

Inverted Classroom basierter Übungsbetrieb in mathematischen Anfängervorlesungen

PD Dr. Christian Serpé
Westfälische Wilhelms-Universität Münster
Fachbereich Mathematik und Informatik
Einsteinstr. 61
48149 Münster
Email: serpe@uni-muenster.de
Tel.: 0251-8332732

Persönliche Motivation

Warum bewerben Sie sich um einen Fellowship?

Ich bin Dozent am Fachbereich „Mathematik und Informatik“ an der WWU Münster und halte regelmäßig mathematische Anfängervorlesung und Vorkurse. Somit bin ich sehr gut mit den mathematischen Anfangsschwierigkeiten der Studierenden vertraut. In meiner Lehrtätigkeit bin ich es gewohnt, digitale Hilfsmittel einzusetzen. So werden meine Veranstaltungen immer durch die Lernplattform Moodle begleitet, es gibt Livequizzes (Kahoot) in der Vorlesung sowie weitere digitale Ergänzungen zu den Veranstaltungen.

Ein wichtiger Bestandteil mathematischer Anfängervorlesungen ist der Übungsbetrieb. Neben der komprimierten Wissensvermittlung der mathematischen Inhalte in der Vorlesung sollen sich die Studierenden in den Übungen selbst aktiv mit den Inhalten auseinandersetzen. Seit mehreren Jahren leite ich die Schulungen für die Tutor/innen aller mathematischen Veranstaltungen am Fachbereich „Mathematik und Informatik“ an der Universität Münster. In diesen Schulungen werden die Tutor/innen auf ihre Tätigkeit vorbereitet und über das Semester hinweg begleitet. Auch durch diese Tätigkeit habe ich einen sehr guten Einblick in den Ablauf der Übungsgruppen in der Praxis.

Sowohl in den Übungen meiner eigenen Lehrveranstaltungen als auch in den Übungen, die ich durch die Schulungen kennengelernt habe, habe ich ganz bestimmte immer wieder auftauchende Probleme festgestellt (siehe weiter unten). Durch den gezielten Einsatz von digitalen Hilfsmitteln möchte ich den Übungsbetrieb so umstrukturieren, dass diese Probleme gelöst und somit der Übungsbetrieb nachhaltig verbessert werden kann. Diese Umstrukturierung soll insbesondere auch den für viele schwierigen Übergang von der Schule zur Hochschule erleichtern.

Aus eigener Erfahrung weiß ich, dass die Einführung einer neuen Lehrmethode gerade zu Beginn zeitaufwendig und nicht zu unterschätzen ist. Außerdem glaube ich, dass eine solche neue Methode nur dann gut gelingen kann, wenn sie nachhaltig und mit hoher Qualität implementiert wird. Um genau dies für die weiter unten beschriebenen Probleme im Übungsbetrieb neben meinen sonstigen Lehrverpflichtungen umsetzen zu können, bewerbe ich mich um einen Fellowship.

Probleme und Lösungen

Was veranlasst Sie zu der geplanten Lehrinnovation? Welches Problem soll bearbeitet werden? Inwieweit handelt es sich um ein zentrales Problem in der Lehre des jeweiligen Studienfaches? Welche Ziele verfolgen Sie mit der geplanten Lehrinnovation?

Die hier beschriebene Lehrinnovation soll den Übungsbetrieb von mathematischen Anfängervorlesungen verbessern. Dabei verstehe ich unter mathematischen Anfängervorlesungen nicht nur die Anfängervorlesungen im Fach Mathematik, sondern genauso die mathematischen Anfängervorlesungen in Fächern, die das Fach Mathematik als integralen Bestandteil beinhalten. Hierzu zählen zum Beispiel auch die Fächer Informatik und Physik. Diese Anfängervorlesungen laufen immer nach folgendem Prinzip ab. Neben einer typischerweise vierstündigen Vorlesung gibt es begleitende Übungen. Die Studierenden müssen wöchentlich Übungsaufgaben lösen und in schriftlicher Form abgeben. Diese werden von Tutor/innen korrigiert und in zweistündigen Übungen jede Woche besprochen. In kleinen Gruppen haben die Studierenden wöchentlich die Gelegenheit unter Anleitung von Tutor/innen die Aufgabenlösungen zu besprechen und Probleme zu diskutieren. Während in der Vorlesung vor allem mathematische Inhalte vermittelt werden, sollen sich die Studierenden beim Lösen der Übungsaufgaben und in den Übungen aktiv mit dem Stoff auseinandersetzen und versuchen eigenständig mathematische Gedankengänge zu entwickeln.

Sowohl durch meine eigenen Veranstaltungen als auch durch die Leitung der Schulungen für Tutor/innen sind mir folgende Probleme immer wieder in den Übungsgruppen aufgefallen:

- Das reine Vorrechnen der Übungsaufgaben nimmt einen sehr großen Raum in der Übungsgruppe ein, ohne dass es zu einer aktiven Auseinandersetzung mit dem Vorlesungsstoff seitens der Studierenden kommt. Es gibt nur wenige Nachfragen seitens der Studierenden.
- Die Studierenden einer Übungsgruppe sind bzgl. der Aufgaben häufig eine sehr heterogene Gruppe. Der eine Teil hat die gerade zu besprechende Aufgabe selber intensiv gelöst und wird durch eine detaillierte Vorstellung der Aufgabe unterfordert und gelangweilt. Der andere Teil kennt die Aufgabe fast gar nicht mehr und ist von der Vorstellung der Aufgabe überfordert. Dadurch kann man bei der Besprechung der Aufgabenlösungen immer nur einem kleinen Teil der Gruppe gerecht werden.
- In den Übungsgruppen findet insgesamt zu wenig Interaktivität statt. Es ist sehr schwierig die Studierenden zur Mitarbeit zu motivieren. Der/die Tutor/in steht oft an der Tafel und erklärt Mathematik und die Teilnehmenden werden nur wenig in die Übung mit

einbezogen. Die Studierenden gewöhnen sich daran zur Übung zu gehen und sich die Aufgabenlösungen lediglich passiv anzuhören.

- Aufgaben werden teilweise nicht gut vorgerechnet. Zum Teil machen die Tutor/innen mathematische Fehler oder sind so sehr mit der Mathematik in der Aufgabe beschäftigt, dass sie nicht mehr darauf achten, die Aufgabe den Studierenden angemessen einfach zu erklären.
- Die Lösungen von vielen Aufgaben werden nicht gut motiviert. Zwar wird erklärt wie eine richtige Lösung aussieht, aber nicht darauf eingegangen, wie der richtige Lösungsweg einfach gefunden werden kann. Dies ist für Studierende, die die Aufgabe selber nicht lösen konnten, besonders demotivierend, weil sie sich so von den Aufgaben überfordert fühlen.
- Die Aufgaben werden durch die Tutor/innen nicht ausreichend in den mathematischen Kontext gesetzt und so wirken die Aufgaben konstruiert und nicht natürlich.

Um diese Probleme zu lösen, soll in diesem Projekt der Übungsbetrieb auf folgende Art umstrukturiert werden. Anstatt die Lösungen der Übungsaufgaben von den Tutor/innen in der Übungsgruppe vorrechnen zu lassen, sollen digitale Musterlösungen in Form von kurzen Lehrvideos erstellt werden. Zu jeder Aufgabe soll es dann vier hinsichtlich der Ausführlichkeit abgestufte Videos geben. Somit ist die Anpassung an den individuellen Wissenstand adaptiv möglich.

1. In einem Video wird die Aufgabe mit ihren wichtigen Begriffen erklärt. Ggfs. könnte gerade in einer frühen Phase des Semesters dieses Video auch schon vor der Abgabefrist der Aufgabe online gestellt werden. Oft ist es so, dass in einem guten Verständnis der Aufgabenstellung die größte Hürde für die Studierenden liegt.
2. In einem zweiten Video wird vorgeführt, wie man eine Lösung der Aufgabe findet. Dieses zweite Video soll zeigen, dass der entscheidend Schritt für eine Lösung oftmals eine einfache Idee ist, aus der sich dann die Lösung ergibt. Dadurch soll verhindert werden, dass die Studierenden die Aufgaben als zu schwer empfinden.
3. Ein drittes Video präsentiert in ausführlicher Form eine fertige Lösung. Außerdem soll hier auch eine inhaltliche Einordnung der Aufgabe in den Kontext des Vorlesungsstoffes stattfinden.
4. In einem vierten kurzen Video wird im Schnelldurchgang eine Lösung der Aufgabe präsentiert. Studierende, die eine Aufgabe bereits gut verstanden und erfolgreich gelöst haben, können dieses Video dazu nutzen sich kurz noch einmal eine Lösung anzuschauen. Zum späteren Wiederholen wird dieses Video zum Beispiel in der Phase der Prüfungsvorbereitung sicherlich auch sehr nützlich sein.

Insgesamt sollen alle vier Videos je Übungsaufgabe zusammen nicht länger 30 Minuten dauern.

Je nach Bedarf können die Studierenden auswählen, welche Videos für sie die Richtigen sind. Hat ein Studierender zum Beispiel die Aufgabe selber erfolgreich bearbeitet, schaut er/sie sich vielleicht nur das kurze vierte Video an, um noch einmal zu sehen wie eine kurze Lösung aussieht. Hat andererseits ein Studierender die Aufgabe nicht lösen können, so ist vielleicht das zweite und dritte Video genau das richtige für ihn oder sie. Durch diesen adaptive Ansatz können sich die Studierenden viel effektiver mit der Aufgabennachbereitung auseinandersetzen. Gleichzeitig wird sicher gestellt, dass die Studierenden verständliche Lösungen der Aufgaben erhalten, die außerdem noch erläutern, wie man auf die Lösung kommt. Diese Form hat auch den Vorteil, dass man sehr viel mehr Kontrolle über die Qualität und Vollständigkeit der Lösung hat.

In den Übungen in kleinen Gruppen kann nun die Zeit in erster Linie für Diskussionen und interaktives Arbeiten genutzt werden. Die Übungsgruppe ist dann nicht mehr ein Ort, wo man hinget um sich Lösungen von Übungsaufgaben anzuhören, sondern ein Ort, an dem man sich aktiv unter Anleitung des/der Tutor/in mit den aktuellen Themen auseinandersetzt. Zu vorher angekündigten Themen, die wesentliche Inhalte der Vorlesung wieder aufgreifen, werden in der Übung niederschwellige Präsenzaufgaben und Quizze durchgeführt. Die Studierenden zu Mitarbeit in den Übungen zu motivieren ist sicher nicht einfach, aber ich gehe davon aus, dass dies durch gut durchdachte Aufgaben, aktivierende Quizze und weitere Aktivitäten gelingen wird. Die Präsenzübungen haben das Ziel, dass die Studierenden unter Anleitung der Tutor/innen über mathematische Inhalte diskutieren und eigene mathematische Gedanken entwickeln. Dadurch soll die aktive Auseinandersetzung mit den Inhalten gefördert werden. Diese aktive Auseinandersetzung, die in den Übungen stimuliert werden soll und weiter beim Bearbeiten der Hausaufgaben fortgesetzt wird, ist besonders wichtig um ein gutes Verständnis von mathematischen Inhalten zu erlangen. Zu diesem Zweck werden entsprechende Materialien für die Tutor/innen wöchentlich vorbereitet, die dann in den Übungen genutzt werden können. Darüber hinaus können bei Bedarf noch offene Fragen zu den Hausaufgaben und den Musterlösungen geklärt werden.

Das besondere an dieser Version des Inverted Classrooms ist, dass nicht nur die Präsenzzeit besser genutzt werden kann, sondern auch das Verstehen der richtigen Lösungen der Übungsaufgaben viel mehr auf die individuellen Bedürfnisse der jeweiligen Studierenden abgestimmt ist. Ausserdem wird in der Präsenzzeit genau das überaus wichtige aktive Beschäftigen mit dem Stoff gefördert, welches gerade bei Studierenden in der Anfangsphase häufig zu wenig vorhanden ist. Die oben beschriebenen Probleme werden durch den skizzierten umstrukturierten Übungsbetrieb gelöst.

Dabei ist es auch ein Ziel dieses Projektes herauszufinden wie die Lösungsvideos optimal erstellt werden können. Das bezieht sich sowohl auf eine effektive Produktion als auch auf

die Nützlichkeit für die Studierenden. Es sind folgende verschiedene Arten von Videos geplant:

- Die Lösung wird handschriftlich auf einem Tablet geschrieben und kommentiert und dabei ein Screencast aufgenommen.
- Die Lösung wird auf Folien vorbereitet und diese anschliessend besprochen.
- Die Lösung wird an der Tafel oder am Whiteboard vorgestellt und dabei gefilmt.
- Die Lösung wird von hinten auf eine Glasscheibe geschrieben und dabei von vorne gespiegelt gefilmt.

Anwendungsbereich

In welchen Studiengängen und -abschnitte soll die geplante Lehrinnovation implementiert werden? Handelt es sich dabei um den Pflicht-, Wahlpflicht-, oder Wahlbereich?

Die Lehrinnovation soll in dem Modul „Mathematische Grundlagen der Informatik“ implementiert werden. Dabei handelt es sich um einen Pflichtbereich für alle Studierenden der Geoinformatik und Informatik ohne Nebenfach Mathematik, die ich regelmäßig halte. Das Modul geht über zwei Semester und wird jedes Jahr von 120-150 Studierenden besucht.

Evaluation

Wie lassen sich nach der Erprobung der Lehrinnovation Erfolg und eventuelle Risiken beurteilen?

Die erste Phase des Projektes findet im zweiten Teil des Moduls „Mathematische Grundlagen der Informatik“ statt, nachdem der erste Teil mit dem herkömmlichen Übungsbetrieb gearbeitet haben wird. Am Ende der jeweiligen Semester werden wir in beiden Teilen des Moduls Befragungen der Studierende zu den verschiedenen Lehrmethoden durchführen, um so eine direkte Vergleichbarkeit zu erreichen. Außerdem werden wir anhand der Moodle Statistiken sehen, wie die Angebote angenommen werden und ggfs. mit den Ergebnissen der Klausur korrelieren. Weiter werden die Übungsgruppenleiter/innen aus beiden Semestern ihre Erfahrungen aus den Übungsgruppen dokumentieren und am Ende des ersten Semesters vergleichen.

Darüberhinaus sollen während des laufenden Semesters die Studierenden am Ende der Videos ein kurzes Feedback bzgl. der Verständlichkeit und der Version des Lehrvideos abgeben. Insgesamt kann damit ein fundiertes Fazit über die Lehrinnovation gerade auch im Vergleich zu dem derzeitigen Status quo gezogen werden.

Verstetigung

Wie soll die geplante Lehrinnovation verstetigt werden?

Ein Ziel des Projektes ist es herauszufinden welche Art von digitaler Unterstützung für die Studierenden hilfreich ist und wie man diese effektiv produzieren kann. Nach Ablauf des Projektes wird es leichter sein die entsprechenden Schritte umzusetzen. Es ist geplant einen Teil der Musterlösungen in den folgenden Jahren weiter nutzen.

Somit kann die Lehrinnovation auch nach Ablauf des Projektes ohne großen Mehraufwand weitergeführt werden.

Übertragbarkeit

Auf welche Lehr-Lern-Situationen- auch in anderen Disziplinen - kann die geplante Lehrinnovation übertragen werden?

Die Lehrinnovation lässt sich auf alle mathematischen Anfängervorlesungen von Studiengängen mit integralem mathematischen Anteil, die mit einem Übungsbetrieb angeboten werden, anwenden. Dazu zählen unter anderem die Vorlesungen „Analysis I/II“ sowie „Lineare Algebra I/II“ in der Mathematik und ebenso die mathematischen Anfängervorlesungen in der Informatik und in der Physik. Daher denke ich, dass das Projekt ein großes Potenzial hat, die Lehre an Hochschulen nachhaltig zu verbessern. Auch für weiterführende Vorlesungen kann durch diese Methode perspektivisch ein Übungsbetrieb hinzugefügt werden. Auch in anderen MINT Fachbereichen, in denen Vorlesungen mit regelmäßig zu bearbeitenden Übungsaufgaben angeboten werden, ist ein Einsatz sinnvoll.

Erwartungen

Was versprechen Sie sich vom Austausch mit anderen Fellows des Programms für sich persönlich und für Ihr Projekt?

Ich freue mich auf den Austausch mit anderen Fellows und hoffe dadurch weitere Anregungen für die digitale Lehre zu bekommen. Ein persönlicher Erfahrungsaustausch ist nach meiner Erfahrung ideal dazu. Für mein Projekt erhoffe ich mir einen kritischen und konstruktiven Austausch mit anderen Dozenten/innen, die digitalen Lehrmethoden einsetzen.

Vernetzung innerhalb der Hochschule

Wie sind Sie insbesondere mit der von Ihnen geplanten Lehrinnovation innerhalb der Hochschule organisatorisch eingebunden und vernetzt?

Die Lehrveranstaltung, in der das Projekt entwickelt wird, ist eine Veranstaltung, die ich regelmäßig halte und ich erwarte, dass ich die Lehrinnovation in dieser Veranstaltung regelmäßig nutzen werde. Darüber hinaus bin ich als Leiter der Schulungen für Tutor/innen aller mathematischen Veranstaltungen am Fachbereich so in den Übungsbetrieb eingebunden, dass ich bei entsprechendem Erfolg der Lehrinnovation damit rechnen auch viele andere Veranstaltungen damit beeinflussen zu können.