

Christoph ABLEITINGER, Essen

Lernen an Demonstrationsaufgaben in der Studieneingangsphase

Das Projekt „Mathematik besser verstehen“ (gefördert durch die Deutsche Telekom Stiftung) setzt neben zahlreichen anderen Aktivitäten auf die Verwendung sogenannter Demonstrationsaufgaben im Lehrbetrieb. Dabei werden den Studierenden prototypische Aufgabenlösungen aus Analysis und Linearer Algebra vorgestellt, schon bevor sie selbst an ähnlichen Aufgabentypen arbeiten. Wir folgen dabei dem Konzept des „Cognitive Apprenticeship“.

1. Musterlösungen – hochgelobt und hochumstritten

Üblicherweise finden Musterlösungen zu Übungsaufgaben auf unterschiedliche Art und Weise Verwendung im Lehrbetrieb von Universitäten. An unserem Standort beispielsweise werden Studierenden im Anschluss an die Hausaufgaben-Abgabe üblicherweise prägnante Lösungsskizzen zum Download angeboten. Mancherorts werden Musterlösungen auch durch die Übungsgruppenleiter an der Tafel vorgestellt. Es gibt natürlich auch Fachbereiche, die komplett auf den Einsatz von Musterlösungen verzichten.

Befürworter berufen sich meist darauf, dass Musterlösungen eine verlässliche Basis für die Studierenden böten, auf die sie sich beim Lernen für die Klausuren und Prüfungen am Semesterende beziehen und verlassen könnten. Zudem wohne Musterlösungen eine wichtige Kontrollfunktion für die eigenen Hausaufgabenbearbeitungen inne. Schließlich wird Musterlösungen vielerorts auch eine wichtige Rolle beim Aufbau geeigneter Grundvorstellungen zu Begriffen aus den Vorlesungen zugeschrieben. Gegner von Musterlösungen hingegen argumentieren häufig damit, dass Studierende sich durch den bloßen Besitz von Musterlösungen zu sehr in Sicherheit wiegen würden. Sie würden die Lösungen gedanklich abheften, anstatt sich intensiv mit ihnen auseinanderzusetzen. Es sei dann keine eigenständige kognitive Anstrengung mehr nötig und keine Motivation, die Aufgaben selbst zu bearbeiten. Schließlich bekomme man die Lösungen ja ohnehin ein paar Tage später fein säuberlich präsentiert. Zu guter letzt sei auch erwähnt, dass man als Dozent durch das Ausgeben von Musterlösungen die entsprechenden Aufgaben für spätere Studierendengenerationen nicht mehr ohne weiteres verwenden kann.

Wir wollen diese Frage hier aber nicht weiter erörtern, sondern die spezielle Form der Verwendung von Aufgabenlösungen im Projekt „Mathematik besser verstehen“ darstellen.

2. Demonstrationsaufgaben

Die Initiative „Demonstrationsaufgaben“ wurde im Projekt „Mathematik besser verstehen“ im Studienjahr 2010/11 etabliert. Uns wurden von den Dozenten der Anfängervorlesungen Analysis und Lineare Algebra an insgesamt acht Terminen pro Semester 30 Minuten der sogenannten „Globalübung“ zur Verfügung gestellt. In dieser Zeit konnten wir prototypische Aufgaben und deren Lösungen zu wichtigen Begriffen der Veranstaltungen vor dem Studierendenauditorium vorstellen, noch bevor die Studierenden selbst an ähnlichen Aufgaben arbeiten mussten. Wir wollten damit dem Problem Rechnung tragen, dass Studierende sich bei Aufgaben eines neuen Themengebietes meist nur schwer zurechtfinden. Häufig führt das dazu, dass sich im Laufe eines Semesters immer weniger Studierende tatsächlich mit ihren Hausaufgaben beschäftigen. Viele sind so frustriert, dass sie lediglich die Lösungen von besseren Studierenden abschreiben, ohne sich selbst inhaltlich damit beschäftigt zu haben.

Demonstrationsaufgaben sollen nicht bloß fertige Aufgabenlösungen sein, sondern sie sollen vielmehr den Prozess darstellen, der bei der Lösung einer Aufgabe im Kopf der Aufgabenlösers abläuft. Dazu gehört es beispielsweise darzulegen, worin das eigentliche Problem der Aufgabe liegt, welche unterschiedlichen Lösungswege man verfolgen könnte, welche Funktion einzelne Bearbeitungsschritte für den Lösungsprozess haben (siehe dazu Ableitinger 2012) und welche heuristischen Strategien zur Lösung beitragen können. Zusätzlich zur Präsentation der Aufgabenlösung an der Tafel, erhalten die Studierenden im Anschluss auch eine schriftliche Version der Demonstrationsaufgabe, um sich auch zu Hause noch einmal damit auseinandersetzen zu können.

Es ist an dieser Stelle zu betonen, dass die von uns präsentierten Demonstrationsaufgaben nur exemplarische Funktion haben (können). Selbstverständlich sichern das Mitverfolgen und das Durchdringen der vorgestellten Aufgabenlösung nicht, dass die Studierenden dann auch alle ihre Hausaufgaben erfolgreich bearbeiten können. Dazu sind die gestellten Hausaufgaben meist viel zu unterschiedlich und in ihren Anforderungen zu komplex. Allerdings haben die Demonstrationsaufgaben sehr wohl den Anspruch, die Studierenden zumindest bei einer der im Anschluss zu bearbeitenden Hausaufgaben zu unterstützen. Dafür sorgen wir bei der Auswahl der Demonstrations- und Hausaufgaben.

Unter anderem zu folgenden Themen aus Analysis wurden im Studienjahr 2010/11 Demonstrationsaufgaben vorgestellt: Supremum/Infimum, Reihen, Stetigkeit, Differenzierbarkeit, Integrationsmethoden.

3. Cognitive Apprenticeship

Demonstrationsaufgaben sind keine Erfindung unseres Projektes. Die Idee geht vielmehr auf ein seit vielen Jahren bekanntes Konzept zurück. In den späten 1980er Jahren haben drei amerikanische Bildungswissenschaftler das sogenannte „Cognitive Apprenticeship“ (Kognitive Anlehre) vorgestellt, bei dem das Lernen in Handwerksberufen auf das Erlernen kognitiver Fähigkeiten übertragen wird (Collins et al. 1989). Der Lernprozess läuft dabei in sechs Phasen ab:

Modelling: Soll ein Schüler (Lehrling, Novize) eine Fertigkeit neu erlernen, so zeigt der Lehrer (Meister, Experte) dies zunächst einmal selbst vor. Dabei soll er möglichst viel implizites Wissen explizieren, seine Gedankengänge versprachlichen und die den Prozess steuernden Begleitüberlegungen offenlegen.

Coaching: Im Anschluss daran soll sich der Schüler selbst an der neuen Aufgabe versuchen. Er wird dabei zunächst noch vom Experten begleitet und unterstützt.

Scaffolding: Kommt der Lernende bei der Bearbeitung der Aufgabe nicht zurecht, können Teile der Problembewältigung vom Experten übernommen werden. Erst nach und nach soll die Unterstützung zurückgenommen und der Schüler sprichwörtlich auf eigene Beine gestellt werden.

Articulation: In einer nächsten Phase soll der Schüler dazu angehalten werden, über die neu erlernte Fähigkeit zu sprechen.

Reflection: Erst wenn der Ablauf der Problemlösung auf einer handwerklichen Ebene sicher beherrscht wird, soll der Schüler gemeinsam mit dem Lehrer darüber reflektieren, warum die neu erlernte Methode so funktioniert, wie sie funktioniert, wo ihre Grenzen liegen und inwieweit sie sich auf ähnliche Probleme übertragen ließe.

Exploration: Schließlich soll die neu erworbene Fähigkeit auch in anderen Kontexten angewendet und die Aufgabenstellung variiert werden.

Was bedeutet das für die Umsetzung in unserem Lehrbetrieb? Die Präsentation von Demonstrationsaufgaben (Modelling) leitet in der Konzeption des „Cognitive Apprenticeship“ den Lernprozess ein. In den Übungsgruppen, bei der Bearbeitung der Hausaufgaben und der anschließenden Korrektur müssen dann die weiteren Phasen abgedeckt werden. Wir beschränken uns aus Platzgründen in diesem Artikel allerdings auf die Darstellung der Demonstrationsaufgaben.

4. Mögliche Wirkungen

Was versprechen wir uns vom Einsatz von Demonstrationsaufgaben in der universitären Lehre?

Studierenden soll es ermöglicht werden, ihren für das Aufgabenlösen so dringend erforderlichen Erfahrungsschatz anzureichern. Neben dem eigenständigen Problemlösen gehören dazu auch das Beobachten und das Nachahmen von Experten eines Fachgebietes.

Die Demonstrationsaufgaben sollen Vorbildwirkung in vielerlei Hinsicht entfalten. Zum einen betrifft dies fachliche Aspekte, also z. B. das Know-How, wie man üblicherweise einen Stetigkeitsbeweis mit Hilfe der Epsilon-Delta-Definition in Angriff nimmt. Zum anderen sollen sie auch in habitueller Hinsicht Vorbildfunktion haben. Durch das Beobachten des Experten, durch das Eintauchen in seine Gedankenwelt, durch das Mitverfolgen des Abwägens von Handlungsoptionen wird den Studierenden ein Einblick in authentisches mathematisches Arbeiten gewährt. Nicht das Fach Mathematik selbst konstituiert die Gewohnheiten und Haltungen von Mathematikern, sondern die Art, wie Mathematik betrieben wird und wie diese Handlungsweisen und Dispositionen an die nachfolgenden „Generationen“ weitergegeben werden.

Ein weiterer Vorteil von Demonstrationsaufgaben im Gegensatz zu herkömmlichen Musterlösungen ist, dass bei Demonstrationsaufgaben viel eher gesichert ist, dass Lernende sie tatsächlich studieren und zu durchdringen versuchen. Weil diese Präsentationen am Beginn des Lernprozesses stehen und sich durch die Beschäftigung mit den Demonstrationsaufgaben Vorteile bei einzelnen Hausaufgaben ergeben, sind Studierende viel eher dazu bereit, Zeit in das Verstehen der Demonstrationsaufgaben zu investieren.

In unserer qualitativen Begleitforschung interessieren wir uns nun dafür, in welcher Art und Weise die Demonstrationsaufgaben die von uns intendierten Wirkungen tatsächlich entfalten können. Entsprechende Ergebnisse werden andernorts publiziert.

Literatur

Ableitinger, C. (2012): Typische Teilprozesse beim Lösen hochschulmathematischer Aufgaben: Kategorienbildung und Ankerbeispiele. In: Journal für Mathematik-Didaktik, 33(1), 87-111.

Collins, A., Brown, J.S., Newman, S.E. (1989): Cognitive Apprenticeship: Teaching the crafts of reading, writing, and mathematics. In L.B. Resnick (Hrsg.): Knowing, learning and instruction. Hillsdale: Lawrence Erlbaum Associates, 453-494.