

Stefanie RACH, Ulrike SIEBERT, Aiso HEINZE, Kiel

Lehrqualität in der Studieneingangsphase im Fach Mathematik: Konzeptualisierung und erste Ergebnisse

Der Übergang von der Schule zur Hochschule stellt für Studierende im Fach Mathematik eine große Herausforderung dar, was sich beispielsweise an hohen Studienabbruchquoten zeigt. Vielfach wird die Lehre in der Studieneingangsphase kritisiert und die Schwierigkeiten der Studierenden auf ungünstige Lerngelegenheiten zurückgeführt. In diesem Beitrag sollen einige Besonderheiten von universitären Lerngelegenheiten herausgearbeitet werden. Darauf aufbauend werden eine Beobachtungsstudie zu mathematischen Lehrprozessen in Erstsemesterveranstaltungen und daraus resultierende deskriptive Ergebnisse vorgestellt.

Besonderheiten von Lerngelegenheiten im Fach Mathematik

Vergleicht man Lehrprozesse an der Schule mit denen an der Hochschule, so stellt man zum einen eine Charakterverschiebung des Lerngegenstandes Mathematik fest. Während die Mathematik an der Schule eine allgemein bildende Funktion besitzt, ist sie an der Hochschule durch einen axiomatischen Theorieaufbau geprägt. Die typische Struktur *definition-theorem-proof* beinhaltet formale Begriffsdefinitionen zur Beschreibung mathematischer Objekte und deduktive Beweise als Evidenzkriterium für mathematische Aussagen zwischen diesen Objekten. Der Mathematik an der Schule kann dagegen ein eher instrumenteller Charakter zugeschrieben werden, wobei mentale Vorstellungen von Begriffen und plausibles Schließen im Vordergrund stehen (Rach & Heinze, 2013).

Die zweite Veränderung bezüglich der Lehr-Lern-Prozesse betrifft die Lerngelegenheiten und ihre Nutzung. Der konstitutionelle Rahmen in der Schule besteht aus einer ausgebildeten Lehrkraft, die den Unterricht didaktisch strukturiert und oftmals Strategien zur Lösung einer Problemstellung induziert oder vorgibt. Die Lehrprozesse an der Schule orientieren sich somit eher an den Lernenden, während die Strukturierung und Auswahl der Inhalte an der Hochschule an der mathematischen Sachlogik ausgerichtet sind (de Guzmán et al., 1998). Begriffe und Aussagen werden durch die Lehrenden in einer Vorlesung zwar definiert bzw. bewiesen und dann in Tutorien vertieft, es ist jedoch anzunehmen, dass Studierende die Inhalte aktiv für ihren eigenen Lernprozess aufbereiten müssen, da beispielsweise Strategien zum Bearbeiten von Übungsaufgaben meist implizit bleiben.

Konzeptualisierung von Lehrqualitätskriterien

Zur Qualität des Lehrangebotes an der Hochschule im Fach Mathematik gibt es nur wenige empirische Ergebnisse. Meistens handelt es sich um Fallstudien mit methodologischen Einschränkungen (z. B. Bergsten, 2007). Im Bereich des Mathematikunterrichts in der Mittelstufe gibt es Erkenntnisse von Heinze und Reiss (2004), dass beispielsweise explorative Phasen in Beweisprozessen wenig expliziert werden. In der allgemeinen Unterrichtsforschung sind zudem die vier folgenden Unterrichtsqualitätsmerkmale etabliert: Instruktionseffizienz, Schülerorientierung, kognitive Aktivierung und Strukturierung (z. B. Clausen et al., 2003).

Forschungsfragen

Wir gehen davon aus, dass es spezifische Besonderheiten von mathematischen Lehrveranstaltungen (Vorlesungen und Tutorien) an der Hochschule gibt. Aufgrund der bisher wenigen empirischen Ergebnisse lauten unsere Forschungsfragen:

- Welche allgemeinen und mathematikspezifischen Lehrqualitätsmerkmale lassen sich für universitäre Lehrveranstaltungen für das Fach Mathematik konzeptualisieren?
- Welche dieser Merkmale lassen sich durch Beobachtungen reliabel erfassen?

Design

Für diese Studie wurde die Lehre des Erstsemestermoduls „Analysis I“ für Hauptfachstudierende beobachtet und dabei der Inhaltsbereich „Folgen und Reihen“ fokussiert. Es wurden drei Wochen mit insgesamt fünf Vorlesungs- und drei Tutorienterminen beobachtet. Dazu wurden standardisierte Beobachtungen von zwei oder drei geschulten Beobachterinnen und Beobachtern durchgeführt. Zur Erhebung der Lehrqualität wurden Codiermanuale und Beobachtungsbögen entwickelt und die Beobachtungen erfolgten auf einer vierstufigen Likert-Skala von „gut behandelt“ (3) über „behandelt“ (2), „schlecht behandelt“ (1) bis „nicht behandelt“ (0).

Es wurden vier Aspekte bzgl. der Einführung von Begriffen beobachtet: (1) Motivation und Einordnung in das Themengebiet, (2) Nennen einer formalen Definition, (3) Nennen von Beispielen und Gegenbeispielen und (4) Verwenden mentaler und visueller Repräsentationen. Der zentrale Qualitätsaspekt besteht darin, dass Verbindungen zwischen der formalen Definition eines Begriffs (2) und den dazugehörigen Aspekten des Begriffsverständnisses (1, 3, 4) hergestellt werden. Dazu wurde die Einführung von vier Begriffen beobachtet.

Beweisprozesse wurden in der Vorlesung ähnlich wie bei Heinze und Reiss (2004) beobachtet. Dabei wurde der Beweisprozess als qualitativ hochwertig eingeschätzt, wenn die einzelnen Beweisphasen explizit gemacht werden. Insgesamt wurden dafür Beweise von neun Aussagen herangezogen. Die Operationalisierung in den Tutorien zum Beweisprozess unterscheidet sich dahingehend, dass die einzelnen Beweisphasen im Kontext der Aufgabenlösung beobachtet wurden. Die Beweisphasen in den Tutorien sind (1) Motivation und Gebietseinordnung, (2) Lösungs- und Beweisidee und (3) Organisation der Argumente zu einem formalen Beweis. Im Durchschnitt wurden 12-23 Aufgabenpräsentationen in den Tutorien beobachtet.

Neben der mathematikspezifischen wurde die allgemeine Lehrqualität mittels adaptierter Kriterien nach Clausen et al. (2003) operationalisiert. Beispielsweise wurden die folgenden Kriterien untersucht: Explizierung von Strategien (Schülerorientierung), Denkanstöße (kognitive Aktivierung) und Unterscheidung (Un)Wichtiges (Strukturierung).

Die Beobachterübereinstimmungen wurden mit Hilfe des ICC bestimmt und lagen im guten bis akzeptablen Bereich.

Ergebnisse

Bezüglich der mathematikspezifischen Lehrqualität ist festzuhalten, dass in der Vorlesung die Einführung von formalen Begriffsdefinitionen ($M = 2.25$, $SD = 0.50$) betont wird und es kaum eine Motivation zu den Begriffen ($M = 0.13$, $SD = 0.25$) und eher wenig umfassende (Gegen-) Beispiele ($M = 1.25$, $SD = 0.96$) bzw. Verknüpfungen mit mentalen Vorstellungen ($M = 0.88$, $SD = 1.03$) gibt.

| P1: Entwicklung einer Behauptung | P2: Formulierung einer Behauptung | P3: Exploration einer Behauptung | P4: Organisation eines Beweises | P5: Rückschau auf den Beweis |
|----------------------------------|-----------------------------------|----------------------------------|---------------------------------|------------------------------|
| 1.24 (0.88) | 2.67 (0.29) | 1.48 (0.80) | 1.65 (0.53) | 0.83 (0.97) |

Tab. 1: Mittelwert (Standardabweichung) der Phasen im Beweisprozess in der Vorlesung (3: gut behandelt, 2: behandelt, 1: schlecht behandelt, 0: nicht behandelt)

Hinsichtlich des Beweisprozesses zeigt sich, dass die Explorationsphasen P1 und P3 eher weniger gut behandelt werden (Tab. 1). Ein ähnliches Resultat ergab sich in den Tutorien, in denen die Motivation einer Aufgabe fast nie thematisiert wurde ($M = 0.13$, $SD = 0.23$). Auch scheinen in den Tutorien die Organisation eines Beweises ($M = 2.10$, $SD = 0.50$) im Allgemeinen wichtiger zu sein als das Explizieren einer Beweisidee ($M = 1.48$, $SD = 0.69$).

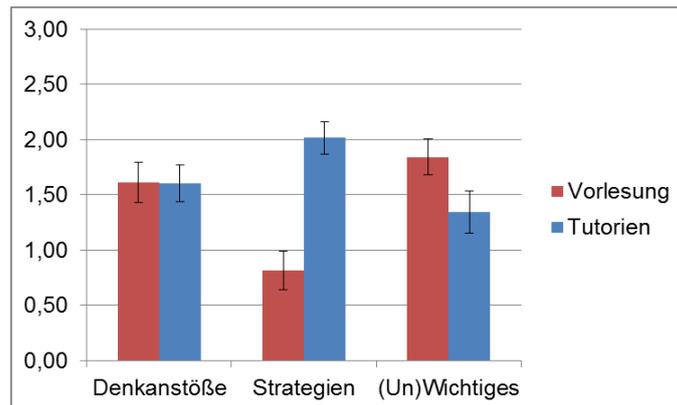


Abb. 1: Allgemeine Qualitätskriterien in der Vorlesung und in den Tutorien (vierstufige Likert-Skala von 3: gut vorhanden bis 0: nicht vorhanden).

Die allgemeine Lehrqualität weist sowohl in der Vorlesung als auch in den Tutorien relativ große Unterschiede auf. In der Vorlesung scheint die Unterscheidung zwischen Unwichtigem und Wichtigem mehr zur Geltung zu kommen, während in den Tutorien das Explizieren von Strategien zum mathematischen Arbeiten einen größeren Stellenwert annimmt (Abb. 1).

Diskussion

Diese Studie liefert einen ersten Einblick in mathematische Lehrqualität in der Studieneingangsphase. Die Ergebnisse dieser Beobachtungsstudie sind nicht generalisierbar, da nur eine Vorlesung (mit Tutorien) an einer Hochschule beobachtet wurde. Jedoch zeigt sich mit dieser Studie die Machbarkeit solch einer Erfassung von Lehrqualität. Einige an den Lehrveranstaltungen häufig geäußerten Kritikpunkte, wie z. B. die mangelhafte Explizierung von Strategien bzw. das Ansprechen von nur wenigen mentalen Vorstellungen zu einem Begriff, zeigten sich auch hier.

Literatur

- Bergsten, C. (2007). Investigating Quality of Undergraduate Mathematics Lectures. *Mathematics Education Research Journal*, 19(3), 48-72.
- Clausen, M., Reusser, K. & Klieme, E. (2003). Unterrichtsqualität auf der Basis hochinferenter Unterrichtsbeurteilungen. *Unterrichtswissenschaft*, 31(2), 122-141.
- Guzmán, M. de, Hodgson, B. R., Robert, A. & Villani, V. (1998). Difficulties in the passage from secondary to tertiary education. In G. Fischer (Hrsg.), *Proceedings of the International Congress of Mathematicians* (S. 747-762). Rosenheim: Geronimo.
- Heinze, A. & Reiss, K. (2004). The teaching of proof at the lower secondary level – a video study. *ZDM*, 36(3), 98-104.
- Rach, S. & Heinze, A. (2013). Welche Studierenden sind im ersten Semester erfolgreich? Zur Rolle von Selbsterklärungen beim Mathematiklernen in der Studieneingangsphase. *Journal für Mathematik-Didaktik*, 34(1), 121-147.