

Kathrin WOLF¹, Antje NISSLER, Edda EICH-SOELLNER & Rainer FISCHER (München)

Mitmachen erwünscht – aktivierende Lehre mit Peer Instruction und Just-in-Time Teaching

Zusammenfassung

In der Hochschullehre gibt es aktuell verschiedene Herausforderungen: Wie geht man mit den heterogenen fachlichen Voraussetzungen der Studierenden um, wie können Studierende besser aktiviert werden und wie kann das Feedback zwischen Dozierenden und Studierenden verbessert werden? Um diesen Anforderungen Rechnung zu tragen, wurde in einer Analysis-Veranstaltung eine Kombination der Methoden Peer Instruction und Just-in-Time Teaching eingesetzt und evaluiert. Die Ergebnisse zeigen, dass die Methoden zu einer stärkeren Aktivierung der Studierenden beitragen und verschiedene Möglichkeiten für formatives Feedback bieten. Eine hohe Akzeptanz der Methoden kann ebenfalls festgestellt werden.

Schlüsselwörter

Peer Instruction, Just-in-Time Teaching

¹ E-Mail: kathrin.wolf@hm.edu

Please join in – Active learning with Peer Instruction and Just-in-Time Teaching

Abstract

There are several challenges involved in teaching at the university level, including how to deal with the heterogeneity of the students, how to stimulate more active student participation, and how to improve the feedback loop between the students and the professor. In order to meet these challenges, we applied and evaluated a combination of the Peer Instruction and Just-in-Time Teaching methods for a calculus course. Our results show that these methods lead to a more active in-class role for the students and provide several options for formative feedback. In particular, we observed a high level of acceptance for both methods by students and professors alike.

Keywords

peer instruction, just-in-time teaching

1 Ausgangssituation

Die Grundlagenfächer in MINT-Studiengängen (MINT: Mathematik, Informatik, Naturwissenschaft, Technik) stellen für Studierende eine große Hürde dar. Die HIS-Studienabbruchuntersuchung belegt, dass die Abbruchquoten in diesen Studiengängen sowohl an Universitäten als auch an Fachhochschulen überdurchschnittlich hoch sind (AUTORENGRUPPE BILDUNGSBERICHTERSTATTUNG, 2012, S. 133, 301; HEUBLEIN, RICHTER, SCHMELZER & SOMMER, 2012, S. 16-18, 21-24). Unter den MINT-Fächern scheint besonders das Fach Mathematik für viele Studierende problematisch zu sein. Drei Aspekte haben sich dabei als besonders kritisch herauskristallisiert:

Heterogene Voraussetzungen in den Grundlagenfächern

Besonders im Übergang von der Schule zur Hochschule erleben Studierende in den Grundlagenfächern wie Mathematik einen starken fachlichen „Sprung“. Ergebnisse einer Analyse der Universität Wien von STEINBAUER, SÜSS-STEPANCIK & SCHICHL (2014, S. 411) zeigen, dass die Probleme der Studieneinsteiger/innen im Fach Mathematik sowohl im hohen Abstraktionsniveau der Hochschullehre als auch im unterschiedlichen Wissensstand zu suchen sind. Insbesondere die Hochschulen für angewandte Wissenschaften sind von den heterogenen fachlichen Voraussetzungen der Studienanfänger/innen betroffen, was durch die zahlreichen unterschiedlichen Möglichkeiten des Hochschulzugangs bedingt ist: Während Abiturientinnen und Abiturienten in Bayern beispielsweise trigonometrische Funktionen im Unterricht behandeln, sind diese nicht Teil des Lehrplans des sozialen Zweigs der Fachoberschule. Studierende beider Gruppen befinden sich nun z. B. gemeinsam in einer Analysis-Lehrveranstaltung im Studiengang Informatik der Hochschule München, in der das Wissen über trigonometrische Funktionen vorausgesetzt wird.

Passive Rolle der Studierenden in der Vorlesung

Neben der genannten Überforderung und Heterogenität der Studierenden in den einführenden Semestern erschwert auch die vorherrschende didaktische Gestaltung der Lehre die Situation. Viele Lehrveranstaltungen in den MINT-Fächern folgen dem Prinzip: „Eine/r redet und die anderen hören zu“. Für spezifische Zielsetzungen kann dieses Vorgehen sinnvoll sein, z. B. wenn es ausschließlich darum geht, Faktenwissen zu vermitteln. Ein solches didaktisches Vorgehen hat aber seine Schattenseiten: So beteiligen sich in der Regel nur wenige Studierende aktiv. Die Übrigen verharren in einer passiven Rolle, in der sie wenig Möglichkeit erhalten, das Gelernte anzuwenden. Aktivierend gestaltete Veranstaltungen führen dagegen im Vergleich zum passiven Hören eines Vortrags zu einem höheren Lernzuwachs sowie zu besserem Verständnis und Lernverhalten der Studierenden (u. a. Physik: HAKE, 1998; Biologie: KNIGHT & WOOD, 2005; Physiologie: MICHAEL, 2006).

Folgen einer fehlenden Rückmeldung über den Leistungsstand

Durch die fehlende Aktivierung in der Lehre erhalten Studierende während des Semesters wenig Rückmeldung zu ihrem persönlichen Lernstand. Vor allem für Erstsemester-Studierende ist dies aber besonders wichtig. Denn gerade sie erkennen während des Semesters oft nicht, welche Schwierigkeiten der Lernstoff birgt. Dies führt dazu, dass sie erst unmittelbar vor der Prüfung beginnen, das Selbststudium zu intensivieren. In kürzester Zeit versuchen sie in dieser Phase, sich den gesamten Lernstoff des Semesters anzueignen (u. a. GROSS & AUFENANGER, 2011, S. 125; METZGER, 2010, S. 296), was häufig misslingt. Bei diesem sogenannten „Bulimie-Lernen“ verarbeiten die Studierenden die Inhalte in der Regel nur oberflächlich, indem sie Lösungsstrategien systematisch als eine Art „Kochrezept“ zum Berechnen von Aufgaben anwenden, ohne den Stoff in seiner tieferen Bedeutung zu begreifen (MARRS & NOVAK, 2004, S. 57). Doch gerade in den mathematischen Grundlagenfächern soll die Basis für ein tiefgreifendes Verständnis gelegt werden, damit andere Disziplinen darauf zurückgreifen und die Studierenden diese Kompetenzen später nutzen können. Aus verschiedenen Studien geht hervor, dass Studierende Inhalte länger behalten, wenn sie regelmäßig und nicht nur einmal sehr intensiv lernen (u. a. MARRS & NOVAK, 2004, S. 57; BRANSFORD, 2000, S. 58; MCINTYRE & MUNSON, 2008, S. 227, 236).

In dem beschriebenen „klassischen“ Lehrveranstaltungssetting erhalten auch Dozierende kein Feedback darüber, welche Teile des Stoffes verstanden wurden und wo es noch Schwierigkeiten gibt. Folglich spiegelt erst die Prüfung am Semesterende wider, inwieweit die Studierenden den Stoff durchdrungen haben und ob die angestrebten Ziele der Lehrveranstaltung erreicht wurden. Diesen Herausforderungen soll durch das nachfolgend beschriebene didaktische Konzept Rechnung getragen werden.

2 Didaktisches Konzept der Veranstaltung

Im Rahmen des Verbundprojekts HD MINT² wurde im Wintersemester 13/14 die Analysis-Veranstaltung an der Fakultät für Informatik und Mathematik an der Hochschule München umgestaltet. Hierbei handelt es sich um einen Pflichtkurs mit vier Semesterwochenstunden (aufgeteilt in zwei Präsenzeinheiten) für Erstsemester in den Studiengängen Informatik, Scientific Computing und Geotelematik.

Der grundlegende Aufbau der Lehrveranstaltung wurde im Sinne des Constructive Alignments (BIGGS, 1996) gestaltet, indem die Lernergebnisse, die eingesetzten Lehrmethoden und die Prüfung aufeinander abgestimmt wurden. Durch die Kombination der beiden interaktiven Methoden Just-in-Time Teaching (JiTT) (NOVAK, PATTERSON, GAVRIN & CHRISTIAN, 1999) und Peer Instruction (PI) (MAZUR, 1997) soll eine stärkere studierendenzentrierte und aktivierende Ausrichtung der Lehre realisiert werden. Durch die Kombination der Methoden soll den folgenden Anforderungen Rechnung getragen werden: Die Studierenden sollen zum kontinuierlichen Lernen motiviert werden und Feedback zu ihrem Leistungsstand erhalten. Darüber hinaus sollen die Methoden dazu beitragen, dass die Studierenden aktiv an der Vorlesung beteiligt sind und ihr Verständnis gefördert wird.

Just-in-Time Teaching (JiTT)

Die Methode JiTT hat zum vorrangigen Ziel, die Präsenzzeit effektiv zu nutzen und diese stärker auf die Bedürfnisse der Studierenden auszurichten. Dazu erarbeiten sich Studierende vor der Lehrveranstaltung regelmäßig anhand von bereitgestellten Lese- (oder Film-)Materialien Inhalte selbstständig. Ergänzend dazu lösen sie passende Begleitaufgaben in einer Lernplattform (hier: MoodleTM) und haben die Möglichkeit, Unklarheiten an die Lehrperson zurückzumelden. So kann jeder Studierende je nach Vorwissen in seinem eigenen Tempo lernen. Basierend auf den

² Dieses Vorhaben wird aus Mitteln des Bundesministeriums für Bildung und Forschung unter dem Förderkennzeichen 01PL12023F gefördert. Die Verantwortung für den Inhalt dieser Veröffentlichung liegt bei den Autorinnen/Autoren.

eingereichten Antworten und Fragen passt die Lehrperson dann zeitnah vor der Veranstaltung die Inhalte der Präsenzzeit an. Dort geht sie auf die Verständnisschwierigkeiten, die sich in den Begleitaufgaben gezeigt haben, ein und bespricht offene Fragen der Studierenden. Die Studierenden sollen so von einer bedürfnisorientierten Hilfestellung profitieren und zum kontinuierlichen Mitlernen angeregt werden, indem sie Feedback auf ihre Fragen erhalten.

Peer Instruction (PI)

Für die Gestaltung der interaktiven Vorlesungszeit bietet sich insbesondere die Methode PI an. Durch deren Einsatz erhalten die Studierenden auch während der Präsenzzeit Rückmeldung zu ihrem persönlichen Lernstand. Die Methode soll sie ermutigen, sich aktiv mit den Inhalten der Lehrveranstaltung auseinanderzusetzen. Dazu stellt die Lehrperson in der Präsenzveranstaltung eine verständnisorientierte Multiple-Choice-Frage, die mögliche Fehlkonzepte der Studierenden aufdecken soll (Abb. 1, Frage aus dem Themenbereich „Folgen“).

Welche Behauptung(en) ist/sind richtig?

(Tipp: Überlegen Sie sich jeweils ein Gegenbeispiel für die falschen Behauptungen!)

- A. Eine alternierende Folge kann keine Nullfolge sein.
- B. Keine konstante Folge ist eine Nullfolge.
- C. Die Glieder einer Nullfolge kommen 0 beliebig nahe, werden aber nie 0.
- D. Eine Nullfolge kann ein von 0 verschiedenes Supremum/Infimum haben.
- E. Alle Nullfolgen sind monoton fallend.

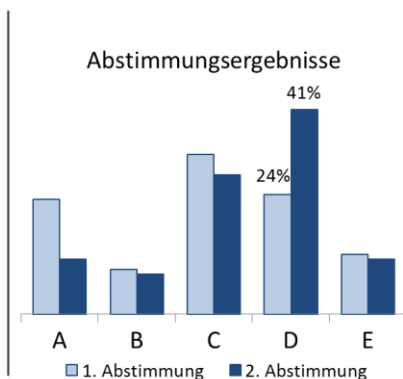


Abb. 1: Beispiel einer PI-Frage zum Thema „Folgen“. Die Peer-Diskussion führt von der ersten zur zweiten Abstimmung zu einer deutlichen Verschiebung der Antworten hin zur richtigen Lösung (D).

Die Studierenden sind aufgefordert, zuerst alleine über die Frage nachzudenken und dann für die ihnen richtig erscheinende Antwort abzustimmen. Anschließend diskutieren sie mit ihren Sitznachbarinnen und Sitznachbarn über die Gründe für die gewählte Antwort, bevor eine erneute Abstimmung stattfindet. Durch die Diskussion sollen sie aktiviert und zur kritischen Reflexion angeregt werden. Die Methode trägt auch zur Verständnisförderung der Studierenden bei (u. a. HAKE, 1998; KNIGHT & WOOD, 2005; MICHAEL, 2006). Durch den Quiz-Charakter der Methode und die Peer-Diskussion soll außerdem die Motivation zum Mitmachen und -lernen unterstützt werden.

JiTT strukturiert die Vorbereitungsphase der Studierenden und liefert der bzw. dem Dozierenden wichtige Anhaltspunkte, wo die Schwierigkeiten der Studierenden liegen. Mithilfe von PI können diese Aspekte dann gezielt thematisiert und vertieft werden. Durch das Ineinandergreifen der beiden Methoden erhalten die Studierenden mehrfach Feedback und können dadurch ihren Lernprozess besser steuern (MAZUR & WATKINS, 2009, S. 39, 43). Die Kombination der beiden Methoden wurde auch in anderen Studien untersucht (u. a. KNIGHT & WOOD, 2005).

Umsetzung in der Analysis-Veranstaltung

Der wöchentliche Aufbau der Analysis-Veranstaltung ist in Abbildung 2 zu sehen. Für die Bearbeitung der Begleitfragen gab es keine extrinsischen Anreize für die Studierenden, wie beispielsweise Bonuspunkte in der Klausur. In der Regel wurde eine der beiden Präsenzstunden mittels JiTT angepasst. Zu Beginn der Präsenzzeit wurden die Rückmeldungen der Studierenden diskutiert, der Stoff aber nicht von Grund auf nochmal vorgetragen. Die andere der beiden Veranstaltungsstunden wurde klassisch in der an Hochschulen für angewandte Wissenschaften üblichen Form von seminaristischem Unterricht unterrichtet, erweitert um Peer-Instruction-Einheiten.

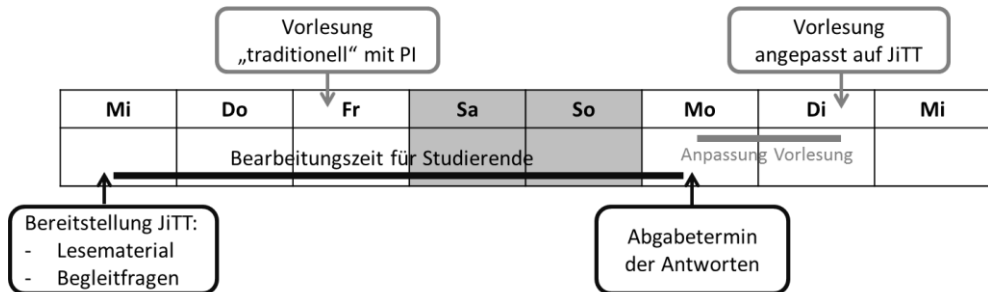


Abb. 2: Wöchentlicher Ablauf der Veranstaltung

3 Methodische Herangehensweise der Analyse

Das beschriebene Setting zeigt, welchen Mehrwert man sich durch eine so gestaltete Lehrveranstaltung für die Studierenden erhofft. Unklar ist dabei, ob die Studierenden tatsächlich durch ein solches Konzept dazu angeregt werden, sich kontinuierlich mit dem Lernstoff zu befassen und sich aktiv in die Lehrveranstaltung einzubringen. Daher soll der Frage nachgegangen werden, ob die mit dieser didaktischen Gestaltung verknüpften Zielsetzungen von den Studierenden wahr- und angenommen werden. Das methodische Vorgehen der durchgeführten Untersuchungen in der Analysis-Veranstaltung wird im Folgenden näher beschrieben.

Leitfragen

Zur Analyse, inwieweit die Methoden JiTT und PI dazu beitragen, das kontinuierliche Lernen und die Aktivierung der Studierenden zu unterstützen, lassen sich folgende Teilfragen ableiten:

- Wie hoch ist die Beteiligung der Studierenden an den Methoden JiTT und PI im Semesterverlauf?

- Präferieren die Studierenden die Methoden JiTT und PI gegenüber der „klassischen Variante“?
- Wie bewerten die Studierenden den Nutzen der Methoden hinsichtlich des kontinuierlichen Lernens, der Aktivierung und der Möglichkeit, Feedback zu erhalten?

Die einzelnen Leitfragen werden auch im Hinblick auf das Zusammenspiel der beiden Methoden betrachtet.

Stichprobe

Insgesamt wurden drei Gruppen, die von zwei Dozierenden³ unterrichtet wurden, evaluiert. Aufgrund der einheitlichen Gestaltung der Lehrveranstaltung über alle Gruppen hinweg wurden die drei Gruppen gemeinsam ausgewertet. Insgesamt ergab sich damit eine Gruppengröße von 235 Studierenden. Diese Zahl umfasst alle Studierenden, die sich in die MoodleTM-Kurse eingeschrieben haben. Aktiv wurden die MoodleTM-Kurse nur von 199 (84,7 %) Studierenden genutzt; auf diese Anzahl beziehen sich die nachfolgenden Berechnungen. Von ihnen konnten knapp 50 % mit dem Fragebogen am Ende des Semesters vor der Klausur erreicht werden.⁴ Da die Fragebögen nicht von allen Studierenden vollständig und korrekt ausgefüllt wurden (z. T. bis zu 30 % Enthaltungen), reduzierte sich die Anzahl der Daten, die für die Auswertung und Interpretation genutzt werden konnten.

Erhebungsinstrumente

Zur Beantwortung der Leitfragen wurden zum einen die Aussagen der Studierenden zur Präferenz und zum wahrgenommenen Nutzen der Methoden hinsichtlich der Aspekte „kontinuierliches Lernen“, „Aktivierung“ sowie „Möglichkeit zum

³ Bei den Dozierenden handelt es sich um die Autoren Prof. Dr. Eich-Soellner und Prof. Dr. Fischer.

⁴ Die Stichprobe ist vermutlich nicht repräsentativ, da am Semesterende möglicherweise vor allem die motivierten Studierenden erreicht wurden.

Feedback“ aus dem zum Semesterende eingesetzten papiergebundenen Fragebogen ausgewertet. Zum anderen wurden die Statistiken der eingesetzten Lernplattform (hier: Moodle™) sowie der Abstimmungssoftware (hier: TurningPoint®⁵) analysiert. Rückmeldungen und ergänzende Anmerkungen der Dozierenden und Studierenden sind ebenfalls in die Ergebnisse eingeflossen. Einen ausführlichen Überblick über die eingesetzten Erhebungsinstrumente gibt Tabelle 1.

Tab. 1: Überblick über die eingesetzten Erhebungsinstrumente

Erhobene Größe	Just-in-Time Teaching	Peer Instruction
Teilnahme im Semesterverlauf	Teilnahme an den wöchentlichen Begleitfragen in Moodle™	Teilnahme an den Abstimmungen mit TurningPoint®
Präferenz für oder gegen die Methode (mit Begründung)	Fragebogen-Item: <ul style="list-style-type: none"> • Wenn Sie die Wahl hätten, welche Lehrveranstaltungsform würden Sie bevorzugen? (Auswahl: JiTT oder Vortrag) Begründung der Auswahl	Fragebogen-Item: <ul style="list-style-type: none"> • Wenn Sie die Wahl hätten, welche Lehrveranstaltungsform würden Sie bevorzugen? (Auswahl: PI oder Vortrag) Begründung der Auswahl
Bewertung des Nutzens der Methoden...	Fragebogen: Bewertung folgender Aussagen auf einer fünfstufigen Rating-Skala	Fragebogen: Bewertung folgender Aussagen auf einer fünfstufigen Rating-Skala

⁵ Bei TurningPoint® handelt es sich um eine Software, die es Studierenden ermöglicht, mit elektronischen Handabstimmungsgeräten, sogenannten „Clickern“, anonym über die Multiple-Choice-Fragen im Hörsaal abzustimmen.

...hinsichtlich des kontinuierlichen Lernens	<ul style="list-style-type: none"> • Das Bearbeiten des Lesematerials und der Begleitfragen erleichtert mir das kontinuierliche Lernen im Semester. • Die Begleitfragen spielen für mich bei der Prüfungsvorbereitung keine Rolle. • Ich habe das Gefühl, dass mir das regelmäßige Bearbeiten der Lesematerialien und der Begleitfragen keine Zeitersparnis für die Prüfungsvorbereitung bringt. 	<ul style="list-style-type: none"> • Die Methode hat mir geholfen, „am Ball zu bleiben“. • Ich nutze die Peer-Instruction-Fragen auch für meine Prüfungsvorbereitung. • Ich glaube, dass die regelmäßige Teilnahme an Peer Instruction zu einer Zeitersparnis in der Prüfungsvorbereitung führt.
...hinsichtlich der Aktivierung		<ul style="list-style-type: none"> • Durch die Fragen fühle ich mich aktiv an der Vorlesung beteiligt.
...hinsichtlich der Möglichkeit zum Feedback	<ul style="list-style-type: none"> • Die Begleitfragen geben mir keine Hinweise, in welcher Tiefe ich die behandelten Themen im Hinblick auf die Prüfung verstanden haben muss. • Die Lehrperson ist auf Fragen, die aus den Begleitfragen hervorgegangen sind, angemessen eingegangen. 	<ul style="list-style-type: none"> • Die Methode hilft mir beim Überprüfen meines Lernstandes. • Durch die Fragen habe ich gute Hinweise bekommen, was ich noch nicht richtig verstanden habe und was ich noch lernen muss. • Das Diskutieren mit meinen Kommilitonen hat mir geholfen, den Inhalt besser zu verstehen.
Freie Anmerkungen aus dem Fragebogen und Gesprächen	Rückmeldungen der Studierenden über die Nützlichkeit der Methoden und Aussagen der Dozierenden.	

4 Ergebnisse

Nachfolgend werden die Ergebnisse der Untersuchung vorgestellt – gegliedert nach den Themen der Leitfragen. Die Diskussion der Ergebnisse und der Vergleich mit ähnlichen Studien erfolgt anschließend in Kapitel 5.

Teilnahme an den Methoden im Semesterverlauf

Aus der Teilnahme-Statistik der Lernplattform (Abb. 3, schwarze durchgezogene Linie) kann die wöchentliche Teilnahme der Studierenden am JiTT analysiert werden. Zu Beginn des Semesters bearbeiteten 158 der 199 aktiven Studierenden die Begleitfragen. Im Laufe des Semesters sank die Teilnahme kontinuierlich, sodass bei der letzten Bearbeitung nur noch 51 Teilnehmende die Fragen beantworteten. Die durchschnittliche Teilnahme im Semester betrug 50 %.

Die gestrichelte Linie in Abbildung 3 zeigt die Beteiligung der Studierenden an der Methode PI. Auch hier ist ein Rückgang der Teilnehmerzahlen im Semesterverlauf zu erkennen (von 172 auf 85). Über die Lehrveranstaltungen gemittelt ergab sich somit bei PI eine Teilnahme von 66 %. Nach Einschätzung der Dozierenden haben stets ungefähr 95 % der in der Präsenzzeit anwesenden Studierenden an den PI-Fragen teilgenommen.

Im Vergleich der beiden Methoden zeigt sich, dass die Teilnehmerzahlen anfangs nahezu gleich waren, dann aber bei JiTT stärker abnahmen. Rückmeldungen der Studierenden zeigen zudem, dass die größte Barriere für die Teilnahme Zeitprobleme waren, zum Teil bedingt durch die Kollision der Vorbereitungsfristen mit Pflichtarbeiten für andere Fächer.

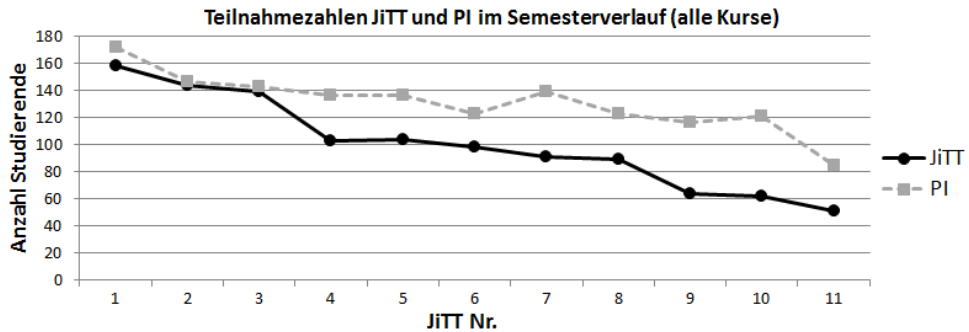


Abb. 3: Teilnahmeverlauf im Semester an den Methoden JiTT und PI

Präferenz für die Methoden

Die Ergebnisse zur Präferenz der Methoden gegenüber dem klassischen „Vortrag“ (Abb. 4) zeigen, dass die interaktiven Methoden hohen Zuspruch erfahren.

Für JiTT plädieren 60 % der Studierenden und begründen dies vorwiegend damit, dass die Methode die kontinuierliche Mitarbeit unterstützt und ihnen hilft, selbstständig und flexibel zu lernen. An der Methode wird auch positiv wahrgenommen, dass sie wechselseitiges Feedback ermöglicht und zu einem besseren Verständnis beiträgt. Als Gründe für die Bevorzugung der klassischen Variante nennen die Studierenden zum einen, dass Fragen direkt in der Veranstaltung gestellt werden können statt zeitlich vorgezogen in der Lernplattform. Zum anderen sehen sie die Erklärungen der Lehrperson als besser und anschaulicher an als eigenständiges Lesen.

Die Präferenz für PI ist sogar noch höher: 70 % der Studierenden sprechen sich für die Methode aus. Ihre Entscheidung für PI begründen die meisten Studierenden mit der Möglichkeit, sich aktiv an der Lehrveranstaltung zu beteiligen. Als Gründe führen sie aber auch Spaß, bessere Stoffvermittlung und das Schlagwort „Clicker“ an. Argument für einen Vortrag als bevorzugte Methode ist vor allem die Hoffnung

auf eine bessere Erklärung durch die Dozierende bzw. den Dozierenden als durch ihre Mitstudierenden.

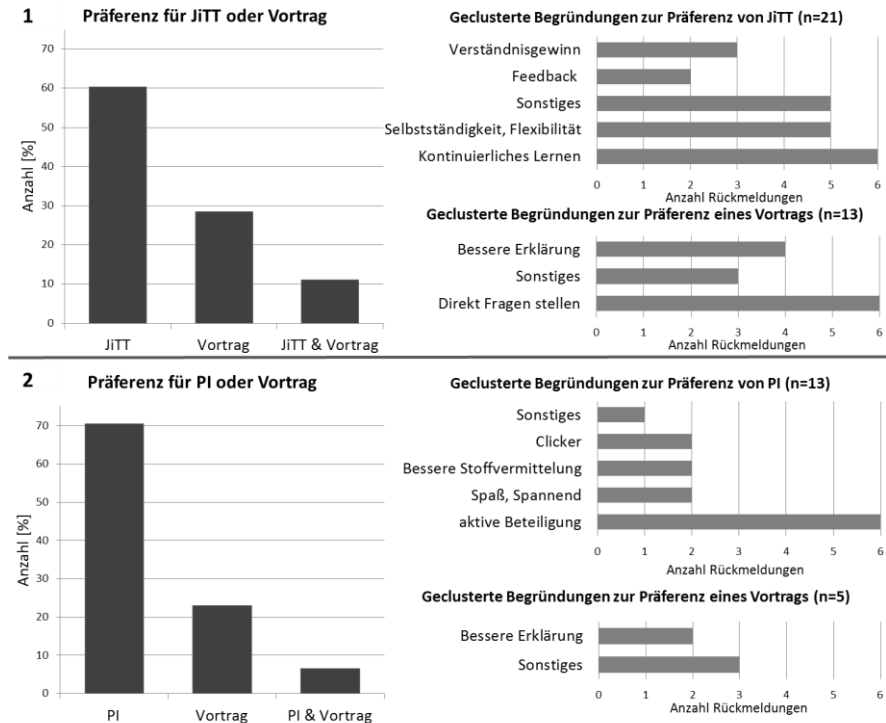


Abb. 4: *Links*: Antworten bezüglich der Präferenz der Veranstaltungsform 1: JiTT oder Vortrag (63 Rückmeldungen), 2: PI oder Vortrag (61 Rückmeldungen); *Rechts*: Absolute Häufigkeiten der genannten Begründungen (geclustert)

Bewertung des Nutzens der Methoden aus Sicht der Studierenden

Die Stellungnahmen der Studierenden bezüglich des Nutzens der Methoden fallen positiv aus. Einzig der Einsatz der PI-Fragen zur Prüfungsvorbereitung wird kri-

tisch gesehen. Außerdem lassen sich kleine Unterschiede in der Wahrnehmung der beiden Methoden feststellen.

Nutzen hinsichtlich des kontinuierlichen Lernens

Aus Sicht der Studierenden helfen JiTT und PI im Semester „am Ball zu bleiben“ (siehe Tabelle 2). Aus ihren Rückmeldungen geht weiter hervor, dass sie die JiTT-Begleitfragen für die Prüfungsvorbereitung als relevant einschätzen, die PI-Fragen dagegen nicht. Im Punkt „Zeitersparnis für die Prüfungsvorbereitung“ ist keine Tendenz erkennbar.

Tab. 2: Übersicht der Einschätzungen der Studierenden zum Nutzen (durchschnittlich 65 Rückmeldungen; jeweils Mittelwert⁶ \bar{x} und Median \tilde{x})

Item	JiTT		PI	
	\bar{x}	\tilde{x}	\bar{x}	\tilde{x}
Hilfestellung „am Ball zu bleiben“	4,12	4	3,73	4
Nutzen der Fragen für Prüfungsvorbereitung	3,74	4	2,36	2
Zeitersparnis für Prüfungsvorbereitung	3,03	3	2,92	3

Nutzen hinsichtlich der Aktivierung

Die Aussage, dass die Studierenden sich mit der Methode PI aktiv an der Vorlesung beteiligt fühlen, bewerten die Studierenden mit einem Mittelwert von 4,03 (Median $\tilde{x} = 4$) positiv. Diese Einstellung deckt sich mit den offenen Rückmeldungen der Studierenden, warum sie die Methode PI schätzen (Abb. 4).

⁶ Ob Rating-Skalen als intervallskaliert zu interpretieren sind, wird in der Literatur kontrovers diskutiert. In der Praxis ist die Verwendung des Mittelwerts unter Annahme der Äquidistanz der Stufen auch bei Rating-Skalen üblich (MITTAG, 2012, S. 19).

Nutzen hinsichtlich der Möglichkeit zum Feedback

Die Rückmeldungen der Studierenden zeigen, dass sie das Feedback-Potenzial der beiden Methoden wahrnehmen. Die erzielten Mittelwerte bei den entsprechenden Items reichen von 3,38 bis zu 4,44 und drücken eine leichte bis sehr große Zustimmung aus. Den höchsten positiven Wert ($\bar{x} = 4,44/\tilde{x} = 5$) erzielt die Aussage „Die Lehrperson ist auf Fragen, die aus den Begleitfragen hervorgegangen sind, angemessen eingegangen“. Bei der Methode PI bewerten die Studierenden positiv, dass sie Rückmeldung zu Verständnisproblemen erhalten und ihren Lernstand überprüfen können (jeweils Mittelwerte größer als 4,1/Mediane von 4). Diese Ergebnisse können als Zeichen gewertet werden, dass die angestrebte Feedbackschleife funktioniert. Die Peer-Diskussion, als Beitrag zum besseren Verständnis, wird ebenfalls von den Studierenden positiv bewertet und auch in den offenen Rückmeldungen hervorgehoben. Aus Dozierendensicht tragen beide Methoden dazu bei, Verständnisschwierigkeiten und Fehlkonzepte von Studierenden zu identifizieren und infolgedessen gezieltere Hilfestellung zu geben.

5 Diskussion

Die beschriebenen Ergebnisse aus der Untersuchung der Analysis-Lehrveranstaltung werden nachfolgend vor dem Hintergrund der aktuellen Forschungsliteratur anhand der Leitfragen (vgl. Kapitel 3) diskutiert.

Wie hoch ist die Beteiligung der Studierenden an den Methoden Just-in-Time Teaching und Peer Instruction im Semesterverlauf?

Trotz des Mehraufwandes, der für die Studierenden mit JiTT einhergeht, beteiligten sich an der Analysis-Veranstaltung über das Semester im Mittel 50 % der Studierenden. CARLISLE (2010, S. 473) erzielt eine ähnliche Beteiligung in einer Informatik-Veranstaltung, in der sich die Studierenden mit Videos und Texten auf die Veranstaltung vorbereiteten. Er weist aber darauf hin, dass die Bereitschaft der Studierenden dann sehr hoch ist, wenn die Materialien als hilfreich wahrgenommen werden und die Präsenzzeit dafür stärker zum Üben genutzt wird. Bemerkenswert

ist, dass in der untersuchten Analysis-Veranstaltung eine gute Teilnahme erzielt wurde, obwohl keine Bonuspunkte wie in anderen Studien (u. a. MARRS & NOVAK 2004, S. 53) für die regelmäßige JiTT-Teilnahme vergeben wurden. Bei PI wurde in der Analysis ebenfalls auf externe Motivationsanreize verzichtet. Auch hier konnte eine erfreuliche Teilnahme (vgl. Kapitel 4) erzielt werden. Daraus lässt sich schließen, dass die Studierenden motiviert sind, in der Veranstaltung an PI teilzunehmen. Dass die Teilnehmezahlen bei JiTT im Semesterverlauf stärker gesunken sind, ist vermutlich auf den Aufwand, den die Studierenden mit der Methode haben, zurückzuführen. Während PI keine Zusatzarbeit für Studierende bedeutet, erfordert JiTT mehr Selbstdisziplin und eine höhere Zeitinvestition.

Präferieren die Studierenden die Methoden JiTT und PI gegenüber der „klassischen Variante“?

Die Studierenden sprechen sich in der Untersuchung der Analysis-Veranstaltung mehrheitlich für JiTT gegenüber traditionellen Veranstaltungen aus, obwohl der Aufwand bei JiTT für die Studierenden im Semesterverlauf höher ist. Dies deckt sich mit den Ergebnissen ähnlicher Studien wie z. B. in der Biologie (MARRS & NOVAK, 2004, S. 57), Physik (u. a. GAVRIN, 2006, S. 12) und Mathematik (FISCHER & SPANNAGEL, 2012, S. 232). Die Präferenz für PI fällt aus Sicht der Studierenden noch deutlicher aus als bei JiTT. Neben den Begründungen der Studierenden, die für diese große Akzeptanz sprechen (vgl. Kapitel 4), trägt wohl auch der Aspekt bei, dass mit einer Teilnahme keinerlei Aufwand für die Studierenden verbunden ist. Die positive Haltung gegenüber PI zeigt sich auch bei anderen Studien in der Physik und Mathematik wie z. B. KAUTZ (2012, S. 29), DESLAURIERS, SCHELEW & WIEMAN (2011, S. 864) sowie PILZER (2001, S. 191).

Wie bewerten die Studierenden den Nutzen der Methoden hinsichtlich des kontinuierlichen Lernens?

Die Befragung in der Analysis-Veranstaltung weist darauf hin, dass die Studierenden erkennen, dass die beiden Methoden sie beim kontinuierlichen Lernen unterstützen. Die Ergebnisse fallen bei JiTT noch deutlicher aus als bei PI. Hinsichtlich der Nutzung der PI-Fragen für die Prüfungsvorbereitung geben die Studierenden

eine leicht negative Bewertung ab. Im Unterschied zu den JiTT-Materialien standen die PI-Fragen den Studierenden nicht explizit zur Verfügung. Dies könnte eine Ursache für die unterschiedlichen Wertungen der Studierenden sein. Eine weitere Ursache kann die erwartete Gestaltung der Prüfung aus Sicht der Studierenden sein, da diese nach GIBBS & SIMPSON (2004, S. 4) ausschlaggebend dafür ist, wie sich Studierende auf die Prüfung vorbereiten.

Wie bewerten die Studierenden den Nutzen der Methoden hinsichtlich der Aktivierung?

In der hier durchgeführten Untersuchung in der Analysis zeigt sich, dass PI das aktive Auseinandersetzen mit verschiedenen Konzepten unterstützen kann. Die Studierenden melden auch zurück, dass sie den Eindruck haben, dass die Methoden zu einem besseren Verständnis beitragen. Dies stimmt mit der Erkenntnis überein, dass Aktivierung für den Lernprozess sehr bedeutsam ist und ein tiefes Konzeptverständnis nur durch aktive Auseinandersetzung erreicht werden kann (MARRS & NOVAK, 2004, S. 49). DESLAURIERS et al. (2011, S. 864) attestieren der Methode in der Physik ebenfalls ein hohes Aktivierungspotenzial. Positiv bewerten die Dozierenden der Analysis-Veranstaltung, dass sich die Studierenden „bis in die hinteren Reihen“ an den fachlichen Diskussionen beteiligen und dass die Methode allen Beteiligten Spaß bereitet.

Wie bewerten Studierende und Dozierende den Nutzen der Methoden hinsichtlich der Feedback-Möglichkeiten?

Die Dozierenden der Analysis-Veranstaltung schätzen an den Methoden im Hinblick auf das Lernergebnis vor allem die Rückmeldung über Verständnisschwierigkeiten der Studierenden. Der Einblick in die Denkweise der Studierenden und die Möglichkeit, gezielter auf Fragen der Studierenden eingehen zu können, wird auch in der Literatur als Mehrwert hervorgehoben (u. a. PILZER, 2001, S. 191; MAZUR & WATKINS, 2009, S. 55-56; HENDERSON & ROSENTHALS, 2006, S. 47, 50; KNIGHT & WOOD, 2005, S. 303). Ähnliche Rückmeldungen von Lehrpersonen, die JiTT einsetzen, wurden in einer Studie von GAVRIN (2006, S. 15) gesammelt. Diese schätzen darüber hinaus an der Methode auch die gute Stimmung in der Prä-

senzzeit und die bessere Vorbereitung der Studierenden. Doch nicht nur die Lehrpersonen profitieren von dem Feedback, auch die Studierenden erhalten Rückmeldung zu ihrem persönlichen Lernstand. Die Studierenden der Analysis-Lehrveranstaltung meldeten zurück, dass sie nun besser einschätzen können, was sie von den Inhalten noch unzureichend verstanden haben. STELZER, GLADDING, MESTRE & BROOKES (2009, S. 184), aber auch BRANSFORD (2000, S. 59) verweisen ebenfalls auf diesen positiven Aspekt des formativen Feedbacks. Ob diese Einschätzung der Studierenden mit einem tatsächlich besseren Verständnis übereinstimmt, kann in dieser Untersuchung nicht überprüft werden. Als Indikator für ein besseres Verständnis steht nur das Klausurergebnis zur Verfügung, das im Vergleich zu den Vorjahren keine Verbesserung im Notenschnitt zeigt. Da Klausuren als Testinstrument für Lernzuwächse problematisch sind, bietet sich für weitere Untersuchungen der Einsatz objektiver Verständnistests wie z. B. Concept Inventories (EPSTEIN, 2013) an.

6 Fazit und Ausblick

Insgesamt zeigt sich, dass das implementierte didaktische Setting der Lehrveranstaltung Analysis sowohl für die Studierenden als auch für die Dozierenden einen Mehrwert hat. Durch die Kombination der beiden Methoden kommen die Stärken – Aktivierung, kontinuierliches Lernen und Feedback – optimal zum Tragen. Trotz des höheren Aufwandes auf beiden Seiten verzeichnet auch JiTT eine hohe Akzeptanz. Die hier gewonnenen Erkenntnisse aus der Mathematik decken sich mit den Ergebnissen der bisherigen Forschung zu diesen beiden Methoden, die hauptsächlich in anderen Fächern erzielt wurden. Da mit dem Fragebogen am Semesterende nur eine nicht repräsentative Stichprobe erreicht wurde, wäre es interessant, die Untersuchungen weiter auszubauen.

Trotz der positiven Resultate gibt es noch Potenzial, den Methodeneinsatz zu optimieren: Ein Ansatzpunkt könnte dabei sein, verschiedene Motivationsanreize zu setzen und zu untersuchen, ob sich dadurch eine Veränderung in der Teilnahme ergibt. Eine andere Optimierungsmöglichkeit wäre der systematische Versuch, bei

JiTT die Art der Selbststudienmaterialien (z. B. Videos, Texte) zu variieren und dann die Wirkung auf das Lernverhalten der Studierenden zu untersuchen. Einige Ansätze dazu sind bereits in der Forschungsliteratur zu finden (u. a. Informatik: CARLISLE, 2010; Biologie: MORAVEC, WILLIAMS, AGUILAR-ROCA & O'DOWD, 2010; Physik: STELZER et al., 2009). Anknüpfend an die Unterschiede zwischen der Selbsteinschätzung der Studierenden und den Klausurergebnissen wäre es interessant, systematisch zu analysieren, ob der wahrgenommene Mehrwert der Methoden auch zu einem Verständniszuwachs führt.

7 Literaturverzeichnis

Autorengruppe Bildungsberichterstattung. (2012). *Bildung in Deutschland 2012: Ein indikatorengestützter Bericht mit einer Analyse zur kulturellen Bildung im Lebenslauf*. Bielefeld: Bertelsmann.

Biggs, J. (1996). Enhancing teaching through constructive alignment. *Higher Education*, 32(3), 347-364.

Blömeke, S. (2013). Der Übergang von der Schule in die Hochschule: Empirische Erkenntnisse zu Problemen und Lösungen für das Fach Mathematik. In A. Hoppenbrock, S. Schreiber, R. Göller, R. Biehler, B. Büchler, R. Hochmuth & H.-G. Rück (Hrsg.), *khdm-Report 13-01: Mathematik im Übergang Schule/Hochschule und im ersten Studienjahr: Extended Abstracts zur 2. khdm-Arbeitstagung* (S. 25-26). Kassel.

Bransford, J. D. (2000). *How people learn: Brain, mind, experience, and school* (9. Auflage). Washington, D.C.: National Academic Press.

Carlisle, M. C. (2010). Using YouTube to enhance student class preparation in an introductory java course. *Proceedings of the 41st ACM Technical Symposium on Computer Science Education*, 470-474.

Deslauriers, L., Schelew, E. & Wieman, C. (2011). Improved learning in a large-enrollment physics class. *Science*, 332(6031), 862-864.

Epstein, J. (2013). The Calculus Concept Inventory: Measurement of the effect of teaching methodology in mathematics. *Notices of the AMS*, 60(8), 1018-1026.

Fischer, M. & Spannagel, C. (2012). Lernen mit Vorlesungsvideos in der umgedrehten Mathematikvorlesung. In J. Desel, J. M. Haake & C. Spannagel (Hrsg.), *DeLFI 2012 – Die 10. e-Learning Fachtagung Informatik der Gesellschaft für Informatik e. V.* (S. 225-236). Bonn: Köllen.

Gavrin, A. (2006). Just-in-Time Teaching. *Metropolitan Universities*, 17(4), 9-18.

Gibbs, G. & Simpson, C. (2004). Conditions under which assessment supports students' learning. *Learning and teaching in higher education*, 1(1), 3-31.

Groß, L. & Aufenanger, S. (2011). Wie wirken didaktische Elemente der Hochschullehre auf die zeitliche Gestaltung des Studiums? *Zeitschrift für Hochschulentwicklung*, 6(2), 123-132.

Hake, R. R. (1998). Interactive-engagement versus traditional methods: A six-thousand-student survey of mechanics test data for introductory physics courses. *American Journal of Physics*, 66(1), 64-74.

Henderson, C. & Rosenthal, A. (2006). Reading questions: Encouraging students to read the text before coming to class. *Journal of College Science Teaching*, 35(7), 46-50.

Heublein, U., Richter, J., Schmelzer, R. & Sommer, D. (2012). *Die Entwicklung der Schwund- und Studienabbruchquoten an den deutschen Hochschulen: Statistische Berechnungen auf der Basis des Absolventenjahrgangs 2010* (3. Band). Hannover: HIS.

Kautz, C. (2012). Fachdidaktische Ansätze für die Kompetenzorientierung in ingenieurwissenschaftlichen Grundlagenfächern. http://www.teaching-learning.eu/fileadmin/documents/News/Fachdidaktik_Kautz_TL_Tagung_2012.pdf, Stand vom 27. Mai 2014.

Knight, J. K. & Wood, W. B. (2005). Teaching more by lecturing less. *Cell Biology Education*, 4(4), 298-310.

Marrs, K. A. & Novak, G. (2004). Just-in-Time Teaching in biology: Creating an active learner classroom using the internet. *Cell Biology Education*, 3(1), 49-61.

Mazur, E. (1997). *Peer instruction: A user's manual*. Upper Saddle River: Prentice Hall.

Mazur, E. & Watkins, J. (2009). Just-in-Time Teaching and Peer Instruction. In S. Simkins, M. Maier & J. Rhem (Hrsg.), *Just-in-time teaching: Across the disciplines, across the academy* (S. 39-62). Sterling: Stylus.

McIntyre, S. H. & Munson, J. M. (2008). Exploring cramming: Student behaviors, beliefs, and learning retention in the principles of marketing course. *Journal of Marketing Education*, 30(3), 226-243.

Metzger, C. (2010). ZEITLast: Lehrzeit und Lernzeit: Studierbarkeit von BA-/BSc-Studiengängen als Adaption von Lehrorganisation und Zeitmanagement unter Berücksichtigung von Fächerkultur und neuen Technologien. In E. Seiler Schiedt, S. Mandel & M. Rutishauser (Hrsg.), *Digitale Medien für Lehre und Forschung* (S. 287-302). Münster: Waxmann.

Michael, J. (2006). Where's the evidence that active learning works? *Advances in Physiology Education*, 30(4), 159-167.

Mittag, H.-J. (2012). *Statistik: Eine interaktive Einführung* (2. Auflage). Berlin, Heidelberg: Springer.

Moravec, M., Williams, A., Aguilar-Roca, N. & O'Dowd, D. K. (2010). Learn before lecture: A strategy that improves learning outcomes in a large introductory biology class. *CBE- Life Science Education*, 9(4), 473-481.

Novak, G. M., Patterson, E. T., Gavrin A. D. & Christian, W. (1999). *Just-in-time teaching. Blending active learning with web technology*. Upper Saddle River: Prentice Hall.

Pilzer, S. (2001). Peer Instruction in physics and mathematics. *Problems, resources, and issues in mathematics undergraduate studies*, 11(2), 185-192.

Steinbauer, R., Süß-Stepancik, E. & Schichl, H. (2014). Einführung in das mathematische Arbeiten – der Passage-Point an der Universität Wien. In I. Bausch, R. Biehler, R. Bruder, P. R. Fischer, R. Hochmuth, W. Koepf, S. Schreiber & T. Wassong (Hrsg.), *Mathematische Vor- und Brückenkurse: Konzepte, Probleme und Perspektiven* (S. 410-423). Wiesbaden: Springer.

Stelzer, T., Gladding, G., Mestre, J. P. & Brookes, D. T. (2009). Comparing the efficacy of multimedia modules with traditional textbooks for learning introductory physics content. *American Journal of Physics*, 77(2), 184-190.

8 Autor/innen



Kathrin WOLF || Hochschule München, Projekt HD MINT || Dachauer Str. 100a, D-80636 München

www.hm.edu/lehre/hd_mint/

kathrin.wolf@hm.edu



Antje NISSLER || Hochschule München, Projekt HD MINT || Dachauer Str. 100a, D-80636 München

www.hm.edu/lehre/hd_mint/

antje.nissler@hm.edu



Prof. Dr. Edda EICH-SOELLNER || Hochschule München, Fakultät für Informatik und Mathematik || Lothstr. 64, D-80335 München

www.cs.hm.edu/die_fakultaet/ansprechpartner/professoren/eichsoellner_1/index.de.html

eich@hm.edu



Prof. Dr. Rainer FISCHER || Hochschule München, Fakultät für Informatik und Mathematik || Lothstr. 64, D-80335 München

www.cs.hm.edu/die_fakultaet/ansprechpartner/professoren/rfischer/index.de.html

rfischer@hm.edu