angeben.

Aus Platzgründen werden hier nur die Ergebnisse zum „Wunschtyp“ der Vorlesung und die Gründe dafür dargestellt. Von den 98 Befragten bevorzugten 51.0% den *Flipped Classroom*, 31.6% die klassische Vorlesung und 15.3% war es egal (2% gaben keine Antwort). Die von den Studierenden genannten Gründe in dem offenen Item wurden kategorisiert. Die Tabelle enthält die von mehr als 4% der Befragten genannten Kategorien. In der Tabelle sieht man auch schon das Hauptpotential des *Flipped Classrooms*: die in der Vorlesung besprochenen Informationen können besser verarbeitet werden (z. B. wegen einer Vorabbeschäftigung mit dem Stoff). Allerdings werden auch Verbesserungspotentiale deutlich, z. B. eine stringenterer Strukturierung der Besprechung der Inhalte in der *Flipped Classroom*-Vorlesung.

Grund für Bevorzugung des Flipped Classrooms	Anteil (N=98)	Grund für Bevorzugung der klassischen VL	Anteil (N= 98)
Vorabbeschäftigung mit Stoff	27.6%	Höhere Aufmerksamkeit/ Konzentration	6.1%
Besseres Mitdenken in der VL	18.4%	Bessere Struktur	5.1%
Besseres Verständnis in der VL	13.3%	Wunsch nach Wissensvermittlung	5.1%
Fokus nicht nur auf Abschreiben	8.2%	Vollständigkeit	5.1%
Leichtere Beseitigung von Verständnislücken	4.1%	Weniger Zeitaufwand	4.9%

Tab.: Gründe für die Bevorzugung des jeweiligen Vorlesungstyps, Mehrfachantworten waren möglich, Prozente beziehen sich auf alle Teilnehmer der Vorlesung

Genauere Ergebnisse dazu, inwieweit die Studierenden besser im *Flipped Classroom* oder in der klassischen Vorlesung lernen konnten, und welche Studierenden welchen Typ bevorzugen, werden aus einer Detailanalyse der gesamten Befragung deutlich, die derzeit noch im Gange ist.

## Literatur

- Artemeva, N. & Fox, J. (2011). The writing's on the board: The global and the local in teaching undergraduate mathematics through chalk talk. *Written Communication*, 28(4), 345–379.
- Bauer, T. (2015). Übungsgelegenheiten im Mathematikstudium – Erproben neuer Konzepte. In H. Schelhowe, M. Schaumburg & J. Jasper (Hrsg.), *Proceedings of the Teaching is Touching the Future. Academic teaching within and across disciplines* (S. 139–146). Bielefeld: Webler.
- Bauer, T. (2019). Peer Instruction als Instrument zur Aktivierung von Studierenden in mathematischen Übungsgruppen. *Mathematische Semesterberichte*, 66(2), 219–241.
- Harris, D. & Pampaka, M. (2016). ‘They [the lecturers] have to get through a certain amount in an hour’: first year students’ problems with service mathematics lectures. *Teaching Mathematics and its Applications*, 35(3), 144–158.
- Jungić, V., Kaur, H., Mulholland, J. & Xin, C. (2015). On flipping the classroom in large first year calculus courses. *International Journal of Mathematical Education in Science and Technology*, 46(4), 508–520.
- Lew, K., Fukawa-Connelly, T. P., Mejia-Ramos, J. P. & Weber, K. (2016). Lectures in advanced mathematics: Why students might not understand what the mathematics professor is trying to convey. *Journal for Research in Mathematics Education*, 47(2), 162–198.
- Mazur, E. (2017). *Peer Instruction*. Berlin, Heidelberg: Springer.
- Mejia-Ramos, J. P., Fuller, E., Weber, K., Rhoads, K. & Samkoff, A. (2012). An assessment model for proof comprehension in undergraduate mathematics. *Educational Studies in Mathematics*, 79(1), 3–18.
- Vollrath, H. (1984). *Methodik des Begriffslehrens im Mathematikunterricht*. Stuttgart: Klett.