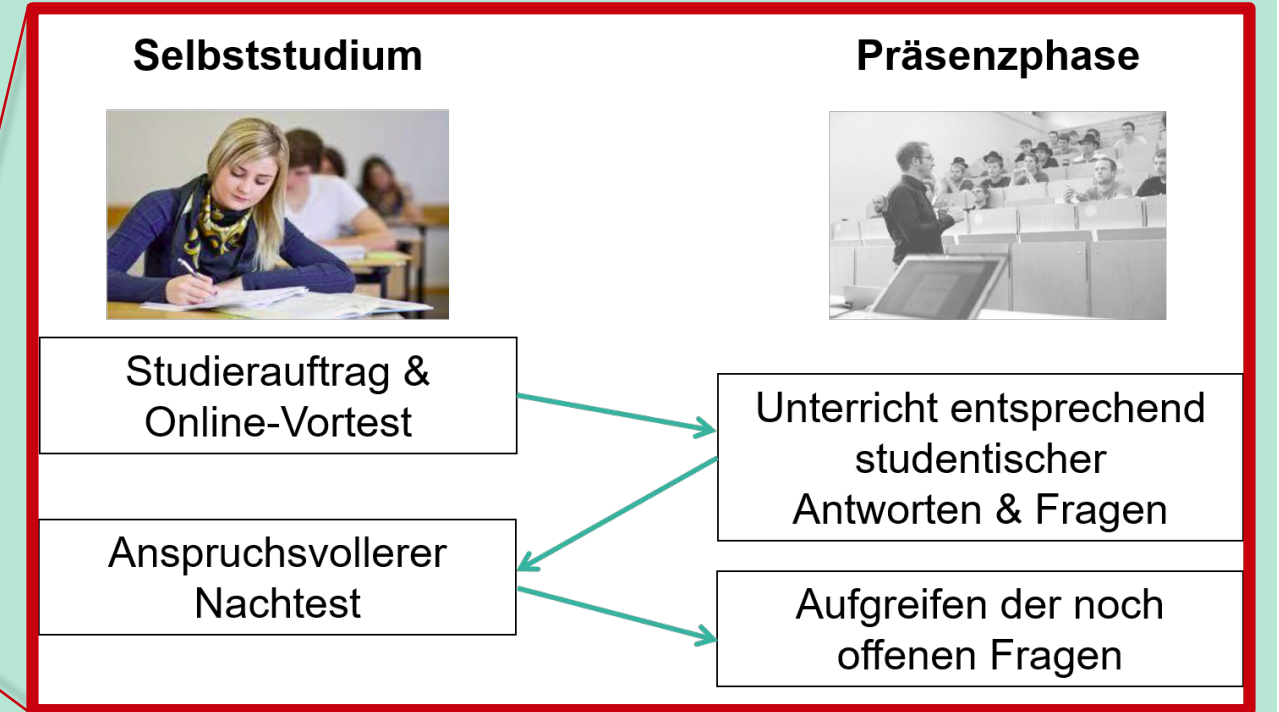


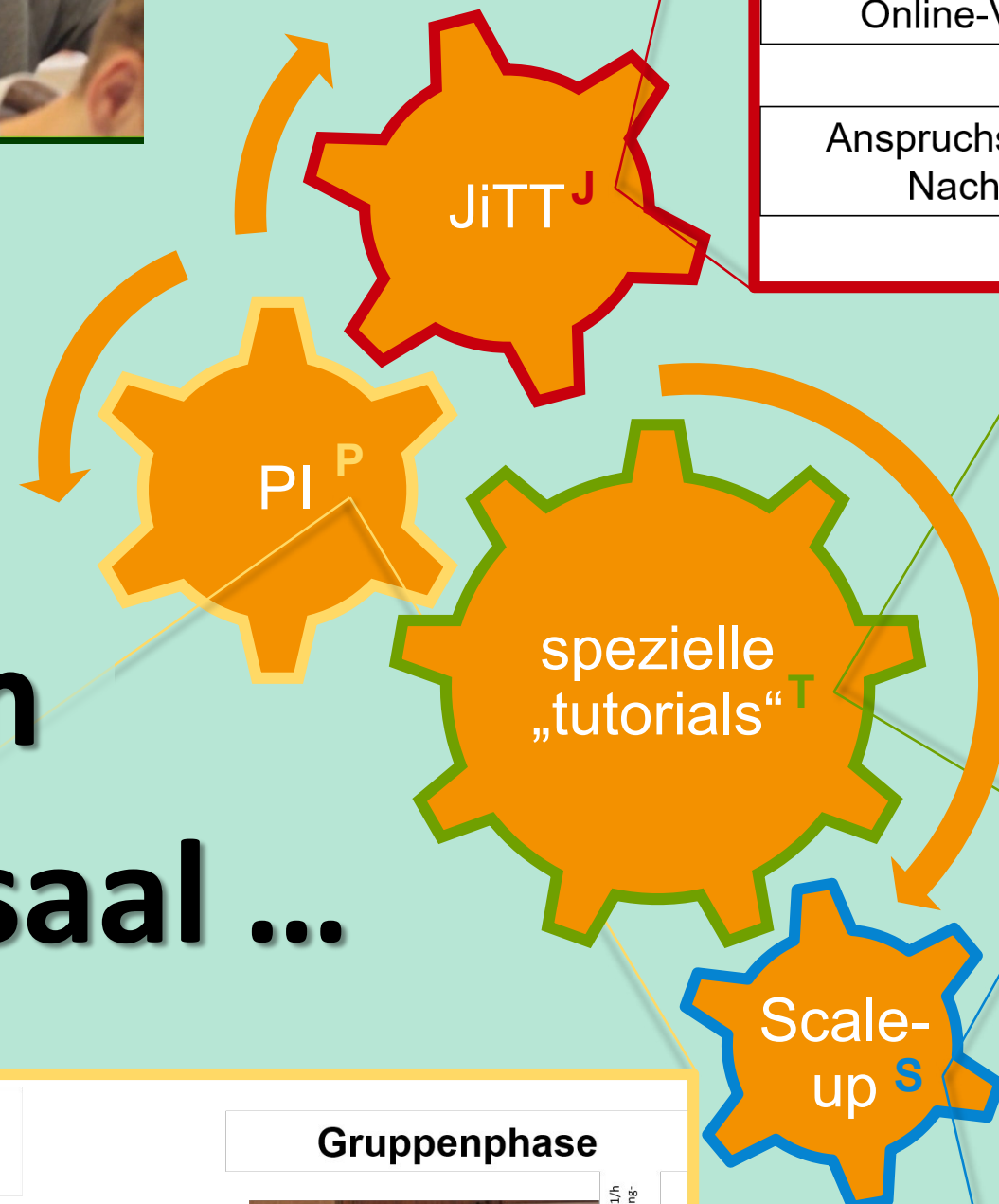
# „Mich faule Haut zum Studieren bringen“

Silke Stanzel, Elmar Junker, Franziska Graupner, Claudia Schäfle, Michaela Weber, Technische Hochschule Rosenheim, [www.pro-aktiv.de](http://www.pro-aktiv.de)

## Vom Hörsaal ...



## ... zum Aktivsaal ...



### Kompetenzerwerb

#### Methodisch

- Kontinuierliche, systematische Arbeitsweise **J...**
- Eigenständiger Wissenserwerb **J<sup>TS</sup>**
- Nutzung/Umgang mit Fachliteratur **J...**
- Regelmäßiges Hinterfragen und Korrigieren des eigenen intuitiven Konzeptverständnisses **J<sup>PT</sup>**.

#### Persönlich/Sozial

- wissenschaftlich Diskussionskultur **J<sup>TS</sup>**
- Verständnisprobleme konkret formulieren **J<sup>TS</sup>**
- Realistische Selbsteinschätzung & -reflexion **J<sup>PT</sup>**.
- Selbstorganisation **J...**
- Arbeitsfreude als intrinsische Motivation **J<sup>TS</sup>**

### individuelle Antwort zu Konzeptfrage

Anonyme Abstimmung

Neue anonyme Abstimmung

### Gruppenphase

Diskussion in „Peer“-Gruppen

korrektes Verständnis sicherstellen

Aktivierende Lehre in Rosenheim, ARD-alpha 2017

### Mehr aktivierende Lehre und deren Wirksamkeit ...

Kurzfilm

Eric Mazur in Havard

„Peer Instruction for Active Learning“, 1997

Kurzfilm

Carl Wieman in Vancouver und Stanford

„Don't lecture me!“, Nobelpreisträgertreffen 2019

Paper

S. Freeman et al. Washington, Seattle Maine, Orono

„Active learning increases student performance in science, engineering, and mathematics“, PNAS June 10, 2014 111 (23) 8410-8415

### Kontakt

Technische Hochschule Rosenheim  
Fakultät für Angewandte Natur- und Geisteswissenschaften - Physik  
Hochschulstraße 1  
83024 Rosenheim  
Telefon +49 (0)8031 805 – 2400  
email: [pro-aktiv@th-rosenheim.de](mailto:pro-aktiv@th-rosenheim.de)

[www.pro-aktiv.de](http://www.pro-aktiv.de)

von rechts

- Prof. Dr. Claudia Schäfle
- Prof. Dr. Silke Stanzel
- Prof. Dr. Elmar Junker
- Michaela Weber
- Dr. Franziska Graupner

## ... IHR Input, bitte ...

Wie können wir evidenzbasiert die Auswirkungen der Lehrform einschätzen?

Welche Hinweise haben Sie um Verbesserungen unserer Lehrkonzepte vorantreiben zu können?

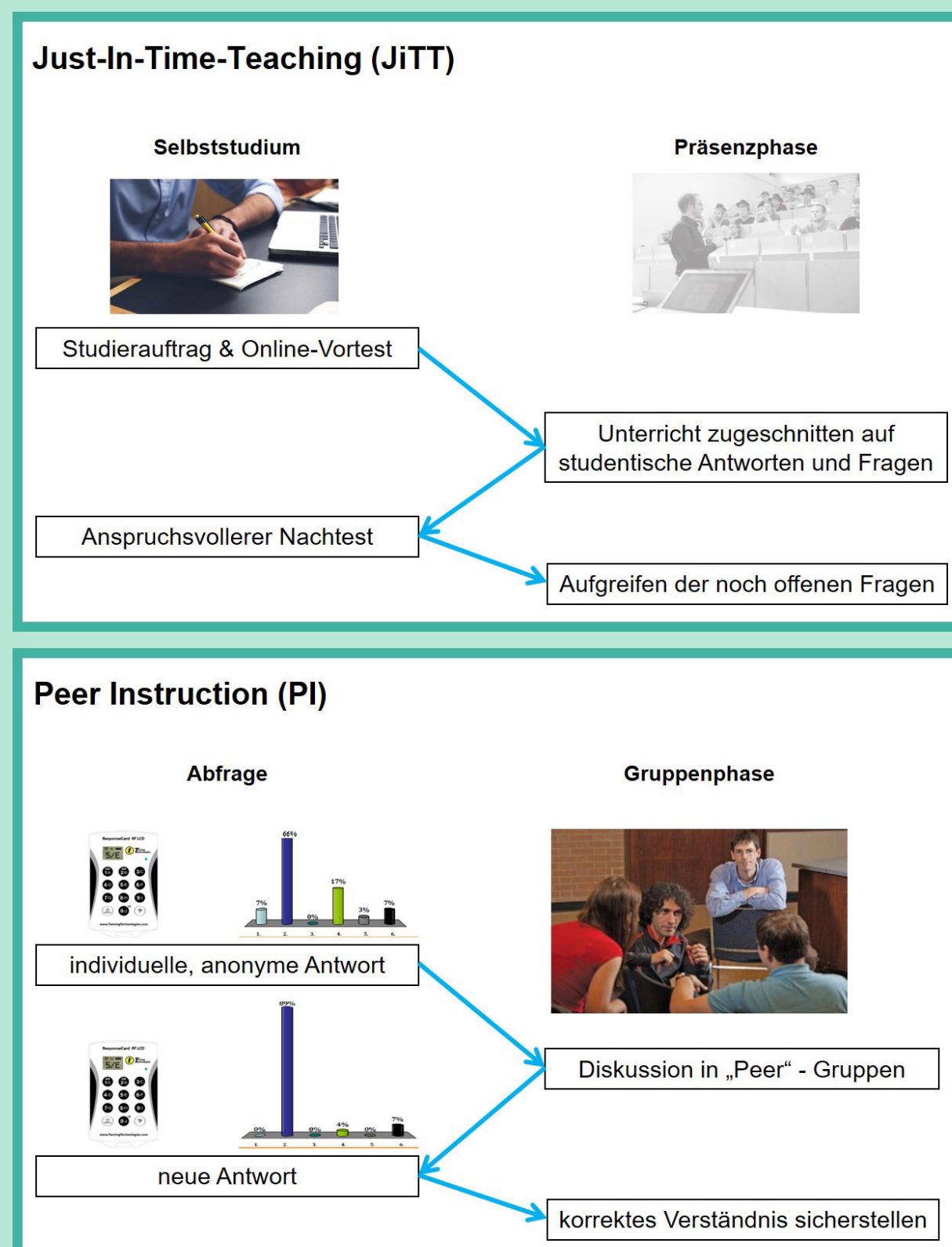
### Transfermarkt

kompetent. vernetzt. erfolgreich

Sie sind am Austausch mit Anwendern aktivierender Lehrmethoden interessiert?

## Zielsetzung - Anwendung, Weiterentwicklung und Verbreitung aktivierender Lehrmethoden

### Just-in-Time Teaching (JiTT)<sup>1</sup>, Peer Instruction<sup>2</sup> und spezielle Tutorials<sup>3</sup>:



- Unterstützung der Lehrenden im Einsatz und in der Ausübung aktivierender Lehrmethoden in Physik
- Workshops und Unterstützung für der Lehrende anderer Fächer
- Institutionalisierung an der TH Rosenheim
- Quantitative Untersuchungen zu Heterogenität und Wirksamkeit der Lehrmethoden
- Qualitativer Ausbau der Studieneingangsphase
- Bayernweiter und deutschlandweiter Austausch der entwickelten Lehrmaterialien in Physik
- Teilnahme an nationalen und internationalen Konferenzen
- Evaluation der Maßnahmen



#### Referenzen

<sup>1</sup>Novak, G., Gavrin, A., Christian, W. & Patterson, E.: Just-In-Time Teaching: Blending Active Learning with Web Technology. Addison-Wesley Educational Publishers Inc. (1999).

<sup>2</sup>Mazur, E.: Peer instruction: A user's manual. Upper Saddle River, NJ: Pearson/Prentice Hall (1997).  
Auch: Mazur E. Farewell, lecture? Science **323**, p. 50-51 (2009).

<sup>3</sup>McDermott et al. 2009] McDermott, L. C., Shaffer, P. S., & Kautz, C. H.: Tutorien zur Physik. München, Boston: Pearson Studium (2009).

## Maßnahmen

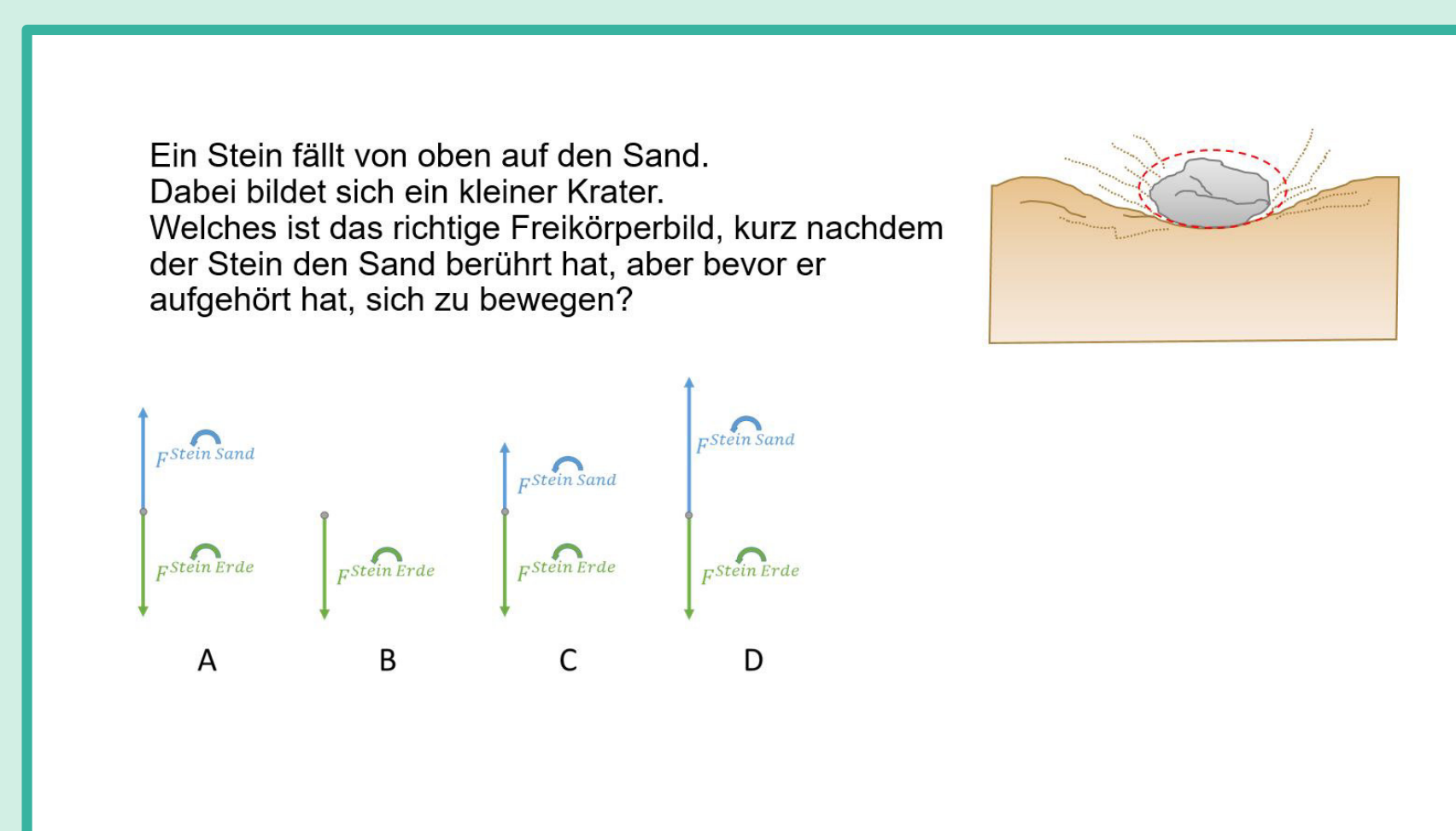
### Aktivierende Lehrformen

- Ausbau und Pflege des JiTT-Aufgabenpools
- Entwicklung von Plugins für E-Learning
- Weiterentwicklung der Feedbackfunktion
- Kategorisierung und Erweiterung der PI-Fragensammlung
- Recherche, Sichtung und Bewertung von Vorbereitungsmaterial auf Onlineplattformen
- Entwicklung von Tutorials zur Strömungsmechanik
- Schulung von Lehrbeauftragten und Unterstützung der Studierenden mit speziellen Tutorials nach McDermott



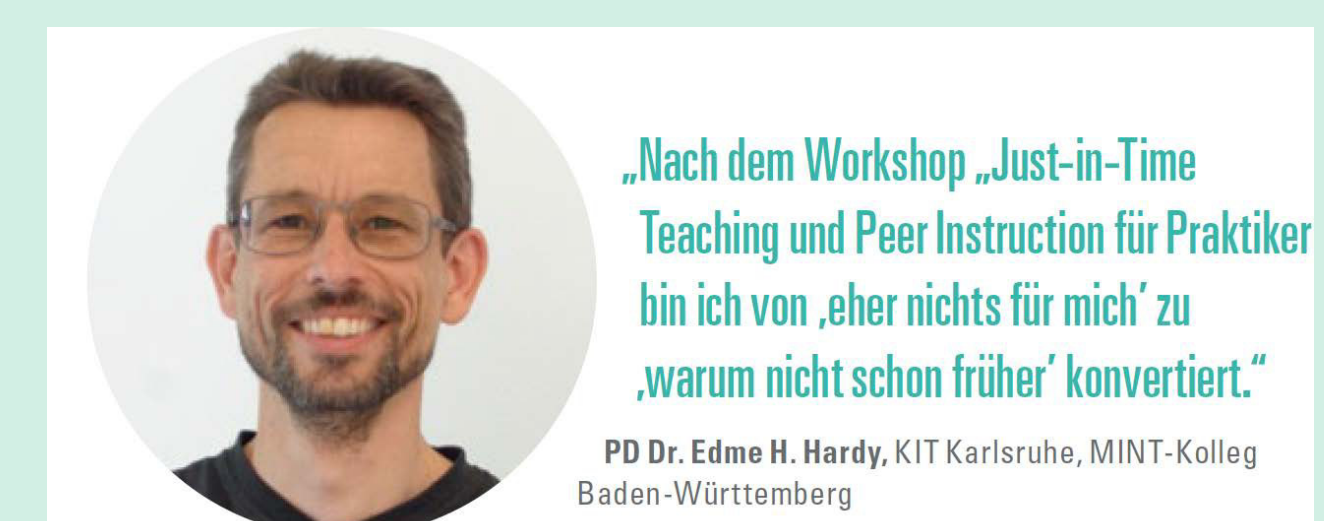
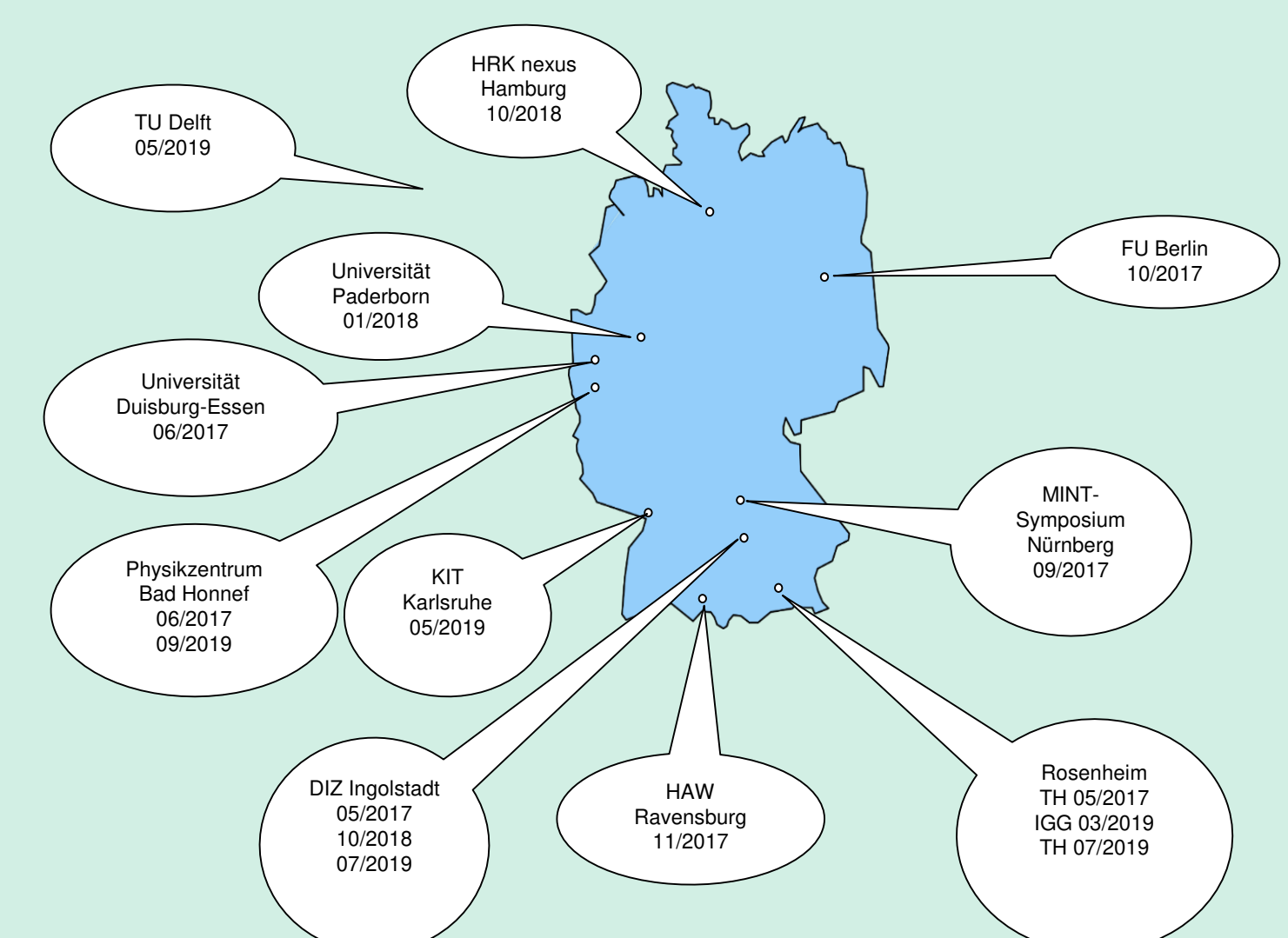
### Wirksamkeit

- Messung der Heterogenität der Studienanfänger und der Wirksamkeit der Lehrmethoden mit dem standardisierten Mechanik-Konzepttests FCI
- Untersuchung der Auswirkung der Lehrmethoden auf die Bestehensquote und das Prüfungsverhalten der Studierenden
- Aufbau und Test eines „Verständnistests für die Wärmelehre in Ingenieursfächern“



### Workshops

- Workshops zu aktivierenden Lehrmethoden in Rosenheim, bayernweit und national an Hochschulen und Universitäten



## Resümee

### Aktivierende Lehrmethoden wirken:

- Erhöhung des Lernzuwachses in der curricularen Lehre
- Verbessertes Konzeptverständnis der Ingenieur-Studierenden in Physik
- Erhöhung der Bestehensquote beim erstmöglichen Prüfungsversuch
- Förderung selbstgesteuerte Lernprozesse
- Förderung der Fähigkeit fachlich zu argumentieren und Probleme vollständig zu durchdenken.
- Studierende bewerten den Einsatz der Methoden durchweg positiv.
- Neben den nachweisbaren Vorteilen macht diese Form der Lehre sowohl den Lernenden als auch den Lehrenden mehr Freude.

### Erfolge des Projekts:

- Auszeichnung als eines von sechs „Good-Practice-Projekten“ im Abschlussbericht „Analyse und Bewertung von Modellansätzen ausgewählter Hochschulen zur Neugestaltung der Studieneingangsphase“ von CHE Consult und bei HRK-nexus (Hochschulrektorenkonferenz)
- Die Ergebnisse wurden u.a. in den Didaktik-Nachrichten des DIZ Bayerns, auf verschiedenen nationalen und internationalen Konferenzen und im Campus-Magazin auf ARDalpha veröffentlicht (siehe auch [www.th-rosenheim.de/pro-aktiv](http://www.th-rosenheim.de/pro-aktiv))
- Das kollegiale Lehrteam wurde mit dem *Ars legendi Fakultätenpreis Physik 2017* des Stifterverbandes und der Deutschen Physikalischen Gesellschaft ausgezeichnet.

## Kontakt

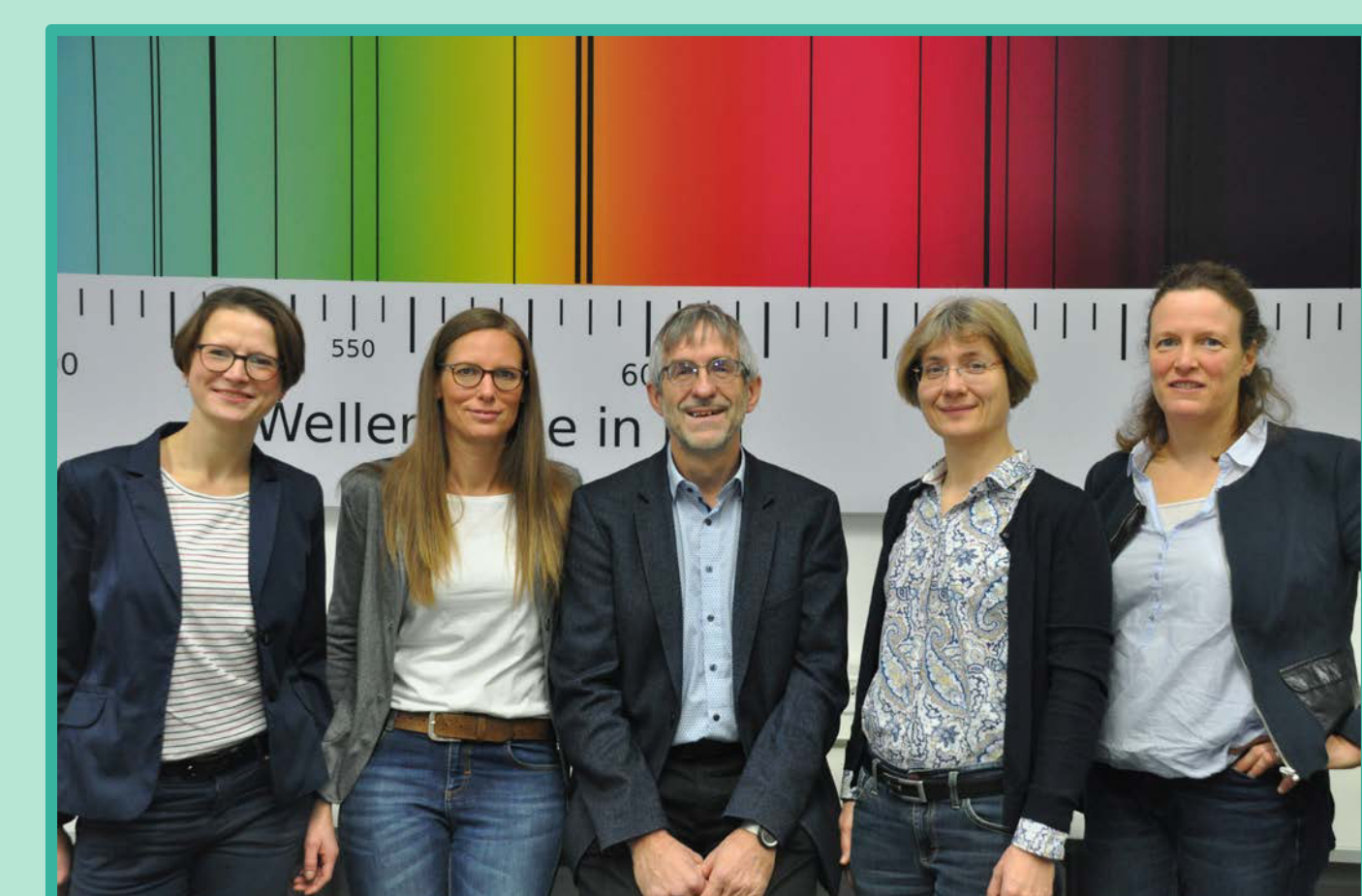
Technische Hochschule Rosenheim  
Fakultät für Angewandte Natur- und Geisteswissenschaften - Physik  
Hochschulstraße 1  
83024 Rosenheim

Telefon +49 (0)8031 805 - 2400

<https://www.th-rosenheim.de/pro-aktiv.html>

email: [pro-aktiv@th-rosenheim.de](mailto:pro-aktiv@th-rosenheim.de)

- Prof. Dr. Claudia Schäfle
- Prof. Dr. Silke Stanzel
- Prof. Dr. Elmar Junker
- Mitarbeiterinnen:  
Michaela Weber  
Dr. Franziska Graupner

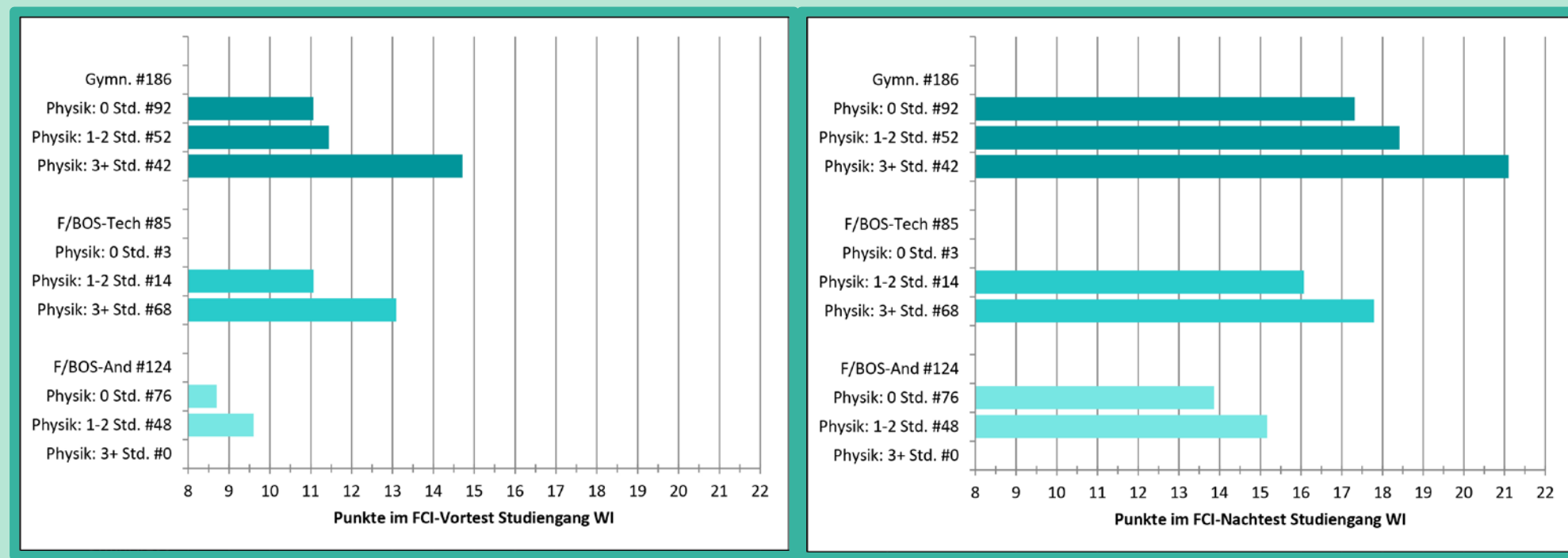


## Heterogenität und Lernerfolg der Studierenden

„Heterogenität bleibt nach einem Jahr erhalten“

Mechanik Konzepttest – Force Concept Inventory (FCI)

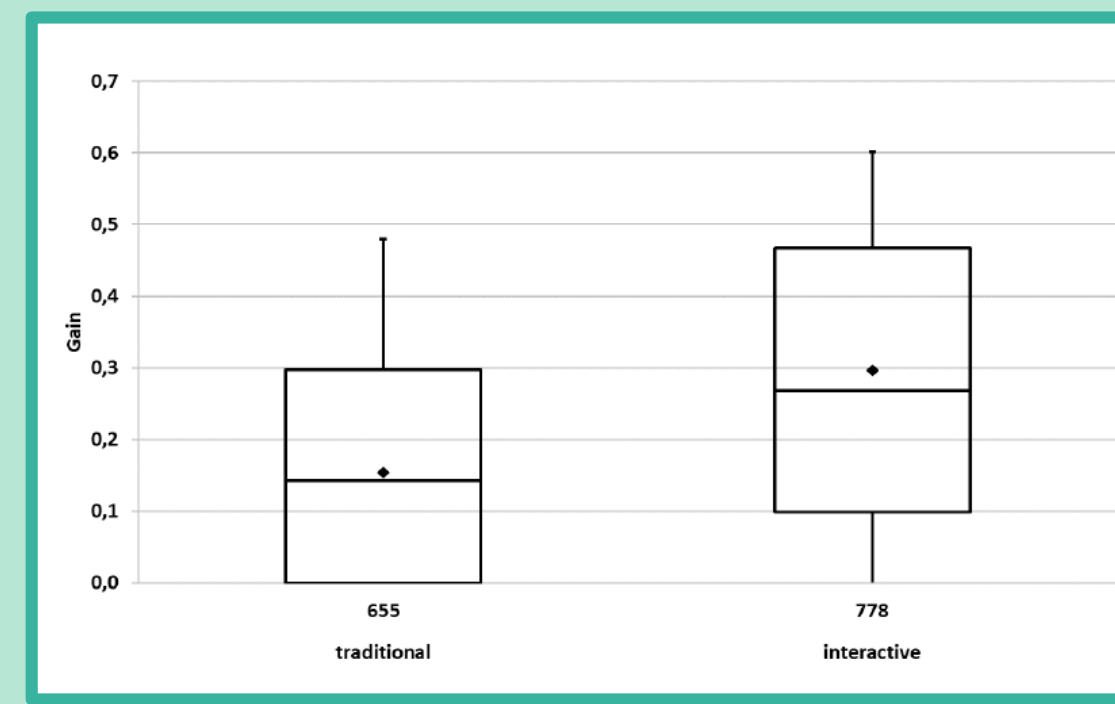
max. 30 Punkte (Multiple Choice) als Vor- und Nachtest



Mittelwert der erreichten Punkte im FCI Vor- und Nachtest (von max. 30) getrennt nach Art der Hochschulzugangsberechtigung und Umfang der Schulstunden in Physik in den letzten zwei Schuljahren im Studiengang Wirtschaftsingenieurwesen (Zeitraum: 6 Jahre von WS 2013/14 bis SS 2019 jeweils durchgängig mit den aktivierenden Lehrmethoden JiTT und PI, gleicher Dozent).

„Fast verdoppelter Lernzuwachs im Konzeptverständnis in Mechanik“

Lernzuwachs (learning gain) im FCI-Test:

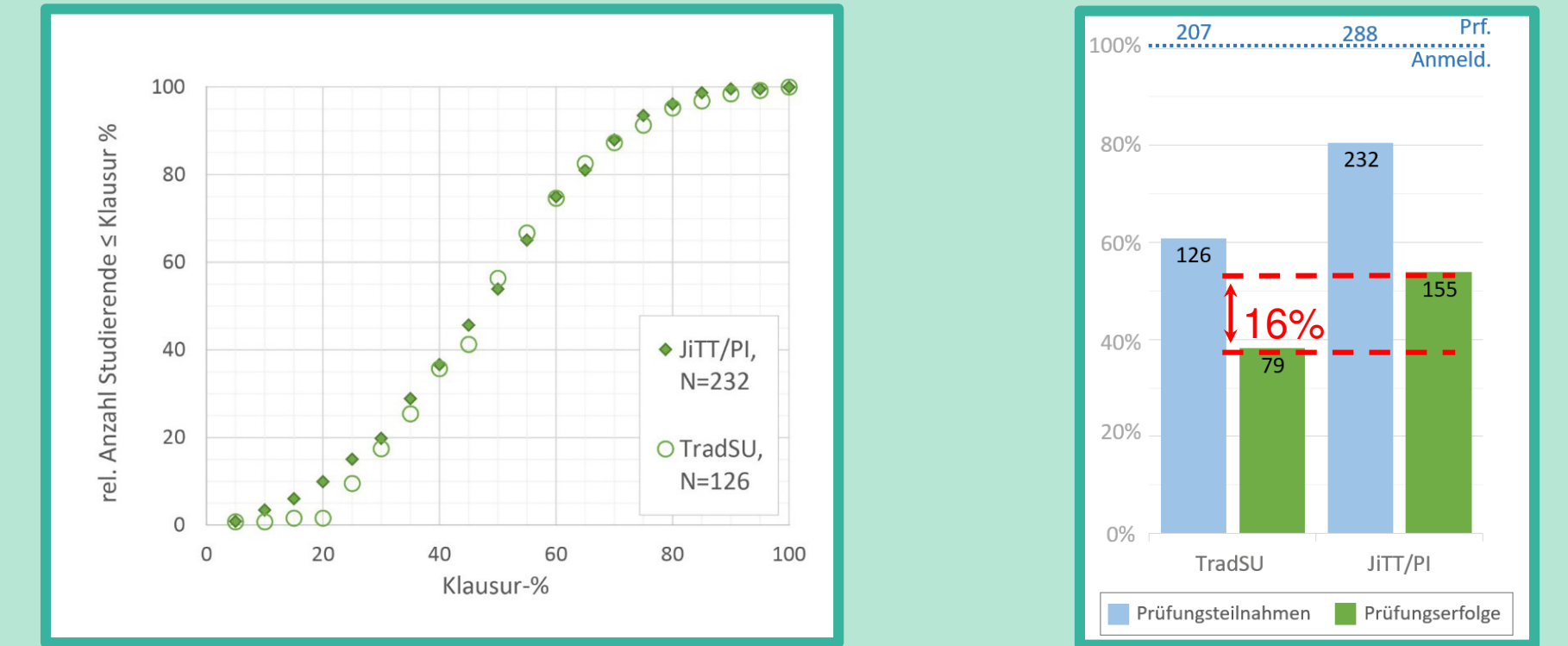


Vergleich des Lernzuwachses (learning gain)

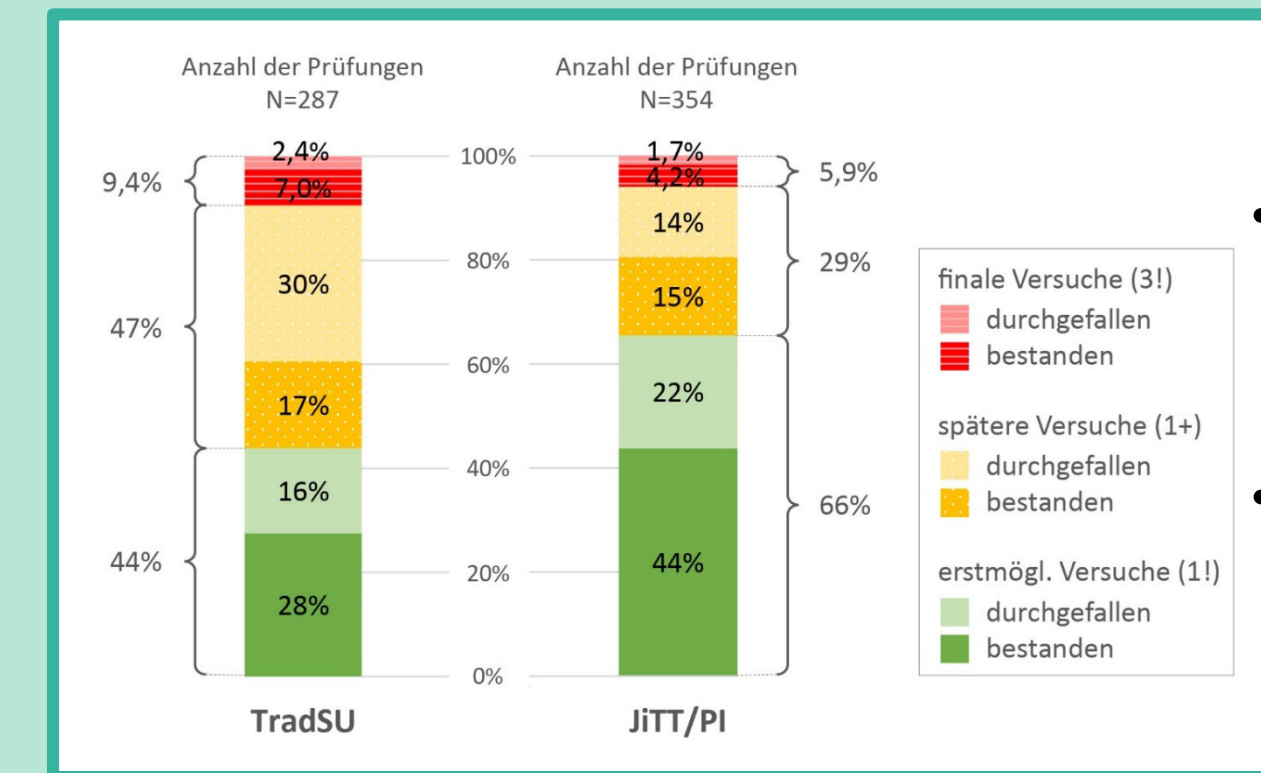
$$g = \frac{\text{erreichter Punktezuwachs}}{\text{max. möglicher Punktezuwachs}}$$

im FCI von traditionellem SU und JiTT/ PI über 6 Jahre in den Ingenieurstudiengängen der TH Rosenheim (verschiedene Studiengänge, verschiedene Dozenten)

„Frühere, erfolgreichere Teilnahme bei Prüfungen“



Studiengang WI, gleicher Dozent, 3 Jahre mit TradSU und Wechsel zu JiTT/ PI (3 Jahre)



signifikanter Anstieg der Prüfungsteilnahmen bei erstmaliger Prüfung

16% mehr Studierende bestehen den erstmaligen Versuch!

## Studentische Befragungen

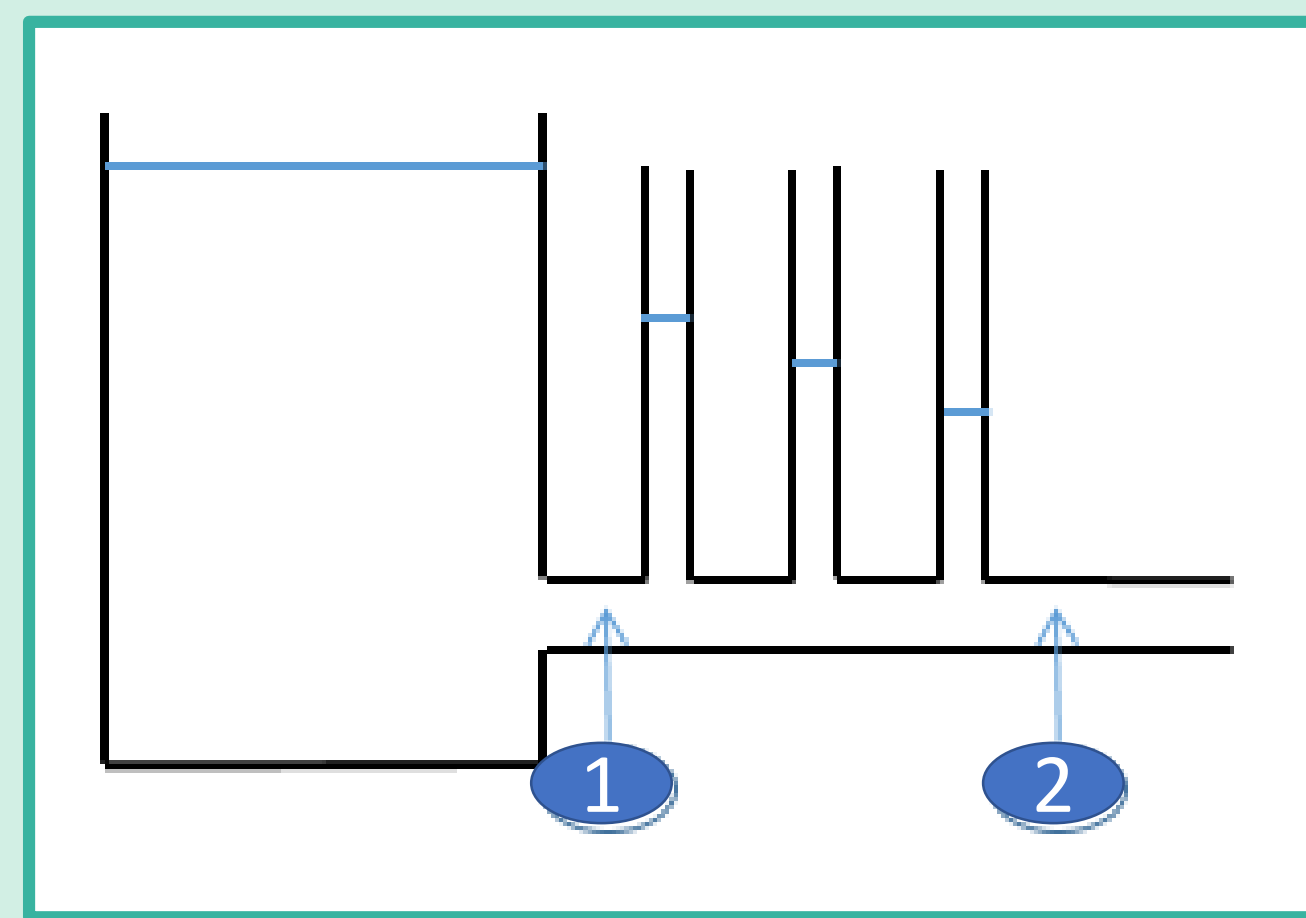
„Bitte geben Sie an, was Sie in Ihrem Lernprozess am meisten unterstützt und begründen Sie warum.“

- Durch die Selbstlerneinheiten und Onlinetests habe ich sehr viel im Bereich „Selbstständiges Arbeiten“ dazugelernt. Inhaltlich wurde auch extrem viel vermittelt, das wäre im Rahmen von reinen Vorlesungen vermutlich nicht möglich gewesen.“
- „JiTTs sind nervig, aber dafür bleibt man am Ball.“
- „Am meisten unterstützen mich die JiTTs, weil diese zum kontinuierlichen Lernen animieren.“
- Die Clicker-Fragen animieren mich, in der Vorlesung über den Stoff nachzudenken. Und helfen, wenn das Thema noch ungeschlüsselt ist.“
- „Die Clicker-Fragen regen zum Reflektieren an und da fällt erst auf, was man zum Beispiel immer verwechselt.“
- „Clicker-Fragen setzen erstaunlich gut an den eigenen fachlichen Defiziten an.“
- „Dass der Anreiz von Zusatzpunkten auch bei Phasen der „Lernlust“ sehr zum Selbststudium anregt.“



## Untersuchung studentischer Vorstellungen in der Strömungsmechanik

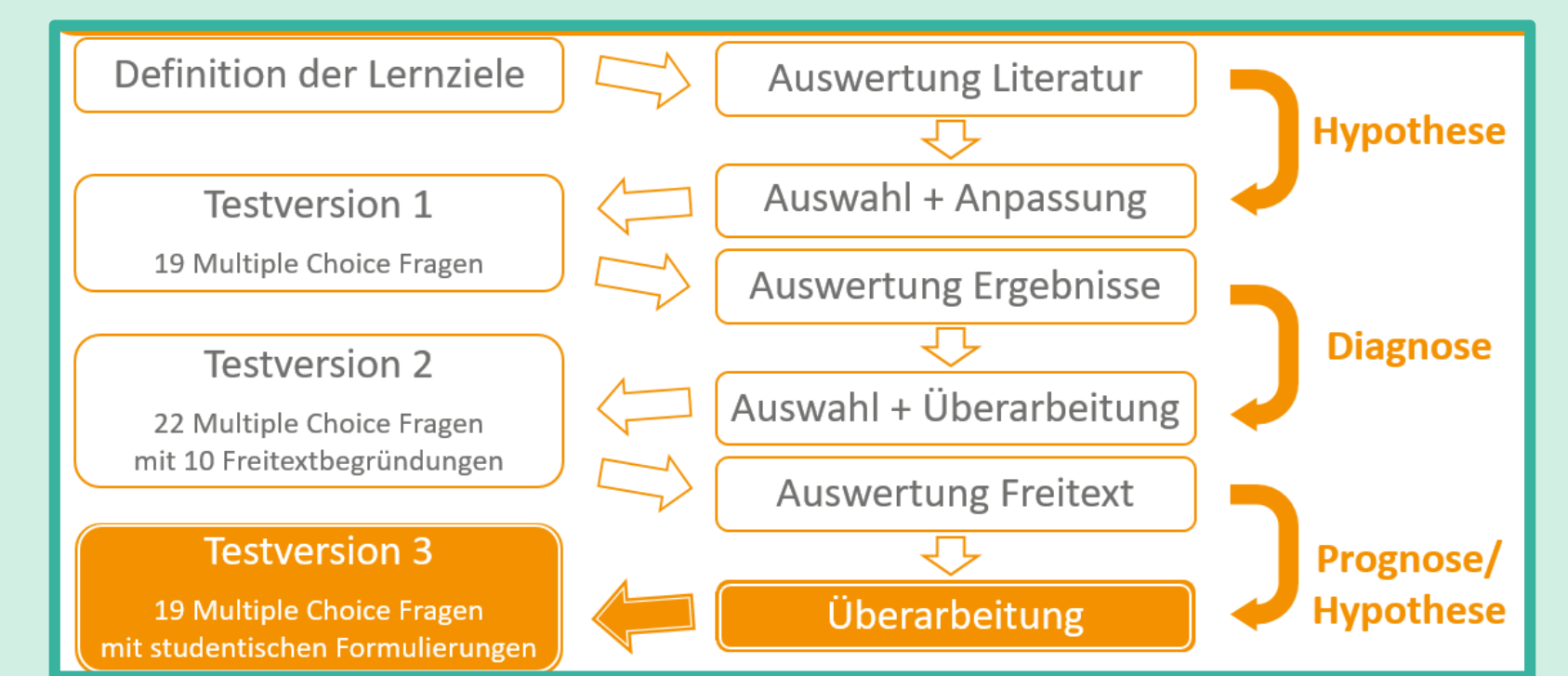
- Fragebogen: Drei Multiple Choice mit Begründung, z.B.:



Student: Die Geschwindigkeit nimmt zwischen Position 1 und 2 zu, denn „In den wassergefüllten Rohren sehen wir, dass der statische Druck innerhalb des Rohres geringer wird, deshalb muss der dynamische Druck (da kein Gefälle vorherrscht) größer geworden sein.“

- Identifikation von jeweils 4-6 Begründungsmustern
- Entwicklung eines Tutorials zur Kontinuitätsgleichung
- Wirksamkeitsmessung: Vor- und Nachtest

## Aufbau und Entwicklung eines Verständnistests für die Thermodynamik



2) Wärme lässt sich am besten beschreiben als...

- das, was ein Thermometer misst.
- Reibung der Moleküle untereinander.
- eine Energie, die fließt/strömt.
- eine Energie, die in einem Körper gespeichert ist.
- Ursache, dass sich etwas warm anfühlt.
- die Abwesenheit von Kälte.

Bitte erklären Sie Ihre Antwort kurz

Wärme ist ein sich änderndes Status und deshalb Energie die sich ändert

Bitte erklären Sie Ihre Antwort kurz

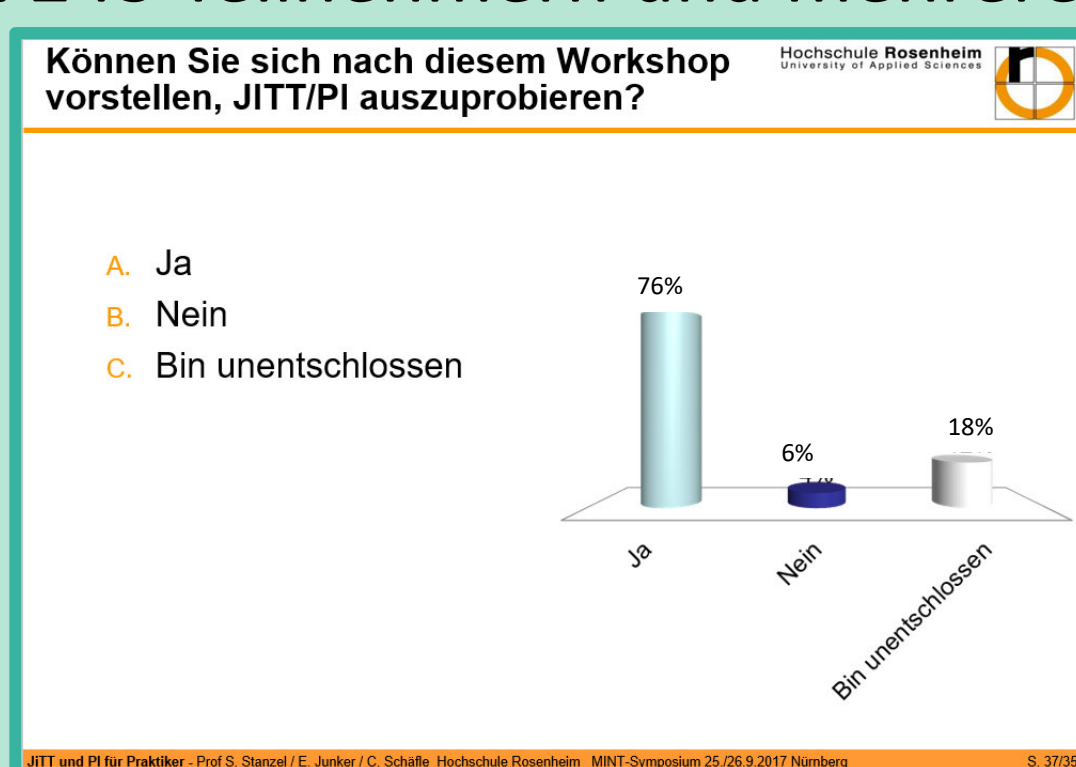
Wärme = gespeicherte Energie

- Aktuell: dritte Iteration des Tests

## Verbreitung der Lehrmethoden

### Feedback zu den Workshops

10 Workshops „JiTT und PI für Praktiker“ mit insgesamt 243 Teilnehmern und mehrere Vorträge



Typisches Ergebnis (30 TN, MINT-Symposium Nürnberg)

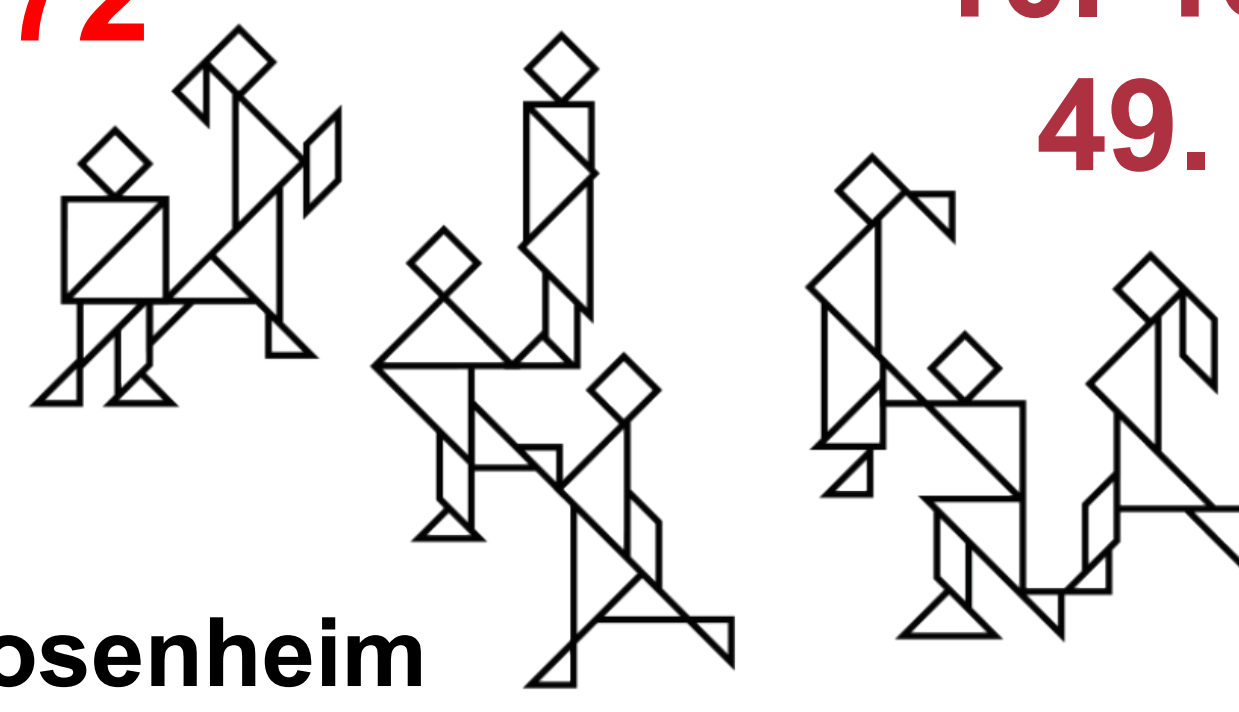
- Clicker-Fragen setzen erstaunlich gut an den eigenen fachlichen Defiziten an.“
- „Tolle Ermutigung, sich an die Umstellung der Lehre heranzuwagen.“
- „Der Nachmittag war sehr effizient organisiert, hat mir in der Planung meiner weiteren Veranstaltungen viele Impulse gegeben.“
- „Die Methode wurde sehr klar, weil sie nicht nur erklärt, sondern gleich umgesetzt wurde.“

- „Erfahrungen und Tipps aus der Praxis“
- „Sternstunde der Didaktik“ (TH Nürnberg)
- Gut fand ich:
  - „: Hilfestellung für die eigene Umsetzung“
  - „: Hochschuldidaktisch sehr vorbildlich“
- „innovative Projekte im Bereich der Lehre...habe ich mich von Eurer Veröffentlichung in der DiNa inspirieren lassen.“ (TH Deggendorf)
- „...ich habe heute zum ersten Mal die "Clicker" und Peer Instruction angewendet, allein aufgrund Ihres tollen Kurses!“ (FU Berlin)
- „Ich habe vor, Ideen Ihres Workshops auch im Fach Mathematik (schrittweise) umzusetzen.“ (KIT Karlsruhe)
- „Wir haben aktuell 2 Lehrende die Jitt angewandt haben...die Hochschuldidaktik [ist] nun etwas präsenter in den Köpfen...“ (HS Ravensburg-Weingarten)

## Publikationen und Konferenzbeiträge

- C. Schäfle, E. Junker, S. Stanzel, M. Zimmermann „Aktivierung in heterogenen Gruppen: Was MINT-Lehre bewirken kann“ DINA 06/2017 <https://www.diz-bayern.de/publikationen/DiNaHochschuldidaktik-MINT>
- C. Schäfle C. Kautz Student Reasoning in Fluid Dynamics, Poster PERC-Conference 2018, Washington DC, 2018.
- C. Schäfle, E. Junker, S. Stanzel, Impact of Teaching Method on Heterogeneity, Poster AAPT Conference Washington DC, 2018.
- C. Schäfle, C. Kautz: Students reasoning in fluid dynamics: Bernoulli's principle vs. the continuity equation, PTEE Proceedings Delft, 2019.
- S.Stanzel, C. Schäfle, E. Junker Impact of interactive teaching methods on heterogeneity, PTEE Proceedings Delft, 2019.
- E. Junker: Astronomy the Trojan horse to teach physics invisibly, Poster, PERC Provo UT, USA, 2019.
- E. Junker, C. Schäfle, S. Stanzel, M. Weber und F. Graupner Transforming Traditional Lecturing Physics to Interactive Teaching, AAPT, Provo, UT, 2019.
- F. Graupner, E. Junker und S. Stanzel Einfluss aktivierender Lehrmethoden auf die Prüfungsperformance in Physik Proceedings 4. Symposium in MINT-Fächern, Nürnberg 2019.
- C. Schäfle und C. Kautz; Entwicklung forschungsbasierter Lehrmaterialien an einem Beispiel aus der Strömungsmechanik; Vortrag MINT-Symposium Nürnberg 2019.
- S. Stanzel, F. Graupner und C. Schäfle; Auf dem Weg zu einem Konz 2019epttest für die Wärmelehre für Ingenieurstudiengänge, Vortrag, MINT-Symposium.

# Einfluss aktivierender Lehrmethoden auf das Prüfungsverhalten im Fach Physik



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

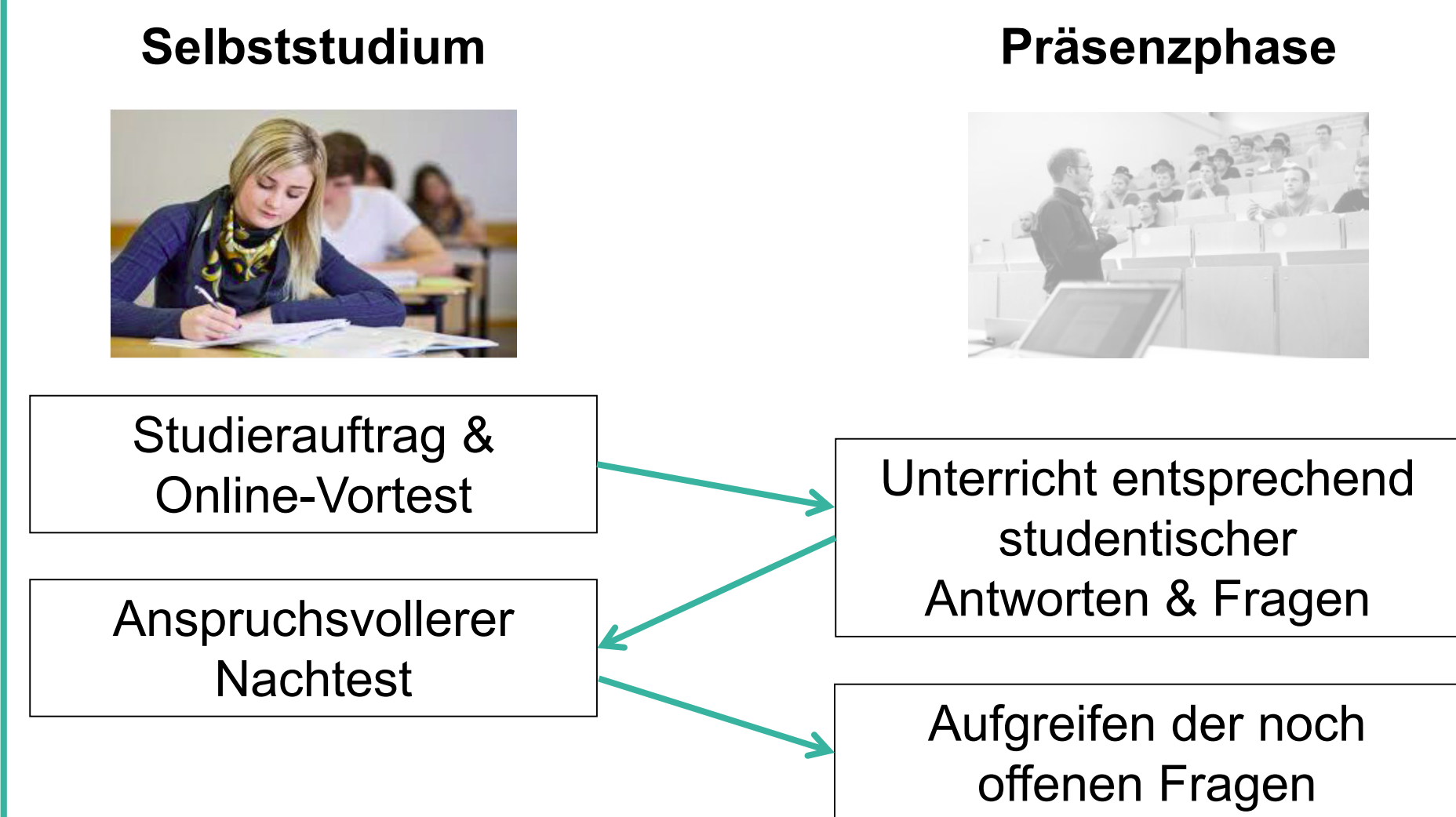
## Lehre an der TH Rosenheim

### Aktivierende Lehrmethoden



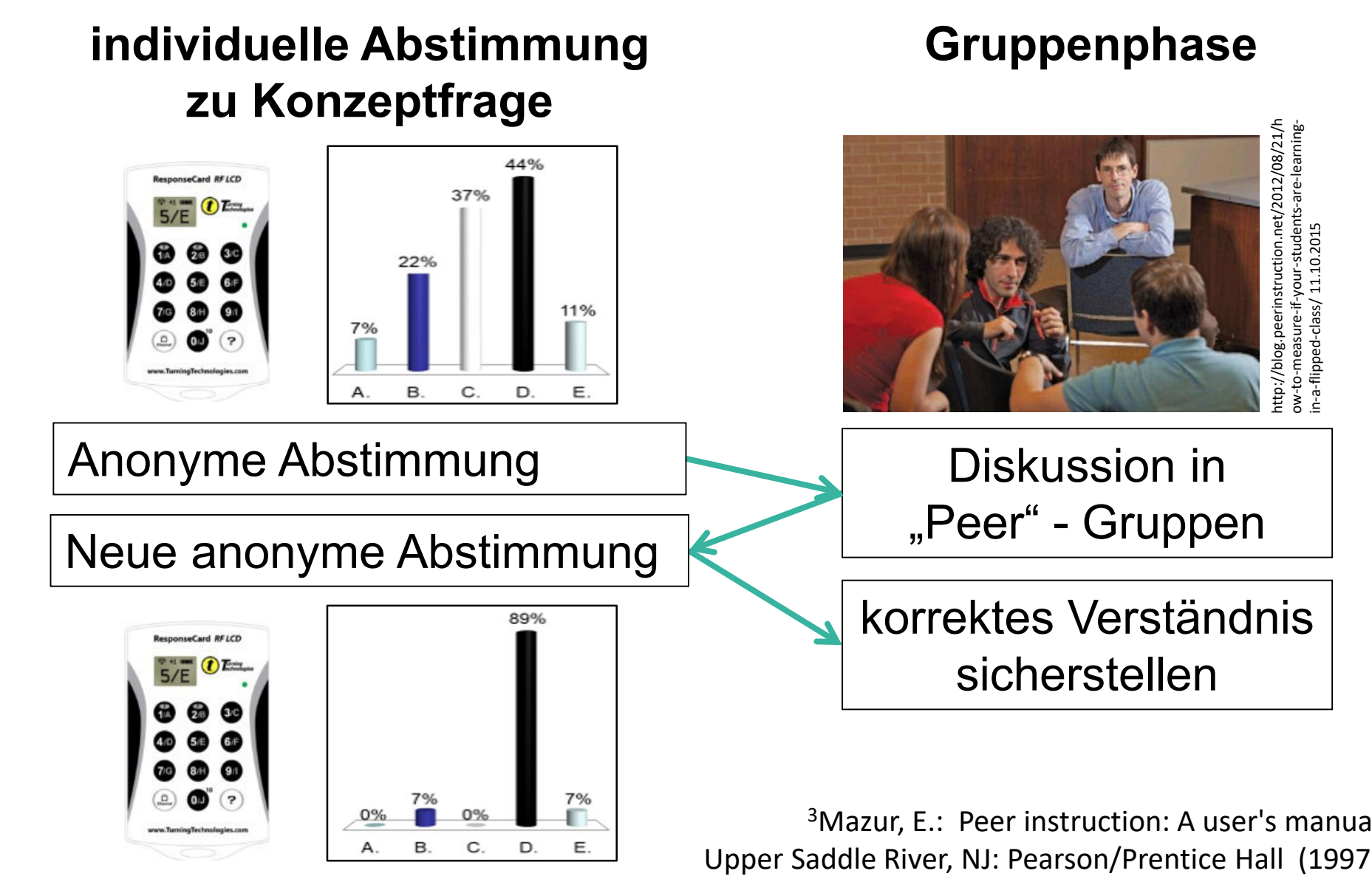
### Verbessertes Konzeptverständnis

#### Just-In-Time-Teaching (JiTT)<sup>1,2</sup>



<sup>1</sup>Novak, G. et al.: Just-In-Time Teaching. Addison-Wesley (1999). <sup>2</sup>Mazur E. Farewell, lecture? Science (2009).

#### Peer Instruction (PI)<sup>3</sup>



<sup>3</sup>Mazur, E.: Peer instruction: A user's manual. Upper Saddle River, NJ: Pearson/Prentice Hall (1997).



• Anstieg Lernzuwachs von 0,17 auf 0,31 durch aktivierende Methoden hochsignifikant ( $p = 10^{-12}$ )

Untersuchung der TH Rosenheim in 8 Studiengänge mit 1734 Studierenden (10/2013-07/2019)

Paper zur Studie



Lernzuwachs anhand FCI<sup>\*</sup> Vor-/Nachtest

$$\text{gain} = \frac{\text{erreichter Punktezugewinn}}{\text{max. mögl Punktezugewinn}}$$

\*Force Concept Inventory

Analog: Meta-Studie von Hake in USA: Hake, R. R. American Journal of Physics, 66 (1), 64-74 (1998).

Limitation:

FCI deckt nur einen Teil der Lernziele ab

## Aktuelle Studie → Prüfungsverhalten – Aktivierende Lehre vs. Traditioneller Seminarunterricht

Paper aktuelle Studie



### Kategorisierung erbrachte Prüfungsleistungen

#### (1!) Versuch: Prüfungsversuch zum erstmöglichen Termin

- Prüfungsversuch direkt anschließend an LV (Ende 2. Semester)
- jeweils 3 Prüfungsperioden in Zeiträumen TradSU und JiTT/PI

#### (1+) Versuch: spätere Prüfungsversuche

- geschobene Erstversuche, (geschobene) 2. Versuche
- jeweils 6 Prüfungsperioden in Zeiträumen TradSU und JiTT/PI

#### (3!) Versuch: Finale Prüfungsversuche

- abgelegte Drittversuche (bei Misserfolg Beendigung des Studiums)
- jeweils 6 Prüfungsperioden in Zeiträumen TradSU und JiTT/PI

### Statistische Methode

- Ein- & Zweiseitige Zwei-Proportionen Z-Tests mit Yates Korrektur

### LV: Grundlagen der Physik für Wirtschaftsingenieure 2003-2018

#### stabile Rahmenbedingungen

- gleicher Dozent, gleicher Umfang (8 SWS), gleiche Fachinhalte (Mechanik, Fluide, Thermodynamik, Praktikum)

#### Umstellung der Lehrform

- 2003/04-2005/06: Traditionell seminaristischer Unterricht (TradSU)
- 2008/09-2013/14: Übergangszeit (nicht untersucht)
- 2014/15-2016/17: Aktivierende Lehre mittels JiTT/PI

#### Mögliche weitere Einflussfaktoren

- weitere Wechsel innerhalb des Umstellungszeitraums: Diplom- → Bachelorstudiengang, Prüfungsdauer 120 → 90 min, Freiwillige Prüfungsanmeldung → Pflichtanmeldung
- pers. Entwicklung des Dozenten, andere Studierendengeneration
- Klausur wandelt sich entsprechend Lehrstil (Zunahme Konzeptfragen)

Limitation: gelebte Lehre → KEINE Kontrollgruppe

Limitation:

Dataming in HS-Realität → KEINE Kontrolle des Setups

IHR Input, bitte ...

... zum Umgang mit diesen Limitationen

IHR Input, bitte ...

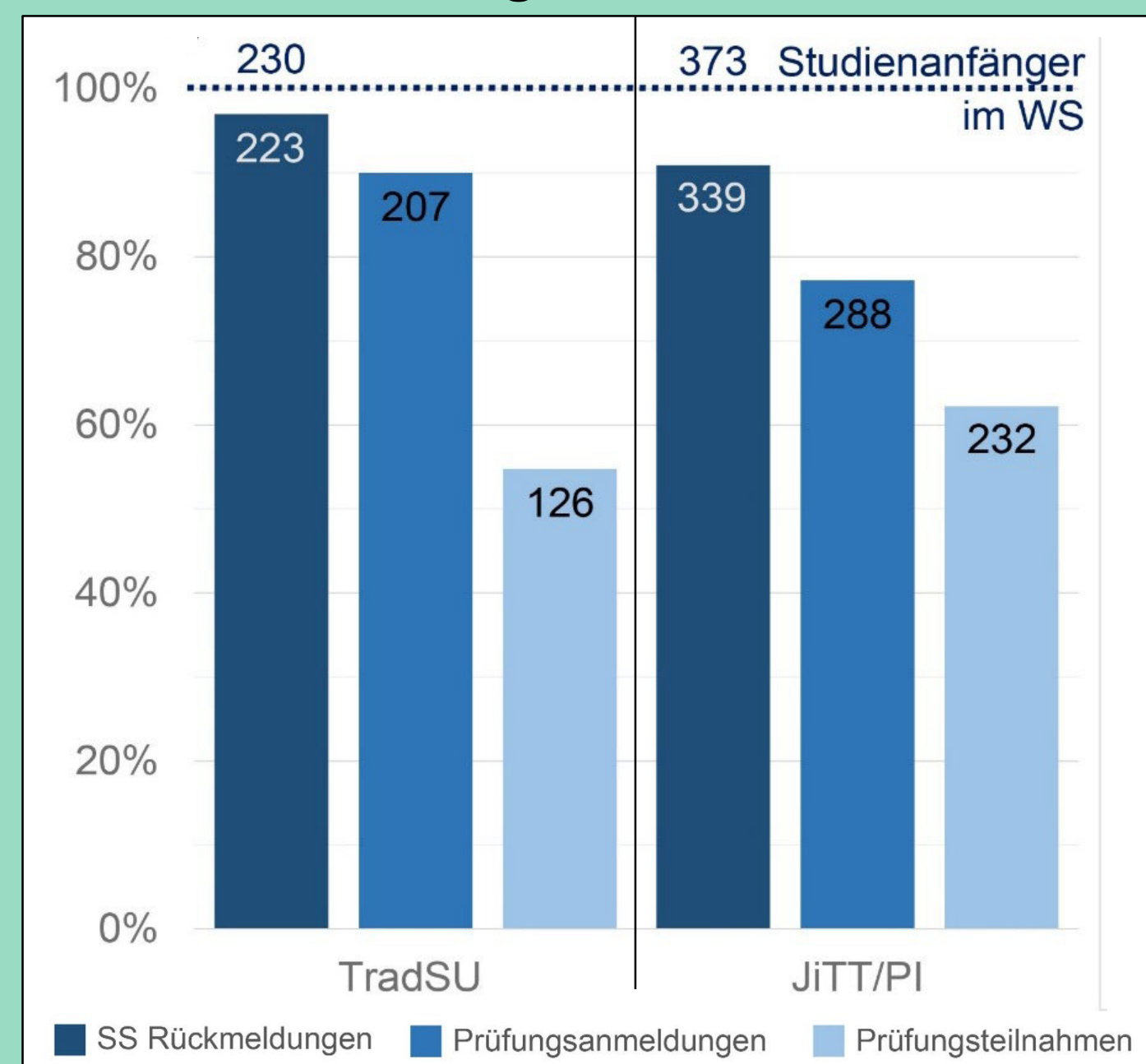
... zur weiteren Verbesserung unserer Lehrkonzepte

IHR Input, bitte ...

Was sind Indizien/Kriterien erfolgreicher Lehre?  
Wie können wir evidenzbasiert die Auswirkungen der Lehrform einschätzen?

## Ergebnisse bzgl. der Prüfung zum erstmöglichen Termin

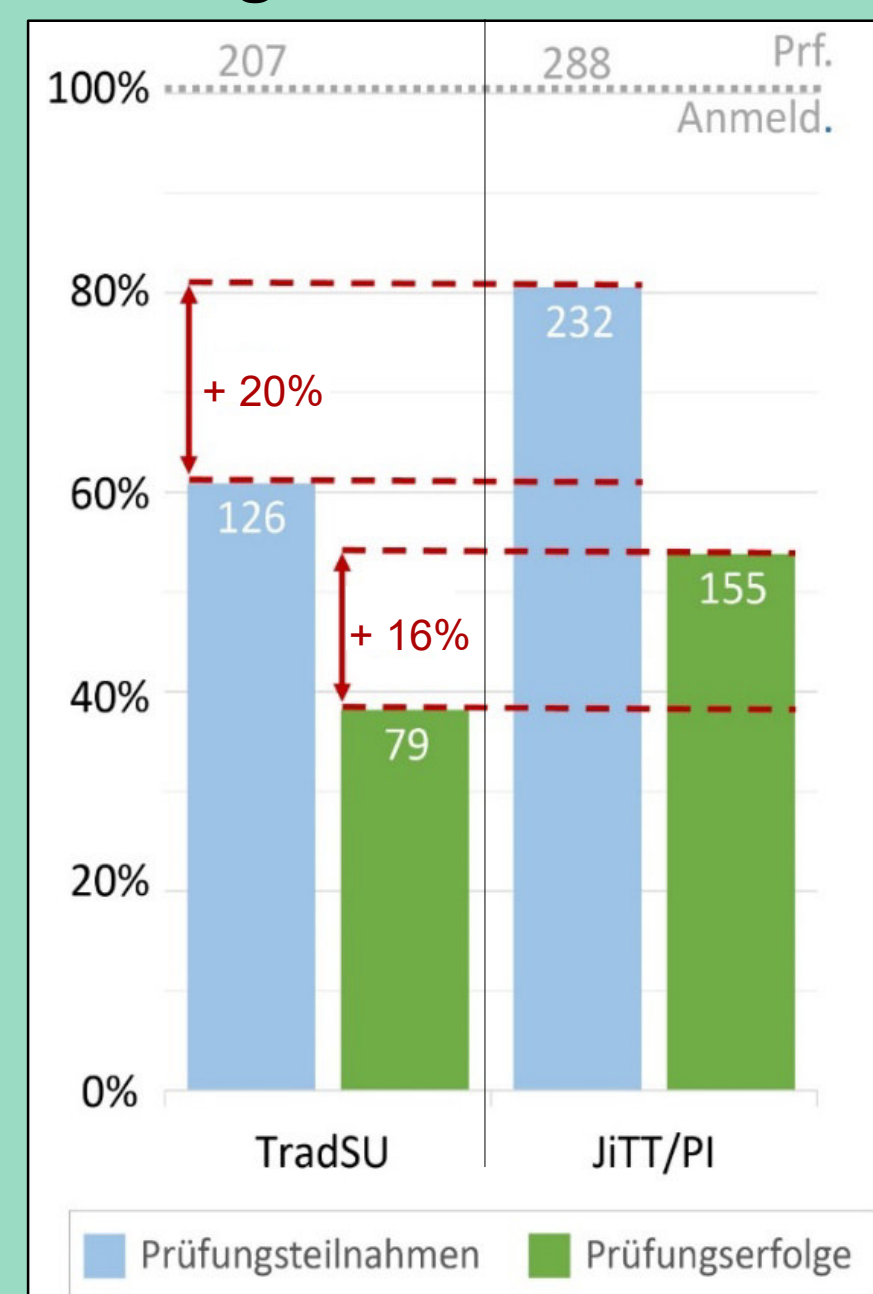
### Schwund & Prüfungsteilnahme



#### JiTT/PI Studienanfänger

- höher Schwund im ersten Studienjahr
- Anstieg der Prüfungsteilnahme im (1!) Versuch

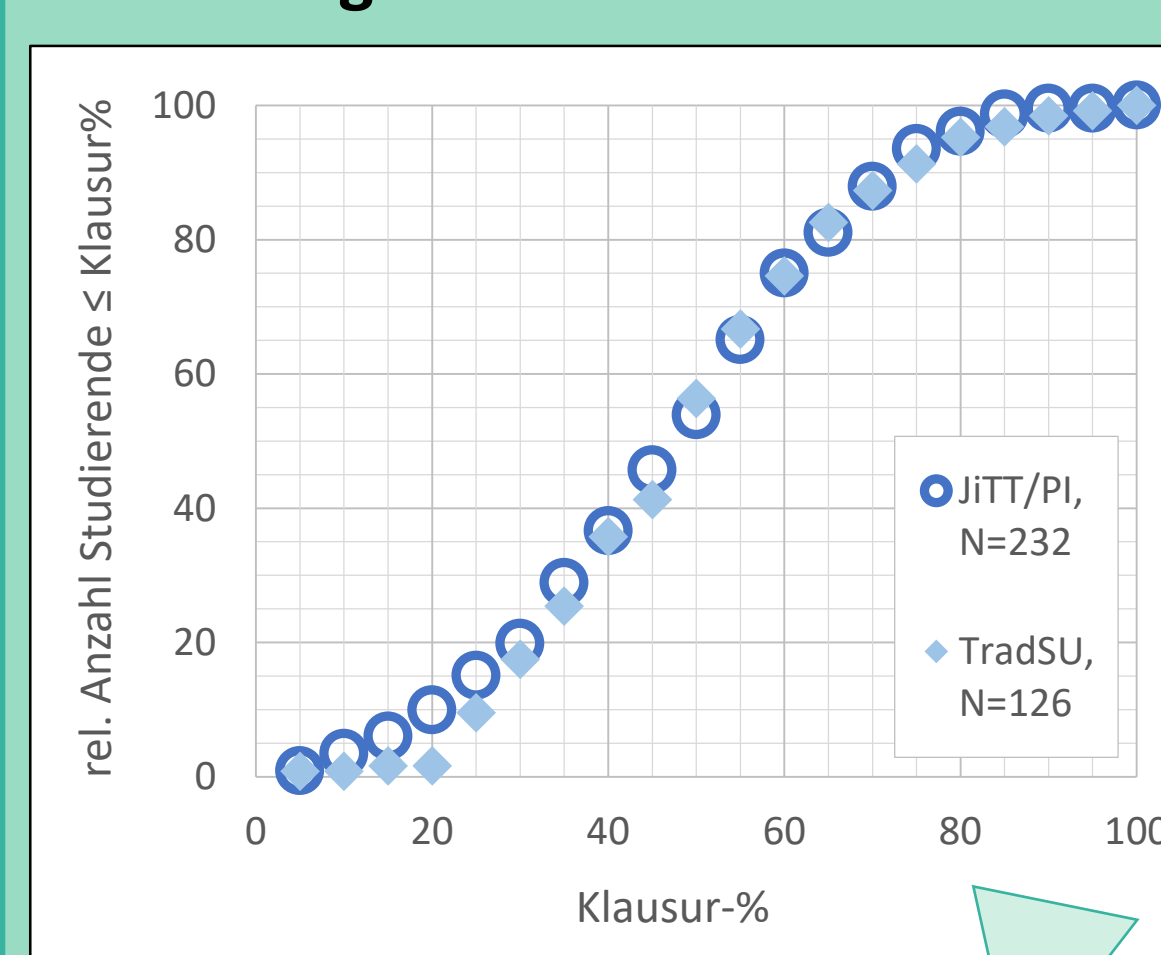
### Prüfungsteilnahme & -erfolg



#### JiTT/PI Studienanfänger

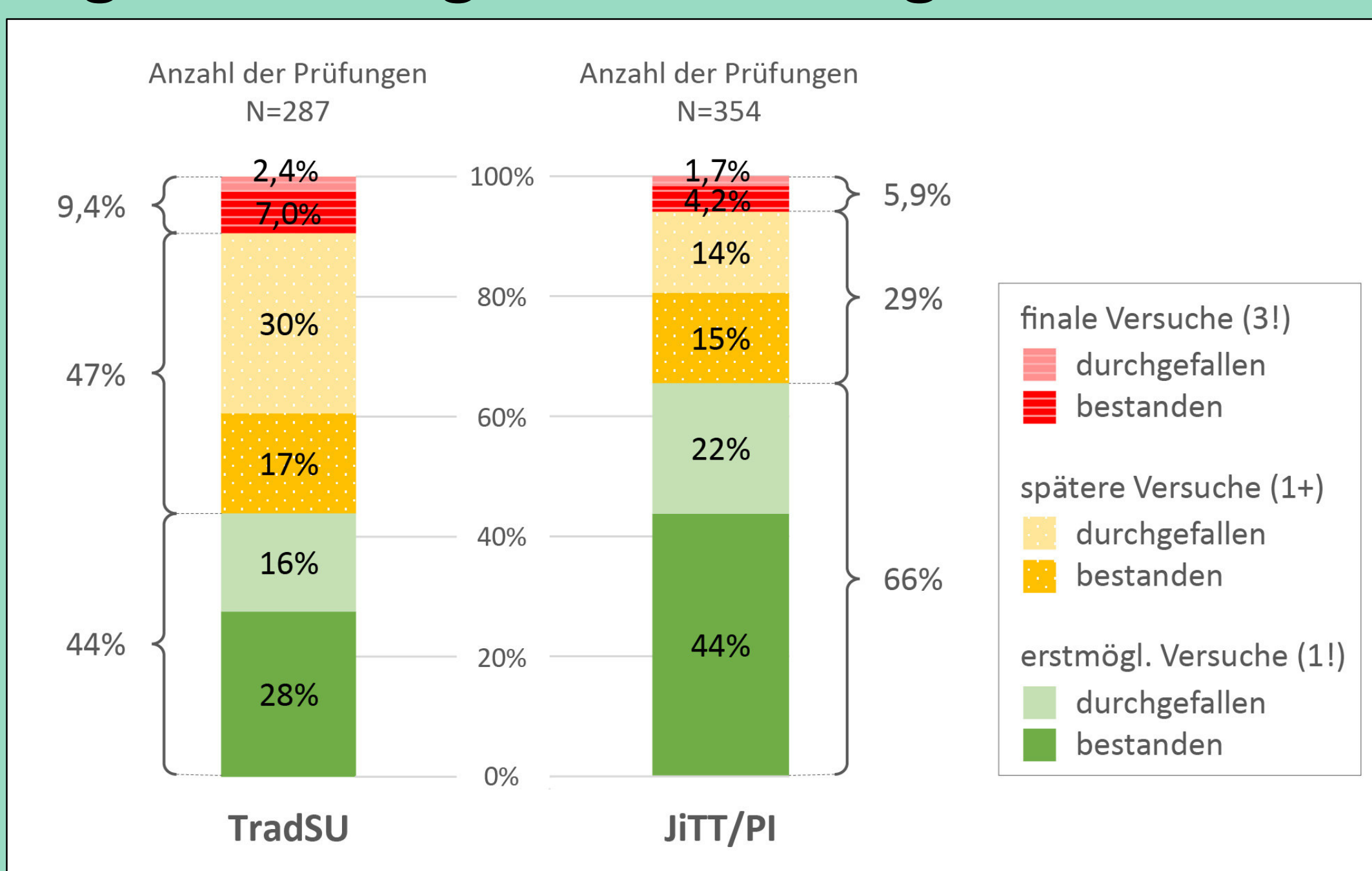
- 20 % mehr Prüfungsteilnahmen ( $p = 1,1 \cdot 10^{-6}$ )
- 16% höhere Erfolgsquote bez. auf Anmeldungen ( $p = 4,0 \cdot 10^{-4}$ )
- 7,2% höhere Erfolgsquote bez. auf Studienanfänger ( $p = 4,67 \cdot 10^{-2}$ )

### Klausurergebnisse



bei gleichem Klausurergebnis

## Ergebnisse bzgl. aller Prüfungsversuche



#### JiTT/PI Versuche (1!)

- mehr<sup>1</sup> Teilnahmen am Erstversuch (1!) bei gleicher Bestehensquote

#### JiTT/PI Versuche (1+)

- weniger<sup>2</sup> spätere Versuche mit höherer<sup>3</sup> Erfolgsquote (TradSU 36% vs. JiTT/PI 52%)

#### JiTT/PI Versuche (3!)

- weniger<sup>4</sup> finale Versuche (TradSU 9,4% vs. JiTT/PI 5,9%)

<sup>1</sup>  $p = 1,139 \cdot 10^{-6}$  bezogen auf Prüfungsanmeldungen;

$p = 0,04311$  bezogen auf Studienanfänger im Wintersemester

<sup>2</sup>  $p = 1,567 \cdot 10^{-6}$  bezogen auf Gesamtheit der Prüfungsversuche

<sup>3</sup>  $p = 0,002388$  Prüfungserfolge bezogen auf Prüfungsteilnehmer

<sup>4</sup> kleine Absolutzahlen von 20-30 Prüfungsteilnehmern

## Fazit → positive Verschiebung für alle Arten von Prüfungsversuchen während JiTT/PI

- Prozentual mehr Studierende legen Physikprüfung auf Anhieb erfolgreich ab.
- Insgesamt im Verlauf des Studiums frühere erfolgreiche Teilnahme an der Physikprüfung.

### Kontakt

Technische Hochschule Rosenheim  
Fakultät für Angewandte Natur- und Geisteswissenschaften - Physik  
Hochschulstraße 1  
83024 Rosenheim

Telefon +49 (0)8031 805 - 2400

https://www.pro-aktiv.de  
email: pro-aktiv@th-rosenheim.de

Pro-Aktiv - Website



von rechts

- Prof. Dr. Claudia Schäfle
- Prof. Dr. Silke Stanzel
- Prof. Dr. Elmar Junker
- Michaela Weber
- Dr. Franziska Graupner

