

Der Einfluss aktivierender Lehrmethoden auf die Prüfungsperformance in Physik

Franziska Graupner, Elmar Junker, Silke Stanzel, Technische Hochschule Rosenheim



Tagungsband

zum 4. Symposium
zur Hochschullehre
in den
**MINT-
Fächern**

www.mint-symposium.de

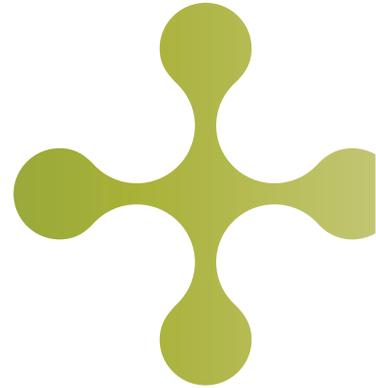
DiNa-Sonderausgabe



Download möglich von: <http://www.diz-bayern.de/publikationen/dina-und-tagungsbaende> (09/2019)
oder direkt über:
https://www.diz-bayern.de/images/cwattachments/491_f1d8d1209f6ebde9058713d97ebf9d29.pdf

Der Einfluss aktivierender Lehrmethoden auf die Prüfungsperformance in Physik

Franziska Graupner, Elmar Junker, Silke Stanzel, Technische Hochschule Rosenheim



Zusammenfassung

Die vorliegende Studie zeigt, dass die anderweitig dokumentierten positiven Effekte der aktivierenden Lehrmethoden Just-in-Time-Teaching (JiTT) und Peer-Instruction (PI) auf Konzepttestergebnisse sich auch bei der Prüfungsperformance nachweisen lassen. Es wurden das Prüfungsverhalten und die Prüfungsergebnisse in einem Studiengang untersucht, der vom gleichen Dozenten vor und nach der Umstellung von traditionellem seminaristischen Unterricht (TradSU) auf die aktivierenden Lehrmethoden JiTT und PI unterrichtet wurde. Es zeigt sich, dass im Zeitraum mit JiTT/PI deutlich mehr Studierende die Prüfung zum frühestmöglichen Zeitpunkt antreten und trotzdem mit gleichen Ergebnissen wie beim TradSU bestehen. Wiederholungsversuche haben sogar eine höhere Bestehensquote, sodass durch den aktivierenden Unterricht insgesamt mehr Studierende die Prüfung schneller erfolgreich absolvieren. Die mit JiTT verbundene Kontinuität im Lernen sowie die regelmäßigen und häufigen Rückmeldungen zum Lernstand und dadurch erhöhte Selbstreflexionskompetenz der Studierenden durch JiTT und PI scheinen zu diesen Effekten wesentlich beizutragen.

1. Hintergrund

Im Unterschied zur universitären Vorlesung herrscht an Hochschulen für Angewandte Wissenschaften traditionell seminaristischer Unterricht (TradSU) vor, der die Studierenden in das Unterrichtsgeschehen einbezieht. Seit der Jahrtausendwende werden in Deutschland vermehrt aktivierende Lehrmethoden eingesetzt, die noch wesentlich stärker auf die Beiträge und Beteiligung der Studierenden setzen. Auch im Physikunterricht an der TH Rosenheim wird gegenwärtig auf wöchentlicher Basis Just-in-Time-Teaching (JiTT) und Peer Instruction (PI) praktiziert (Junker, Schäfle und Stanzel, 2016).

JiTT (vgl. Schäfle, Junker, Stanzel und Zimmermann, 2017; Novak, Patterson und Gavrin, 1999; Zinger und Franzen, 2016; Riegler, 2010) ist charakterisiert durch ein getaktetes Ineinandergreifen studentischer Arbeitsphasen vor und nach der Präsenzzeit mit Input und Feedback der Lehrenden. Die Studieraufträge zur Vorbereitung sowie die Vorlesungsnachbereitung werden jeweils mit Onlinetests abgeschlossen, deren Ergebnisse sowohl den Dozenten als auch die Studierenden wöchentlich über den aktuellen Wissensstand und Lernfortschritte informieren.

PI bezeichnet eine Diskussionsmethode nach folgendem Schema (Schäfle et al., 2017; Zinger und Franzen, 2016; bzw. Mazur, 1997 & 2017): Eine Fragestellung zu fachlichen Konzepten

wird mittels anonymer elektronischer Abstimmung beantwortet und das Antwortverhalten visualisiert. In der Regel wird dies anschließend in Kleingruppen diskutiert und eine anschließende zweite Abstimmung zeigt, ob der Sachverhalt nun besser verstanden ist, und welche weiteren Erläuterungen noch nötig sind.

An der TH Rosenheim wurde die Wirksamkeit dieser aktivierenden Lehrmethoden bzgl. des Lernerfolgs anhand des standardisierten Konzepttests FCI¹ nachgewiesen. Dabei wurde eine Verdoppelung des FCI-Lernerfolgs für JiTT/PI im Vergleich zu TradSU bestätigt (Schäfle et al., 2017; Stanzel, Junker und Schäfle, 2019), die in etablierten Studien seit vielen Jahren umfangreich aufgezeigt wird (vgl. u. a. Hake, 1998; Crouch und Mazur, 2001).

Studien neueren Datums beziehen darüber hinaus die Klausurnoten mit ein (Kortemeyer, Kashy, Benenson und Bauer, 2008; Kashy, Albertelli, Bauer, Kashy und Thoennessen, 2003; Kortemeyer und Riegler, 2010). In einer Metastudie von 2014 konnten Freeman et al. mit der Analyse von 225 Einzelstudien objektiv einen positiven Einfluss aktivierender Lehrmethoden auf Bestehensraten nachweisen.

Für die hier vorgestellte Studie wurden Prüfungsdaten Studierender eines Studiengangs untersucht, der über 15 Jahre vom selben Dozenten zunächst mittels TradSU und nach einer Umstellungsphase unter ständigem Einsatz von JiTT/PI gelehrt wurde. Über die Klausurergebnisse hinaus wurden Verbleibensquoten im ersten Studienjahr und der Zeitpunkt der Prüfungsantritte analysiert.

Das Anliegen dieser Studie ist es, die Wirksamkeit der Lehrmethoden auf den Studienverlauf aus studentischer Perspektive mit Blick auf Prüfungsverhalten und -ergebnis zu untersuchen.

2. Methodik

2.1 Studiengang und Zeitraum

Untersucht wurde das studentische Prüfungsverhalten im Studiengang Wirtschaftsingenieurwesen an der TH Rosenheim im Zeitraum 2003 bis 2018, in welchem kontinuierlich gleiche Inhalte in gleichem Umfang vom gleichen Dozenten gelehrt wurden. Im Verlauf dieser 15 Jahre erfolgte die Umstellung der Lehrmethode von rein seminaristischem Unterricht (TradSU) hin zu wöchentlichem Einsatz der aktivierenden Methoden JiTT/PI (s. Kap. 1). Es werden Prüfungsverhalten und -ergebnisse von je drei aufeinanderfolgenden Studienjahren vor und nach der Umstellung zusammengefasst und verglichen. Aufgrund des Umstellungszeitraums sowie eines zwischenzeitlich veränderten Prüfungsablaufes ist eine Vergleichbarkeit nur für die Studienjahre 2003/04 bis 2005/06 und 2014/15 bis 2016/17 gegeben.

2.2 Zusätzliche Einflussfaktoren

Neben der Umstellung der Lehrmethode könnten folgende Faktoren möglicherweise einen Einfluss auf das Prüfungsverhalten haben:

¹ Der standardisierte Mechanik-Konzepttest FCI ist ein formelfreier Multiple-Choice-Test, der sowohl vor als auch nach dem Physikkurs durchgeführt werden kann. Die Originalversion von Hestenes, Wells und Swackhammer (1992) wurde 1995 von Halloun, Hake, Mosca und Hestenes überarbeitet und von Mazur (1997) publiziert.

Änderungen von Studiensystem und Prüfungsordnung:

- Zwischen den untersuchten Zeiträumen TradSU und JiTT/PI erfolgte eine Umstellung des Studiengangs von Diplom auf Bachelor unter Beibehaltung der fachlichen Inhalte in Umfang und Niveau. Die Prüfungsmodalitäten in den betrachteten Zeiträumen waren – bis auf die Kürzung von 120 min auf 90 min Prüfungsdauer – gleich.
- Ebenfalls umgestellt wurde die Anmeldung zum ersten Prüfungsversuch von freiwilliger (TradSU) zu Pflichtanmeldung² (JiTT/PI) zum erstmöglichen Zeitpunkt.

Aspekte der Persönlichkeiten

- Die persönliche Entwicklung des Dozenten über 15 Jahre wirkt sich möglicherweise auf Unterricht und Prüfungen aus. Insbesondere wurden im Zuge der Umstellung der Lehrform auch mehr Konzept- und Verständnisfragen gestellt, die als schwieriger gelten.³
- Die sich über die Jahre ändernde Sozialisation der Studierenden insbesondere im Kontext der Digitalisierung könnte ebenso einen Einfluss haben.

2.3 Einteilung der Prüfungsversuche

Das Modul Physik für Wirtschaftsingenieure erstreckt sich mit insgesamt 6 SWS „Vorlesung“ und 2 SWS Praktikum über die ersten beiden Studiensemester und wird durch eine schriftliche Klausur am Ende des zweiten Semesters abgeschlossen. Eine zu diesem erstmöglichen Zeitpunkt erbrachte Prüfungsleistung

wird im Folgenden als erstmöglicher Versuch (1!) bezeichnet. Innerhalb der Perioden JiTT/PI und TradSU wurden jeweils drei erstmögliche Prüfungen (1!) analysiert.

Nach dem ersten Studienjahr kann die Klausur am Ende jeden Semesters abgelegt werden. Das heißt, Wiederholungsprüfungen und geschobene Prüfungen⁴ können sowohl im Sommer als auch im Wintersemester abgelegt werden. Im Folgenden wird zwischen späteren Versuchen (1+) und finalen Versuchen (3!) unterschieden.

Spätere Versuche (1+) bezeichnet dabei einerseits Prüfungsversuche, die von Studierenden zwar erstmalig, nicht jedoch zum erstmöglichen Termin abgelegt werden, sowie Zweitversuche. Drittversuche, d. h. Wiederholungsprüfungen, die bei Nichtbestehen zur vorzeitigen Beendigung des Fachstudiums führen, werden als finale Versuche (3!) unterschieden.

Zur Untersuchung des Prüfungsverhaltens in späteren (1+) und finalen Versuchen (3!) wurden jeweils die Prüfungen im Sommersemester des betrachteten Studienjahres, sowie des darauffolgenden Wintersemesters ausgewertet. Es handelt sich also nicht um die Auswertung von Kohorten, sondern es werden die Prüfungsleistungen (1+) und (3!) zu diesen jeweils sechs Prüfungszeitpunkten für TradSU und JiTT/PI ausgewertet.

Eine Übersicht der Prüfungszeiträume sowie der Anzahl der erbrachten Prüfungsleistungen unterschieden nach Prüfungsversuch findet sich in Tabelle 1.

² Bei der Pflichtanmeldung kann der Prüfungsantritt nur mittels ärztlichen Attests und Antrag beim Prüfungsamt umgangen werden.

³ Prof. Dr. Peter Riegler (Ostfalia-Hochschule) bestätigt diese Einschätzung mit Erfahrungen aus seinen regelmäßig angebotenen Weiterbildungen für Hochschullehrende: „[...] Die Evidenz ist anekdotisch, aber konsistent. Praktisch immer, wenn Kollegen oder in Workshops Lehrende Prüfungsaufgaben von mir sehen, höre ich etwas in der Art „Das ist für meine Studierenden viel zu schwer“, „Wie viele fallen da durch?“, „So was habe ich früher mal gefragt - war viel zu schwer.“ (persönliche Kommunikation, 1. Juni 2019).

⁴ Geschobene Prüfungen entsprechen Prüfungen, die nicht zum nächstmöglichen Zeitpunkt wahrgenommen wurden. Die Art des Verhinderungsgrundes wurde nicht berücksichtigt.

Lehrform		Traditioneller seminaristischer Unterricht (TradSU)				Aktivierende Lehrmethoden (JiTT/PI)		
		Studienjahre (SJ)				Studienjahre (SJ)		
	Σ	WS03/04 + SS04	WS04/05 + SS05	WS05/06 + SS06	Σ	WS14/15 + SS15	WS15/16 + SS16	WS16/17 + SS17
# Studienanfänger zum WS des SJ	230	71	79	80	373	114	172	87
# der im SS des SJ rückgemeldeten Studienanfänger	223	67	77	79	339	107	154	78
Prüfungszeitpunkt erstmögl. Versuch (1!)	Nur SS: SS04-06	SS04	SS05	SS06	Nur SS: SS15-17	SS15	SS16	SS17
# Prüfungsanmeldungen erstmögl. Versuch (1!)	207	64	73	70	288	106	113	69
# Prüfungsteilnehmer (Δ # Prüfungsleistungen) erstmögl. Versuch (1!)	126	39	44	43	232	88	87	57
Prüfungszeitpunkt spätere und finale Versuche (1+, 3!)	SS04 bis WS06/07	SS04 + WS04/05	SS05 + WS05/06	SS06 + WS06/07	SS15 bis WS17/18	SS15 + WS15/16	SS16 + WS16/17	SS17 + WS17/18
# Prüfungsleistungen alle Versuche (1!, 1+, 3!)	287	92	98	97	354	127	127	100

Tab. 1: Auflistung der Studienanfängerzahlen sowie der Grundgesamtheiten erbrachter Prüfungsleistungen der untersuchten Studienjahre (SJ) und deren Summe (Σ). Letztere wurde für die Gesamtperiode TradSU bzw. JiTT/PI ausgewertet. (#: Anzahl, WS: Wintersemester, SS: Sommersemester).

Es wurden nur Prüfungsleistungen gezählt und ausgewertet, die tatsächlich erbracht wurden. D.h. Prüfungen, die unentschuldig nicht angetreten werden (vom Prüfungsamt automatisch als nicht bestanden bewertet), sind nicht in die Studie eingegangen. Auch während der Prüfung abgebrochene

Versuche, die nachträglich per Attest annulliert wurden, sind nicht berücksichtigt. Dieses Prüfungsverhalten fließt damit in gleicher Form in die Studie ein wie von vornherein geschobene Erstversuche (Gruppe 1+).

2.4 Anzahl Studienanfänger/innen

Die Anzahl der Studienanfänger/innen der untersuchten Studienjahre sind in Tab. 1 angegeben. Dabei wird unterschieden zwischen Studierenden, die im Wintersemester neu im Studiengang immatrikuliert waren, und deren Rückmeldungen zum Sommersemester. Der zu beobachtende Schwund wird verursacht durch Studienabbruch bzw. Wechsel des Studienfachs. Im Verlaufe des 2. Semesters erfolgt die Anmeldung der Studienanfänger zur erstmöglichen Prüfung (1!). Der Rückgang im Vergleich zu den Rückmeldungen weist auf weiteren Schwund hin.

2.5 Statistische Methoden

Um die in der Untersuchung beobachteten Anteilsunterschiede in der Gruppe JiTT/PI und der Gruppe TradSU auf ihre statistische Signifikanz hin zu untersuchen, wurden mit der Statistik-Software R (R Core Team, 2018) einseitige und zweiseitige Zwei-Proportionen Z-Tests mit Yates Stetigkeitskorrektur (Newcombe R. G., 1998) durchgeführt.⁵ Für die statistische Bewertung der Forschungsfragen wurden die Ergebnisse der zu den Fragen passenden einseitigen Tests verwendet. Die Besetzungszahlen in den verwendeten Kontingenztafeln sind ausreichend groß für die Verwendung der asymptotischen Tests. Die Ergebnisse der asymptotischen Tests wurden mithilfe des exakten Tests von Fisher (Agresti, A., 2002) überprüft.

⁵ Die statistischen Analysen wurden durchgeführt von Prof. Dr. Ulrich Wellisch, Fachgruppe Statistik, TH Rosenheim.

3. Ergebnisse

3.1 Prüfungsergebnisse

Abbildung 1 zeigt die Analyse der Klausurergebnisse der Studienanfänger zum erstmöglichen Prüfungszeitpunkt (1!). Im für das Bestehen der Klausur relevanten Bereich ist kein Einfluss der Lehrform auf die erbrachte Klausurleistung festzustellen.

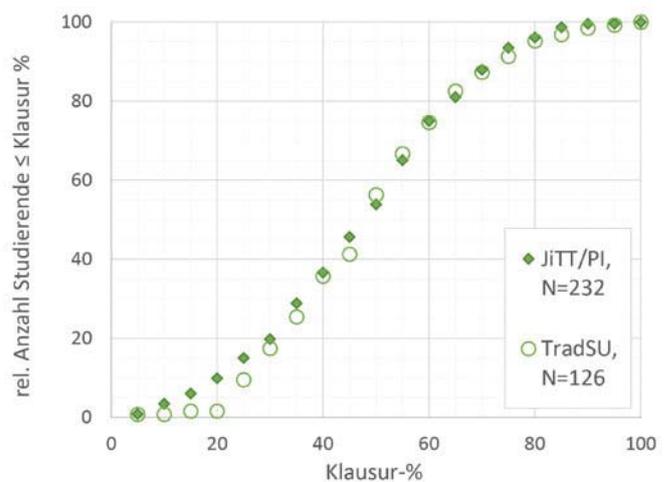


Abb. 1: Summenkurve der erbrachten Klausurleistungen der Studienanfänger in der erstmöglichen Prüfung (1!) für je drei Studienjahre vor (o) und nach (♦) der Umstellung der Lehrform. Aufgetragen sind die relative Anzahl der Studierenden über dem von ihnen maximal erreichten prozentualen Anteil an Klausurpunkten, (z. B. haben 80% der Teilnehmenden weniger als 65% der Klausurpunkte erreicht.) N bezeichnet die Anzahl der in der jeweiligen Gruppe eingegangenen Prüfungsleistungen.

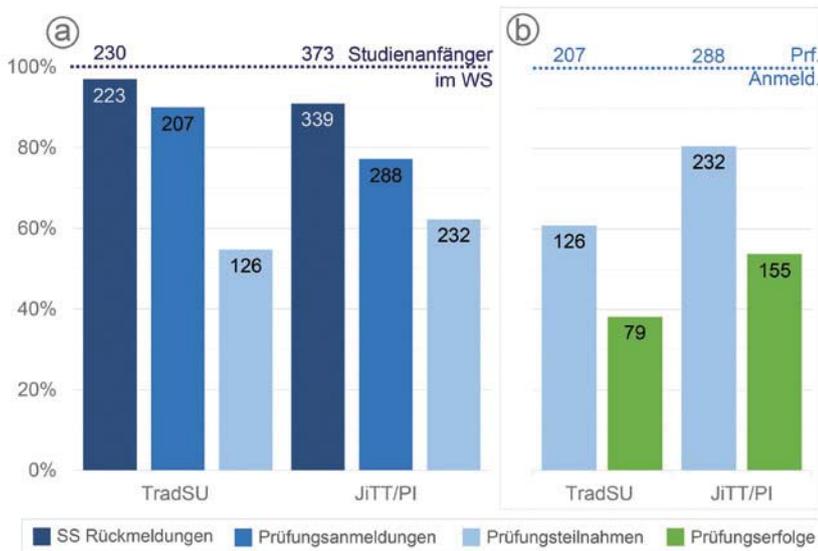


Abb. 2a (links): Verbleibensquoten der Studienanfänger vom WS zum SS, d. h. Rückmeldungen zum SS sowie Prüfungsanmeldungen und Prüfungsteilnahmen zum erstmöglichen Zeitpunkt (1!)

Abb 2b (rechts): Prüfungsteilnahmen und Prüfungserfolge in der erstmöglichen Prüfung (1!) bezüglich der jeweiligen Anzahl der Prüfungsanmeldungen. Die Zahlen in und über den Balken des Diagramms sind Absolutzahlen. Aufgetragen sind jeweils die über die drei untersuchten Studienjahre summierten Anzahlen.

3.2 Prüfungsverhalten der Studienanfänger

Im zweiten Teil dieser Studie wurden die Verbleibensquote und das Prüfungsverhalten der Studienanfänger im ersten Studienjahr untersucht. Die Ergebnisse sind in Abb. 2 visualisiert. Es zeigen sich deutliche Unterschiede zwischen den beiden Gruppen: Der Schwund Studierender vom WS zum SS sowie nochmals zur Physik-Prüfungsanmeldung (1!) im SS ist für JiTT/PI jeweils sehr signifikant (p -Wert=0,0034 bzw. p -Wert=0,0036) größer als für TradSU.^{6, 7} Im Zeitraum der aktivierenden Lehrmethoden JiTT/PI brechen also mehr Studierende frühzeitig innerhalb des ersten Studienjahres das Studienfach ab.

Gleichzeitig nehmen prozentual signifikant mehr der mit JiTT/PI unterrichteten Studierenden an der Prüfung (1!) teil. Dies gilt sowohl bezogen auf die Studienanfänger (Teilnehmer bezogen auf Studienanfänger: 62% JiTT/PI vs. 55% TradSU, siehe Abb. 2a)

⁶ Der Anteil der Studienanfänger, die sich im WS im Studienfach angemeldet und im folgenden SS rückgemeldet haben, ist in der Gruppe JiTT/PI sehr signifikant (p -Wert: 0,0034) kleiner als in der Gruppe TradSU.

⁷ Der Anteil der Studienanfänger, die sich im SS rückgemeldet haben und sich dann zur erstmöglichen Prüfung (1!) angemeldet haben, ist in der Gruppe JiTT/PI sehr signifikant (p -Wert: 0,0036) größer als in der Gruppe TradSU.

als auch auf die Prüfungsanmeldungen (Teilnehmer bezogen auf Prüfungsanmeldungen: 81% JiTT/PI vs. 61% TradSU, siehe Abb. 2b).^{8,9}

3.3 Bestehensquote aller Prüfungen

Abbildung 3 zeigt die Anteile der bestandenen und nicht bestandenen Prüfungen für alle Versuchstypen (1!, 1+, 3!) in den jeweils betrachteten Zeiträumen für TradSU bzw. JiTT/PI.

Die Prüfungsversuche zum erstmöglichen Zeitpunkt der Studienanfänger zeigen annähernd gleiche Bestehensquoten (64% bei TradSU zu 67% bei JiTT/PI).¹⁰ Dies bestätigt das Ergebnis aus 3.1., dass die erbrachte Prüfungsleistung konstant bleibt.

Allerdings ist die Zahl der (1!)-Prüfungsteilnehmer relativ zur Anzahl der Studienanfänger im Zeitraum der Lehrmethoden JiTT/PI höher (Abb. 2a), so dass relativ mehr Studierende den erstmöglichen Versuch (1!)

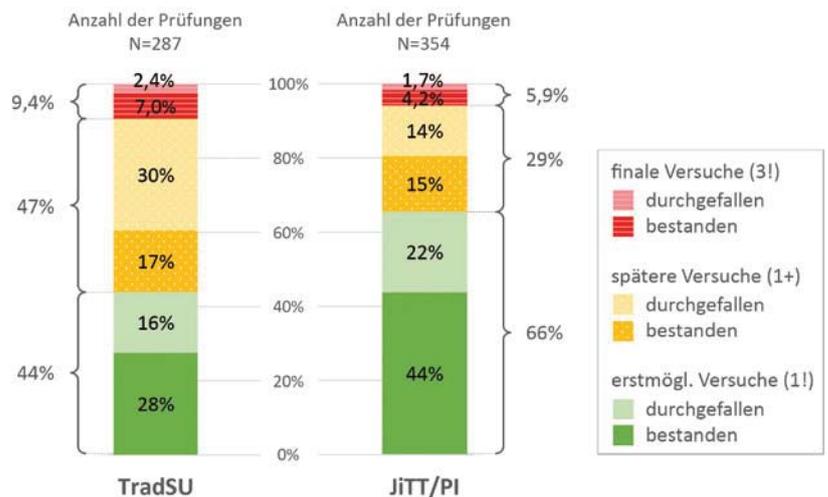


Abb. 3: Bestandene und nichtbestandene Prüfungen bezogen auf die Gesamtzahl der Prüfungen (287 für TradSU, 354 für JiTT/PI) aufgeschlüsselt nach Art des Prüfungsversuchs. Versuche zum erstmöglichen Zeitpunkt (1!) sind grün dargestellt (entspricht den in Abb. 1 und 2 untersuchten Prüfungen), spätere Versuche (1+, gelb gepunktet), finale Versuche (3!, rot gestreift); dunkler Farbton: jeweils bestanden, heller Farbton: jeweils durchgefallen.

⁸ Der Anteil der Studienanfänger, die im folgenden SS an der erstmöglichen Prüfung (1!) teilgenommen haben, ist in der Gruppe JiTT/PI signifikant (p-Wert: 0,043) größer als in der Gruppe TradSU.

⁹ Der Anteil der zur erstmöglichen Prüfung (1!) angemeldeten Studienanfänger, die an dieser teilgenommen haben, ist in der Gruppe JiTT/PI hoch signifikant (p-Wert: 1,1e-06) größer als in der Gruppe TradSU.

¹⁰ Der Anteil der Studienanfänger, die an der erstmöglichen Prüfung (1!) teilgenommen und diese bestanden haben, ist in der Gruppe JiTT/PI nicht signifikant (p-Wert: 0,25) größer als in der Gruppe TradSU.

bestehen.¹¹ Folglich gibt es weniger Teilnehmer bei späteren (1+)¹² und finalen (3!) Versuchen und entsprechend ist der Anteil der Prüfungsversuche zum erstmöglichen Zeitpunkt (1!) relativ zur Gesamtzahl der Prüfungen mit 66% für JiTT/PI deutlich höher als die 44% bei TradSU (Abb. 3).

Auch ist die Bestehensquote bei späteren Versuchen (1+) unter aktivierenden Lehrmethoden mit 52% für JiTT/PI vs. 36% für TradSU sehr signifikant höher¹³ (s. Abb. 3). Der Anteil der Finalversuche (3!) ist folgerichtig bei den Lehrmethoden JiTT/PI mit 5,9% geringer als beim TradSU mit 9,4% (s. Abb. 3). Die Bestehensquote dieser Prüfungsversuche ist aufgrund kleiner Absolutzahlen wenig aussagekräftig.

Aus den gezeigten Daten ergeben sich die Bestehensquoten der erstmöglichen Versuche (1!) zu 64% (TradSU) bzw. 67% (JiTT/PI) sowie die Bestehensquoten für spätere Versuche (1+) zu 36% (TradSU) bzw. 52% (JiTT/PI).

4. Interpretation der Ergebnisse

Der mit dem FCI-Test nachgewiesene signifikant höhere Verständnissgewinn mittels aktivierender Lehrformen JiTT/PI im Vergleich zu TradSU (Kap. 1, Stanzel et al. 2019) scheint sich in den Klausurergebnissen nicht widerzuspiegeln (Abb. 1).

Berücksichtigt man jedoch zusätzlich das Teilnahmeverhalten an den Prüfungen (Abb. 2), zeigt sich ein Vorteil von JiTT/PI gegenüber TradSU. Da die Teilnahmequote bezogen auf die Prüfungsanmeldungen im Zeitraum der Lehrmethoden JiTT/PI mit 81% um 20% hoch signifikant höher⁹ ist als für TradSU, ergibt sich zusammen mit der ähnlichen Erfolgsquote: Es bestehen zusätzlich 16% der Studienanfänger die Prüfung im erstmöglichen Versuch (1!) (Abb. 2b), die im Zeitraum TradSU überhaupt nicht an dieser Prüfung (1!) teilnahmen. Diese Zunahme ist mit einem p-Wert von 0,00041 hoch signifikant.¹⁴

Die höhere (1!)-Teilnahmequote kann ihre Ursache sowohl in der Lehrmethode JiTT/PI als auch in der verpflichtenden Prüfungsanmeldung im Zeitraum der Methoden JiTT/PI im Gegensatz zum Vergleichszeitraum haben. Unabhängig davon ist anzunehmen, dass bei der freiwilligen Prüfungsanmeldung im Vergleichszeitraum TradSU vor allem diejenigen Studierenden an der Prüfung nicht teilnahmen, die sich ungenügend vorbereitet fühlten und mit höherer Wahrscheinlichkeit die Prüfung nicht bestanden hätten. Demzufolge wäre zu erwarten, dass im Zeitraum JiTT/PI auf Grund der verpflichtenden Prüfungsteilnahme die Erfolgsquote in der Prüfung geringer ist als bei der freiwilligen Prüfungsteilnahme. Dagegen zeigt jedoch die Abb. 1, dass die Klausurleistungen im Zeitraum JiTT/PI trotz höherer Teilnahmequote unverändert sind. Mit den aktivierenden Methoden JiTT/PI bestehen also signifikant mehr Studierende auf Antrieb die Physikprüfung¹¹, wobei in der Gesamtheit ebenso gute Ergebnisse erzielt werden (Abb. 1). Dieser Befund bestätigt die Aussagen der Metastudie von Freeman et al. (2014).

¹¹ Der Anteil der Studienanfänger, die im folgenden SS an der erstmöglichen Prüfung (1!) erfolgreich teilgenommen haben, ist in der Gruppe JiTT/PI signifikant (p-Wert: 0,047) größer als in der Gruppe TradSU. Die Überprüfung anhand des exakten Tests nach Fisher (s. Methoden, Abschnitt 2.5) bestätigte mit einem p-Wert von 0,046 dieses Ergebnis.

¹² Der Anteil der späteren Prüfungsversuche (1+) bezogen auf die Gesamtzahl der absolvierten Prüfungen ist in der Gruppe JiTT/PI hoch signifikant (p-Wert: 1,6e-06) kleiner als in der Gruppe TradSU.

¹³ Der Anteil der späteren Prüfungsversuche (1+), die absolviert und bestanden wurden, ist in der Gruppe JiTT/PI sehr signifikant (p-Wert: 0,0024) größer als in der Gruppe TradSU.

¹⁴ Der Anteil der Studienanfänger, die sich zur erstmöglichen Prüfung (1!) angemeldet und an dieser erfolgreich teilgenommen haben, ist in der Gruppe JiTT/PI hoch signifikant (p-Wert: 0,00040) größer als in der Gruppe TradSU.

Auffallend ist zudem, dass im JiTT/PI-Zeitraum, geprägt durch fachliche Diskussionen im Unterricht und kontinuierliches Feedback (s. Kap.1), relativ mehr Studierende im ersten Studienjahr das Studium abbrechen bzw. wechseln, sichtbar an den sehr signifikant höheren frühzeitigen Schwundquoten^{6,7} (Abb. 2a).

Da prozentual mehr Studierende am erstmöglichen Versuch (1!) teilnehmen⁹ und diesen bestehen¹⁴ (Abb. 3), gibt es entsprechend weniger spätere Prüfungsversuche (1+).¹² Diese betreffen zumeist Studierende mit größeren Schwierigkeiten im Fach Physik. In der Gruppe JiTT/PI werden spätere Prüfungsversuche (1+) mit deutlich höherer Rate bestanden als in der Gruppe TradSU.¹³ Auch bei größerem zeitlichen Abstand zwischen Lehrveranstaltung und der Prüfung (1+) in einem späteren Semester zeigt sich demnach ein nachhaltigerer Verständnisgewinn der mit JiTT/PI unterrichteten Studierenden. Diese Beobachtung deckt sich mit der u. a. bei Direnga, Brandley, Timmermann, Brose und Kautz (2015) bereits grundlegend nachgewiesenen Langzeitwirkung aktivierender Lehrmethoden.

In Folge des signifikant höheren Anteils an bestandenen Prüfungen zum erstmöglichen (1!)^{11, 14} sowie zu späteren Versuchen (1+)¹³ reduzieren sich finale Versuche (3!) unter Verwendung der Methoden JiTT/PI zum Vergleichszeitraum TradSU (Abb. 3).

Es lässt sich somit ein positiver Einfluss der aktivierenden Lehrmethoden JiTT/PI auf das studentische Prüfungsverhalten bzw. die Prüfungsleistungen in allen Versuchstypen (1!, 1+, 3!) feststellen. In Summe bewirken alle beobachteten Effekte eine frühere erfolgreiche Teilnahme an der Prüfung im Modul Physik oder frühzeitigeren Studienfachabbruch.

5. Fazit

Diese Studie zeigt den positiven Effekt auf, den die Lehrmethoden JiTT und PI auf die Prüfungsperformance in Physik haben können. Da prozentual mehr Studierende den Prüfungsversuch zum erstmöglichen Zeitpunkt antreten und diesen mit der gleichen Rate bestehen wie im Vergleichszeitraum mit traditionellem seminaristischem Unterricht (TradSU), legt ein größerer Anteil auf Anhieb die Prüfung im Modul Physik erfolgreich ab. Für die Prüfungen zu einem späteren Zeitpunkt, inklusive der Wiederholungsprüfungen, ist die Bestehensquote sogar höher als mit TradSU. Zusätzlich indiziert die höhere Schwundquote im ersten Studienjahr, dass die Studierenden ihre Erfolgchancen frühzeitiger realistisch einschätzen. Die durch JiTT und PI in besonderem Maße geförderte Kompetenz der Selbstreflexion könnte wesentlich zu diesen Effekten beitragen.

All diese Aspekte fördern einen gestrafften Studienablauf, der frühzeitig Misserfolg und Erfolg aufzeigt. Die Umstellung der Lehrform von TradSU auf aktivierende Lehre aus einer Kombination von JiTT und PI führt zu einer positiven Entwicklung der Arbeitsweise und des Prüfungsverhaltens insbesondere gleich zu Beginn des Studiums. Durch die aktivierenden Methoden werden auch schwächere Studierende von Anfang an gut integriert.

Literatur

Agresti, A. (2002): *Categorical data analysis*. Second edition. New York: Wiley. pp. 91-101

Crouch, C. H., Mazur, E. (2001): *Peer Instruction: Ten years of experience and results*, *American Journal of Physics* 69 (9), 970

- Direnga, J., Presentati, B., Timmermann, D., Brose, A., Kautz, C.H. (2015): Does it stick? - Investigating long-term retention of conceptual knowledge in mechanics instruction. 122nd ASEE Annual Conference & Exposition, (Paper ID #13219). Seattle, USA: American Society for Engineering Education
- Freeman, S., Eddy, S. L., McDonough, M., Smith, M. K., Okoroafor, N., Jordt, H. and Wenderoth, M. P. (2014): Active learning increases student performance in science, engineering, and mathematics. *Proc. Natl. Acad. Sci. U.S.A* 111 (23), pp. 8410-8415
- Hake, 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), pp. 64-74
- Hestenes, D., Wells, M., Swackhammer, G. (1992): Force Concept Inventory, *Phys. Teach.* 30 (3), pp. 141-151
- Junker, E., Schäfle, C., Stanzel S. (2016). JiTT und PI im stürmischen Physikalltag: Warum, wie, weshalb? Ein Erlebnisbericht aus Sicht der Dozierenden. DiNa 12/2016 - HD MINT Sonderausgabe „Wege zum Verständnis bauen“: Das Projekt HD MINT, 99-116. Download unter: <https://diz-bayern.de/publikationen/dina> bei DiZ – Zentrum für Hochschuldidaktik (letzter Abruf: 12.04.2019)
- Kashy, D. A., Albertelli, G., Bauer, W., Kashy, E., Thoennesen, M. (2003): Influence of non-moderated and moderated discussion sites on student success. *Asynchronous Learning Networks*, 7 (1), pp. 31-36
- Kortemeyer, G., Kashy, E., Benenson, W., Bauer, W. (2008): Experiences using the open-source learning content management and assessment system lon-capa in introductory physics courses. *American Journal of Physics*, 76, pp. 438-444
- Kortemeyer, G., Riegler, P. (2010): Large-Scale E-Assessments, Prüfungsvor- und -nachbereitung, Erfahrungen aus den USA und aus Deutschland. *Zeitschrift für E-Learning*, 2010 (01), S. 8-22
- Mazur, E. (1997): *Peer Instruction: A User's Manual*. Upper Saddle River, NJ: Prentice-Hall. Deutsche Übersetzung: Mazur, E. (2017): *Peer Instruction – Interaktive Lehre praktisch umgesetzt* (G. Kurz und U. Harten, Hrsg.). Berlin, Heidelberg: Springer Spektrum
- Newcombe, R. G. (1998): Interval Estimation for the Difference Between Independent Proportions: Comparison of Eleven Methods. *Statistics in Medicine*, 17, pp. 873-890
- Novak, G. M., Patterson, E. T., Gavrin, A. D. (1999): *Just-In-Time Teaching: Blending Active Learning with Web Technology*. Upper Saddle River, NJ: Prentice-Hall
- R Core Team (2018): *R: A language and environment for statistical computing*. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. Download unter: <http://www.R-project.org/> (letzter Abruf: 06.06.2019)
- Riegler, P., Ostfalia-Hochschule (05.05.2010): vitaMIN(T) Lehre [Videodatei]. Abgerufen von <https://www.youtube.com/watch?v=jzq92bHlJms> (letzter Abruf: 12.04.2019)
- Schäfle, C., Junker, E., Stanzel, S., Zimmermann, M. (2017): Aktivierung in heterogenen Gruppen: Was MINT-Lehre bewirken kann. Teil 1: Aktivierende und konzeptorientierte Lehrmethoden. Teil 2: Die Heterogenität der Studienanfänger in den Ingenieurstudiengängen: Messungen mit dem „Force Concept Inventory“. *Didaktik-Nachrichten*, 06/2017, S. 3-39. Download unter: <https://diz-bayern.de/publikationen/dina> bei DiZ – Zentrum für Hochschuldidaktik (letzter Abruf: 12.04.2019)

Stanzel, S., Junker, J., Schäfle, C. (2019): Impact of interactive teaching methods on heterogeneity. In: Teaching Physics for Understanding Engineering. PTEE 2019 - Proceedings of the 10th international conference on physics teaching for engineering education 23 - 24 May 2019. Delft: The Hague University of Applied Sciences. Abgerufen von http://sefiphysics.be/mirror_PTEE2019/proceedings/ (letzter Abruf: 11.06.2019)

Zinger, B., Franzen, O., HD MINT TH Nürnberg (26.07.2016): Just in Time Teaching an der TH Nürnberg [Videodatei]. Abgerufen von <https://www.youtube.com/watch?v=1ImPB5ghsHw> (letzter Abruf: 12.04.2019)

Zinger, B., Franzen, O., HD MINT TH Nürnberg (08.08.2016): Peer Instruction an der TH Nürnberg [Videodatei]. Abgerufen von <https://www.youtube.com/watch?v=yUNYbkillcs> (letzter Abruf: 12.04.2019)

Angaben zu den Autorinnen und zum Autor

Dr. Franziska Graupner
Studium der Physik in München, Edinburgh und St. Andrews, Promotion an der LMU München im Bereich Ultraschnelle Fluoreszenzspektroskopie, Lehrbeauftragte an der TH Rosenheim. Seit 2017 Wissenschaftliche Mitarbeiterin im Hochschuldidaktikprojekt PRO-Aktiv.

Prof. Dr. Elmar Junker
Diplomphysiker. Zwölf Jahre industrielle Entwicklungsprojekte. Lehrt Physik, Bauphysik und Astronomie in verschiedenen Studiengängen, inkl. Wirtschaftsingenieurwesen an der TH Rosenheim. Organisiert den Fachdidaktik-Arbeitskreis Mathematik-Physik am DiZ – Zentrum für Hochschuldidaktik in Ingolstadt. Ars-legendi-Fakultätenpreis 2017 im Team mit Stanzel und Schäfle.

Prof. Dr. Silke Stanzel
Diplomphysikerin. Zehnjährige Industrietätigkeit in der Halbleiterbranche. Lehrt Physik, Thermodynamik und Wärmeübertragung. Ars-legendi-Fakultätenpreis 2017 im Team mit Schäfle und Junker.

Alle Autoren: Technische Hochschule Rosenheim, Fakultät für Angewandte Natur- und Geisteswissenschaften, Hochschulstr. 1, 83024 Rosenheim, www.th-rosenheim.de/pro-aktiv.html, pro-aktiv@th-rosenheim.de

Wir danken dem Bayerischen Staatsministerium für Bildung und Kultus, Wissenschaft und Kunst für die Förderung im Rahmen von MINTerAKTIV. Unser besonderer Dank gilt zudem unserem Kollegen Prof. Dr. Ulrich Wellisch (Fachbereich Mathematik an der TH Rosenheim), der für uns die Signifikanzanalysen durchführte.

Impressum

Tagungsband zum 4. Symposium zur Hochschullehre in den MINT-Fächern

Herausgeber

Dr. Barbara Meissner
Claudia Walter
Dr. Benjamin Zinger
Julia Haubner
Prof. Dr. Franz Waldherr

Auflage 250 Stück
© Nürnberg, August 2019

Fotos

TH Nürnberg, istockphotos.com. Weitere Abbildungen: Die Rechte liegen bei den AutorInnen, soweit nicht anders angegeben.

Designkonzept

Federmann und Kampczyk design GmbH

Layout und Satz

Susanne Stumpf, Dipl. Designer (FH), Lauf a. d. Peg.

Druck

Dr. Mohr GmbH + Co., Naila

Diese DiNa-Sonderausgabe wird aus Mitteln des Bundesministeriums für Bildung und Forschung unter dem Förderkennzeichen 01PL16024 (Projekt QuL) gefördert. Die Verantwortung für den Inhalt dieser Veröffentlichung liegt bei den jeweiligen AutorInnen.