

DiNa-Sonderausgabe

Wege zum  
Verständnis bauen:

Das Projekt  
**HD MINT**



GEFÖRDERT VOM



[www.hd-mint.de](http://www.hd-mint.de)

12/2016  
DiNa Sonderausgabe

## Wege zum Verständnis bauen:



### Impressum

ISSN 1612-4537

### Herausgeber

Zentrum für Hochschuldidaktik (DiZ)  
Goldknopfgasse 7, 85049 Ingolstadt  
Tel.: 0841/14296-0  
Fax: 0841/14296-29  
E-Mail: [diz@diz-bayern.de](mailto:diz@diz-bayern.de)  
[www.diz-bayern.de](http://www.diz-bayern.de)

### Redaktion

Prof. Dr. Franz Waldherr,  
Direktor des DiZ (V.i.S.d.P.),  
Claudia Walter  
Susanne Harlander  
Claudia Dingeldey

### Layout & Satz

Kommunikation & Design Susanne Stumpf,  
Dipl. Designer (FH), Hutstraße 31, 91207 Lauf

### Druck

Wiedemann & Dassow, Schwaig

### Auflage 300 Stück

Beiträge der Autoren geben nicht unbedingt  
die Meinung der Redaktion wieder.  
Der Nachdruck von Beiträgen und Bildern  
bedarf der Genehmigung des DiZ.

# JiTt und PI im stürmischen Physikalltag: Warum, wie, weshalb? Ein Erlebnisbericht aus Sicht der Dozierenden.

E. Junker, C. Schäfle, S. Stanzel  
Hochschule Rosenheim

## ■ Abstract

Wir sind begeisterte JiTTler. Nach mehr als drei Jahren JiTT (Just-In-Time Teaching) und PI (Peer Instruction) in sechs verschiedenen Physik- oder Bauphysik-Anfängervorlesungen wollen wir Ihnen unsere praktischen Erfahrungen vorstellen, die Sie als KollegInnen einladen und ermutigen könnten, sich auch auf dieses Experiment in Ihrer Grundlagenlehrveranstaltung einzulassen. Dabei ist JiTT die Basis und PI eine wesentliche Ergänzung für den Unterrichtsablauf. Die Methoden JiTT und PI sind in diesem Heft (vgl. Keller, Meissner und Fleischer, 2016) kurz erklärt mit entsprechenden Verweisen auf Literaturangaben, Details zu den Methoden finden sich auf der Seite des Projekts (HD MINT, 2016) und unsere Art der Umsetzung im zweiten Abschnitt.

Wie sind wir vorgegangen? Wir haben unsere Lehrveranstaltungen als „didaktisches Labor“ betrachtet und verschiedene Methoden mit Varianten getestet. Bei der einen Lehrveranstaltung (LV) wurde der seminaristische Unterricht gleich als Ganzes auf die neue Methode umgestellt, während bei den anderen LVen JiTT und PI sukzessive eingeführt wurden. Über Studentenumfragen (Fragebogen im Rahmen der Evaluation und über Sonderfragebögen) sowie durch Einzelinterviews wurde Feedback eingeholt und der Unterricht angepasst. Der Konzept-Test über Mechanik „Force Concept Inventory“ (FCI; Hestenes et al. 1992) dient als Instrument, um das Vorwissen der Studierenden und ihren Lernfortschritt zu messen. Er wird seit 2013 jedes Semester durchgeführt.

## 1. Warum JiTT?

### 1.1. Grundprinzip und Hauptargumente

Das zentrale Element des JiTT ist, dass sich Studierende bereits vor der Lehrveranstaltung mit dem Thema beschäftigen, Fragen und Aufgaben bearbeiten müssen und selbst Fragen stellen sollen. Es wird dabei nicht erwartet, dass die Studierenden durch die eigene

Vorbereitung das Thema vollständig durchdrungen haben, sondern dass sie in einer ersten Auseinandersetzung mit dem Stoff bereits Verknüpfungen zu Bekanntem entwickeln konnten, um anschließend in der Lehrveranstaltung aus einer gewissen Fachkenntnis heraus Fragen stellen und mit dem Dozierenden und den „peers“ diskutieren zu können. Dies kann zu einem tieferen Verständnis der Zusammenhänge führen. Den Dozierenden hilft die Methodik, nichtverstandene Themen zu identifizieren, die häufig an anderer Stelle als erwartet liegen.

Vorteile:

- Einfache Inhalte und Definitionen können im Unterricht vorausgesetzt werden.
- Die Studierenden wissen, was sie lernen sollen, d. h. die Lernziele sind klar kommuniziert.
- Die Lehrenden erhalten vor dem Unterricht Informationen über Verständnisschwierigkeiten der Studierenden.
- Die Zeit in der Lehrveranstaltung kann effektiver verwendet werden zur Klärung schwieriger Zusammenhänge.

Das Lernen findet kontinuierlich während des ganzen Semesters statt.

Im Sinne des Einforderns einer Vorbereitungszeit vor der Lehrveranstaltung ist JiTT eine Variante des „Inverted Classroom“ oder „Flipped Classroom“, mit dem wesentlichen Merkmal, dass der Dozierende vor der eigentlichen Unterrichtsstunde eine Rückmeldung über die Verständnisprobleme der Studierenden erhält und seine Lehrveranstaltung aufgrund dieser Erkenntnisse entsprechend gestaltet

## 1.2. Weitere Argumente aus Didaktik und Gehirnforschung

### Dilemma der Lehre – heterogene Gruppen

Man kann klassischen Unterricht didaktisch unter dem Stichwort „Belehrungsdidaktik“ sehen (Zimmermann und Junker, 2016): die Dozierenden suchen den Stoff aus, ohne im Detail die Vorkenntnisse der Studierenden samt deren Streuung zu kennen. Bei homogenen Gruppen mit ähnlichem Vorwissen kann dies recht gut funktionieren.

Das physikalisch-mathematische Vorwissen ist jedoch, auch bedingt durch den politischen Willen, den Hochschulzugang für größere Bevölkerungsgruppen zu öffnen, in den letzten Jahren deutlich heterogener und im Gesamtschnitt auch schlechter geworden (s. Abb. 3 und auch Henry-Huthmacher und Hofmann, 2016). Die klassische Belehrungsdidaktik stößt hier insbesondere im Studienanfängerbereich an ihre Grenzen und wird ineffizienter. Das Dilemma in der Lehre an Fachhochschulen ist heute die Tatsache, dass viele Studierende auf dem Weg zum Ziel an ganz unterschiedlichen Stellen stehen (Abb. 1).

JiTT und PI fallen in die Kategorie der „Ermöglichungsdidaktik“ (Zimmermann und Junker 2016). Den Studierenden wird die Möglichkeit geboten, sich vorab mit den Inhalten zu beschäftigen. Der Vorteil ist, dass Studierende dort „abgeholt“ werden können, wo sie mit ihrem Vorwissen und ihren Lernmöglichkeiten stehen. Die Schwächeren können erkennen,

wo Vorwissen fehlt und können dies nachholen, während diejenigen mit größeren Vorkenntnissen schneller voranschreiten. Die Studierenden lernen auch, was Studieren eigentlich bedeutet, nämlich „sich bemühen“ und wie sie sich durch Lesen von Fachbüchern Wissen selbst erarbeiten können. Aufgrund des individuell möglichen Lerntempos sind diese Methoden für heterogene Studierendengruppen ein Vorteil.

### Neurodidaktik

Die Neurodidaktik kennt das Prinzip „wer hat dem wird gegeben“ (Hille, 2007; Spitzer, 2008). Wer schon Vorwissen, d. h. „Andockplätze“ für Wissen hat, kann viel leichter weitere Verknüpfungen aufbauen und neues Wissen aufnehmen. Diese „Andockplätze“ können durch JITT im Vorfeld der Lehrveranstaltung aufgebaut werden.

Durch die Methode PI (Mazur, 1997) kann erreicht werden, dass die Studierenden miteinander über die Inhalte reden. Sie lernen sich in der Fachsprache auszudrücken, können an ihr gegenseitiges Vorwissen andocken und dieses gemeinsam – u. U. mit Unterstützung des Dozierenden – erweitern. PI-Clickerfragen sind auch als Tool für Wiederholungen geeignet, sie geben den Studierenden ein direktes Feedback über ihren aktuellen Wissensstand.

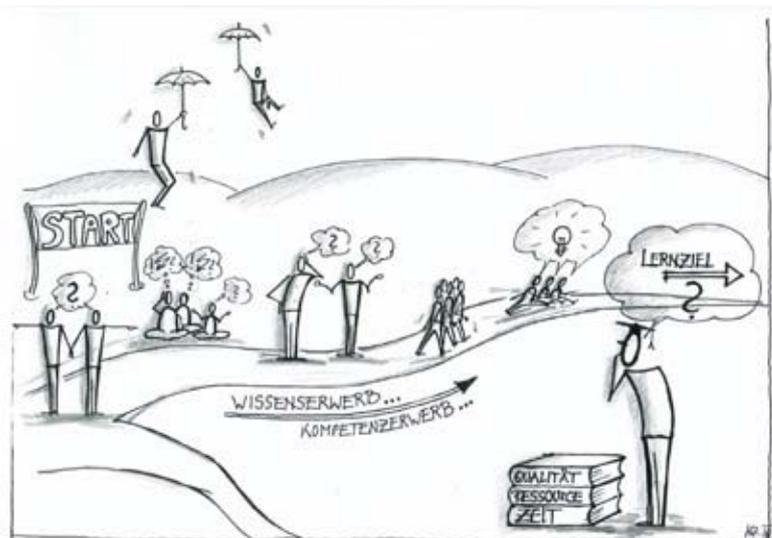
### Definition der Lernziele

Durch das Erstellen von JITT- und Clickerfragen und das Heraussuchen der Lesetexte werden Dozierende von selbst an die Frage herangeführt, was genau die Lernziele sind und ob die Art des Unterrichts und die Prüfung zu den Lernzielen passt („Constructive Alignment“).

### Aufteilung der Verantwortlichkeiten – Haltung der Dozierenden

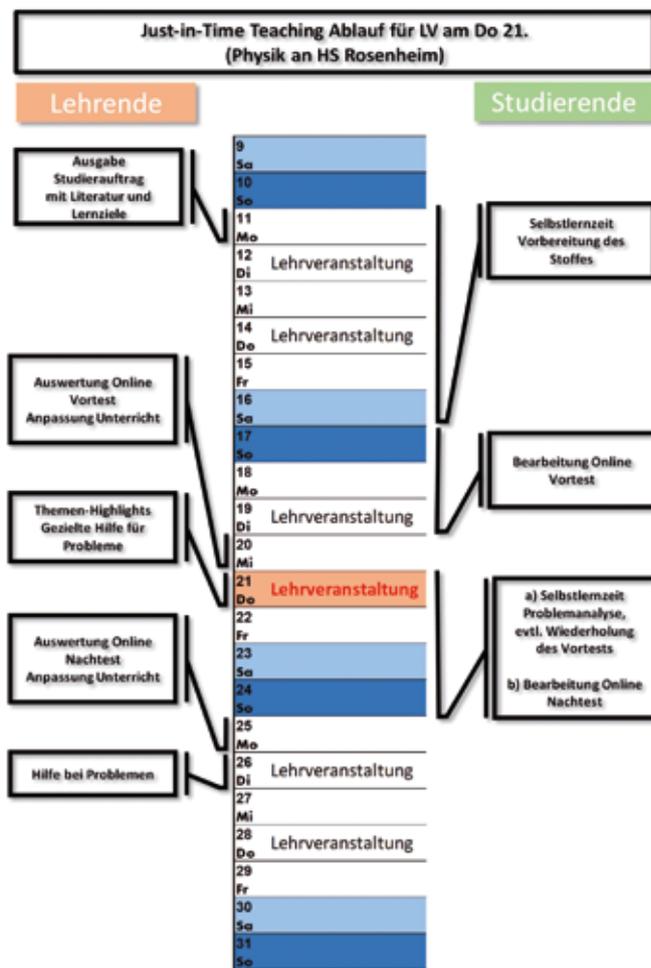
Die Studierenden erfahren frühzeitig durch die JITT-Methode, dass sie selbst für den Lernprozess verantwortlich sind und selbst lernen müssen. Wichtig ist dabei die Haltung der Dozierenden: sie können die Studierenden dabei unterstützen, den Rahmen und die Inhalte

Abb. 1:



Ein Dozierender beobachtet die unterschiedlichen Positionen der Studierenden auf dem Weg zum Ziel in den Anfangssemestern: Während einige hochmotivierte Studierende mit sehr guten Vorkenntnissen schnell voranschreiten, fallen andere zurück oder bleiben gar rätselnd auf der Stelle stehen und diskutieren orientierungslos den Weg. Wieder andere fragen sich noch, ob sie überhaupt den für sie richtigen Studiengang ausgewählt haben, während andere z. B. ohne wirkliches Interesse nur aufgrund des persönlichen Umfelds das Studium begonnen haben und in der Tat noch nicht „gelandet“ sind (Grafik aus Zimmermann und Junker, 2016).

Abb. 2:



Ablaufplan für eine JiTT-Stunde, die beispielsweise an einem Donnerstag, dem 21. eines Monats in der Lehrveranstaltung stattfindet mit Vor- und Nachbereitungen. Im Beispiel handelt es sich um eine LV mit 4 SWS. Falls man jede Woche JiTT-Stunden macht, überlappen sich diese Ablaufschemata zeitlich versetzt.

zur Verfügung stellen sowie Rückmeldung geben. Ihre Aufgabe ist es u. a. zu erkennen und zu erforschen, wo genau die Verständnisschwierigkeiten und „Fehlkonzepte“ („misconceptions“) liegen, damit sie Fragen und Aufgaben stellen können, die diesen entgegenwirken. Günstig ist, wenn Studierende einen Prozess gedanklicher Vorstellungen durchlaufen, der in der Literatur mit den Stichworten „elicit – confront – resolve“ beschrieben wird (Mc Dermott, 1991). So gesehen ist JiTT/PI nicht eine „Methode“ sondern eine „Lehr-Haltung“ oder „Lehr-Philosophie“ (Simkins und Maier, 2010).

## 2. Wie funktioniert JiTT bei uns?

Hier möchten wir das „Kochrezept“ für unseren neuen Unterricht skizzieren, Varianten sind natürlich möglich. Nutzen Sie Ihre Lehrveranstaltung als didaktisches Labor und experimentieren Sie! Zum zeitlichen Ablaufplan s. Abb. 2. Eine JiTT-Einheit besteht dabei aus (D = Dozierender, S = Studierende, LV = Lehrveranstaltung):

- (D) Ausgabe Studierauftrag:** Literaturangaben und Lernziele z. B. für das Kapitel „Hydrodynamik“ der LV mit Bekanntgabe des Termins für den dazugehörigen Online-Vortest.
- (S) Selbstlernzeit der Studierenden:** Die Zeit bis zum Start des Online-Vortests sollten die Studierenden zur Vorbereitung des Stoffes nutzen. Hier wird nicht erwartet, dass der Stoff vollständig verstanden wird, aber Definitionen und Grundprinzipien bieten wichtige „Andockstellen“ zur weiteren Durchdringung der Inhalte.
- (S) Bearbeitung des Online-Vortests zum Studierauftrag in Moodle.** Hier wird der „Durchdringungsgrad“ des Stoffes gemessen. Je nach Lernziel gibt es unterschiedliche Fragearten: Lesefragen, Fragen nach Grundprinzipien, Verständnisfragen, kleinere Rechnungen; und als letztes sollen die Studierenden selbst eine Freitextfrage über

Unverstandenes zum Stoff stellen. Es wird ein Zeitraum festgelegt, wann der Test offen zur Abgabe ist (z. B. von Fr. 08 Uhr bis Di. 21 Uhr für die LV am Donnerstag, evtl. Bearbeitungszeitbeschränkung auf z. B. eine Stunde). **Bonussystem:** Wir greifen auf Erfahrungen aus anderen Hochschulen zurück (Riegler, 2014): JiTT-Tests ohne Bonuspunkte haben eine Teilnahmequote von ca. 45 %. Diese kann durch ein Bonussystem auf über 90 % Teilnahmequote erhöht werden, wenn Bonuspunkte für die Prüfung gegeben werden. Bei uns variiert der Bonus zwischen 3 % und 15 % der Maximalpunktzahl der Prüfung (rechtlich korrekt in der Studien- und Prüfungsordnung als „mid-term“ tests angekündigt).

4. **(D) Auswertung der Ergebnisse des Onlinetests als Vorbereitungsgrundlage zur Lehrveranstaltung.** Der Dozierende schaut sich die Ergebnisse des Online-Tests an und kann dabei erkennen, welche Themen Verständnisschwierigkeiten bereiten. Er kann PI-Clickerfragen erstellen, um den Studierenden Fehlkonzepte bewusst zu machen und abbauen zu helfen. Es gibt eine statistische Auswertung der Antworten in Moodle, die die Vorbereitung der Lehrveranstaltung erleichtert. Moodle bietet die Option, direkt aus der Software heraus den Studierenden per E-Mail eine Antwort zu ihren Freitextfragen zu schicken.

5. **(D) Die Lehrveranstaltung nach dem Online-Test**

**Die Vorbereitung der LV:** Hier geht es um das Zusammenstellen der Lehrveranstaltung, die nicht auf einem Vortrag beruht, der das Thema von Anfang bis Ende abdeckt. Das ist auch nicht notwendig, denn viele Details zum Faktenwissen haben die Studierenden bereits gelesen. Stattdessen wird die Zeit dafür verwendet, auf Basis der Rückmeldungen im Test das Allerwichtigste nochmal zu besprechen, Verständnisschwierigkeiten aufzuheben und die aufgetretenen Fragen als Diskussionsgrundlage zu verwenden sowie durch PI-Einheiten die Themen zu vertiefen, die sich im Online-Test als schwierig herausgestellt haben.

**Die Durchführung der LV:** Durch verschiedene Variationen haben wir festgestellt, dass unsere Studierenden einen roten Faden durch den Stoff benötigen, der sich auch in einem Aufschrieb und in einer Struktur der Lehrveranstaltung niederschlägt. Das heißt, die Lehrveranstaltung wird nicht, wie bei E. Mazur (Mazur, 1997) vorgeschlagen, als reine PI durchgeführt. Es gibt eine nummerierte Kapitelstruktur, es gibt auch Phasen der Erklärung des Dozierenden einschließlich Tafelanschrieb, oder Arbeitsblätter, wo die wichtigsten Punkte des Stoffes hervorgehoben werden. In dieses Gerüst werden die PI-Einheiten und die Besprechung der JiTT-Fragen eingewoben. Das ist individuell je nach Studierendengruppe und Fragen, die aufkommen. Außerdem ermöglicht JiTT, der Bearbeitung von Aufgaben mehr Unterrichtszeit zu widmen als im herkömmlichen Unterricht. Im Sinne von Abschnitt 1.2 könnte man das eine nützliche Kombination von Belehrungs- und Ermöglichungsdidaktik nennen.

Wichtig für den Erfolg und die positive Teilnahme der Studierenden am Unterricht ist, dass die Dozierenden auf die Ergebnisse des Tests eingehen, damit die Studierenden merken, dass gesehen wird, was sie tun, dass sie auch Antworten auf ihre Fragen erhalten und dass ein paar der studentischen Fragen in der Lehrveranstaltung für alle diskutiert werden.

Es empfiehlt sich, keine zu langen Zeiträume zwischen dem Ende des Vortests und der Lehrveranstaltung verstreichen zu lassen (höchstens ca. drei Tage), dann ist der Stoff noch aktuell.

6. **(S) Nacharbeitung der LV.** Vertiefung der Inhalte. Evtl. Wiederholung des Vortests zur Übung als Vorbereitung für den Nachtest.
7. **(S) Bearbeitung des Online-Nachtests (optional angeboten):** In einem Nachtest werden bis zur nächsten LV etwas anspruchsvollere Fragen zum Stoff gestellt, so dass der Studierende eine Rückmeldung bekommt, ob das Thema auf dem geforderten Niveau begriffen wurde.
8. **(D) Auswertung des Nachtests.** Die noch nicht verstandenen Themen werden in der nächsten Lehrveranstaltung aufgegriffen.
9. **Extra Übung mit den Online-Tests (im Hinblick auf die Prüfung).** Die Tests werden nach der Besprechung zur wiederholten Bearbeitung und Übung für die Studierenden wieder freigeschaltet und können beliebig oft durchgeführt werden. Moodle erlaubt auch, Feedback für falsche Antworten einzuprogrammieren, um den Lernenden „auf die Sprünge zu helfen“. Dies wird von Studierenden sehr geschätzt.

### 3. Weshalb ist JiTT gut?

#### 3.1. Dozierendensicht

Die klassischen Vorteile der didaktischen Methoden JiTT und PI (Details s. Keller, Meissner und Fleischer, 2016 und Abschnitt 1) können wir mit unseren Erfahrungen bestätigen. Dazu haben wir aber noch weitere positive Aspekte festgestellt.

#### Hohe Beteiligung

Vielleicht der wichtigste Aspekt: Uns als Dozierenden macht der Unterricht einfach mehr Spaß und ist viel lebendiger, denn es beteiligen sich nicht nur die üblichen ca. 2 % Studierenden im Hörsaal sehr aktiv am Unterricht, sondern etwa 35 %. Gefühlt etwa 80 % der Anwesenden sind aufmerksam dabei und damit ernsthaft interessiert, die für sie noch unverständlichen Zusammenhänge zu klären. Der Dozierende weiß vorab, wo die Schwierigkeiten und Fragen der Studierenden liegen, und was sie an diesem Thema interessiert. Als Lehrender lernt man viel durch die Fragen der Studierenden und man muss sich viel genauer und intensiver der Diskussion stellen, da die Studierenden vorbereitet sind. Die Lehrveranstaltung wird deutlich kommunikativer. Man wird sich automatisch viel expliziter klar über die Lernziele, und man hat individuelle Rückmeldemöglichkeiten an die Studierenden. Ziel sollte sein, dass es sich für jeden, der in die Lehrveranstaltung kommt, gelohnt hat.

## Heterogenitäten

In den Grundlagenfächern der ersten Semester erleben wir im besonderen Maße die zunehmend ungleichen Voraussetzungen, mit denen Studierende ein Studium beginnen (s. Abschnitt 1.2). So haben bei uns 38 % der Studierenden in Studiengängen der Ingenieurwissenschaften vor Studienbeginn in den letzten beiden Schuljahren keinen Physikunterricht (Abb. 3a). Dies spiegelt sich auch im Mechanik-Eingangstest (FCI) wider, den wir mit diesen Studierendengruppen durchgeführt haben (Abb. 3b). Aufgeschlüsselt nach Hochschulzugangsberechtigung erzielen die Studierenden aus der FOS/BOS Technik die gleiche Punktzahl (13,9) wie die Studierenden im Jahr 2001/02 (Girwidz et al., 2003), als nur FOS/BOS Technik-Absolventen an den Hochschulen für ein Ingenieurstudium zugelassen wurden. Bei den Abiturienten beobachten wir eine breite Streuung, die häufig mit der Anzahl der Physikstunden in der Oberstufe korreliert. Hingegen schneiden 26 % der Studierenden mit den Abschlüssen FOS/BOS Sozial, Wirtschaft und berufsqualifiziert bei diesem Test sehr schlecht ab (nur leicht über der Zufallsquote von  $\leq 6$  Punkten)

Unsere Erfahrung zeigt, dass wir mit der Methode JiTT diesem Problem recht gut begegnen können. Die Studierenden mit geringen Vorkenntnissen können diese in der für sie passenden Geschwindigkeit aufholen, sofern sie sich entsprechend dahinterklemmen und die Fähigkeiten dazu haben. Auf der anderen Seite werden die Studierenden mit sehr guten Vorkenntnissen nicht demotiviert durch langweiliges Wiederholen des für sie Altbekanntes. Im Gegenteil, ihr Interesse wird häufig durch das Eigenstudium weiter verstärkt.

**Abb. 3: Physikvorwissen der Studierenden in fünf unterschiedlichen technischen Studiengängen an der Hochschule Rosenheim zu Beginn des ersten Semesters – drei Jahre akkumuliert (Okt. 2013/2014/2015).**

### 3a) nach Anzahl der wöchentlichen Physikstunden in den letzten beiden Schuljahren

Durchschnittliche wöchentliche Physikstunden der letzten Schuljahre	Anzahl Studierende	%-Anteil
Physik 0 Stunden	588	38 %
Physik 1–2 Stunden	436	28 %
Physik 3–4 Stunden	509	33 %

Physikkenntnisse der Studierenden in fünf unterschiedlichen Studiengängen zu Beginn des ersten Semesters

**3b) Physikvorkenntnisse in Abhängigkeit der Art der Hochschulzugangsberechtigung, gemessen mit Mechanik-Konzepttest FCI (Hestenens et al., 1992), maximale Punktzahl ist 30. Dieser Wert kann mit dem einer großangelegten Studie (1125 Teilnehmer) aus dem Jahr 2001/02 verglichen werden. Dort betrug der Durchschnittswert bei Fachhochschulreife (damals nur FOS/BOS Technik!): 13,8 (Girwidz et al., 2003).**

Art des Hochschulzugangs	Anzahl Studenten	Prozentsatz der Studenten	Mechanik-Eingangstest (FCI) von max. 30
berufsqualifiziert	93	6 %	9,9
FOS/BOS andere	285	20 %	8,6
FOS/BOS Technik	449	31 %	13,9
Gymnasium	612	43 %	12,2
<b>alle</b>	<b>1439</b>	<b>100 %</b>	<b>11,9</b>

Physikvorkenntnisse der Studierenden in fünf unterschiedlichen Studiengängen

### Kompetenzerwerb: Fachliteratur lesen, Fachsprache sprechen und schreiben

Durch die notwendige Vorbereitung des Unterrichts mit Hilfe der angegebenen Literatur werden die Studierenden befähigt, sich Wissen selbstständig aus Fachbüchern anzueignen. Dies sehen wir heutzutage als zusätzliche Qualifikation für angehende IngenieurInnen, denn z. B. aus den Praktikumsvorbereitungen wissen wir, dass die Generationen Y und Z, die zur Zeit studieren, lieber eine Information googeln, als ein Fachbuch benutzen.

Im Unterricht bleibt genügend Zeit, Fragen zu klären, Anwendungsbeispiele zu erläutern und weitere Aufgaben zu rechnen sowie fachlich zu diskutieren. Dies schult das fachliche Kommunikationsvermögen. Eine Untersuchung (Schäfle, 2016) an zwei Gruppen eines geteilten Studiengangs mit zwei unterschiedlichen Unterrichtsstilen (klassischer seminaristischer Unterricht und JiTT/PI) zeigt, dass in der Lehrveranstaltung JiTT mit PI-Fragen deutlich mehr Studierende ihre Antwort richtig begründen und sich in der Fachsprache besser ausdrücken können.

### Roter Faden

Aus den Evaluationen konnten wir lernen, dass wir ein besonderes Augenmerk darauf legen sollen, dass die Studierenden den roten Faden behalten oder noch besser, für sich spinnen können. Insbesondere beim Einstieg ins Studium benötigen viele Studierende noch viel Halt und Orientierung. Diese muss durch sehr klare Studienaufträge gegeben werden. Es empfiehlt sich außerdem, im Unterricht den Zusammenhang der verschiedenen Themenblöcke darzustellen und die Einbindung ins „große Ganze“ im Auge zu behalten.

### 3.2. Studierendensicht

Ein paar Aussagen aus dem schriftlichen und mündlichen Feedback zur JiTT- Methode von unseren Studierenden:

**„Bitte geben Sie an, was Sie in Ihrem Lernprozess am meisten unterstützt und begründen Sie warum.“**

- „Die Leseaufträge sind gut. **Sonst hätte ich dieses Wochenende nichts gemacht.** So weiß ich, wo wir in der Vorlesung sind.“
- „Die JiTT-Tests helfen definitiv extrem! Zugegebenermaßen sind sie sehr **zeitaufwendig und nervig aber sie zwingen einen am Ball zu bleiben!**“
- „JiTT-Test, auf alle Fälle. Die Tests **zwingen** mich faule Sau dazu, mich mit dem Lerninhalt zu beschäftigen. Daumen hoch!“
- „Man sich in das Thema **bereits eingearbeitet** hat und dadurch leichter in der Vorlesung mit kommt. Darüber hinaus erhält man mit dem JiTT eine kurze **Rückmeldung, ob man es verstanden hat.**“

- „Die JiTT-Tests helfen extrem, weil man **Initiative** ergreifen muss und sich **nicht nur „berieseln“** lassen kann.“
- „JiTT Test, da man quasi **zum Lernen „gezwungen“** wird. Der JiTT Test hilft enorm einen kontinuierlichen Lernfluss aufrecht zu erhalten.“
- „Am meisten haben mich tatsächlich die JiTT- und **Verständnis-Aufgaben** in Moodle unterstützt.“
- „Die JiTT-Tests helfen sehr. Man liest zwar das Buch und das Skript und denkt man hat alles einigermaßen verstanden, doch dann wird einem durch die Tests erst bewusst wie alles wirklich zusammenhängt. Und vor allem was die Schwerpunkte sind.“
- „Die JiTT-Tests, da ich dadurch **Grundverständnis** bekomme, weil durch Vor- und Nachtest die Aufgaben zum Einstieg leichter sind und dann schwerer werden. Dadurch wird man gut ans Thema ran geführt.“
- „JiTT-Tests, weil man dazu aufgefordert wird, sich mit den Themen auseinander zu setzen und meistens etwas Interessantes dabei entdeckt.“
- „**Die Vorlesung nach einem JiTT Vortest** in der der bereits vorbereitete Stoff noch einmal vollständig erklärt wird und somit meistens alle Wissenslücken geschlossen werden.“
- „Die normalen Vorlesungen, sie vertiefen das durch die „JiTT-Methode“ Gelernte und veranschaulichen es durch Versuche und praxisbezogenen Beispiele“

**Studentenantworten auf konkrete Fragen zu JiTT:** Antwort auf die folgenden Fragen mit „stimme völlig zu“ oder „stimme zu“, d. h. **Top-2-Box (Low-2-Box in Klammern** mit „Stimme eher nicht zu“ und „stimme überhaupt nicht zu“), exemplarisch für Studiengang Wirtschaftsingenieurwesen, SS 2015, 101 Studierende:

- JiTT-Online-Tests nutze ich als Indikator für meinen persönlichen Lernfortschritt: 62 % (19 %)
- Aufgrund der Online-Lerntests arbeite ich auftretende fachliche Defizite nach: 54 % (19 %)
- Die verwendete Lehrmethode animiert mich zu einer intensiven Auseinandersetzung mit dem jeweiligen fachspezifischen Thema: 70 % (14 %)
- JiTT Bonuspunkte motivieren mich, kontinuierlich mit zu lernen: 78 % (8 %)
- Durch JiTT vertieft sich mein Verständnis für Lehrinhalte besser als in der klassischen seminaristischen „Vorlesung“: 66 % (14 %)
- Durch JiTT fällt es mir vergleichsweise zur klassischen seminaristischen „Vorlesung“ leichter, Querverbindungen zu bereits behandelten Themen der Lehrveranstaltung herzustellen: 49 % (16 %)
- Durch JiTT gehe ich im Vergleich zur klassischen seminaristischen „Vorlesung“ strukturierter und selbständiger an neue Themen heran: 55 % (18 %)

- Durch JiTT arbeite ich im Unterricht im Vergleich zur klassischen seminaristischen „Vorlesung“ motivierter mit: 50 % (16 %).
- Durch JiTT lerne ich Fragen konkret zu formulieren, wenn ich Inhalte nicht verstanden habe: 52 % (14 %)

Wir erlebten auch, dass Studierende, die JiTT aus der Physik-Lehrveranstaltung im ersten Semester kannten, sich enttäuscht zeigten, dass der Unterricht im Wahlfach im höheren Semester bei der gleichen Dozierenden nicht auch als JiTT aufgebaut war.

Eine andere Studierendengruppe beklagte sich, als in einer Lehrveranstaltung die beiden letzten Kapitel als klassischer seminaristischer Unterricht gehalten wurden und noch nicht auf JiTT umgestellt waren. O-Ton: „Jetzt wo wir uns endlich an die JiTTs gewöhnt haben, hören Sie leider auf damit... Schade!“

### 3.3. Einfluss auf das Können der Studierenden

Unsere Klausurergebnisse zeigen aufgrund der großen Streuung der Vorkenntnisse der Studierenden und der von Semestergruppe zu Semestergruppe stark schwankenden Heterogenität keine signifikanten Veränderungen bezüglich Durchfallraten, Durchschnittsnoten und Verteilungen, seit wir JiTT/PI einsetzen.

Wir haben über drei Jahre hinweg den standardisierten Mechanik-Konzepttest FCI als Eingangstest und am Ende der Lehrveranstaltung als Abschlusstest (Ende Wintersemester oder Ende Sommersemester) eingesetzt, um den Lernfortschritt der Studierenden bezüglich des konzeptionellen Verständnisses der Newtonschen Mechanik zu untersuchen. Aus diesen beiden Tests kann ein sogenannter Gain-Faktor errechnet werden, der nach Hake (Hake, 1998) als Maß für den Lernzuwachs verwendet werden kann. Der Gain setzt den erreichten Punktezugewinn in Relation zu dem maximal möglichen Punktezugewinn und wird wie folgt errechnet:

$$g = \frac{n_{\text{Ende}} - n_{\text{Beginn}}}{n_{\text{ges}} - n_{\text{Beginn}}}, \text{ wobei } n \text{ die Anzahl Punkte jeweils beschreibt.}$$

Hake berichtet von Unterschieden im Gain zwischen traditionellen Lehrveranstaltungen von  $0,23 \pm 0,04$  und Lehrveranstaltungen mit aktivierenden Lehrmethoden mit  $0,48 \pm 0,14$ . Ähnlich große Steigerungen bei aktivierenden Lehrmethoden berichten Girwidz, Kurz und Kautz (Girwidz et al., 2003).

Mittelt man die Daten der HS Rosenheim über alle Lehrveranstaltungen, dann erhält man einen Gain-Faktor von  $0,17 \pm 0,07$  für traditionelle Lehre, für die Veranstaltungen mit JiTT/PI ergibt sich ein Gain-Faktor von  $0,26 \pm 0,07$ .

In Abb. 4 sind die ermittelten Gain-Werte nach Studiengängen und Lehrmethoden aufgeschlüsselt. Aus den Mittelwerten der Gains allein ergibt sich bezüglich der Lehrmethode kein klares Bild. Während es Studiengänge gibt, bei denen der Gain vergleichsweise hoch ist und sich über die drei Jahre noch gesteigert hat (WI, Wirtschaftsingenieurwesen, MB: Maschinenbau), ist der Unterschied in den anderen Studiengängen weniger eindeutig. Einige Daten im Detail:

- Die Studierenden ohne Schulphysik in den letzten beiden Schuljahren bei WI zeigen das schlechteste FCI-Ergebnis. Aber auch sie profitieren von der neuen Lehrmethode (Gain Anstieg von 0,25 auf 0,31 in der Auswertung über drei Jahrgänge).
- Studierende aus FOS/BOS Soziales/Wirtschaft, die Wirtschaftsingenieurwesen studieren, haben die schlechtesten Vorkenntnisse. Der Abstand zu den anderen Semestergruppen bleibt im Abschlusstest in etwa gleich groß. Dies ist erfreulich, da man aus neurodidaktischer Sicht auch erwarten könnte, dass der Lernfortschritt geringer ausfällt als bei den Studierenden mit Vorwissen. JITT/PI bietet offenbar auch schwächeren Studierenden die Chance, den Anschluss zu behalten. Dies fällt bei reinem seminaristischem Unterricht sicher deutlich schwerer, da den schwachen Studierenden die Andockpunkte an den Stoff überhaupt fehlen und sie daher oft noch nicht mal in der Lage sind, eine Frage zu formulieren.

Die Erhebung der Daten aus solchen Tests ist komplex, einzelne Zahlenwerte herauszugreifen möglicherweise irreführend, da mehrere Effekte überlagert sein können. Ein Beispiel: Betrachtet man die Studierendenzahlen beim Eingangs- und beim Abschlusstest, so erkennt man, dass zum Teil nur noch 50 % der Studierenden von Anfang an teilnehmen. Bei beruflich Qualifizierten ist die Schwundrate noch viel höher. Bleiben nur die Besseren und Motivierteren zum Abschlusstest übrig, ergibt sich automatisch ein besserer Mittelwert des Gain, im Vergleich dazu, wenn die Schwächeren (noch) nicht abgebrochen haben.

Außerdem sollte man sehen, dass die Studierenden andere Fähigkeiten erhalten, komplexere Zusammenhänge besser darstellen und erklären können, besseres Grundverständnis für die Inhalte mitbringen (Abschnitt 3.1., Schäfle, 2016).

**Abb. 4: Gain-Faktor nach Hake (1998) im FCI-Mechanik-Test für verschiedene Studiengänge an der HS Rosenheim. In den oberen drei Studiengängen fand traditionell seminaristischer Unterricht statt, bei den unteren fünf Studiengängen wurde vermehrt JITT und PI eingesetzt.**

Gain nach Hake für FCI						
	Studiengang	#Sem. Ph	SS 2014	SS 2015	SS 2016	Mittelwerte
traditionell	EIT	1	0,21	0,16	0,27	0,21
	HA	2	0,09		0,09	0,09
	IAB	2	0,25	0,19	0,10	0,18
vermehrt JITT/PI	EGT	2		0,24	0,19	0,22
	HT	2		0,20		0,20
	KT	2	0,23	0,18	0,26	0,22
	MB	1		0,36	0,38	0,37
	WI	2	0,25	0,26	0,34	0,28

Auch wenn das Können der Studierenden in Bezug auf messbare Größen nur wenig gestiegen ist, so rechtfertigen die in Abschnitt 3.1 und 3.2 genannten sehr positiven Erfahrungen in unseren Augen den Mehraufwand für die Methode JiTT/PI selbst dann, wenn sich ein Zuwachs an fachlichem Können (noch?) nicht eindeutig nachweisen lässt.

JiTT unterstützt das kontinuierliche Lernen der Studierenden, da sie durch das Bonussystem auch eine kontinuierliche Bewertung für ihr Studieren erhalten. Dies ist auch laut Heikkinen und Jaako (Heikkinen und Jaako, 2011; Jaako, 2014) der entscheidende Schlüssel zum Studierfolg. Wir teilen allerdings nicht deren Meinung, dass die Abschlussprüfungen am Ende des Vorlesungsmoduls zu Gunsten von mehreren Zwischenprüfungen abgeschafft werden sollten, denn Teilprüfungen alleine verhindern unserer Meinung nach einen guten Gesamtüberblick der Studierenden über das Fachgebiet.

## 4. Eine gelungene Lehrveranstaltung

### 4.1. Beispiel-Ablauf

Abb. 5a:

Wie heisst folgende Gleichung und unter welchen Voraussetzungen gilt sie?

$$\dot{V} = const.$$

ID:082DL012 © HS Rosenheim

Abb. 5b:

Auf welchem physikalischen Prinzip beruht die Kontinuitätsgleichung für Strömungen?

ID:082DV002 (c) HS Rosenheim

Wählen Sie eine oder mehrere Antworten:

- Druckgleichgewicht
- Kräftegleichgewicht
- Energieerhaltung
- Massenerhaltung
- Impulserhaltung

Beispiel einer Original-JiTT-Lehrveranstaltung zum Thema „Rohrströmung“ – Ablauf s. Abschnitt 2 und Abb. 2.

#### zu 1. Ausgabe Studierauftrag und Lernziele

##### Literatur:

Kuypers, Physik für Ingenieure: Kap. 8.1-3, zusätzlich Hering noch Abb. 2.108

ODER

Hering, Martin Stohrer, Physik für Ingenieure: Kap. 2.12.2, 2.12.2.1 einfach durchlesen; 2.12.2.2.

genauer studieren: insbesondere Kontinuitätsgleichung und Bernoulligleichung, Abb. 2.108 genau verstehen. Anwendung der Bernoulligleichung; Laminare Rohrströmung durchlesen.

##### Lernziele:

- Kennen der Definitionen folgender Begriffe:
- inkompressible Strömung – (wann ist eine Gasströmung inkompressibel?)
- stationäre Strömung
- Stromlinien

- Stromröhren und Stromfäden
- Volumenstrom
- Physikalisches Prinzip der Kontinuitätsgleichung verstehen und auf Rohrleitungen anwenden können
- Physikalisches Prinzip der Bernoulligleichung für stationäre, inkompressible Rohrströmung verstehen und die Begriffe: statischer Druck, dynamischer Druck, geodätischer Druck und Gesamtdruck auf die Berechnung eines Rohrleitungssystems richtig anwenden können.
- Den durch eine laminare Strömung erzeugten Druckverlust in der Anwendung der Bernoulligleichung berücksichtigen können.

### zu 3. Bearbeitung des Online-Vortests zum Studierauftrag in Moodle

Frage 1: Die Lesefrage stellt eine spezifische Frage zum Text. Dadurch wird eingefordert, dass der Studierauftrag auch wirklich gelesen wird und die Antwort nicht nur „gegoogelt“ wird. Falls zwei Werke optional verwendet werden (e-Book und Print), können auch zwei unterschiedliche Fragen hier gestellt werden. Abb. 5a

Frage 2: Fragen zum physikalischen Prinzip Abb. 5b

Frage 3, 4, 5: Fragen zum Verständnis Abb. 5c, 5d1, 5d2

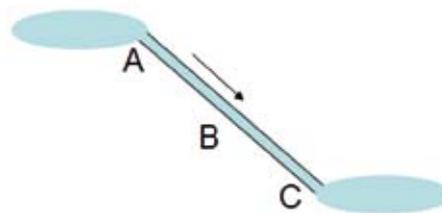
Frage 6: Kleine Rechnungen Abb. 5e

Frage 7: Die Frage nach der Frage: „Stellen Sie eine Frage zum Leseauftrag“ Abb. 5f

### zu 4. Auswertung der Ergebnisse

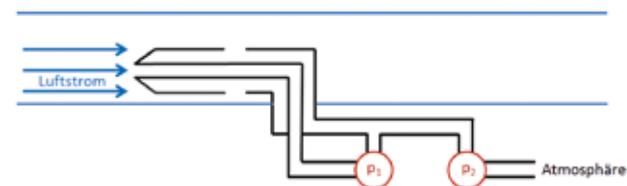
Die Ergebnisse der Onlinetest-Fragen werden angeschaut und es wird herausgelesen, an welcher Stelle Verständnisschwierigkeiten auftraten. Eine große Hilfe sind die studentischen Fragen, die uns eine Rückmeldung geben, wo die Studierenden stehen. Ein Teil der Fragen wird direkt in Moodle beantwortet, das den Studierenden die Antwort als E-Mail schickt. Ein anderer Teil wird aufgegriffen und in der Lehrveranstaltung besprochen.

Abb. 5c:



Wasser strömt mit Reibungsverlust durch ein gefülltes Rohr konstanten Querschnitts vom Stausee ins Tal. In welchem Punkt ist die Strömungsgeschwindigkeit am größten?

Abb. 5d1:



Ein Prandtl-Rohr mit zwei Differenzdruckmessern  $p_1$  und  $p_2$  wird in den Luftstrom in einem Rohr gehalten.

(Hinweis: Die Zeichnung ist nicht maßstabsgerecht: Der Durchmesser des Prandtl-Rohres ist viel kleiner als der Innendurchmesser des Rohrs)

ID:0630V002 © HS Rosenheim

Welchen Druck zeigt  $p_2$  an?

Welchen Druck zeigt  $p_1$  an?

Auswählen...

Auswählen

Den statischen Druck.

Den dynamischen Druck.

Den Gesamtdruck.

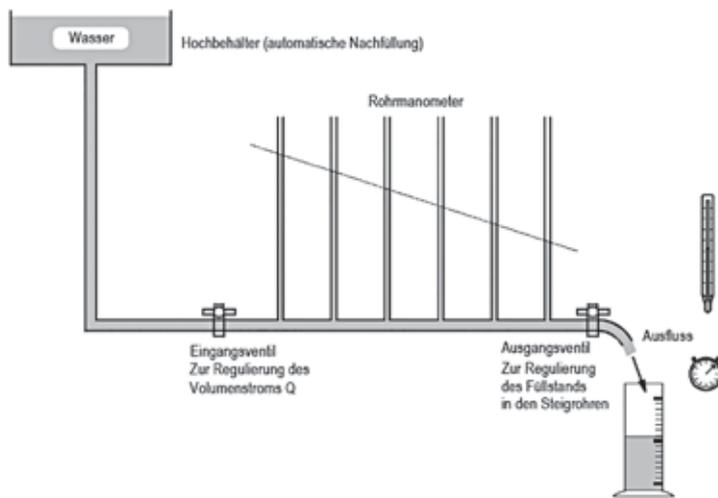
Keinen der angegebenen Drücke.

Den Schweredruck.

Den Atmosphärendruck.

Den geodätischen Druck.

Abb. 5d2:



Im Rohrströmungsversuch des Physikpraktikums (s. Skizze) strömt Wasser durch ein ebenes Rohr mit konstantem Rohrquerschnitt. Die Rohrmanometer zeigen einen entlang der Strömung abfallenden Pegel an. Kreuzen Sie die richtige/n Antwort/en an.

© 2020/2021 © HS Rosenheim

Wählen Sie eine oder mehrere Antworten:

- Der dynamische Druck längs des Rohres nimmt ab.
- Der dynamische Druck bleibt konstant.
- Der dynamische Druck nimmt zu.
- Die Abnahme des Wasserstandes in den Rohrmanometern liegt an der inneren Reibung des Fluids.
- Die Abnahme des Wasserstandes in den Rohrmanometern liegt an der Oberflächenspannung des Wassers (Unterschied zwischen Kohäsions- und Adhäsionskräften).

Abb. 5e:

Die neue Lüftungsanlage im Raum S1.01 der Hochschule kann eine Luftwechsellrate von 4,5 1/h erzeugen, d.h. das gesamte Raumvolumen von 330 m<sup>3</sup> wird 4,5 mal pro Stunde ausgewechselt.

Wie groß ist die dann die mittlere Strömungsgeschwindigkeit in dem Rohr bei einem quadratischem Querschnitt (Kantenlänge 45 cm)?

© 2020/2021 © HS Rosenheim

Beispiele studentischer Fragen zu diesem Thema:

- „Ist der statische Druck gleich dem geodätischen Druck:  $\rho \cdot g \cdot h$ ?“
- „In Kuypers 8.2 erster Absatz steht: Wenn ein durch ein Rohr strömendes Fluid durch eine Engstelle kommt, muss der Druck abnehmen, damit die Strömungsgeschwindigkeit zunimmt und die Kontinuität erfüllt ist. In meinen Augen steht das im Widerspruch zu Bernoulli Gleichung (Summe der Drücke ist in jeder Stelle konstant.). Oder ist im Kuypers nicht der Gesamtdruck gemeint, sondern nur einzelne Drücke und im Endeffekt ist der Gesamtdruck trotzdem konstant, wenn man Druckverlust durch Reibung mit einbezieht?“
- „Ich habe die Definition für stationär nicht richtig verstanden, was bedeutet das zeitlich konstant? Und ist eine Strömung, bei der das Rohr eine kurze Engstelle besitzt, in der die Strömungsgeschwindigkeit die kritische Geschwindigkeit überschreitet und die Strömung somit kurzzeitig turbulent ist, trotzdem stationär?“
- „Ich habe nicht genau verstanden was die sogenannte Schubspannung ist.“
- „Wäre super wenn wir die ganzen Begriffe wie statisch, dynamisch, Atmosphären sowie den Gesamtdruck gut erklärt bekommen (Definition und jeweils Formeln dazu).“
- „Bei meiner Gartenteichpumpe ist ein gewölbter Schlauch bzw. Rohr (mit Rillen innen) angeschlossen, und somit hab ich mich gefragt ob da denn keine Reibung entsteht, denn wenn es um eine Kurve geht, prallt die Geschwindigkeit (ist ja tangential) gegen das Schlauchinnere.“

## zu 5. Die Lehrveranstaltung nach dem Online-Test

In der Lehrveranstaltung folgt eine seminaristische Kurzpräsentation der wichtigsten Zusammenhänge dieses Kapitels bzw. eine gemeinsame Erarbeitung eines Tafelanschriebs der wichtigsten Zusammenhänge mit Kapitelnummerierungen (roter Faden!). Dabei werden die Fragen der Studierenden, die schlecht gelösten Online-Aufgaben und weitere Beispiele eingeflochten und besprochen. An wichtigen Stellen oder am Ende als Zusammenfassung werden PI-Clicker-Fragen als Vertiefung zum Thema gestellt.

Abb. 5f:

Formulieren Sie mindestens eine Frage zu dem von Ihnen durchgearbeiteten Stoff. Was haben Sie (noch) nicht richtig verstanden? Bitte achten Sie darauf, dass Sie konkrete Fragen formulieren, die schon ein Durchdenken des Stoffes aufzeigen. Beispiele siehe hier in einem Paper von Henderson & Rosenthal ('Reading Questions', J.Coll.Science Teach, 07/2006, p.46-50):

Reading questions	Examples of good and poor questions
A physics text cannot be read like a cheap novel. Reading it requires active engagement and is best done with pencil in hand. Keep notes of the important ideas and any questions that come to your mind. Make sure you understand all the worked examples, not just their algebraic details but also more importantly the strategy that is used to work them out. At the end of a section of text you will almost certainly have unanswered questions about the material. You are asked to submit one or more of these "reading questions" by e-mail.	<b>Good:</b> "In figure 5, how can the same electric current go through resistors #1 and #2? Doesn't some of the current get used up in heating resistor #1?"
Reading questions will be judged on the seriousness of thought that goes into them. A casual reading several minutes before class and an in-depth reading the previous night will result in different kinds of questions. These differences will be reflected in the grading.	<b>Poor:</b> "In figure 5, how can the same electric current go through resistors #1 and #2?"
0 = nothing turned in 1 = no evidence of significant thought 2 = evidence of significant thought 3 = shows deep and sustained thought	<b>Good:</b> "I didn't understand the minus sign in equation 15. The sign should describe the velocity of the ball in figure 12, and because the ball is moving to the right, in the positive x direction, I think the sign should be positive."
	<b>Poor:</b> "I didn't understand the minus sign in equation 15."

(Es geht um Ihre eigenen noch offenen Fragen und Unklarheiten. Bitte hier keine Übungsaufgaben für andere kreieren).  
(Sollte wider Erwarten schon alles klar sein: Was haben Sie in diesem Kapitel gelernt (die zwei wichtigsten Lernergebnisse für Sie)?)

## zu 7. Nachttest (hier nicht gezeigt)

### 4.2 Survival-Tipps für die ersten JiTT-Versuche

- JiTT funktioniert gut, wenn es ab dem ersten Semestertag wöchentlich eingesetzt wird. Wir vergeben pro Semester ca. 10 JiTT- Studieraufträge einschließlich Vor- und Nachttests. Wir haben aber dazwischen auch Phasen des klassischen seminaristischen Unterrichts, insbesondere gegen Ende des Semesters, wenn die Studierenden für Prüfungen lernen.
- Setzen Sie JiTT in größerem Umfang am besten nur in einer Lehrveranstaltung ein, die Sie schon mindestens einmal, besser schon mehrere Male, gehalten haben. Eine gewisse Erfahrung über die spezifischen Verständnisschwierigkeiten der Studierenden Ihrerseits in dem betreffenden Lehrgebiet ist sehr empfehlenswert, um sich gute Testfragen ausdenken zu können.
- Ohne die Hilfe eines Mitarbeiters ist JiTT in der ersten Runde aufwändig. Stellen Sie beim ersten Mal nicht gleich die ganze Lehrveranstaltung auf JiTT um, sondern nur drei oder vier Themen. Sie müssen selbst erst Erfahrungen sammeln.
- Im ersten Jahr reichen Vortests zu den Leseaufträgen. Im Laufe der Zeit sind Nachttests zur Absicherung des Gelernten sinnvoll.

- Geschickt ist es, wenn Sie neben Print Literatur auch E-Books einsetzen können. Evtl. macht es sogar Sinn, wirklich nur ein bis zwei Bücher als Hauptliteratur vorzugeben.
- Es hat sich bewährt, im wöchentlichen Abstand einen festen Rhythmus mit gleichbleibenden Terminen zu setzen: also z. B. Online-Test immer von Freitagmorgen bis Dienstagabend.
- Unser Ziel ist es, dass die Studierenden mitmachen und kontinuierlich lernen – sie sollen durch das JiTT nicht „rausgeprüft“ werden. D. h. es sollten möglichst alle die Tests bestehen können, die sich mit dem Thema beschäftigen. Deswegen haben wir eine sehr geringe Hürde (25 bis 30 % um den Test zu bestehen). Die vollen Bonuspunkte bekommt man nur, wenn man fast alle (80–90 %) der Tests bestanden hat.
- Die Studierenden machen fast vollständig mit, wenn sie einen minimalen Bonus dafür in der Klausur bekommen. Erfahrungen aus anderen Hochschulen zeigen, dass ohne Bonussystem die Teilnahmequote viel geringer ist (mit Bonus ca. 80–90 %, ohne Bonus ca. 40–50 %).
- Tauschen Sie sich mit KollegInnen aus oder entwickeln Sie es zusammen. Es macht mehr Spaß und man kommt weiter als alleine.
- Moodle als Plattform hat viele Vorteile und als „Poweruser“ hat man schnell Wünsche für Verbesserungen. Aber wir glauben, dass man dieses Problem mit jeder Lernplattform haben wird. Auf jeden Fall ist Moodle für JiTT in Physik gut geeignet. Wir haben dabei einige Work-Arounds „erfunden“, z. B. beim Umgang mit Einheiten, Toleranzen oder signifikanten Stellen.

## 5. Zusammenfassung

JiTT in Kombination mit PI sind aktivierende Lehrmethoden, die sich in der Praxis für fünf verschiedene Physikanfängerlehrveranstaltungen an der HS Rosenheim gut bewährt haben. 80 bis 90 % der Studierenden eines Semesters nehmen teil und bereiten sich wöchentlich durch einen Studierauftrag und einen Online-Test auf die Lehrveranstaltung vor. Ein minimales Anreizsystem genügt hierfür. Die Ergebnisse der Online-Tests dienen den Dozierenden als Grundlage für die Vorbereitung der Lehrveranstaltung, da sie daraus die Verständnisschwierigkeiten der Studierenden erfahren und auf diese durch gezielte Aufgaben, Fragen, PI-Fragen und Erklärungen eingehen können.

Neben der erhöhten Beteiligung der Studierenden und mehr Spaß in der Lehrveranstaltung kann die allgegenwärtige Heterogenität der Studierendengruppen durch diese Methode besser abgefangen und ein kontinuierliches Lernen unterstützt werden. Weitere Wirkungen auf das studentische Können sind: Verbesserung der fachspezifischen Kommunikation, genaueres Formulieren und damit auch Durchdenken physikalischer Zusammenhänge, selbständiges Lernen aus Büchern.

Eine signifikante Verbesserung der durchschnittlichen Prüfungsergebnisse konnten wir nicht feststellen, da die Semestergruppen und auch die Klausuraufgaben zu unterschiedlich sind.

Durch einen standardisierten Mechanik-Konzepttest FCI konnte ein im Durchschnitt höherer Lernzuwachs im Vergleich zu Lehrveranstaltungen mit klassischem seminaristischem Unterricht nachgewiesen werden.

Trotz des deutlich erhöhten Aufwandes im Vergleich zu einer traditionellen Lehrveranstaltung freuen wir uns über die vielen Vorteile, die das JITT uns bietet – insbesondere der viel bessere Bezug zu den Studierenden und dem aktuellen Lernstand.

Das heißt, unsere Kurzantworten auf die Fragen im Titel lauten:

JiTT und PI im stürmischen Physikalltag:

Warum? Die Studierenden kommen vorbereitet in den Unterricht und können an einfache Inhalte mit den Erklärungen der Dozierenden viel besser andocken, weil Sie schon Anknüpfungspunkte haben. Sie lernen nicht nur vor der Prüfung.

Wie? Es ist gar nicht so schwer, man muss einige Grundregeln einhalten und selber experimentieren. Nichts ist in Blei gegossen, viel ist möglich.

Weshalb? Die Studierenden lernen mehr, haben mehr Verständnis der Inhalte, sind weniger auf Reproduktion getrimmt und können selbst besser erklären. Und ach ja: es macht uns viel mehr Spaß.

### Danke

Wir bedanken uns besonders bei den HD-MINT MitarbeiterInnen Markus Wittkowski und Manuela Zimmermann sowie bei unserem Physikmitarbeiter Josip Lacković für ihre wertvolle praktische und inhaltliche Unterstützung.

Ein großer Dank geht an unsere Studierenden, die geduldig unsere vielen Tests und Fragebögen ausgefüllt haben und die uns durch ihre Fragen immer weiter lernen lassen!

### Literatur

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

Girwidz, R., Kurz, G. und Kautz, C. (2003). Zum Verständnis der newtonschen Mechanik bei Studienanfängern – der Test ‚Force Concept Inventory – FCI‘. In: Nordmeier, V. (Red.): *Didaktik der Physik. Beiträge der Frühjahrstagung der DPG – Augsburg*

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

HD MINT, Projekt Hochschuldidaktik-Department für die MINT-Fächer. Abgerufen am 05.07.2016; [www.hd-mint.de](http://www.hd-mint.de)

Heikkinen, E.-P. und Jaako, J. (2011) Continuous Assessment in Process Engineering Education – Two Case Studies. Report A No 48, November 2011, Control Engineering Laboratory, Department of Process and Environmental Engineering, University of Oulu, Finland

Henry-Huthmacher, C. und Hoffmann, E. (Hrsg.) (2016) Ausbildungsreife und Studierfähigkeit. 2016, Konrad-Adenauer-Stiftung e.V., Sankt Augustin/Berlin; <http://www.kas.de/wf/de/33.44796/>

Hestenes, D., Wells, M. und Swackhamer, G. (1992). Force concept inventory. *The physics teacher*, 30(3), 141–158

Hille, K. (2007). Was haben Neurowissenschaften mit Lernen zu tun? Vortrag beim Fachdidaktik-Arbeitskreis Mathe-Physik der bayerischen Hochschulen am DiZ, Mai 2007

Jaako, J. (2014). Controlling the didactic relation: a case in process engineering education. *European Journal of Engineering Education*, 39(4), 448–462

Keller, U., Meissner, B. und Fleischer, J. (2016). Die Methoden des Projektes HD MINT. In diesem Band, S. 10–16.

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

McDermott, L. C. (1991). Millikan Lecture 1990. What we teach and what is learned – closing the gap. *American Journal of Physics*, 59(4), 301–315

Novak, G., Gavrin, A., Christian, W. und Patterson, E. (1999). *Just-In-Time Teaching: Blending Active Learning with Web Technology*. Upper Saddle River, NJ: Benjamin Cummings.

Ostfalia Hochschule für angewandte Wissenschaften. ZeLL Abgerufen am 05.07.2016 [www.ostfalia.de/zell/Innovative\\_Lehre/JustInTimeTeaching.html](http://www.ostfalia.de/zell/Innovative_Lehre/JustInTimeTeaching.html)

Riegler, P. (2014). JiTT. Vortrag beim Fachdidaktik-Arbeitskreis Mathe-Physik der bayerischen Hochschulen am DiZ. Mai 2014.

Simkins, S. und Maier, M. H. (2010). *Just-in-time teaching: Across the disciplines, across the academy* (1st ed). New pedagogies and practices for teaching in higher education series. Sterling, Va: Stylus Pub.

Schäfle, C. (2016). Fehlkonzepte der Studierenden in der Hydrodynamik. Vortrag beim Fachdidaktik-Arbeitskreis Mathe-Physik der bayerischen Hochschulen am DiZ. April 2016 – in Kooperation mit C. Kautz.

Spitzer, M. (2008). Lernen und Gehirn. Vortrag am Forum der Lehre der bayerischen Hochschulen, April 2008, Augsburg.

Zimmermann, M. und Junker, E. (2016). Kompetenzerwerb der Studierenden – der Spagat zwischen Belehrungs- und Ermöglichungsdidaktik. Ein Erfahrungsbericht Physik bei WI. Fachdidaktik-Arbeitskreis Mathe-Physik der bayerischen Hochschulen am DiZ. April 2016