

Hochschuldidaktische Fallstudie

POTENTIALE UND LIMITATIONEN VON *Peer-Learning* IN KLEINGRUPPEN IN HINBLICK AUF DAS ANGLEICHEN HETEROGENER LERNKOLLEKTIVE

Erstellt von Florian Pranger

Eingereicht an der Universität Innsbruck im März 2015

Hochschuldidaktische Beraterin: Dr. Pia Scherrer

Zusammenfassung

Der zweijährige Erasmus Mundus Masterkurs AstroMundus ist ein internationaler Lehrgang in Astronomie und Astrophysik. Die Studierenden in diesem Lehrgang kommen aus aller Welt und verbringen das erste Semester des Lehrgangs an der Universität Innsbruck, wo sie unter anderem die Lehrveranstaltung „Proseminar Advanced Mathematical Methods for Astrophysicists“ zu absolvieren haben. Die unterschiedlichen Einstiegsniveaus der Studierenden führten in der Vergangenheit zu Problemen in dieser Lehrveranstaltung: Während die weniger umfassend Vorgebildeten mit den Inhalten der Lehrveranstaltung überfordert waren, zeigten sich die am besten Vorgebildeten unterfordert.

Die vorliegende Arbeit untersucht, ob *Peer-Learning* in Kleingruppen ein probates Mittel zum Ausgleich der unterschiedlichen Einstiegsniveaus und dadurch zur Vermeidung von Frustration durch Unter- bzw. Überforderung darstellen kann. Die Ergebnisse legen nahe, dass sich Gruppenarbeiten und *Peer-Learning* positiv auf das Lernklima auswirken und ein Angleichen von Aktivität und Selbstvertrauen der Studierenden auf einem hohen Niveau fördern.

Inhaltsverzeichnis

| | | |
|----------|---|-----------|
| 1 | Hintergrundinformationen und Problemstellung | 4 |
| 1.1 | Informationen zur Lehrveranstaltung | 4 |
| 1.1.1 | Die Lehrveranstaltung im Curriculum | 4 |
| 1.1.2 | Inhomogenität der Lerngruppe - Ursachen und Auswirkungen | 5 |
| 1.1.3 | Lerngruppe im WS 2014/15 | 5 |
| 1.2 | Problemstellung im Detail | 5 |
| 2 | Projektziele | 6 |
| 2.1 | Ziele der Fallstudie | 6 |
| 2.2 | Nicht-Ziele | 6 |
| 3 | Hypothese und Forschungsfragen | 7 |
| 4 | Stand der Forschung | 7 |
| 4.1 | Warum <i>Peer-Learning</i> ? | 7 |
| 4.2 | <i>Peer-Learning</i> in Hinblick auf das Angleichen heterogener Lerngruppen | 8 |
| 5 | Methodisches Vorgehen | 9 |
| 5.1 | Erfassung der Ausgangssituation und Einteilung der Arbeitsgruppen . | 9 |
| 5.2 | Ablauf der Präsenzübungen | 9 |
| 5.3 | Überprüfung der Wirkung der didaktischen Strategie | 10 |
| 5.3.1 | Lehrveranstaltungstagebuch | 10 |
| 6 | Datenauswertung und Ergebnisse | 12 |
| 6.1 | Zusammenfassung der Ergebnisse | 13 |
| 6.2 | Interpretation | 14 |
| 7 | Didaktische Handlungsoptionen | 14 |
| 7.1 | Optionen in Bezug auf die Lehrveranstaltung | 14 |
| 7.2 | Optionen in Bezug auf das Modul bzw. auf den Studiengang | 15 |
| 7.3 | Optionen in Bezug auf die Lehrtradition in Physik-Proseminaren . . . | 15 |
| 7.4 | Optionen in Bezug auf die Lehrtradition der Physik im Allgemeinen . | 16 |
| 8 | Persönliches Résumé und Ausblick | 16 |
| A | Anhang | 18 |
| A.1 | Datentabellen und Illustrationen, Fragebögen, Beobachtungsschema . | 18 |

1 Hintergrundinformationen und Problemstellung

1.1 Informationen zur Lehrveranstaltung

Die Lehrveranstaltung „Proseminar Advanced Mathematical Methods for Astrophysicists“ ist Teil des gleichnamigen Pflichtmoduls im ersten Semester des AstroMundus Masterstudienganges. AstroMundus ist ein zweijähriger Erasmus Mundus Masterkurs (120 ECTS) in Astronomie und Astrophysik und wird von einem Konsortium aus fünf Partneruniversitäten in vier Ländern (Österreich, Italien, Deutschland, Serbien) angeboten.

Laut Definition des Studiengangs (siehe www.astromundus.eu) ist das vorrangige Ziel des AstroMundus Masterstudienganges „ausgewählte Studenten mit exzellentem Hintergrundwissen in Astrophysik auszustatten, sie in die Welt der modernen astrophysikalischen Forschung einzuführen und ihren weiteren Karriereverlauf zu unterstützen.“ Gleichzeitig will man, im Geiste des Erasmus Mundus Programms der EU-Kommission, „den kulturellen Austausch zwischen Lehrenden und Studierenden aus der EU und aus Drittstaaten fördern.“

AstroMundus Studentinnen und Studenten absolvieren den Masterstudiengang an mindestens zwei und maximal vier der im Konsortium vertretenen Universitäten. Das erste Semester (dasjenige, in welchem das „Proseminar Advanced Mathematical Methods for Astrophysicists“ zu absolvieren ist) verbringen die Studierenden in Innsbruck. Die offizielle Unterrichtssprache ist Englisch.

Die Lehrziele zur Lehrveranstaltung im Lehrveranstaltungsverzeichnis der Universitäts-homepage lauten:

- Students are familiar with the basic mathematical concepts in astrophysics (which have been presented in the lecture).
- Students apply these concepts to compile solutions to physical problems.
- Students are able to name literature for further acquiring facts and fact based knowledge.
- Students are able to assess their own capabilities with respect to the mathematical requirements of the master course.

1.1.1 Die Lehrveranstaltung im Curriculum

Im Curriculum des „Erasmus Mundus Joint Master Program in Astrophysics“ (Universität Innsbruck 2010), so die genaue Bezeichnung des Masterstudienganges, bildet die Lehrveranstaltung „Proseminar Advanced Mathematical Methods for Astrophysicists“ (zwei Semesterwochenstunden, drei ECTS-AP) gemeinsam mit der Lehrveranstaltung „Vorlesung Advanced Mathematical Methods for Astrophysicists“ (zwei Semesterwochenstunden, drei ECTS-AP) das Pflichtmodul „Advanced Mathematical Methods for Astrophysicists“. Es ist eines von vier Pflichtmodulen im ersten Semester des Studiengangs. Die Lernziele des Modules lauten im Curriculum: „Die Absolventinnen und Absolventen dieses Moduls beherrschen numerische, mathematische und statistische Methoden und sind in der Lage, diese zur Lösung von Problemen der Astrophysik gemäß den Inhalten der Vorlesung eigenständig anzuwenden.“ Die Lehrveranstaltung ist also stark mit den Inhalten der zugehörigen Vorlesung verknüpft. Im Proseminar soll der in der Vorlesung theoretisch behandelte Stoff praktisch angewandt und vertieft werden. Das „Proseminar Advanced Mathematical Methods for Astrophysicists“

ist eine Pflichtlehrveranstaltung mit prüfungsimmanentem Charakter. Das heißt, es herrscht Anwesenheitspflicht, es darf keine von den Lehrveranstaltungsterminen unabhängige Lehrveranstaltungsprüfung über den gesamten Lehrveranstaltungsinhalt geben und, damit verknüpft, die Lehrveranstaltung muss im Falle einer negativen Beurteilung wiederholt werden.

1.1.2 Inhomogenität der Lerngruppe - Ursachen und Auswirkungen

Wie in Abschnitt 1.1 bereits angesprochen handelt es sich bei den Teilnehmern des Studienganges um international ausgewählte Studierende. Nach §4 Abs. 1 des Curriculums setzt „die Zulassung zum Erasmus Mundus Joint Master Program in Astrophysics den Abschluss eines fachlich in Frage kommenden Bachelorstudiums oder eines anderen gleichwertigen Studiums an einer anerkannten inländischen oder ausländischen postsekundären Bildungseinrichtung voraus.“ In Abs. 2 heißt es weiter: „Als jedenfalls gleichwertig im Sinne des Abs. 1 gelten die Studien in der Fachrichtung Physik, Astronomie oder Astrophysik, wobei Gleichwertigkeit eine Studiendauer von drei Jahren, entsprechend 180 ECTS-AP, grundsätzlich beinhaltet.“ Verknüpft man diese Information mit den Herkunftsländern der Studierenden - das sind bis dato 25 Länder, darunter neun EU-Mitgliedsstaaten - wird offensichtlich, dass eine Definition der Zulassungsvoraussetzungen über Anrechnungspunkte des European Credit Transfer System (ECTS) unscharf werden muss. Ebenso unscharf bleibt die Definition anhand der Studienzeit („eine Studiendauer von drei Jahren“). Auf Grund des weltweiten Interesses am AstroMundus Masterstudiengang wird eine Vorauswahl der Studierenden anhand der eingereichten Dokumente getroffen, Auswahlgespräche werden mittels Videokonferenz geführt. Es gibt keine Aufnahmeprüfungen. Der Auswahlmodus und die Definition der Zulassungsvoraussetzungen bedingen, neben der natürlichen kulturellen und sprachlichen Inhomogenität der Studierenden, auch in Hinblick auf mathematische Vorkenntnisse äußerst inhomogene Lerngruppen.

1.1.3 Lerngruppe im WS 2014/15

Im laufenden Wintersemester haben 19 Studierende den Masterstudiengang AstroMundus begonnen. Dies bedeutet einen neuen Studierendenhöchststand. Dadurch war der Spielraum für Veränderungen des Lehrveranstaltungsablaufs eingeengt. Trotzdem wurde der Ablauf der Präsenzübungen neu organisiert (siehe Abschnitt 5.2). Das Verhältnis der Zahl der männlichen und weiblichen Studierenden beträgt 13:6. Die Altersspreizung beträgt elf Jahre (Durchschnittsalter und Median 24, Maximum 32, Minimum 21). Die Herkunftsländer des Jahrganges 2014/15 sind Finnland (1), Großbritannien (3), Indien (1), Indonesien (1), Irland (1), Mexiko (1), Österreich (1), Russland (1), Serbien (2), Ukraine (2), USA (3), Türkei (1), Vietnam (1).

Wie in den beiden vorangegangenen Jahren, in denen ich mit der Leitung des Proseminars betraut war, wurde die Lehrveranstaltung auch im Wintersemester 2014/15 geblockt bei doppelter Frequenz (zwei Termine pro Woche) abgehalten.

1.2 Problemstellung im Detail

Aus der Inhomogenität der Studierenden, vor allem in Bezug auf mathematische Vorkenntnisse, ergibt sich - so hat es die Vergangenheit gezeigt - für die Lehrveranstaltung „Proseminar Advanced Mathematical Methods for Astrophysicists“ folgendes

Problem: Diejenigen Studierenden, die über die wenigsten mathematischen Vorkenntnisse verfügen, tendieren dazu, mit den Ansprüchen der Lehrveranstaltung überfordert zu sein. Die Lehrveranstaltungsleitung ist folglich genötigt, mehr Zeit als ursprünglich eingeplant für Erklärungen und Hilfestellungen zu verwenden, was den Verlauf der Lehrveranstaltung verzögert und eventuell sogar zur Auslassung eines oder mehrerer eingeplanter Stoffkapitel führen kann. Diejenigen Studierenden, welche die Lehrinhalte bereits (teilweise) kennen und/oder mit den präsentierten Techniken vertraut sind, sind in der Folge unterfordert und verlieren die Motivation, sich konstruktiv in die Lehrveranstaltung einzubringen. Es entsteht eine für alle Beteiligten unbefriedigende Unterrichtssituation.

2 Projektziele

Das vorliegende Projekt soll(te) insgesamt beitragen zu

- einer verbesserten Lehr- und Lernsituation im „Proseminar Advanced Mathematical Methods for Astrophysicists“ für alle Beteiligten (kurzfristig),
- einer Erweiterung des Erkenntnisstandes in Bezug auf die in Abschnitt 3 genannten Forschungsfragen (mittelfristig),
- einem allgemeinen Diskurs über die Struktur und Ausrichtung von Proseminaren mit physikalisch-mathematischem Inhalt im Masterstudiengang AstroMundus (langfristig).

2.1 Ziele der Fallstudie

Im Zuge der Durchführung der Fallstudie konnte anhand der Forschungsfragen erarbeitet werden, in wie weit ein spezifisch inhomogener Bildungshintergrund der Lerngruppe hinsichtlich der Lehrveranstaltungsinhalte durch gezielte Einflussnahme der Lehrveranstaltungsleitung ausgeglichen werden kann. Aufgrund des begrenzten Rahmens der Fallstudie wurde ein Ergebnis im Sinne einer Tendenz (und nicht im Sinne eines klaren wissenschaftlichen Resultates) angestrebt.

Die Fallstudie ist geeignet, zur Lehrtradition der Mathematik/Physik/Astronomie beizutragen, indem sie die Sinnhaftigkeit bestimmter Möglichkeiten zur offeneren/flexibleren (und damit effizienteren) Gestaltung von Proseminaren überprüft.

2.2 Nicht-Ziele

Der Rahmen der vorliegenden Arbeit ist begrenzt, zur Annäherung an die Forschungsfrage wurde auf einfache Erhebungstechniken zurückgegriffen, es gab keine Kontrollgruppe. Daraus ergab sich, dass kein im wissenschaftlichen Sinn eindeutiges Ergebnis erwartet werden konnte. Insbesondere war es *kein* Ziel der Fallstudie, die folgenden Fragen (als Forschungsfragen) zu beantworten (obgleich einzelne Aspekte der Fragestellungen in die Fallstudie eingeflossen sind):

- Ist im hochschuldidaktischen Kontext eine Lehr- und Lernform, die *Peer-Learning* in Kleingruppen einschließt, anderen Lehr- und Lernformen vorzuziehen?
- Steigert *Peer-Learning* in Kleingruppen den absoluten Lernfortschritt aller Studierenden eines Lernkollektives?

- Wie wirkt sich *Peer-Learning* auf das Sozialverhalten der Personen im gesamten Lernkollektiv aus?

3 Hypothese und Forschungsfragen

Die der vorliegenden Fallstudie zugrundeliegende Hypothese lautet:

„Der gezielte Einsatz von *Peer-Learning* in Kleingruppen ist geeignet, den Ausgleich von inhomogenen Lernkollektiven im Sinne eines Angleichs an hohe Niveaus zu fördern.“

Diese Hypothese ist motiviert durch Erfahrungen aus den bisher von mir geleiteten Lehrveranstaltungen: Studierende mit einem niedrigen Einstiegsniveau, die (bislang ohne das Zutun der Lehrveranstaltungsleitung) in der Vorbereitungszeit der Präsenzübungsstermine mit Kolleginnen oder Kollegen mit besseren Vorkenntnissen zusammenarbeiteten, schienen den anfänglichen Abstand zu eben diesen im Laufe der Lehrveranstaltung verringern zu können. Studierende mit niedrigem Einstiegsniveau, die versuchten, die Präsenzübungen alleine oder in Teams/Gruppen mit anderen Studierenden mit wenigen Vorkenntnissen zu bewältigen, schienen auch gegen Ende der Lehrveranstaltung noch deutlich hinter den besser vorgebildeten zurückzuliegen. Die Forschungsfragen, die im Zuge der Fallstudie untersucht werden, lauten nun:

- Ist der gezielte Einsatz von Gruppenarbeit im „Proseminar Advanced Mathematical Methods for Astrophysicists“ geeignet, *Peer-Learning* als akzeptierte Lehr- und Lernmethode im Studierendenkollektiv zu fördern?
- In wie weit eignet sich *Peer-Learning* für die Förderung gemeinsamer Austrittskompetenzen in inhomogenen Lernkollektiven?

4 Stand der Forschung

4.1 Warum *Peer-Learning*?

Peer-Learning hat als Lehr- und Arbeitsprinzip einen weiten Anwendungsbereich, dementsprechend vielfältig sind die Definitionsversuche. Die europäische Kommission definiert *Peer-Learning* auf der Ebene der EU-Mitgliedsstaaten beispielsweise recht allgemein als „einen Weg, Erfahrungen zu teilen und wechselseitig von den bewährten Praktiken des jeweils anderen zu lernen“ (Europäische Kommission, 2014). Nach der Definition des Verbandes österreichischer gewerkschaftlicher Bildung (VÖGB) handelt es sich um *Peer-Learning*, wenn „Menschen, die ähnliches Wissen und ähnliche Fähigkeiten haben, miteinander und voneinander lernen“ (Verband österreichischer gewerkschaftlicher Bildung, 2014). Im Rahmen der vorliegenden Fallstudie soll *Peer-Learning* definiert werden als das Lernen von einer sich nominell auf der selben Ausbildungsstufe befindlichen Person. Dabei sind, im Unterschied zur klassischen Gruppenarbeit, die Rollen der Lehrenden (im Folgenden *Tutors*) und Lernenden (im Folgenden *Tutees*) eindeutig verteilt.

In einer aktuellen Studie analysieren Watkins u. Mazur (2013) die Drop-Out Rate von Studierenden in technisch-mathematischen Studienrichtungen in Abhängigkeit der

Lehrsituation in einem einführenden Physikkurs. Die Autoren stellen fest, dass, wurde besagter Kurs nach dem klassischen Vortragsschema gehalten, rund doppelt so viele Studierende aus dem Studiengang ausschieden, wie wenn der Kurs auf *Peer-Learning* Basis gehalten wurde. Dieser Zusammenhang wurde für mathematisch versierte als auch für mathematisch wenig erfahrene Studierende festgestellt. Watkins u. Mazur (2013) schließen aus ihren Resultaten, dass *Peer-Learning* einen stark positiven Einfluss auf die Motivation von Studierenden in technisch-mathematischen Studienrichtungen hat. Biggs u. Tang (2003) erläutern die Vorteile des *Peer-Learning* für alle beteiligten Parteien. Ihre Ausführungen motivierten, umgemünzt auf die in dieser Fallstudie betrachtete Situation, folgende Erwartungen:

- Die Lehrveranstaltungsleitung wird entlastet, da ihrerseits nur mehr diejenigen Fragen zu beantworten sind, die nicht innerhalb der Gruppe von *Tutors* geklärt werden können.
- *Tutors* profitieren in akademischer und sozialer Hinsicht, da sie einerseits beginnen, Lerninhalte aus der Perspektive des Lehrenden (d.h. umfassend) zu betrachten und andererseits ihre zwischenmenschlichen Interaktionsfähigkeiten gefördert werden. Durch die zusätzliche Herausforderung als „Lehrende“ ist die Gefahr einer allgemeinen Unterforderung der *Tutors* reduziert.
- *Tutees* profitieren vom niederschweligen Unterstützungsangebot (*Tutors* und *Tutees* stehen hierarchisch auf der selben Ebene), von der unmittelbaren Erfahrungsnähe der *Tutors* (diese müssen ja die selben Aufgaben bewältigen und wissen daher unter Umständen besser über gewisse Details Bescheid als die Lehrveranstaltungsleitung) und vom günstigen „Betreuungsverhältnis“ in der Kleingruppe.
- Insgesamt werden durch *Peer-Learning* Verzögerungsfaktoren reduziert und es wird die Effizienz der Lehrveranstaltung gesteigert.

4.2 *Peer-Learning* in Hinblick auf das Angleichen heterogener Lerngruppen

Zwar ist die vorhandene Literatur zu Gruppenarbeit und *Peer-Learning* fast unüberschaubar, jedoch wird in keiner der von mir recherchierten Arbeiten auf die Auswirkungen von *Peer-Learning* in Gruppen auf zu Beginn des Lernprozesses vorhandene Inhomogenitäten im Vorwissen der Studierenden eingegangen. So schreiben z.B. Gafney u. Varma-Nelson (2008) detailliert über die Vorteile von Peer-Led Team Learning (PLTL) für alle Beteiligten, die Möglichkeit, PLTL für das Angleichen inhomogener Ausgangsniveaus zu nutzen, wird von diesen Autoren jedoch nicht untersucht. Gudjons (1993) erwähnt zwar die besonderen Chancen der Gruppenarbeit zur „Bewältigung aktueller gesellschaftlicher und pädagogischer Herausforderungen wie z. B. das multikulturelle Lernen (...)“ und schreibt weiters „(...), zugleich kann mit Gruppeneinteilungen auf unterschiedliche Interessen, Leistungsfähigkeiten etc. der Schüler und Schülerinnen fruchtbar reagiert werden; (...)“. Die Variante, Gruppenunterricht für das Angleichen unterschiedlicher Ausgangsniveaus heranzuziehen, wird jedoch nicht erörtert. Insgesamt kann festgehalten werden, dass die förderliche Wirkung von Gruppenarbeit mit Bezug auf individuelle Eigenschaften der Gruppenmitglieder als erwiesen gilt, die meisten diesbezüglich angestellten Studien aber die spezielle Frage nach der konkreten Nutzbarkeit von *Peer-Learning* in Lernendengruppen für den Ausgleich inhomogener Vorbildungsniveaus nicht beantworten.

5 Methodisches Vorgehen

5.1 Erfassung der Ausgangssituation und Einteilung der Arbeitsgruppen

Das Feststellen der Ausgangssituation zu Beginn der Lehrveranstaltung geschah in zwei Schritten. Zum einen wurde in der ersten Lehrveranstaltungseinheit ein kurzer Fragebogen an die Studierenden ausgeteilt (siehe Abbildung 3 im Anhang). Abgefragt wurde, wie die Studierenden ihre jeweils eigenen Vorkenntnisse auf den einzelnen in der ersten Hälfte der Lehrveranstaltung zu behandelnden Stoffgebieten einschätzen. Das Ziel dieser Befragung war es, die Studierenden anhand ihrer Selbsteinschätzung in zwei Gruppen (niedriges und hohes Vorbildungsniveau) einzuteilen (die Studierenden wurden beim Austeilen der Fragebögen verbal über dieses Ziel informiert). Zum anderen wurde zum ersten Präsenzübungstermin eine gezielte Studierendenbeobachtung durchgeführt. Im Fokus stand dabei das Verhalten beim Vorbereiten, Erarbeiten und Präsentieren der Übungsbeispiele. Anhand der Beobachtungsdaten (Aktivitäten-Strichliste auf Sitzplan, siehe Abbildung 5 im Anhang) wurden die Studierenden erneut in zwei Gruppen (passive und aktive Studierende) eingeteilt. Jede(r) Studierende war nun eindeutig einer von vier Klassen zugeordnet (niedrig-passiv, niedrig-aktiv, hoch-passiv und hoch-aktiv).

Die Lehrveranstaltungsleitung bildete nun vier für alle Präsenzübungen im weiteren Verlauf der Lehrveranstaltung gültige Arbeitsgruppen zu fünf (in einem Fall vier) Personen, die die gleiche Zahl an Studierenden aus den Klassen hoch-aktiv und niedrig-passiv enthielten. Unter der Prämisse, dass besser vorgebildete Studierende auch aktiver am Vorbereiten, Erarbeiten und Präsentieren von Übungsaufgaben teilnehmen, wurden Studierende aus den Klassen niedrig-aktiv und hoch-passiv als unklare Fälle definiert. Sie füllten die Arbeitsgruppen auf. Alle Studierenden wurden darüber informiert, wer als potentieller *Tutor* (d.h. in die Klasse hoch-aktiv) eingestuft wurde. Es wurde den Studierenden klar dargelegt, dass die Rolle der *Tutees* keine passive sein soll, sondern sie im Rahmen ihrer jeweiligen Möglichkeiten aktiv am Erarbeiten der Lösungsansätze teilnehmen sollten.

Methodenkritischer Hinweis:

Die Zusammensetzung der *Peer-Learning*-Gruppen nach deren mathematischen Kenntnissen (Kompetenzen) erfolgte ausschließlich über die subjektive Selbsteinschätzung. Die Validität der in 5.3 beschriebenen Wirksamkeitsüberprüfung hätte - unter Inkaufnahme eines entsprechend größeren Zeitaufwandes - durch einen objektiven Test, z.B. je eine Aufgabe zu den 5 Bereichen, erhöht werden können.

5.2 Ablauf der Präsenzübungen

Im Vergleich zu den beiden vorangegangenen Lehrveranstaltungen wurde das Prozedere der Präsenzübungen (nicht aber jenes der Hausübungseinheiten) nach dem Prinzip *Think-Pair(Group)-Share* wie folgt umgestaltet:

Zu Beginn aller Präsenzübungen wurden Übungsblätter mit vier kurzen Aufgaben ausgeteilt. Jeder Gruppe wurde eine Aufgabe zugeordnet. Bevor die eigentliche Gruppenarbeit begann, bekamen die Studierenden Zeit (etwa zehn Minuten), einzeln Überlegungen zu ihrer Aufgabe anzustellen. Danach wurde fünfzehn Minuten lang in der Gruppe gearbeitet, mit dem Auftrag, nach Ablauf dieser Zeit eine Herangehensweise zur Lösung des jeweiligen mathematischen Problems im Plenum präsentieren zu können. Bei Fragen stand die Lehrveranstaltungsleitung zur Verfügung. Innerhalb der Grup-

pe gab es mit Ausnahme der *Tutors* (d.h. Studierenden der Klasse hoch-aktiv) keine weiteren Rollenzuweisungen. Nach Ablauf der Gruppenarbeitszeit wurde aus jeder Gruppe ein(e) Repräsentant(in) ausgewählt. Je nach Fortschritt der Bewertungssituation (es sollten möglichst alle Studierenden gleich oft die Repräsentantenrolle übernehmen, dafür wurde von der Lehrveranstaltungsleitung Sorge getragen) nahm diese Auswahl die Lehrveranstaltungsleitung oder die Gruppe selbst (nach Freiwilligkeitsprinzip) vor. Die gewählte Person präsentierte im Plenum den in ihrer Gruppe erarbeiteten Lösungsansatz (bei Bedarf mit Unterstützung der Lehrveranstaltungsleitung). Pro Aufgabe waren zehn Minuten Präsentationszeit vorgesehen. Während der einzelnen Präsentationen waren alle Studierenden angehalten, sich Notizen zu den einzelnen Lösungsansätzen zu machen und sich bei Bedarf mit Fragen und Kommentaren einzubringen. Solcherart entstandene Mitschriften erleichtern erfahrungsgemäß die Prüfungsvorbereitung und bilden langfristig gesehen ein wertvolles Nachschlagewerk. Bei einem reibungslosen Übungsablauf wurden alle vier Aufgaben besprochen und es blieben knappe zwanzig Minuten am Ende der Lehrveranstaltungseinheit übrig. Diese Zeit wurde für das Wiederholen besonders wichtiger Inhalte, für Studierendenfragen und für zusammenfassende Bemerkungen seitens der Lehrveranstaltungsleitung genutzt. Dabei konnte idealerweise auf die vorangegangenen Präsentationen eingegangen werden. So wurde ein passgenaues und effizientes Handeln der Lehrveranstaltungsleitung begünstigt.

5.3 Überprüfung der Wirkung der didaktischen Strategie

Nach zwei Dritteln der Lehrveranstaltung wurde die Datenerhebung aus Abschnitt 5.1 wiederholt: Es wurde erneut ein kurzer Fragebogen zur Selbsteinstufung der Kenntnisse auf den einzelnen im Zuge der Lehrveranstaltung behandelten Stoffgebiete ausgeteilt. Im Abschlussfragebogen wurde auch gefragt, in wie weit die Studierenden den *Peer-Learning*-Ansatz als für den Ausgleich von Inhomogenität im Sinne eines Angleichens an hohe Niveaus nützlich empfunden haben. Die Studierenden waren angehalten, diese Frage mit (+), (o) oder (-) - entsprechend nützlich, nicht nützlich oder kontraproduktiv - zu beantworten (siehe Abbildung 4 im Anhang). Der Fokus lag dabei auf der Beantwortung der ersten Forschungsfrage aus Abschnitt 3 - es sollte die Akzeptanz von *Peer-Learning* im Studierendenkollektiv erhoben werden. In einer der Präsenzübungen nach zwei Dritteln der Lehrveranstaltung wurde eine zweite gezielte Studierendenbeobachtung durchgeführt. Es wurde erneut beobachtet, wie aktiv die Studierenden sich beim Problemlösen und Präsentieren verhielten. Es wurden daraufhin wieder alle Studierenden einer der vier in Abschnitt 5.1 definierten Klassen zugeordnet. Die Wirkung der didaktischen Strategie galt dann als positiv, wenn bei dieser zweiten Gruppeneinteilung mehr Studierende als zu Beginn der Lehrveranstaltung der Klasse hoch-aktiv zugeordnet werden konnten und weniger Studierende als zu Beginn der Lehrveranstaltung der Klasse niedrig-passiv zugeordnet werden mussten. Je nach Größe der Differenz der Studierendenzahlen in den Klassen hoch-aktiv und niedrig-passiv mit Bezug auf die Datenerhebung zu Beginn der Lehrveranstaltung sollte die zweite in Abschnitt 3 angeführte Forschungsfrage quantitativ beantwortet werden.

5.3.1 Lehrveranstaltungstagebuch

Zusätzlich zu den in den vorherigen Abschnitten genannten Methoden zur Datenerhebung, Einflussnahme und Wirksamkeitsbewertung wurde für die Präsenzübungseinheiten zwischen den Datenerhebungen ein Lehrveranstaltungs-Tagebuch geführt. Dies

sollte die lückenlose Dokumentation der methodenkritischen Reflexion der Lehrveranstaltungsleitung sicherstellen.

Die relevanten Beobachtungspunkte für das Tagebuch waren

- Einhaltung des Zeitplans
- Sozialverhalten in den Gruppen (wie ist das Verhalten von *Tutors* gegenüber *Tutees* und umgekehrt; wird tatsächlich als Gruppe gearbeitet)
- Einbringen von Studierenden durch Kommentare und/oder Fragen während der Gruppenarbeitszeit (Anzahl der Fragen/Kommentare; kommt eine Frage von der Gruppe oder von einem/einer einzelnen Studierenden?)
- Einbringen von Studierenden durch Kommentare und/oder Fragen während der Präsentationsphase (siehe oben)
- Kommunikationsverhalten von Lehrenden und Studierenden während der abschließenden Zusammenfassung
- Gesamteindruck zur Lehrveranstaltungseinheit

In den Präsenzübungseinheiten wurden die Anzahl der Fragen und Kommentare von Studierendenseite mit Hilfe einer Strichliste ermittelt. Diese Zahl, aufgespalten in Gruppenarbeitszeit, Präsentations- und Besprechungsphase wurde im Tagebuch festgehalten (dazu kam wieder das Beobachtungsschema aus Abbildung 5 zum Einsatz). Der Gesamteindruck zur Lehrveranstaltungseinheit wurde anhand einer Skala bewertet (positiv, bedingt positiv, neutral, bedingt negativ, negativ), die Frage nach der Einhaltung des Zeitplanes wurde mit *Ja* oder *Nein* beantwortet. Zu den beiden letztgenannten Beobachtungspunkten wurden in einzelnen Fällen ergänzende Erläuterungen notiert.

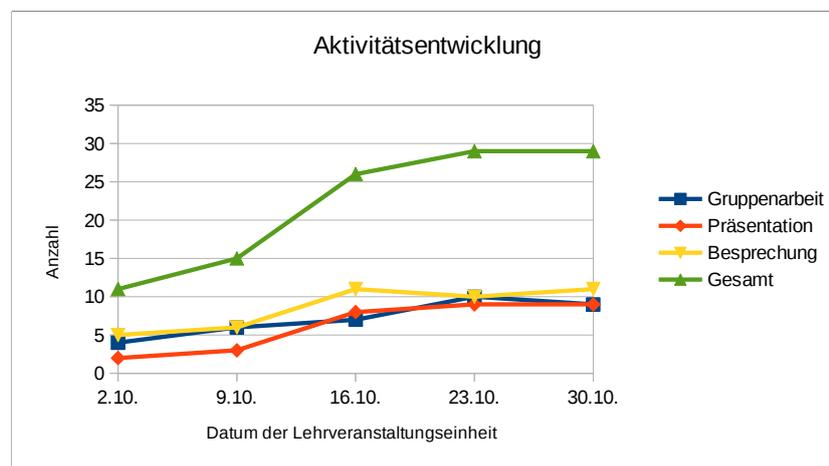


Abbildung 1: Illustration der Entwicklung der im Lehrveranstaltungstagebuch festgehaltenen Aktivitäten (Kommentare und Fragen der Studierenden während der Präsenzübungen).

6 Datenauswertung und Ergebnisse

Anhand der in Tabelle 1 im Anhang angeführten Ergebnisse der zu Beginn des Semesters durchgeführten Selbsteinstufung wurden Studierende mit einer Gesamtpunktezahl größer 13 als gut vorgebildet (hoch) und Studierende mit einer Gesamtpunktezahl kleiner 14 als weniger gut vorgebildet (niedrig) eingestuft. Die letzte Spalte in Tabelle 1 beinhaltet die Ergebnisse der Studierendenbeobachtung zu Beginn des Semesters. Dem in Abschnitt 5.1 dargelegten Schema folgend wurden jeweils sechs Studierende den Klassen hoch-aktiv und niedrig-passiv zugeordnet. Sieben Studierende gehören den Klassen niedrig-aktiv bzw. hoch-passiv an.

Die Arbeitsgruppen wurden nun möglichst ausgeglichen zusammengesetzt:

- Gruppe 1: **S07**, *S02*, *S01*, *S13*
- Gruppe 2: **S14**, *S08*, *S04*, *S18*, *S19*
- Gruppe 3: **S03**, **S06**, *S12*, *S16*, *S05*
- Gruppe 4: **S10**, **S17**, *S11*, *S15*, *S09*

Die Kürzel (*S01*, *S02* etc.) stehen für Studierende (siehe Tabelle 1 im Anhang), Fettdruck bezeichnet Zugehörigkeit zur Klasse hoch-aktiv, Kursivdruck bezeichnet Zugehörigkeit zur Klasse niedrig-passiv.

Nach zwei Dritteln der Lehrveranstaltung wurde die Selbsteinstufung per Fragebogen erneut durchgeführt. Außerdem wurden die Studierenden in Folge einer erneuten Studierendenbeobachtung mit A (aktiv) oder P (passiv) bewertet. Gemäß Abschnitt 5.1 konnten vierzehn Studierende der Klasse hoch-aktiv und zwei Studierende der Klasse niedrig-passiv zugeordnet werden (siehe Tabelle 2 und Abbildung 2 im Anhang).

Im Vergleich zur Selbsteinstufung und zur Studierendenbeobachtung zu Beginn der Lehrveranstaltung haben sich die ermittelten Werte folgendermaßen verändert:

- Die im Zuge der Selbsteinstufung ermittelte, durchschnittliche Gesamtpunktezahl ist von 14,05 auf 16,11 gestiegen. Das bedeutet, dass sich die Studierenden nach zwei Dritteln der Lehrveranstaltung im Schnitt entweder auf einem der bearbeiteten Stoffgebiete um zwei, oder auf zwei Stoffgebieten um jeweils einen Punkt besser bewertet haben als zu Beginn der Lehrveranstaltung. Nur noch vier von neunzehn Studierenden haben sich bei der zweiten Selbsteinstufung mit weniger als 14 Punkten bewertet (alle vier gaben sich 13 Punkte). Die Eindrücke aus der teilnehmenden Beobachtung (festgehalten im Lehrveranstaltungstagebuch) bestätigen dieses Resultat.
- Nach den Ergebnissen der zweiten Studierendenbeobachtung wurden drei Studierende als passiv und sechzehn Studierende als aktiv klassifiziert, während zu Beginn der Lehrveranstaltung elf passive und acht aktive Studierende ermittelt wurden.
- Die Antworten auf die Frage, in wie weit die Studierenden das Arbeiten in der Gruppe als für den Ausgleich von Inhomogenität im Sinne eines Angleichens an hohe Niveaus als nützlich empfunden haben, wurde von fünfzehn Studierenden positiv (+) und von vier Studierenden neutral (o) beantwortet. Die negative Antwortmöglichkeit (-) wurde von keinem/keiner Studierenden gewählt.

Methodenkritischer Hinweis:

Da die Selbsteinschätzungen anonymisiert durchgeführt wurden, ist - trotz einer statistisch deutlichen Verbesserung des Kollektivs - die Möglichkeit einer (nicht detektierbaren) Verschlechterung einzelner Studierender prinzipiell gegeben. Ein möglicher Regressionseffekt kann daher nicht vollständig ausgeschlossen werden.

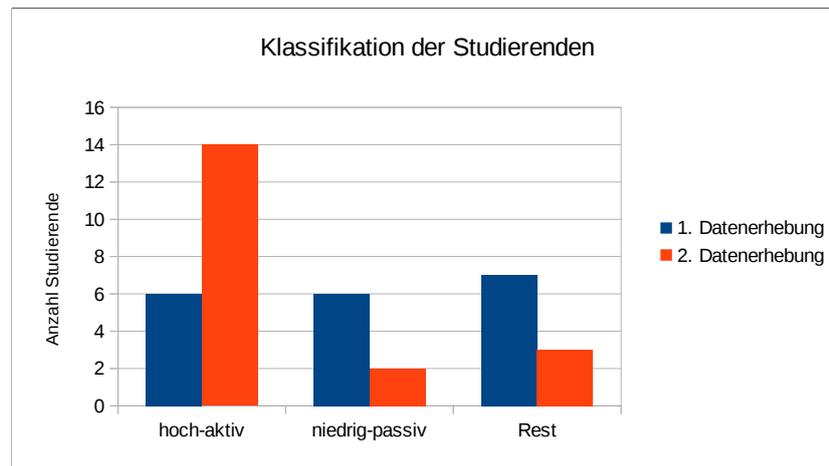


Abbildung 2: Klassifikation der Studierenden nach den Ergebnissen der Selbsteinstufung und der Studierendenbeobachtung. Die zu Beginn der Lehrveranstaltung erhobenen Daten sind als blaue, die nach zwei Dritteln der Lehrveranstaltung erhobenen Daten als orange Balken dargestellt.

6.1 Zusammenfassung der Ergebnisse

Zusammenfassend kann festgehalten werden, dass die Studierenden ihre eigenen Kenntnisse auf den in der Lehrveranstaltung behandelten Stoffgebieten nach dem Bearbeiten dieser Stoffgebiete unter Einbezug von *Peer-Learning* besser einschätzen als vorher und, dass sich der Anteil der als aktiv einzuschätzenden Studierenden über den Beobachtungszeitraum verdoppelt hat. Die Aktivität und das Selbstvertrauen der Studierenden sind also dabei, sich auf einem hohen Niveau in etwa anzugleichen. Ob Gruppenarbeit und *Peer-Learning* dafür verantwortlich sind, ist im methodischen Rahmen der vorliegenden Fallstudie nicht eindeutig klärbar. Es kann aber - gerade unter Berücksichtigung des Lehrveranstaltungstagebuches - angenommen werden, dass Gruppenarbeit und *Peer-Learning* den Prozess der Vertrauensbildung innerhalb des Studierendenkollektivs gefördert und beschleunigt haben.

Mit Bezug auf die Lehrveranstaltungsinhalte konnte lediglich eine schwache Verbesserung der Studierenden ermittelt werden. Dabei muss berücksichtigt werden, dass die nur bedingt objektive Methode der Datenerhebung (Selbstbewertung) eine Rolle spielen kann. In jedem Fall ist aber davon auszugehen, dass die positiven Effekte in Hinblick auf das Angleichen von Selbstvertrauen und Aktivität der Studierenden auf einem hohen Niveau sich längerfristig auch lerninhaltlich positiv auswirken werden.

6.2 Interpretation

Die ermittelten Daten erlauben eine positive Beantwortung der in Kapitel 3 gestellten Forschungsfragen. Die Wirkung der didaktischen Strategie kann, entsprechend der Definition in Kapitel 5.3, ebenfalls als positiv bewertet werden. Nachdem der in der vorliegenden Arbeit geschilderte experimentelle Ansatz wissenschaftlichen Kriterien nur eingeschränkt genügt (siehe Kapitel 2.1), können keine direkt-kausalen Zusammenhänge ausgemacht werden. Es können aber folgende Tendenzen verortet werden:

- Der in der vorliegenden Arbeit geschilderte Einsatz von Kleingruppen in der Lehrveranstaltung „Proseminar Advanced Mathematical Methods for Astrophysicists“ zog eine überwiegend positive Bewertung der Studierenden nach sich. Dies rechtfertigt die Annahme, dass Gruppenarbeit im Sinne der vorliegenden Fallstudie potentiell geeignet ist, *Peer-Learning* als akzeptierte Lehr- und Lernmethode in Studierendenkollektiven zu fördern.
- Die Anpassung der anfänglich inhomogenen Kompetenzen im Studierendenkollektiv kann anhand der Ergebnisse der Selbsteinstufung (und der damit übereinstimmenden Einschätzung der Lehrveranstaltungsleitung) als tendenziell gegeben eingeschätzt werden. Die Studierendenbeobachtungen und die darauf basierende Kategorisierung (aktiv/passiv) liefern deutlich positive Resultate.
- Die Auswertung des Lehrveranstaltungstagebuches ergibt eine über den Beobachtungszeitraum stetig steigende Aktivitätskurve (siehe Abbildung 1 im Anhang), sowohl in den Arbeitsgruppen als auch bei Präsentationen und Abschlussbesprechungen, wobei für die letzten beiden beobachteten Lehrveranstaltungseinheiten die Aktivität auf hohem Niveau stagniert. Dieser Befund spiegelt sich qualitativ auch im Gesamteindruck der jeweiligen Lehrveranstaltungseinheit wider.

Es kann im Rahmen der vorliegenden Untersuchung nicht ausgeschlossen werden, dass die gesteigerte Aktivität und das erhöhte Selbstvertrauen der Studierenden Ursachen haben, die nicht mit der Arbeit in Kleingruppen bzw. mit *Peer-Learning* verknüpft sind. So ist es denkbar, dass ein fortgeschrittenes wechselseitiges Kennenlernen und damit einhergehend eine freiere und verbesserte Kommunikation innerhalb des Studierendenkollektives oder auch der die Lernsituation umgebende, angstfreie Rahmen diese Entwicklung hervorgerufen haben können.

7 Didaktische Handlungsoptionen

7.1 Optionen in Bezug auf die Lehrveranstaltung

Basierend auf den Beobachtungen im Wintersemester 2014/15 ergeben sich folgende didaktische Handlungsoptionen für die Lehrveranstaltung:

- Beobachtung: Nicht alle Studierenden verstehen (im sprachlichen und zwischenmenschlichen Sinn) einander gleich gut. Der Vorsprung der *Tutors* gegenüber den *Tutees* variiert je nach Stoffgebiet.
Handlungsoption: Die Zusammensetzung der Gruppen könnte eventuell variiert werden (unter Beibehaltung des Verhältnisses von Studierenden aus den Klassen hoch-aktiv und niedrig-passiv). Damit ließe sich, unter Einbindung passender

Feedback-Werkzeuge, eine für den Ausgleich der Anfangsinhomogenitäten optimale Studierendenkonstellation ermitteln. Alternativ könnten die Gruppen auch jeweils zu Beginn eines neuen Stoffgebietes neu zusammengesetzt werden (mit einer der Selbsteinstufung entsprechenden, jeweils neuen Rollenverteilung). Auch der eventuelle Einfluss sprachlicher Unterschiede auf die Aktivität könnte so geglättet werden.

- Beobachtung: Die Studierenden wissen genau, wer bereits wie oft präsentiert hat.

Handlungsoption: Im Rahmen der Gruppenarbeit könnte die Auswahl der/des Präsentierenden von der Gruppe selbst übernommen werden. Die Lehrveranstaltungsleitung gäbe dann lediglich vor, dass jedes Gruppenmitglied im Laufe der Lehrveranstaltung gleich viele Präsentationen ausführen muss. Anhand einer Liste (von jeder Gruppe selbst geführt) würde dieses Kriterium kontrolliert. Als Konsequenz dieser Veränderung könnte der organisatorische Aufwand für die Lehrveranstaltungsleitung reduziert werden, während sich die Motivation unter den Studierenden erhöhen könnte (siehe z.B. Gudjons 1993).

- Beobachtung: Alle Studierenden sind im selben Heim untergebracht. Unter der Voraussetzung der Zustimmung der Studierenden ließe sich die Gruppeneinteilung auch auf die Hausübungen ausdehnen. Dies würde durch *Peer-Learning* hervorgerufene Effekte verstärken und nach den Ergebnissen der vorliegenden Fallstudie zum Angleich der inhomogenen Vorbildungsniveaus im Studierendenkollektiv beitragen.

7.2 Optionen in Bezug auf das Modul bzw. auf den Studiengang

Mit Bezug auf das Modul „Advanced Mathematical Methods for Astrophysicists“ können folgende didaktische Handlungsoptionen abgeleitet werden:

- Auch in der mit dem Proseminar verknüpften Vorlesung bestehen die für die vorliegende Studie anlassgebenden Inhomogenitäten im Studierendenkollektiv. Gruppenarbeit einschließlich *Peer-Learning* könnte daher auch in der Vorlesung Anwendung finden, zum Beispiel beim Verifizieren mathematischer Beweise.
- Unter der Annahme, dass die in der Lehrveranstaltung gesetzten Maßnahmen (Arbeit in Kleingruppen, *Peer-Learning*), sich zuerst in gesteigertem Selbstvertrauen und höherer Aktivität der Studierenden niederschlagen, und sich erst in der Folge dieser Entwicklung ein positiver Einfluss auf den Lernerfolg und den Ausgleich des Lernkollektives auf einem hohen Niveau zeigt (siehe Kapitel 6.1), könnte die Abhaltung der Lehrveranstaltungen im ersten Semester des Astronomus Masterstudienganges in geblockter Form überdacht werden. Die Ergebnisse der vorliegenden Arbeit geben Anlass zur Vermutung, dass durch *Peer-Learning* in Kleingruppen bewirkte positive Effekte erst verzögert einsetzen und daher in Lehrveranstaltungen, die sich über die gesamte Dauer des Semesters erstrecken, besser zur Geltung kommen würden.

7.3 Optionen in Bezug auf die Lehrtradition in Physik-Proseminaren

Mit Bezug auf die Lehrtradition in Physik-Proseminaren können folgende didaktische Handlungsoptionen abgeleitet werden:

- Grundsätzlich gibt es innerhalb jedes Lernkollektives Inhomogenitäten hinsichtlich der Vorbildung der Individuen. Es kann daher aus den Ergebnissen der vorliegenden Fallstudie verallgemeinernd gefolgert werden, dass *Peer-Learning* in Kleingruppen in allen Physik-Proseminaren zur Verbesserung des Lernklimas und zur Steigerung von Selbstvertrauen und Aktivität der Studierenden beitragen kann.
- Da gerade in den ersten Physik-Proseminaren im Regelstudium die zeitlichen und räumlichen Ressourcen an der Universität begrenzt sind, könnten hier Hausübungsgruppen eine praktikable Alternative darstellen.

7.4 Optionen in Bezug auf die Lehrtradition der Physik im Allgemeinen

Die Lehrtradition der Physik kann, verglichen mit anderen akademischen Zweigen, in weiten Teilen als konservativ eingestuft werden. Anspruchsvoller Inhalt und beschränkte Lehrressourcen geben den Lehrveranstaltungsleiterinnen und -leitern wenig Handlungsspielraum. Gruppenarbeit unter Einbindung von *Peer-Learning* kann hier in verschiedener Hinsicht zu positiven Veränderungen beitragen. Einerseits erfordern Gruppenarbeit und *Peer-Learning*, je nach konkreter Umsetzung, keine bis nur wenig zusätzliche Lehrressourcen. Aus den Ergebnissen der vorliegenden Arbeit kann abgeleitet werden, dass Gruppenarbeit und *Peer-Learning*, wenn sie richtig eingesetzt werden, die Lehrveranstaltungsleitung entlasten und zu einer Verbesserung des Lernklimas beitragen. Letzteres nützt allen Beteiligten.

Gerade im naturwissenschaftlichen Bereich werden soziale Interaktion und Kommunikationsfähigkeit im Studium oft nachlässig behandelt, sind aber für eine spätere wissenschaftliche Karriere unerlässlich. Wie die vorliegende Arbeit nahelegt, wirken Gruppenarbeit und *Peer-Learning* sozial stimulierend und bieten den Studierenden eine Gelegenheit, soziales Interagieren mit fachlichen Inhalten zu verknüpfen.

Watkins u. Mazur (2013) haben bereits nachgewiesen, dass *Peer-Learning* in der Physik positive Effekte hat und Drop-Out Quoten verringern kann. Die Ergebnisse der vorliegenden Studie stimmen mit diesen Resultaten überein und legen insbesondere nahe, *Peer-Learning* in Lehrveranstaltungen mit stark inhomogenen Ausgangsniveaus unter den Studierenden einzusetzen.

8 Persönliches Résumé und Ausblick

Unabhängig von den in Kapitel 5.3 beschriebenen Methoden zur Quantifizierung der Wirkung der im Zuge der Fallstudie angewandten didaktischen Strategien möchte ich hier meine persönliche, rein qualitative Einschätzung dieser Wirkung festhalten.

In Hinblick auf die in Kapitel 1.2 geschilderte Problemstellung erscheinen mir die angewandten didaktischen Strategien generell als wirksam. Stärker als erwartet finde ich die Auswirkungen auf das Selbstbewusstsein der Studierenden. Im qualitativen Vergleich mit den Studierenden der beiden vorangegangenen Jahre, in denen ich bereits mit der Leitung des Proseminars betraut war, habe ich den Eindruck, dass Gruppenarbeit und *Peer-Learning* den sich anfangs eher passiv verhaltenden Studierenden geholfen haben, sich schneller zu öffnen und die Angst vor dem Eingestehen eigener Schwächen den anderen gegenüber abzubauen. In erster Konsequenz hat dies - hier stimmt mein

persönlicher Eindruck mit den Ergebnissen der Studie überein - zu einer erhöhten Aktivität der Studierenden geführt. Die Kombination von stabilem Selbstbewusstsein und hoher Aktivität bietet meiner Erfahrung nach einen ausgezeichneten Nährboden für lerninhaltliche Fortschritte. Deshalb ist meine Erwartung für das letzte Lehrveranstaltungsdrittel eine stärker wahrnehmbare Angleichung des Studierendenkollektivs auf hohem Niveau was die in der Lehrveranstaltung vermittelten mathematischen Kompetenzen betrifft.

Der im Wintersemester 2014/15 erstmals in der hier präsentierten Form erprobte didaktische Ansatz für die Lehrveranstaltung „Proseminar Advanced Mathematical Methods for Astrophysicists“ wird von mir in Zukunft weiter verwendet werden. Im Falle einer Ausweitung meiner Lehrtätigkeit auf andere Lehrveranstaltungen werde ich die Kombination von Gruppenarbeit und *Peer-Learning* zum Ausgleich inhomogener Einstiegsniveaus im Studierendenkollektiv in jeweils adaptierter Form zur Anwendung bringen.

A Anhang

A.1 Datentabellen und Illustrationen, Fragebögen, Beobachtungsschema

| Student ID | Vector Calc. | Diff. and Int. Calc. | Tensor Calc. | Fourier Analysis | Diff. Equ. | Total | Aktiv/Passiv |
|------------|--------------|----------------------|--------------|------------------|------------|-------|--------------|
| S01 | 4 | 3 | 3 | 4 | 4 | 18 | P |
| S02 | 4 | 2 | 1 | 3 | 3 | 13 | P |
| S03 | 4 | 3 | 1 | 4 | 4 | 16 | A |
| S04 | 5 | 4 | 5 | 1 | 5 | 20 | P |
| S05 | 3 | 3 | 1 | 3 | 4 | 14 | P |
| S06 | 4 | 4 | 1 | 2 | 3 | 14 | A |
| S07 | 5 | 3 | 4 | 2 | 4 | 18 | A |
| S08 | 3 | 3 | 1 | 3 | 3 | 13 | P |
| S09 | 4 | 4 | 1 | 2 | 3 | 14 | P |
| S10 | 3 | 3 | 2 | 3 | 3 | 14 | A |
| S11 | 4 | 3 | 1 | 2 | 3 | 13 | P |
| S12 | 3 | 2 | 1 | 2 | 2 | 10 | P |
| S13 | 3 | 3 | 3 | 1 | 3 | 13 | A |
| S14 | 5 | 3 | 3 | 3 | 3 | 17 | A |
| S15 | 3 | 2 | 1 | 1 | 2 | 9 | P |
| S16 | 2 | 2 | 1 | 1 | 4 | 10 | P |
| S17 | 4 | 3 | 1 | 3 | 3 | 14 | A |
| S18 | 4 | 3 | 2 | 2 | 3 | 14 | P |
| S19 | 3 | 4 | 1 | 2 | 3 | 13 | A |

Tabelle 1: Ergebnisse der zu Beginn der Lehrveranstaltung durchgeführten Selbsteinstufung. Die Studierenden wurden gebeten, ihre Kenntnisse in den in der Lehrveranstaltung zu behandelnden Fachgebieten auf einer Skala von 1 (wenig Kenntnis) bis 5 (sehr gute Kenntnisse) einzuordnen. Studierende mit 14 oder mehr Gesamtpunkten wurden als gut vorgebildet, Studierende mit 13 oder weniger Gesamtpunkten als weniger gut vorgebildet eingestuft. Außerdem wurden die Studierenden in Folge einer Studierendenbeobachtung mit A (aktiv) oder P (passiv) bewertet. Gemäß Abschnitt 5.1 konnten jeweils sechs Studierende den Klassen hoch-aktiv (Fettdruck) und niedrig-passiv (kursiv) zugeordnet werden.

| Group Work | Vector Calc. | Diff. and Int. Calc. | Tensor Calc. | Fourier Analysis | Diff. Equ. | Total | Aktiv/Passiv |
|------------|--------------|----------------------|--------------|------------------|------------|-------|--------------|
| + | 3 | 3 | 2 | 2 | 3 | 13 | P |
| + | 3 | 3 | 1 | 3 | 3 | 13 | P |
| + | 4 | 3 | 2 | 4 | 3 | 16 | P |
| + | 3 | 3 | 3 | 1 | 3 | 13 | A |
| + | 4 | 3 | 1 | 2 | 3 | 13 | A |
| + | 4 | 3 | 1 | 3 | 3 | 14 | A |
| o | 4 | 3 | 2 | 2 | 3 | 14 | A |
| o | 4 | 3 | 2 | 2 | 3 | 14 | A |
| + | 3 | 3 | 1 | 3 | 4 | 15 | A |
| + | 4 | 3 | 1 | 4 | 4 | 15 | A |
| + | 4 | 3 | 1 | 4 | 4 | 16 | A |
| o | 5 | 3 | 3 | 3 | 3 | 17 | A |
| + | 4 | 3 | 4 | 4 | 3 | 18 | A |
| + | 5 | 3 | 4 | 2 | 4 | 18 | A |
| + | 4 | 4 | 3 | 4 | 3 | 18 | A |
| + | 4 | 4 | 3 | 4 | 3 | 18 | A |
| + | 4 | 4 | 3 | 4 | 4 | 19 | A |
| o | 5 | 4 | 4 | 3 | 5 | 21 | A |
| + | 4 | 4 | 4 | 4 | 5 | 21 | A |

Tabelle 2: Ergebnisse der nach zwei Dritteln der Lehrveranstaltung durchgeführten Selbsteinstufung (primär geordnet nach Aktiv/Passiv, sekundär geordnet nach Gesamtpunkten - daher keine Übereinstimmung mit der Reihenfolge in 1). Die Studierenden wurden gebeten, ihre Kenntnisse in den in der Lehrveranstaltung zu behandelnden Fachgebieten auf einer Skala von 1 (wenig Kenntnis) bis 5 (sehr gute Kenntnisse) einzuordnen. Entsprechend den Ergebnissen aus der ersten Umfrage (siehe Tabelle 1) wurden Studierende mit 14 oder mehr Gesamtpunkten als gut vorgebildet, Studierende mit 13 oder weniger Gesamtpunkten als weniger gut vorgebildet eingestuft. Außerdem wurden die Studierenden in Folge einer erneuten Studierendenbeobachtung mit A (aktiv) oder P (passiv) bewertet. Gemäß Abschnitt 5.1 konnten vierzehn Studierende der Klasse hoch-aktiv und zwei Studierende der Klasse niedrig-passiv zugeordnet werden.

| | |
|---|---------------------|
| Advanced Mathematical Methods for Astrophysics | Winter term 2014/15 |
| Name: | 2. October 2014 |

Don't panic!

This questionnaire will not have any influence on your grading. However, you are kindly asked to complete it properly (i.e. read carefully, unambiguously underline or encircle your choice). Please do not forget to put your name on the sheet.

On a scale of 1 to 5 (5 being the highest score), how familiar are you with the following fields:

- (1) **Vector calculus**
Includes: scalar and cross product, gradient and Laplacian, basis and coordinates, matrices, etc.
1 2 3 4 5
- (2) **Differential and integral calculus**
Includes: 2D and 3D integrals, Gauss' and Stokes' theorems, directional derivative, arclength, curvature, torsion, etc.
1 2 3 4 5
- (3) **Tensor calculus**
Includes: Christoffel symbols, curvature tensor, covariant and contravariant basis, etc.
1 2 3 4 5
- (4) **Fourier analysis**
Includes: Fourier series, Fourier transformation
1 2 3 4 5
- (5) **Differential equations**
Includes: ordinary and partial differential equations, systems of differential equations
1 2 3 4 5

Abbildung 3: Fragebogen zur Selbsteinstufung der Studierenden vor Beginn der Lehrveranstaltung.

| | |
|---|---------------------|
| Advanced Mathematical Methods for Astrophysics | Winter term 2014/15 |
| Name: | 30. October 2014 |

Don't panic!

This questionnaire will not have any influence on your grading. However, you are kindly asked to complete it properly (i.e. read carefully, unambiguously underline or encircle your choice). Please do not forget to put your name on the sheet.

On a scale of 1 to 5 (5 being the highest score), how familiar are you with the following fields:

(1) **Vector calculus**
Includes: scalar and cross product, gradient and Laplacian, basis and coordinates, matrices, etc.
1 2 3 4 5

(2) **Differential and integral calculus**
Includes: 2D and 3D integrals, Gauss' and Stokes' theorems, directional derivative, arclength, curvature, torsion, etc.
1 2 3 4 5

(3) **Tensor calculus**
Includes: Christoffel symbols, curvature tensor, covariant and contravariant basis, etc.
1 2 3 4 5

(4) **Fourier analysis**
Includes: Fourier series, Fourier transformation
1 2 3 4 5

(5) **Differential equations**
Includes: ordinary and partial differential equations, systems of differential equations
1 2 3 4 5

In your personal opinion how useful was group work during on-site exercises for the homogenisation of initially inhomogeneous levels of mathematical skills within the entire AstroMundus group?

Was it

- useful (+)
- not useful (o)
- counterproductive (-)

Abbildung 4: Fragebogen zur Selbsteinstufung der Studierenden nach zwei Dritteln der Lehrveranstaltung.



Abbildung 5: Beobachtungsschema zur Bestimmung der Aktivität der Studierenden. Dieser Sitzplan des Unterrichtsraumes wurde sowohl zur Evaluation als auch für das Lehrveranstaltungstagebuch herangezogen (für die Gruppeneinteilung kam ein ähnlicher Plan - allerdings ohne Farbcode und mit einer anderen Verteilung der Studierenden - zur Anwendung). Die einzelnen Rechtecke symbolisieren jeweils eine(n) Studenten/Studentin. Zusammenhängende Rechtecke stehen für einen Arbeitstisch. Die vier Arbeitsgruppen sind durch farblich gleiche Rechtecke gekennzeichnet. Das langgezogene grüne Rechteck symbolisiert die Tafel im Unterrichtsraum. Aktivitäten der Studierenden (Fragen, Kommentare) wurden während Studierendenbeobachtungen als Symbole (f, k) in den jeweiligen Rechtecken notiert.

Literatur

- [Biggs u. Tang 2003] BIGGS, J. ; TANG, C.: *Teaching for Quality Learning at University*. Open Univ Press, 2003
- [Europäische Kommission 2014] EUROPÄISCHE KOMMISSION: Peer-Learning. In: [http : //ec.europa.eu/youth/policy/implementation/peer_learning_en.htm](http://ec.europa.eu/youth/policy/implementation/peer_learning_en.htm) (2014)
- [Gafney u. Varma-Nelson 2008] GAFNEY, L. ; VARMA-NELSON, P.: *Peer-Led Team Learning*. Springer, 2008
- [Gudjons 1993] GUDJONS, H. (Hrsg.): *Handbuch Gruppenunterricht*. Beltz Grüne Reihe, 1993
- [Universität Innsbruck 2010] UNIVERSITÄT INNSBRUCK: Curriculum für das Erasmus Mundus Joint Master Program in Astrophysics an der Fakultät für Mathematik, Informatik und Physik der Universität Innsbruck. In: *Mitteilungsblatt der Leopold-Franzens-Universität Innsbruck, Nr. 318* (2010)
- [Verband österreichischer gewerkschaftlicher Bildung 2014] VERBAND ÖSTERREICHISCHER GEWERKSCHAFTLICHER BILDUNG: BildungsInformationsTool. In: www.bildungmachtzukunft.at/materialien/glossar/ (2014)
- [Watkins u. Mazur 2013] WATKINS, J. ; MAZUR, E.: Retaining students in science, technology, engineering, and mathematics (STEM) majors. In: *J. Coll. Sci. Teach.* 42 (2013), S. 36–41