

Bericht zu JiTT@OperatingSystems

Jens Lechtenböcker
Institut für Wirtschaftsinformatik
WWU Münster

September 2017

Zusammenfassung

Im Sommersemester 2017 wurde die Vorlesung Operating Systems auf Just-in-Time Teaching (JiTT) umgestellt, um die bestehende Lehr- und Lernsituation zu verbessern. JiTT erfordert eine kontinuierliche Mitarbeit im Semesterverlauf, insbesondere die Online-Abgabe von JiTT-Aufgaben, deren Lösungen kurzfristig analysiert werden, um Verständnisprobleme zu identifizieren, die in *just in time* angepassten Präsenzterminen diskutiert werden. Dieses Vorgehen verspricht effektiver und effizienter gestaltete Lehrveranstaltungen bei verbessertem Lernerfolg.

Die während der Umstellung geleisteten organisatorischen, inhaltlichen und technischen Arbeiten werden ebenso beschrieben wie die Ergebnisse zweier Evaluationen, die Mitarbeit an den JiTT-Aufgaben und ihr Zusammenhang zu Klausurergebnissen. Grob zusammengefasst war die Umstellung aus Sicht der mitarbeitenden Studierenden und des Lehrenden ein großer Erfolg, negative Kritik wurde fast gar nicht geäußert, auch nicht von den nicht mitarbeitenden Studierenden. Die Tatsache, dass durch JiTT aufgedeckt wird, wie viele Studierende weder mitarbeiten noch zur Mitarbeit motiviert werden können, hinterlässt offene Fragen, die in Ansätzen diskutiert werden.

Die im Rahmen der Vorlesung erstellten Lehr- und Lernmaterialien wurden als Open Educational Resources veröffentlicht und können entsprechend weitergenutzt werden.

1 Einleitung

Dieser Bericht fasst Ablauf und Ergebnisse des Projektes *JiTT@OperatingSystems* im Sommersemester 2017 zusammen, das im Rahmen eines „Fellowships für Innovationen in der digitalen Hochschullehre“ des Ministeriums für Innovation, Wissenschaft und Forschung des Landes Nordrhein-Westfalen und des Stifterverbandes gefördert wurde.

Das Projekt zielte auf die Verbesserung der Lehr- und Lernsituation der Vorlesung *Operating Systems* im englischsprachigen Pflichtmodul *Computer Structures and Operating Systems* des Bachelor-Studiengangs Wirtschaftsinformatik an der Westfälischen Wilhelms-Universität (WWU) Münster. Diese Veranstaltung wurde in den Vorjahren als eher klassische Vorlesung gehalten, wobei der 90-minütige Vorlesungsrhythmus durch interaktive Aufgaben und Online-Umfragen aufgelockert wurde.

Der Autor beobachtete in dieser Veranstaltung einerseits ein eher geringes Interesse an den Vorlesungen selbst (mit einer im Semesterverlauf abnehmenden Anzahl Anwesender, geschätzt von 50% bis 30% der Klausurteilnehmenden) sowie andererseits eine zunehmende Passivität von Studierenden, welche den Sinn von Vorlesungen in Frage stellt.

Diese Passivität wird durch ein exemplarisches, besonders aufschlussreiches Umfrageergebnis aus dem Sommersemester 2016 in Tabelle 1 dargestellt. Die zugehörige Umfrage wurde gegen Ende einer Vorlesungseinheit durchgeführt, in der ein anspruchsvolles, technisches Thema (Mutual Exclusion, kurz MX, mit Hilfe des Monitorkonzeptes der Programmiersprache Java) erläutert wurde. Die Klausurergebnisse der vergangenen Jahre zu diesem Thema waren regelmäßig schlecht.

Tabelle 1: Umfrageergebnis aus dem Sommersemester 2016 zu Mutual Exclusion (MX) in Java (37 Teilnehmende).

Anzahl absolut	Anzahl relativ	Antwortoption
14	37,84%	I can explain Java MX via synchronized.
5	13,51%	I'm confused and willing to ask questions.
18	48,65%	I'm confused but not willing to ask questions.

Wie in Tabelle 1 zu sehen ist, gab mit knapp 38% nur eine Minderheit der Studierenden an, das Thema verstanden zu haben, während dies bei den übrigen 62% nicht der Fall war. Unter den 23 Studierenden mit Verständnisschwierigkeiten bekundete die überwältigende Mehrheit (18 Personen), keine Fragen stellen zu *wollen*. Tatsächlich gestellt wurde letztlich keine inhaltliche Frage. In einer kurzen Diskussion erklärte zumindest einer der fünf Fragewilligen, keine Fragen formulieren zu *können*, da er nicht wisse, wo er ansetzen müsse.

Vor dem Hintergrund der durch dieses Umfrageergebnis illustrierten Lehr- und Lernsituation entschied sich der Autor, die Vorlesung auf die Lehr- und Lernmethode Just-in-Time-Teaching (JiTT) umzustellen. Diese Umstellung erfolgte im Sommersemester 2017 und ist Gegenstand des vorliegenden Berichtes, dessen weiterer Verlauf wie folgt gegliedert ist: In Abschnitt 2 wird JiTT mit den zugehörigen Zielen kurz vorgestellt, bevor die Umsetzung von JiTT mit organisatorischen und technischen Maßnahmen in Abschnitt 3 skizziert wird. In Abschnitt 4 werden dann Ergebnisse des Projektes zusammengefasst, insbesondere aus Umfragen, Evaluation und Klausur. Abgeschlossen wird der Bericht in Abschnitt 5 mit Zusammenfassung und Ausblick.

2 Just-in-Time-Teaching

Die Unzulänglichkeiten klassischer Vorlesungen zur Wissensvermittlung sind hinreichend dokumentiert, und entsprechend werden an unterschiedlichen Orten alternative Lehr- und Lernmethoden entwickelt und eingesetzt, insbesondere solche, die eine *aktive* Auseinandersetzung der Studierenden mit einem Thema vorsehen, was den Lernerfolg nachweislich erhöht [FEM⁺14]. Wenn diese aktive Auseinandersetzung *vor* der entsprechend anzupassenden „Vorlesung“ stattfin-

det, erlaubt dies den Studierenden einerseits einen individuellen, an ihr Vorwissen und Lerntempo angepassten Einstieg, andererseits ermöglicht dies die Nutzung begrenzter und daher wertvoller gemeinsamer Zeit von Lehrenden und Studierenden für die zielgerichtete Diskussion schwieriger Inhalte.

Just-in-Time-Teaching (JiTT) [NPGC99, MSN16] ist ein Vertreter derartiger Lehr- und Lernmethoden, der sich in der jüngeren Vergangenheit auch in Deutschland wachsender Beliebtheit erfreut. Beispielsweise wurden im Verbundprojekt HD MINT¹ über mehrere Jahre zahlreiche Lehrveranstaltungen bayerischer Hochschulen für angewandte Wissenschaften auf JiTT umgestellt, wovon in [D16] berichtet wird.

Konkret werden bei JiTT

- vorbereitende Lektüre (oder vorbereitende Videos),
- auf der Lektüre basierende, vor dem Vorlesungstermin zu lösende JiTT-Aufgaben (engl. *warm-ups*),
- Umfragen und Aufgaben während der Vorlesung mit studentischer Diskussion, z. B. in Form von Peer Instruction [CM01] und
- gezielte Rückmeldungen von Lehrenden während der Präsenzphasen basierend auf den zu JiTT-Aufgaben eingereichten Lösungen

kombiniert.

Ein in [MSN16] besonders betonter Vorteil von JiTT besteht darin, dass mit Hilfe der JiTT-Aufgaben falsche Vorstellungen und Missverständnisse aufgedeckt werden können, die im Rahmen normaler Vorlesungen unentdeckt bleiben und dort dem weiteren Lernfortschritt entgegen stehen. In einer *just in time* angepassten Vorlesung können derartige Missverständnisse hingegen unmittelbar aufgeklärt werden.

3 Umsetzung

Das Kernziel des Projektes *JiTT@OperatingSystems* bestand darin, die Studierenden in der Lehrveranstaltung *Operating Systems* durch die Einführung von JiTT zur *aktiven* Erarbeitung zentraler Inhalte während der Vorlesungszeit (statt erst kurz vor Beginn der Klausurphase) anzuleiten und dadurch den *Lernerfolg zu steigern*.

Die Umsetzung des Projektes erfolgte durch organisatorische, inhaltliche und technische Arbeiten, begleitet von Evaluationen. Diese Maßnahmen werden in den folgenden Unterabschnitten vorgestellt.

3.1 Organisation

Das Modul *Computer Structures and Operating Systems* umfasst sechs Semesterwochenstunden (SWS) mit 4 SWS für Vorlesungen und 2 SWS für Übungen. Im Projektzeitraum erstreckten sich die Vorlesungstermine zu *Operating Systems* vom 13. Juni bis Ende Juli, dienstags 10:15-11:45 Uhr und donnerstags 12:15-13:45 Uhr. Die erste Vorlesung führte der Autor als „normale“ Frontalveranstaltung durch, in der er das Konzept von JiTT vor der Einführung in die

¹<https://www.hd-mint.de/>

Thematik ausführlich erläuterte. Alle weiteren Vorlesungstermine wurden dann JiTT folgend durchgeführt, wobei vor jedem Termin einer von insgesamt zehn JiTT-Aufgabenblöcken bearbeitet werden sollte. JiTT-Aufgaben zum Dienstagstermin mussten bis 9:00 Uhr abgegeben werden, zum Donnerstagstermin bis 11:00 Uhr.

Um einen Anreiz für das Bearbeiten der JiTT-Aufgaben zu schaffen, führte [CM01] folgend die Bearbeitung der JiTT-Aufgaben mit *erkennbarem Einsatz* (aber nicht notwendigerweise richtigen Lösungen) zu einer minimalen Anzahl an Bonuspunkten, die im Rahmen der Teilnote für die Übungen zum Gesamtmodul angerechnet wurden.

Für den Zeitraum April bis September 2017 stellte der Autor drei studentische Hilfskräfte ein, von denen zwei aus Mitteln des Fellowships finanziert wurden. Als erfolgreiche Teilnehmende des Vorjahres waren sie mit den Inhalten und Schwierigkeiten der Vorlesung vertraut.

Der Autor begann im März 2017 mit inhaltlichen und technischen Arbeiten, ab April wurde er von den studentischen Hilfskräften bei diversen Tätigkeiten unterstützt, u. a. Recherche, Softwaretests, Identifikation „schwieriger“ Inhalte, Erstellung, Korrektur und Auswertung von JiTT-Aufgaben, Erstellung eines Videos, Ausarbeitung von Regeln für Lernspiele, Nachbereitung von freien JiTT-Aufgaben und Evaluationsergebnissen.

Die Vorlesungsinhalte und Lernziele des Vorjahres wurden im Wesentlichen beibehalten, der Autor entschied sich jedoch,

1. ein anderes Lehrbuch als Grundlage der Vorlesung zu verwenden, und zwar das unter einer Creative-Commons-Lizenz frei und offen verfügbare Lehrbuch [Hai16] und
2. die im Rahmen des Projektes erstellten Lehr- und Lernmaterialien als Open Educational Resources (OER) zur Verfügung zu stellen.

3.2 Inhaltliche Arbeiten

Ausgehend von den (mit der freien Powerpoint-Alternative LibreOffice erstellten) Präsentationen zu den Vorjahresvorlesungen wurden die durch selbstständiges Arbeiten vorzubereitenden Lerninhalte (im Folgenden kurz als *Selbstlerninhalte* bezeichnet) identifiziert und von denjenigen unterschieden, die im Rahmen der Präsenztermine vertieft oder neu erarbeitet werden sollten. Dies resultierte in neuen Präsentationen, deren Gliederungen Selbstlerninhalte klar von Präsenzinhalten abgrenzen. Zudem wurden jeweils thematisch passende JiTT-Aufgaben erstellt und in die Präsentationen eingefügt.

Hervorzuheben ist, dass wie etwa in [CM01] vorgeschlagen jede Präsentation die folgende freie und kreative Aufgabe beinhaltete, die es ermöglichte, Verständnisschwierigkeiten aufzudecken:

What did you find difficult or confusing about the **contents** of the presentation? Please be as specific as possible. For example, you could describe your current understanding (which might allow us to identify misunderstandings), ask questions that allow us to help you, or suggest improvements. If nothing was difficult or confusing, create some original content that might help others, e.g., a new exercise,

an experiment, explanations concerning relationships with different courses, ...

Parallel zur Arbeit an den Präsentationen schlug der Autor Änderungen und Ergänzungen am Lehrbuch [Hai16] vor, die rechtzeitig vor Vorlesungsstart zur Veröffentlichung der neuen Lehrbuchversion [Hai17] führten.²

Während der Vorlesungszeit wurden die Lösungen zu JiTT-Aufgaben in der Stunde zwischen Abgabe und Vorlesungsbeginn ausgewertet, wobei der Autor obige freie Aufgabe übernahm, während die studentischen Hilfskräfte für die anderen Aufgaben zuständig waren. Diese Zeit war zu knapp, um die Lösungen zu korrigieren, aber ausreichend für die Identifikation typischer Verständnisschwierigkeiten, die dann *just in time* adressiert wurden.

3.3 Technik

Nach einigen Überlegungen zu und Experimenten mit diversen Alternativen zur Erstellung von Präsentationen entschied sich der Autor, die Präsentationen in Form vertonter Folien mit dem HTML-Framework reveal.js³ zu erstellen. Zu diesem Zweck entwickelte er eine freie Software namens emacs-reveal⁴, mit der Präsentationen unter Trennung von Layout und Inhalt in einem einfachen Textformat erstellt werden können. Die README-Datei zu dieser Software dokumentiert ihre Alleinstellungsmerkmale. Die den Präsentationen zugrunde liegenden Textdateien sind ebenso als OER frei verfügbar⁵ wie die generierten HTML-Präsentationen⁶.

3.4 Evaluationen

Nach Abgabe von fünf der insgesamt zehn JiTT-Aufgabenblöcke wurden die Studierenden aufgefordert (im Rahmen einer JiTT-Aufgabe und per E-Mail), an einer anonymen Online-Umfrage teilzunehmen, in der um Rückmeldungen zum Präsentationsformat, zum Arbeitsaufwand, zu den JiTT-Aufgaben und zum JiTT-Konzept gebeten wurde. Zudem fand am vorletzten Vorlesungstermin die übliche, fachbereichsweit standardisierte Evaluation der Lehrveranstaltung statt.

4 Ergebnisse

Es besteht keine Anwesenheitspflicht für Vorlesungen. Anzahlen der an Credit Points interessierten Studierenden lieferten neben der Abschlussklausur insbesondere vier gleichmäßig über das Semester verteilte bewertete Tests, welche die Grundlage der Übungsnote bildeten, die wiederum 30% des Gesamtmoduls ausmacht. Im Semesterverlauf nahm eine abnehmende Anzahl von 106 – 91 Studierenden an den bewerteten Tests teil, 86 an der Klausur. Wie viele weitere Studierende die Klausur im Folgesemester schreiben werden, ist noch unbekannt; dass Studierende die Klausur mitschreiben, ohne an den bewerteten

²<https://github.com/Max-Hailperin/Operating-Systems-and-Middleware--Supporting-Controlled-Interaction/issues/125>

³<http://lab.hakim.se/reveal-js/>

⁴<https://gitlab.com/oer/emacs-reveal>

⁵<https://gitlab.com/oer/OS>

⁶<https://oer.gitlab.io/OS/>

Tests teilgenommen zu haben, ist die Ausnahme. Insofern dürfte die Anzahl an Studierenden, die Credit Points anstreben, und damit die Grundgesamtheit für alle folgenden Zahlen bildet, bei etwa 100 liegen.

79 Studierende haben an mindestens einem der zehn JiTT-Aufgabenblöcke gearbeitet, davon 72 am ersten. Lediglich 28 Studierende haben alle JiTT-Aufgabenblöcke bearbeitet, 51 acht oder mehr. Eine Pflicht zur Bearbeitung der JiTT-Aufgaben bestand nicht; wie in Abschnitt 3 angesprochen wurde die ernsthafte Bearbeitung aber durch Bonuspunkte honoriert. Bei nur 28 kontinuierlich sowie 51 überwiegend mitarbeitenden Studierenden im Vergleich zu 86 Klausurteilnahmen konnten offenbar längst nicht alle Studierenden von der Methode JiTT überzeugt werden. Zu bedenken ist hier, dass durch JiTT überhaupt erst aufgedeckt wird, wie viele Studierende während des Semesters (nicht) mitarbeiten, was in klassischen Vorlesungen unbekannt bleibt.

Zu Präsenzterminen erschienen 45 – 30 Studierende. An einer Online-Umfrage nach fünf der zehn JiTT-Aufgabenblöcke nahmen 54 Studierende teil, an der Präsenzevaluation zum Semesterende sogar nur 31 Studierende, obwohl der Autor über ein Online-Kursforum, dessen Beiträge per E-Mail an die Studierenden verschickt werden, explizit diejenigen angesprochen hatte, die sich weder an Präsenzveranstaltungen noch an JiTT-Aufgaben beteiligt hatten.

Die genannten Zahlen werden in Tabelle 2 zusammengefasst.

Tabelle 2: Grundlegende Anzahlen

Klasse	Anzahl
Grundgesamtheit (geschätzt)	100
Klausurteilnahme	86
Bearbeitung ≥ 1 JiTT-Block	79
Bearbeitung ≥ 8 JiTT-Blöcke	51
Bearbeitung aller JiTT-Blöcke	28
Teilnehmende an Online-Evaluation	54
Teilnehmende an Präsenzevaluation	31
Anwesende	45 – 30

4.1 Erfahrungen zu den freien JiTT-Aufgaben

Jeder JiTT-Aufgabenblock schloss mit der in Abschnitt 3.2 wiedergegebenen freien Aufgabe ab, mit der nach Verständnisproblemen bzw. kreativen Antworten gefragt wurde. Mehrere Studierende gaben in Online-Umfrage und Evaluation an, dass diese Aufgabe zu schwierig sei, wenn keine Verständnisprobleme vorlägen; sie würden sich dann lieber ein konstruiertes Verständnisproblem angeben als selbst kreativ zu werden; letzteres lohne sich einfach nicht. Andererseits haben einzelne Studierende hier hervorragende Inhalte produziert, etwa die Idee zu einem Lernspiel, dessen Regeln nun zu den Kursmaterialien gehören⁷, ein (nicht ganz fertiges) Online-Spiel, Präsentationen mit Animationen zu einzelnen Algorithmen. Das Lesen dieser Lösungen führte beim Autor zu Glücksmomenten, wie sie in der Lehre sonst nur äußerst selten vorkommen.

⁷<https://oer.gitlab.io/08/texts/instructions-file-server.pdf>

Allerdings gab es auch erschütternde Momente. Eine JiTT-Aufgabe lautete: „Solve exercise 2.3 (a) of [Hai17].“ In acht der 58 Antworten war zu lesen, dass es nicht möglich oder zu schwierig gewesen sei, die Aufgabe zu finden. Es solle doch bitte wenigstens die Seitenzahl angegeben werden. Diese Situation verdient es, betont zu werden: Ein nicht geringer Anteil von Bachelor-Studierenden war nicht in der Lage (oder nicht willens), eine nummerierte Aufgabe in einem Lehrbuch zu finden!

Weniger extrem aber trotzdem problematisch ist die Tatsache, dass viele Studierende es nicht schaffen, ihre Verständnisprobleme so zu artikulieren, dass ihnen geholfen werden kann. Viel zu oft beschränkten Antworten sich auf Sätze wie „Thema X habe ich nicht verstanden“.

Abseits dieser Einschränkungen half die Aufgabe bei *jedem* Themenblock, Verständnisprobleme zu identifizieren. Die aus den JiTT-Abgaben gewonnenen Erkenntnisse führten zu zahlreichen kleineren und größeren Ergänzungen *aller* Präsentationen (von Begriffsklärungen bis zu vollständig neuen Beispielen und alternativen Lehrmaterialien), deren Historie online verfügbar ist.⁸ Nicht alle Schwierigkeiten lassen sich allerdings innerhalb dieser Veranstaltung lösen. Wie beispielsweise mit fehlenden Grundlagen aus anderen (im Studienverlaufsplan vorangehenden) Lehrveranstaltungen umgegangen werden sollte, bedarf weiterer Überlegungen.

Schließlich zeigte sich, dass viele Studierende an denselben Stellen kämpfen, ähnliche Fragen formulieren und entsprechend auch die Erläuterungen des Lehrenden per Copy&Paste vervielfältigt wurden. Offenbar ist dieses Vorgehen ineffizient. In Zukunft könnte ein Online-Editor genutzt werden, um Fragen gemeinschaftlich zu erfassen und zu diskutieren. In Ansätzen wurde dies bereits im Sommersemester 2017 versucht, die Beteiligung ließ aber zu wünschen übrig (insbesondere auf Seiten der Studierenden mit größeren Schwierigkeiten).

4.2 Ergebnisse der Online-Umfrage

Die Online-Umfrage (54 Antworten) nach fünf der zehn JiTT-Aufgabenblöcke fiel überaus positiv aus. Hier war auch die in der Einleitung erwähnte Frage zum Verständnis von Mutual Exclusion im Java-Umfeld wieder enthalten und lieferte ein deutlich verbessertes Ergebnis, wie in Tabelle 3 gegenübergestellt ist: Die Quote der Studierenden, die angibt, das Thema verstanden zu haben, ist von etwa 38% auf 67% gestiegen; zudem ist die Quote der nicht Fragewilligen von 49% auf 20% gefallen (was sicherlich als Erfolg zu werten ist, dem Autor aber immer noch zu hoch erscheint).

Tabelle 3: Umfrageergebnisse zu Mutual Exclusion im Jahresvergleich.

2016 (%)	2017 (%)	Antwortoption
37,84	66,67	I can explain Java MX via synchronized.
13,51	12,96	I'm confused and willing to ask questions.
48,65	20,37	I'm confused but not willing to ask questions.

⁸<https://gitlab.com/oer/OS/commits/master>

Verallgemeinert haben sich die Studierenden positiv zur Wirkung der JiTT-Umstellung auf ihr Verständnis geäußert, wie in Abbildung 1 anhand der Antwortverteilungen auf die Frage „Do you believe that JiTT assignments combined with in-class meetings improve or decrease your understanding of course topics compared to traditional lectures?“ gezeigt wird.

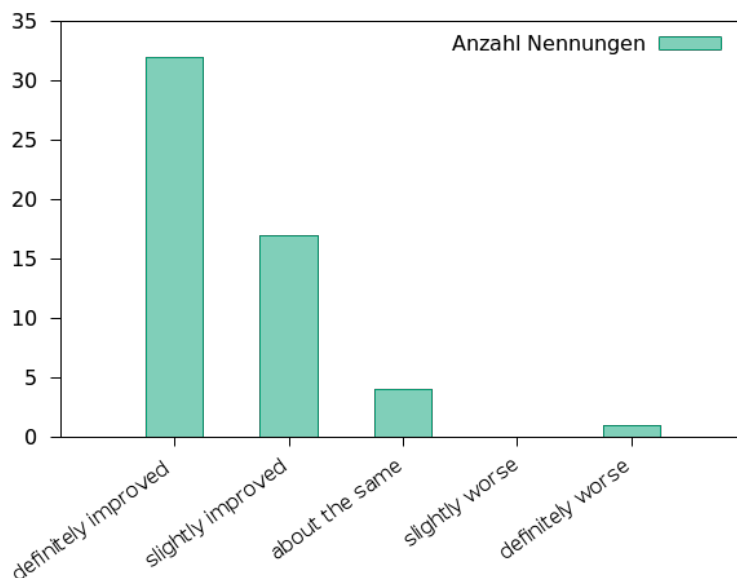


Abbildung 1: Auswirkung von JiTT auf Verständnis.

Die Online-Umfrage enthielt zudem Fragen zur verwendeten Technik und zum Arbeitsaufwand für JiTT-Aufgaben. Die Antworten führten zu kleineren Korrekturen, lieferten aber keinen Anlass, größere Kursänderungen vorzunehmen. Die Umfrageergebnisse können online abgerufen werden.⁹

4.3 Ergebnisse der Präsenzevaluation

Die standardisierte Evaluation gegen Semesterende (31 Fragebögen) ergab bei einer durchschnittlichen Gesamtnote von 1,6 eine leichte Verbesserung gegenüber dem Vorjahr (1,8), mit einem statistisch signifikanten Unterschied, der durch die in Abbildung 2 gezeigten Notenhistogramme zum Ausdruck kommt: Die aktuellen Noten sind deutlich zum 1er-Bereich verschoben, wobei mit den Noten 4,0 und 5,0 allerdings auch zwei Ausreißer zu sehen sind, deren Bewertungen schlechter sind als die schlechteste Bewertung des Vorjahres (3,7).

Die von den Studierenden zur Vor- und Nachbereitung aufgewendete Zeit in Stunden wird im Jahresvergleich in Abbildung 3 visualisiert. Deutlich zu sehen ist, dass weniger Studierende mit 2 bis 4 Stunden pro Woche ausgekommen sind als im Vorjahr. Insgesamt stieg der Durchschnitt von 4,1 auf 5,2 Stunden pro Woche, was dem Autor für eine Veranstaltung mit 6 SWS nicht zu viel

⁹<https://oer.gitlab.io/OS/eval/2017-07-06-Intermediate-JiTT-evaluation.ods>

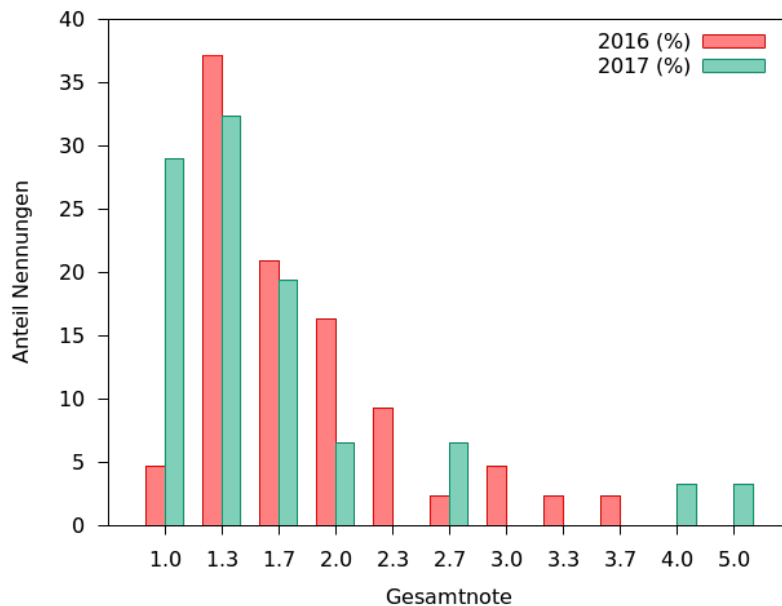


Abbildung 2: Verteilung der Evaluationsgesamtnoten im Jahresvergleich.

erscheint (unter den Freitextkommentaren der Evaluation aber mehrfach als problematisch genannt wurde).

Schließlich sei noch erwähnt, dass viele Freitextkommentare sehr positive Rückmeldungen zu JiTT lieferten. Angesichts der Tatsache, dass lediglich 31 Fragebögen ausgefüllt wurden, ist zu bedenken, dass sich hier im Wesentlichen der kleine Kern kontinuierlich mitarbeitender Studierender geäußert hat. Was die schweigende Mehrheit denkt, bleibt offen.

4.4 Klausurergebnisse im Vergleich zu Selbsteinschätzung und JiTT-Mitarbeit

Online-Umfrage und Evaluation lieferten Selbsteinschätzungen der Studierenden. Diesem Meinungsbild werden im Folgenden die Ergebnisse der Klausur gegenübergestellt, bei denen dann auch die Mehrheit der Studierenden abgebildet wird, die weder kontinuierlich mitgearbeitet noch an der Evaluation teilgenommen hat.

Laut Tabelle 3 gaben 66% von 54 Umfrageteilnehmenden an, eine bestimmte Thematik erklären zu können. Dies entspricht 36 Personen. In einer Klausuraufgabe, die diese Thematik umfasste, erzielten 37 Studierende mehr als 75% der möglichen Punkte, mithin ein „gutes“ Ergebnis. Da die Umfrage anonym stattfand, ist unklar, ob die 36 positiv Antwortenden zu den 37 Studierenden mit gutem Ergebnis gehörten; angesichts der Tatsache, dass deutlich mehr Studierende die Klausur mitgeschrieben als an der Umfrage teilgenommen haben, ist dies aber unwahrscheinlich. Dies lässt Zweifel an der Aussagekraft der Selbsteinschätzungen aufkommen.

Mit Blick auf sämtliche Klausuraufgaben zu *Operating Systems* und deren Verhältnis zu JiTT-Aktivitäten lässt sich Folgendes feststellen: In 27 der 86

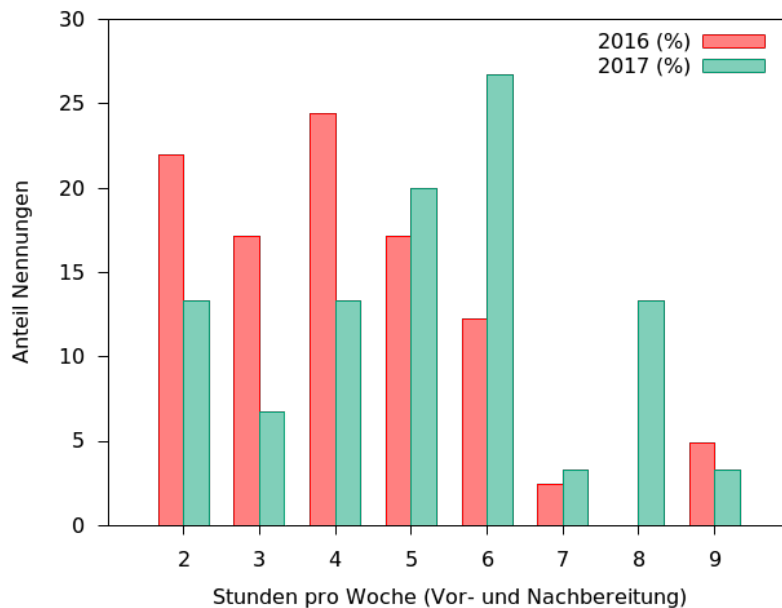


Abbildung 3: Verteilung des Zeitaufwandes im Jahresvergleich.

Klausuren (etwa 31%) wurden weniger als die Hälfte der Punkte (die üblicherweise zum Bestehen nötig sind) erzielt. In Abbildung 4 kennzeichnen Punkte Ergebnisse von Studierenden, wobei die x-Achse die erzielten Klausurpunkte angibt (normiert zwischen 0 und 1; rote Punkte in der linken Hälfte repräsentieren die 27 Klausuren mit weniger als der Hälfte der Punkte), die y-Achse entsprechend die JiTT-Punkte.

Deutliche Punkthäufungen sind im oberen rechten Quadranten zu sehen; diese repräsentieren gute Klausurergebnisse von Studierenden, die kontinuierliche Punkte in den JiTT-Aufgaben erzielt haben. Aus Sicht des Autors sind dies zu erwartende Fälle.

Die Punkte mit geringen y-Werten zeigen eingeschränkte Mitarbeit an den JiTT-Aufgaben und treten häufiger mit mittleren bis schlechten Klausurergebnissen auf als mit besseren, was ebenfalls zu erwarten war. Offenbar gibt es jedoch auch Studierende, die keine kontinuierliche Arbeit während des Semesters benötigen, um gute Klausurergebnisse zu erreichen (unterer rechter Quadrant).

Die vier Punkte im oberen linken Quadranten stehen für Studierende mit wenigen Klausurpunkten aber kontinuierlicher Arbeit an den JiTT-Aufgaben. Derartige Fälle sind überraschend, da kontinuierliche Mitarbeit im Semester als Klausurvorbereitung dienen sollte; zudem waren einige JiTT-Aufgaben strukturell gleich zu Klausuraufgaben. Überprüfungen dieser vier Einzelfälle ergaben, dass die freien, kreativen Aufgaben der JiTT-Aufgabenblöcke entweder nicht bearbeitet worden sind oder gravierende Verständnisprobleme offenbart haben. Offenbar reichte die Nachbereitung in diesen Fällen nicht aus. Über die Gründe kann hier nur spekuliert werden; ob diese Studierenden an den *just in time* vorbereiteten Präsenzterminen teilgenommen haben, ist unbekannt.

Zwischen einzelnen JiTT-Aufgaben und inhaltsverwandten Klausuraufgaben ließen sich keine überzeugenden Korrelationen feststellen. Sowohl gleich-

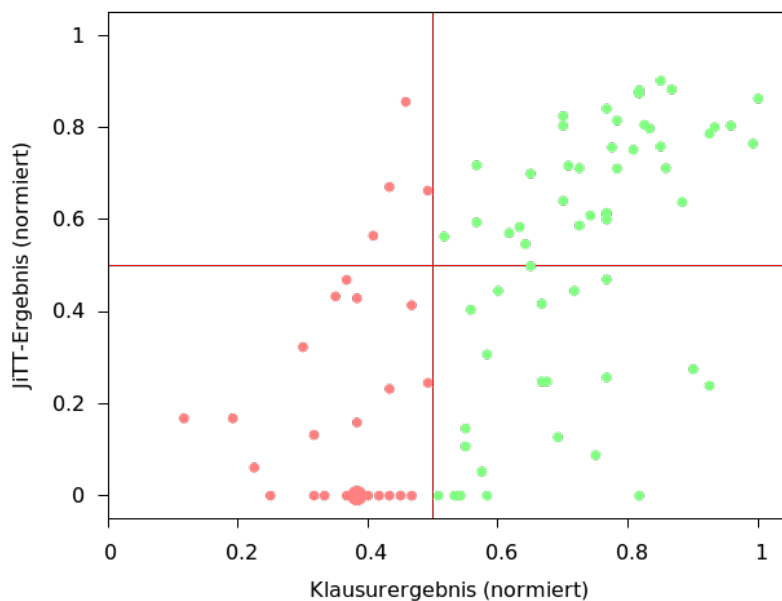


Abbildung 4: Verhältnis von Klausur- zu JiTT-Ergebnissen.

bleibende Leistungen als auch Verbesserungen und Verschlechterungen kamen vor. Insbesondere hatte der Autor keine Verschlechterungen von JiTT- zu Klausurleistungen erwartet. Hier könnten sowohl Prüfungsstress, Gruppenarbeit bei JiTT im Vergleich zur Einzelarbeit in der Klausur oder auch mangelhafte Wiederholung nach der positiven JiTT-Rückmeldung („kann ich, muss ich mir nicht wieder ansehen“) als Erklärungsansätze dienen.

5 Lessons Learnt und Ausblick

Im Sommersemester 2017 wurde die Vorlesung zu *Operating Systems* im Modul *Computer Structures and Operating Systems* dank der Unterstützung durch ein Fellowship des Ministeriums für Innovation, Wissenschaft und Forschung des Landes Nordrhein-Westfalen und des Stifterverbandes wie geplant auf Just-in-Time-Teaching (JiTT) umgestellt.

Die Rückmeldungen der Studierenden zu dieser Umstellung waren fast ausnahmslos positiv, erstmals nach nur vier JiTT-Terminen im institutsinternen Professorengespräch mit der Fachschaft: JiTT wurde von den Studierenden ausdrücklich gelobt und zur Nachahmung für andere Lehrveranstaltungen empfohlen. Diese positiven Einschätzungen zeigten sich auch in den Ergebnissen einer Online-Umfrage und der Abschlussevaluation. Insgesamt bestärken diese positiven Rückmeldungen darin, den eingeschlagenen Pfad weiter zu verfolgen. Das Potential zur *Übertragbarkeit* auf andere Vorlesungen erscheint groß, weil JiTT generell für den Einsatz in mathematisch-naturwissenschaftlichen Studiengängen entworfen wurde, um den Lernerfolg gegenüber Frontalvorlesungen zu steigern; eine prinzipielle Einschränkung auf bestimmte Studiengänge ist dem Autor nicht bewusst.

Die *Hauptziele* der JiTT-Umstellung betreffend, nämlich (a) Verbesserung der Lehr- und Lernsituation während der Präsenztermine und (b) Motivation zur kontinuierlichen Mitarbeit mit Teilnahme an den Präsenzterminen, verbleibt ein zwiespältiger Eindruck. Bezüglich Ziel (a) stellt der Autor zunächst subjektiv fest, dass ihm die Präsenztermine deutlich mehr Spaß gemacht haben als im Vorjahr. Er musste nicht mehr sämtliche Inhalte präsentieren, sondern konnte sich auf diejenigen Aspekte konzentrieren, die sich in den JiTT-Aufgaben als schwierig herausgestellt hatten. Darüber hinaus erschienen die anwesenden Studierenden vorbereitet und waren aktiver als in „normalen“ Vorlesungen.

Dem steht mit Blick auf Ziel (b) die mangelhafte Teilnahme der Studierenden am Angebot JiTT gegenüber. Wie in Abbildung 3 gezeigt wurde, investierten die Studierenden durchschnittlich zwar mehr Zeit als im Vorjahr, der Autor hatte jedoch auch gehofft, im Vergleich zum Vorjahr mehr Studierende zur Teilnahme an den Präsenzterminen motivieren zu können – diese Hoffnung hat sich jedoch nicht erfüllt, grob geschätzt (konkrete Zahlen wurden nicht erhoben) waren sogar weniger Studierende anwesend als im Vorjahr. Zwei Erklärungsansätze dafür sind Folgende:

1. Für Studierende, die keine Probleme mit den JiTT-Aufgaben haben, mag der zusätzliche Besuch der Präsenztermine wenige Vorteile versprechen.
2. Studierende, die normalerweise keine Vorlesungen besuchen, könnten sich durch die zum Selbststudium aufbereiteten Präsentationen sogar noch bestärkt fühlen, dass Präsenztermine unnötig sind.

Auch die für den Autor unerwartet niedrige Quote regelmäßig bearbeiteter JiTT-Aufgaben gibt Anlass zum weiteren Nachdenken: Nur etwa die Hälfte der Studierenden (angesichts einer Grundgesamtheit von etwa 100 Studierenden gegenüber 51 mit Bearbeitung von acht oder mehr der zehn JiTT-Aufgabenblöcke, vgl. Tabelle 2) arbeitet einigermaßen kontinuierlich mit, ein Fünftel gar nicht. Angesichts der Tatsache, dass die (per E-Mail explizit angekündigte) Möglichkeit der Evaluation von nicht einmal einem Drittel wahrgenommen wurde, bleibt offen, mit welchen Erwartungen die Mehrheit der Studierenden ihr Studium angeht.

Im Sinne einer *Verstetigung* plant der Autor für das Sommersemester 2018 einen erneuten JiTT-Durchlauf für *Operating Systems*, wobei noch nicht feststeht, ob weiterhin zwei JiTT-Aufgabenblöcke pro Woche bearbeitet werden sollen oder nur einer (was einem mehrfach geäußerten Studierendenwunsch entspräche). Wie in Abschnitt 4.1 erwähnt wurde, soll eine Möglichkeit gegeben werden, Fragen im Zusammenhang mit Vorlesungsinhalten und JiTT-Aufgaben gemeinschaftlich zu diskutieren, etwa in einem Online-Editor. Zusätzlich wird der Autor im Wintersemester 2017/18 JiTT punktuell im Master-Studiengang Information Systems einsetzen und dort aus den Vorjahren als „schwierig“ bekannte Themen durch JiTT-Aufgaben vorbereiten.

Eine offene Herausforderung, die nicht mit JiTT als Konzept verbunden ist, aber durch JiTT erkannt werden kann und hier erkannt wurde, lag in Verständnisschwierigkeiten, die auf mangelnde Kenntnisse aus vorangegangenen Lehrveranstaltungen zurückgingen (vgl. Abschnitt 4.1), insbesondere mangelnde Programmierkenntnisse. In 2018 soll auf diese Kenntnisse explizit und frühzeitig verwiesen werden, auch wenn eine vollständige Aufarbeitung im Rahmen von *Operating Systems* unrealistisch erscheint.

Weiterhin glaubt der Autor immer noch, dass Übung durch JiTT-Aufgaben sich in guten Leistungen in zugehörigen Klausuraufgaben niederschlagen sollte, auch wenn dies hier nicht nachgewiesen werden konnte (vgl. Abschnitt 4.4). Abhilfe könnten in die Präsentationen eingestreute *wiederholende* Multiple-Choice-Fragen schaffen – allerdings zweifelt der Autor, ob dies an der richtigen Stelle ansetzt; stattdessen sucht er noch nach Möglichkeiten, selbstverantwortliches Lernen zu fördern.

Danksagung

Der Autor dankt dem Ministerium für Innovation, Wissenschaft und Forschung des Landes Nordrhein-Westfalen und dem Stifterverband für die Förderung im Rahmen des Fellowships und der Dekanin der Wirtschaftswissenschaftlichen Fakultät, Frau Prof. Dr. Theresia Theurl, für die im Zusammenhang mit dem Fellowship gewährte Reduktion seines Lehrdeputats, ohne die der erhebliche Aufwand des dargestellten Projektes nicht umsetzbar gewesen wäre. Durch das Fellowship konnte der Autor insbesondere die Herren Tobias Dieker, Christopher Harth-Kitzerow und Justus Rotermund als studentische Hilfskräfte einstellen, denen er für ihre wertvolle kontinuierliche und kreative Mitarbeit dankt.

Literatur

- [CM01] CROUCH, C. H. ; MAZUR, E.: Peer Instruction: Ten Years of Experience and Results. In: *Am. J. Phys.* 69 (2001), S. 970–977
- [D16] ZENTRUM FÜR HOCHSCHULDIDAKTIK (DiZ) (Hrsg.): *DiNa 12/2016*. <https://diz-bayern.de/publikationen/dina/360-2016-dezember-hd-mint-sonderausgabe-wege-zum-verstaendnis-bauen>, 2016
- [FEM⁺14] FREEMAN, Scott ; EDDY, Sarah L. ; MCDONOUGH, Miles ; SMITH, Michelle K. ; OKOROAFOR, Nnadozie ; JORDT, Hannah ; WENDEROTH, Mary P.: Active learning increases student performance in science, engineering, and mathematics. In: *Proceedings of the National Academy of Sciences* 111 (2014), Nr. 23, S. 8410–8415
- [Hai16] HAILPERIN, Max: *Operating Systems and Middleware – Supporting Controlled Interaction*. Revised edition 1.2.1, 2016
- [Hai17] HAILPERIN, Max: *Operating Systems and Middleware – Supporting Controlled Interaction*. Revised edition 1.3, 2017 <https://gustavus.edu/mcs/max/os-book/>
- [MSN16] MCGEE, Monnie ; STOKES, Lynne ; NADOLSKY, Pavel: Just-in-Time Teaching in Statistics Classrooms. In: *Journal of Statistics Education* 24 (2016), Nr. 1, S. 16–26
- [NPGC99] NOVAK, G. M. ; PATTERSON, E. T. ; GAVRIN, A. ; CHRISTIAN, W.: *Just-in-Time Teaching: Blending active Learning and Web Technology*. Prentice Hall, 1999