

Peer Instruction in mathematischen Übungsgruppen – Entwurfsprinzipien und Akzeptanz

Problemlage

Da dem Üben im Mathematikstudium hohe Bedeutung zugemessen wird, sind auch die Ansprüche, die an mathematische Übungsgruppen gestellt werden, hoch: So sollen sie u.a. Gelegenheit bieten, Fragen zu klären, über aktuelle Stoffinhalte zu diskutieren und Verständnisprobleme zu bearbeiten. In der Realität ist jedoch häufig das Vorstellen von Musterlösungen (im Jargon gerne „Vorrechnen“ genannt) ein Hauptbestandteil von Übungen. Dies kann effektiv sein, wenn dabei Problemlösestrategien expliziert werden (Ableitinger und Herrmann 2011), während man weniger Wirkung erwarten kann, wenn nicht der Lösungsprozess, sondern lediglich die Lösungen (als dessen Endprodukt) gezeigt werden. Insbesondere besteht dabei die Gefahr, dass die Studierenden in einer zu passiven Rolle verbleiben. Die (meist studentischen) Tutoren stehen hier vor einer anspruchsvollen Aufgabe, auf die sie durch Tutorenschulungen nur begrenzt vorbereitet werden können, selbst wenn sie hochmotiviert sind. Diese Problemlage erzeugt den Wunsch nach effektiven Möglichkeiten zur Aktivierung, die methodisch einfach zu handhaben sind und von studentischen Tutoren gut durchgeführt werden können.

Hintergrund und Fragestellung

Die von Eric Mazur (1997) im Fach Physik entwickelte Methode der Peer Instruction aktiviert Studierende dadurch, dass ihnen herausfordernde konzeptuelle Fragen zusammen mit mehreren Antwortmöglichkeiten vorgelegt (in Mazurs Terminologie *ConceptTests* genannt). Den Kern der Methode bildet die Diskussionsphase, in der in Kleingruppen die verschiedenen Antwortmöglichkeiten diskutiert werden. Die Idee der Peer Instruction stellt ein unterrichtsmethodisch einfaches Konzept dar und ist daher potentiell geeignet zum Einsatz durch studentische Tutoren. Diese können in der methodischen Durchführung geschult werden, während die konzeptionelle Arbeit (der Entwurf von Aufgaben) vom Dozenten vorab geleistet wird. Die Methode lässt sich aus mehreren Perspektiven stützen: So ermöglicht sie Aktivierung in Form von fokussierter Informationsverarbeitung im Sinne von Renkl (2011), sie betont die Rolle der Interaktion (Chi 2009) wie auch des Peer Learning (vgl. Wentzel und Watkins 2011).

Fragestellung:

1. Wie können ConceptTests für das Modul Analysis I/II entworfen und in Übungen eingesetzt werden? Gelingt es gleichermaßen für alle Themenbereiche?
2. Inwieweit wird die Methode von Studierenden akzeptiert? Wie schätzen sie den Nutzen ein?
3. Wie wird die Methode von Tutoren angenommen? Fühlen sie sich sicher bei Einsatz der Methode?

Entwurfsprinzipien

Crouch et al. (2007) haben für das Fach Physik allgemeine Kriterien für den Entwurf von ConceptTests formuliert, für die eine mathematikbezogene Interpretation zu entwickeln ist. So fordern sie insbesondere, dass ConceptTests konzeptuelle Fragen stellen und nicht nur Memorieren von Fakten oder Einsetzen von Zahlen in Formeln verlangen. Um diesen Anspruch für das Fach Mathematik einzulösen, ist beim Entwurf von Aufgaben für Peer Instruction die Frage entscheidend, welche Ziele in Bezug auf das Lernen von mathematischen Begriffen und Sätzen angestrebt werden sollen. Um dies zu erfassen, wurde im vorliegenden Projekt ein dreistufiges Modell entwickelt (siehe Tabelle 1), das für das Begriffslernen die Konstrukte *Concept Definition* und *Concept Image* nach Tall und Vinner (1981) nutzt. Für das Lernen von Sätzen wurde es in Analogie zu Tall und Vinner um *Theorem Statement* und *Theorem Image* erweitert. Die von Selden und Selden (1995) eingeführte Sprechweise vom „Statement Image“ umfasst dann sowohl das Concept Image als auch das Theorem Image.

Stufe 1	Concept Definition	Definition präzise formulieren, Begriff gegen andere abgrenzen	Theorem Statement	eine präzise Satzformulierung angeben (Voraussetzungen und Konklusion herausstellen)
Stufe 2	Concept Image	Sinn und Bedeutung verstehen: <ul style="list-style-type: none"> ■ Begriffsinhalt ■ Begriffsumfang ■ Begriffsnetz 	Theorem Image	Sinn und Bedeutung verstehen: <ul style="list-style-type: none"> ■ die Satzaussage inhaltlich erklären ■ alternative Formulierungen geben
Stufe 3	Concept Image	den Begriff verwenden: <ul style="list-style-type: none"> ■ innerhalb des Theoriezusammenhangs ■ in Standardbeispielen und -anwendungen 	Theorem Image	den Satz verwenden: <ul style="list-style-type: none"> ■ innerhalb des Theoriezusammenhangs ■ in Standardbeispielen und -anwendungen

Tabelle 1: Wissensэлеmente beim Begriffs- und Satzlernen (siehe Bauer 2018)

Ergebnisse

Abbildung 1 zeigt die Entwurfsiterationen im Projekt. Nach einer ersten Entwurfsphase zur Vorbereitung einer Pilotierung wurden einzelne ConceptTests erprobt. In der zweiten Entwurfsphase wurde das oben dargestellte Modell entwickelt, auf dessen Basis es gelang, für alle Themenbereiche sowohl der Analysis I als auch der Analysis II ConceptTests zu entwickeln, die im wöchentlichen Rhythmus in den Übungen eingesetzt werden konnten. Eine Evaluation zeigte, dass sowohl die Studierenden als auch die Tutoren die Methode mit großer Mehrheit positiv aufnahmen (Einzelheiten sind in Bauer (2018) dargestellt.) Das systematisch erhobene Feedback zu den einzelnen ConceptTests war leitend für die Überarbeitung in der nachfolgenden dritten Entwurfsphase (die u.a. den „Argumentationsgehalt“ der Antwortalternativen betrifft, siehe hierzu Bauer 2018, Abschn. 4.2.5).

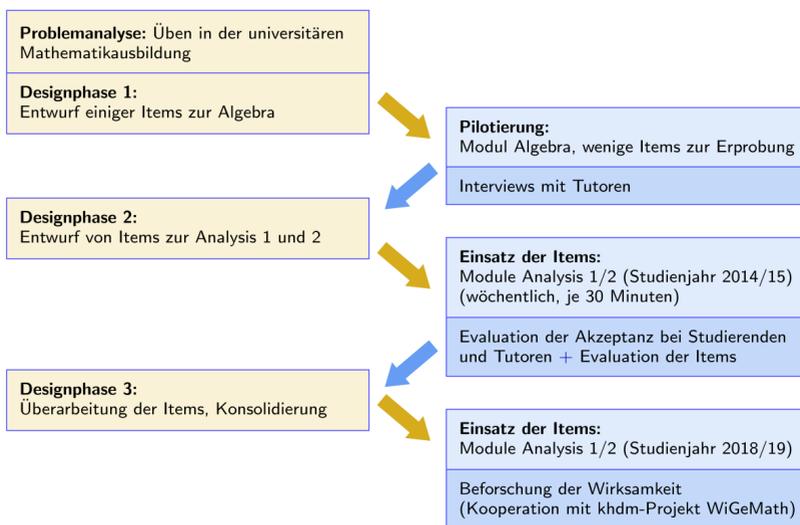


Abbildung 1: Entwurfsiterationen im Peer-Instruction-Projekt

Offene Fragen

Die im Projekt bisher gemachten Erfahrungen legen eine Reihe von Fragen zur weiteren Untersuchung nahe:

1. *In Bezug auf den Schwierigkeitsgrad von ConceptTests:* Wo liegt der "richtige" Schwierigkeitsgrad? Während Crouch et al. (2007) empfehlen, ConceptTests so zu konstruieren, dass ein Intervall von 30 bis 70 Prozent richtiger Antworten im ersten Voting erreicht wird, gab es in unserem Projekt auch

ConcepTests, die sich als sehr produktiv erwiesen haben, obwohl sie unter der 30-Prozent-Grenze lagen. Dies legt die Vermutung nahe, dass weitere Eigenschaften von ConcepTests hierfür relevant sind.

2. *In Bezug auf den Zeitpunkt des Einsatzes:* Wann ist der richtige Zeitpunkt, um Inhalte der Vorlesung in ConcepTests zu thematisieren? Für einen Einsatz möglichst zeitnah zur Vorlesung spricht, dass Peer Instruction dann auf die Übungsaufgaben vorbereiten kann. Wiederholt wünschten sich Studierende allerdings einen Einsatz erst *nach* einschlägigen Übungsaufgaben, um dann informierter an Diskussionen teilnehmen zu können. Jedoch gibt man so den vorbereitenden Brückenschlag zu Übungsaufgaben auf.

3. *In Bezug auf die Wirkung:* Die positive Akzeptanz, die wir im Projekt auf Seiten der Studierenden zeigen konnten, ist noch kein Beleg dafür, dass der Einsatz von Peer Instruction zu besserem Lernerfolg führt. Eine diesbezügliche Wirkungsbeforschung wird derzeit im Rahmen des khdm-Projekts WiGeMath durchgeführt.

Literatur

- Ableitinger, C., Herrmann, A. (2011). Lernen aus Musterlösungen zur Analysis und Linearen Algebra. Ein Arbeits- und Übungsbuch. Wiesbaden: Vieweg+ Teubner Verlag.
- Bauer, Th. (2018). Peer Instruction als Instrument zur Aktivierung von Studierenden in mathematischen Übungsgruppen. *Math. Semesterberichte*, First Online: 14.06.2018
- Bauer, Th. (2019, in Vorbereitung). *Verständnisaufgaben zur Analysis 1 und 2 – für Lerngruppen, Selbststudium, Peer Instruction*. Springer.
- Chi, M. T. (2009). Active-constructive-interactive: A conceptual framework for differentiating learning activities. *Topics in Cognitive Science*, 1(1), 73-105.
- Crouch, C. H., Watkins, J., Fagen, A. P., Mazur, E. (2007). Peer instruction: Engaging students one-on-one all at once. *Research-Based Reform of University Physics*, 1(1), 40-95.
- Mazur, E. (1997). Peer Instruction: Getting students to think in class. In: E.F. Redish, J.S. Rigden (eds.), *The Changing Role of Physics Departments in Modern Universities* (pp. 981–988). AIP Conference Proceedings 399.
- Renkl, A. (2011). Aktives Lernen: Von sinnvollen und weniger sinnvollen theoretischen Perspektiven zu einem schillernden Konstrukt. *Unterrichtswissenschaft*, 39(3), 197-212.
- Selden, J., Selden, A. (1995). Unpacking the logic of mathematical statements. *Educational Studies in Mathematics*, 29(2), 123-151.
- Tall, D., Vinner, S. (1981). Concept Image and Concept Definition in Mathematics with particular reference to Limits and Continuity. *Educational Studies in Mathematics*, 2, pp. 151-169.
- Tall, D. (1988). Concept Image and Concept Definition, pp. 37-41. In: De Lange, J., Doorman, M. (eds.). *Senior Secondary Mathematics Education*. Utrecht: OW & OC.