

# Flipped Classroom in Grundlagen-Vorlesungen: Konzeptueller Lernzuwachs in der Service-Lehre Physik



TECHNISCHE  
UNIVERSITÄT  
DARMSTADT

Joachim Enders – Fachbereich Physik, Institut für Kernphysik  
enders@ikp.tu-darmstadt.de, Tel. 23560, Fax. 23305, S2|14/308

## Motivation

Vorlesungen für Studierende mit Nebenfach Physik:

- Biologie, Bauingenieurwesen, Chemie/Material- und Geowissenschaft, ETiT, Maschinenbau

### Herausforderung Vorkenntnisse

- heterogenes Profil der Vorkenntnisse
- unterschiedliches Lerntempo
- Lösungsansatz: Individualisierung der Lernwege

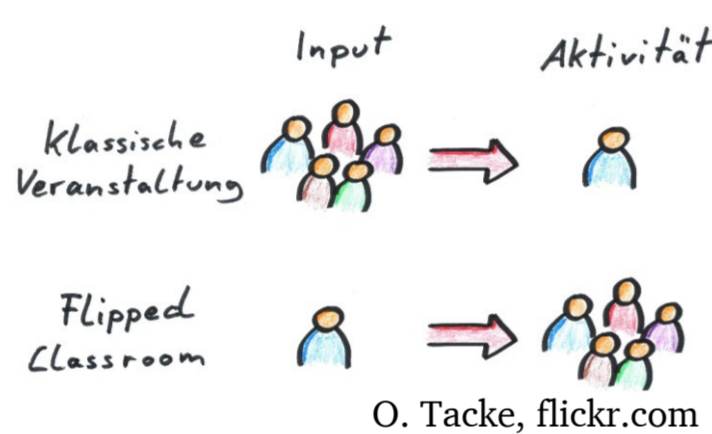


### Herausforderung Nebenfach

- begrenzte Motivation/begrenztes Interesse: Pflicht-Nebenfach
- Passivität: Stoff wird „konsumiert“
- Lösungsansatz: adressatenspezifische Präsenzlehre

### Herausforderung Stofffülle

- die ganze Physik in 2 (oder 4, maximal 6) SWS
- keine Zeit für Aufgaben, Beispiele, Reflexion, Fachbezug
- Lösungsansatz: Zeit gewinnen durch vorgelagertes Selbststudium



### Flipped Classroom

- Studierende erarbeiten Inhalte vorher zu Hause
- Materialien strukturieren Selbstlernprozess
- Video und Skript transportieren „Expertenmeinung“
- „Vorlesung“ wird zur Präsenzveranstaltung: lernendenzentriertere Struktur
- Studierendenmeinung macht Lernprozess/Lernschwierigkeiten transparent
- nachhaltigeres Konzeptverstehen in Physik durch aktivierende Lehr-/Lernformen

## Umsetzung des flipped classroom

Bisheriger Einsatz

- WiSe 2014/2015 und WiSe 2015/2016  
Physik für ET I (Mechanik): V2+Ü1  
80 Teilnehmende, ca. 250 Anmeldungen
- SoSe 2015 und SoSe 2016  
Physik für ET II (Thermodynamik, Elektrodynamik, Optik, Atomphysik): V2+Ü1  
80 Teilnehmende, ca. 250 Anmeldungen
- WiSe 2016/2017  
Physik für den Maschinenbau (Elektrodynamik, Optik, Atomphysik, Kernphysik): V2+Ü1  
80 Teilnehmende, ca. 400 Anmeldungen

26.01.2016: Gedämpfte und erzwungene Schwingungen  
02.02.2016: Wellen

### Vorbereitungsphase

- Moodle-Kurs (Wochen-Format)
- Aufbereitete Lehr-Videos ersetzen sukz. Vorlesungsaufzeichnungen
- schriftliche Lehr-/Lernmaterialien:
  - Einführungsbeispiel
  - strukturiertes Skript
  - Verständnisfragen u. Aufgaben
- Feedback-Tool in Moodle
  - Fragen zum Stoff



### Präsenzphase

- Arbeitsblatt mit „einfacher“ Aufgabe für Kontrolle und Feedback zum Lernfortschritt
- Integration von Fragen von Studierenden in Präsenzphase
- Aufgreifen von Verständnisfragen und Aufgaben, z.T. aus Arbeitsmaterialien
- Quizfragen zu Inhalten (Farbkärtchen, künftig PINGO)
- Konzeptuelle Tutoriums-Einheiten (seit WiSe 2015/16, 7x pro Semester)
  - in Anlehnung an: McDermott, Shaffer: Tutorials in Introductory Physics
  - Partner-/Kleingruppenarbeit
  - betreut durch Tutoren (ca. 20-30 Studierende pro Tutor)

## Lernzuwachs-Messung

### Werkzeuge

- Magnetismus: Lorentzkraft und Induktion  
CSEM (conceptual survey of electricity and magnetism)  
D. P. Maloney et al., Am. J. Phys. 69, S12 (2001)  
4/32 Items + ein Item mit einfachster Rechenaufgabe

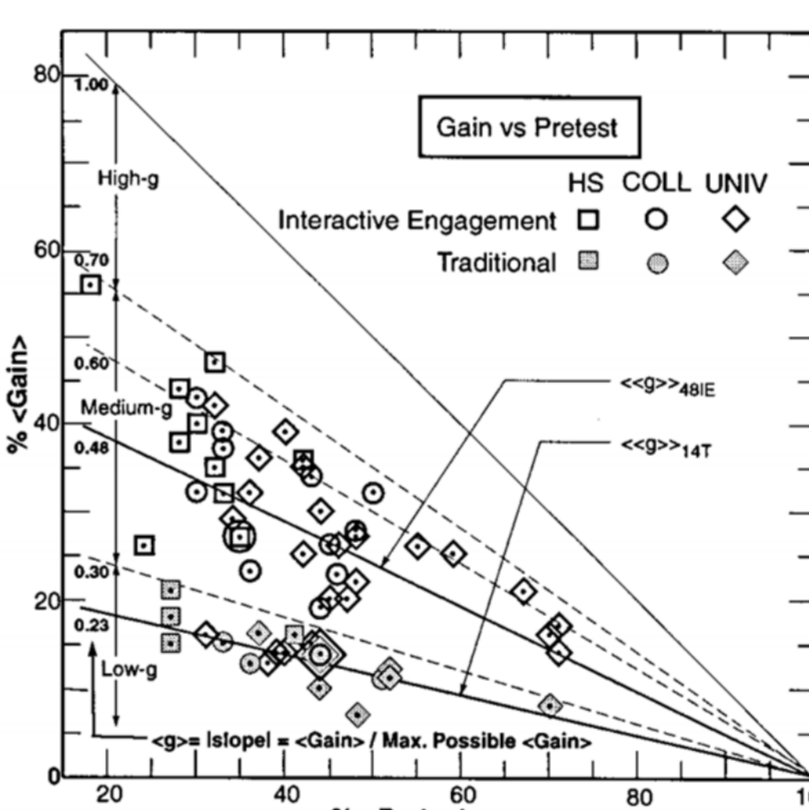
Veranst.	Sem.	Vorlesung	Übung	N
Phys. ET II	SoSe 15	invertiert	konv. Präsenz + Haus	44
Phys. Ch II	SoSe 15	konventionell	konv. Präsenz + Haus	22
Phys. BI	SoSe 15	konventionell	Präs. + Haus, LaG-Tut.	76
Phys. MB	WiSe15/16	konv. + Quiz	konzept. Präsenz + Haus	93
Phys. ET II	SoSe 16	invert., mit Tutoren	konv. Präsenz + Haus	37

- Mechanik: Stöße, Newton'sche Axiome, Rotation starrer Körper  
FCI (force concept inventory) 5/29 Items  
D. Hestenes et al., The Physics Teacher 30, 141 (1992)
- RRMCS (rotat. and rolling motion concept survey) 3/30 Items  
L. G. Rimoldini, C. Singh, PR-PER 1, 010102 (2005)

Veranstaltung	Semester	Vorlesung	Übung	N
Phys. ET I	WiSe15/16	Invert., mit Tutoren	konv. Haus	47
Phys. Ch I	WiSe15/16	konventionell	konv. Präsenz + Haus	26

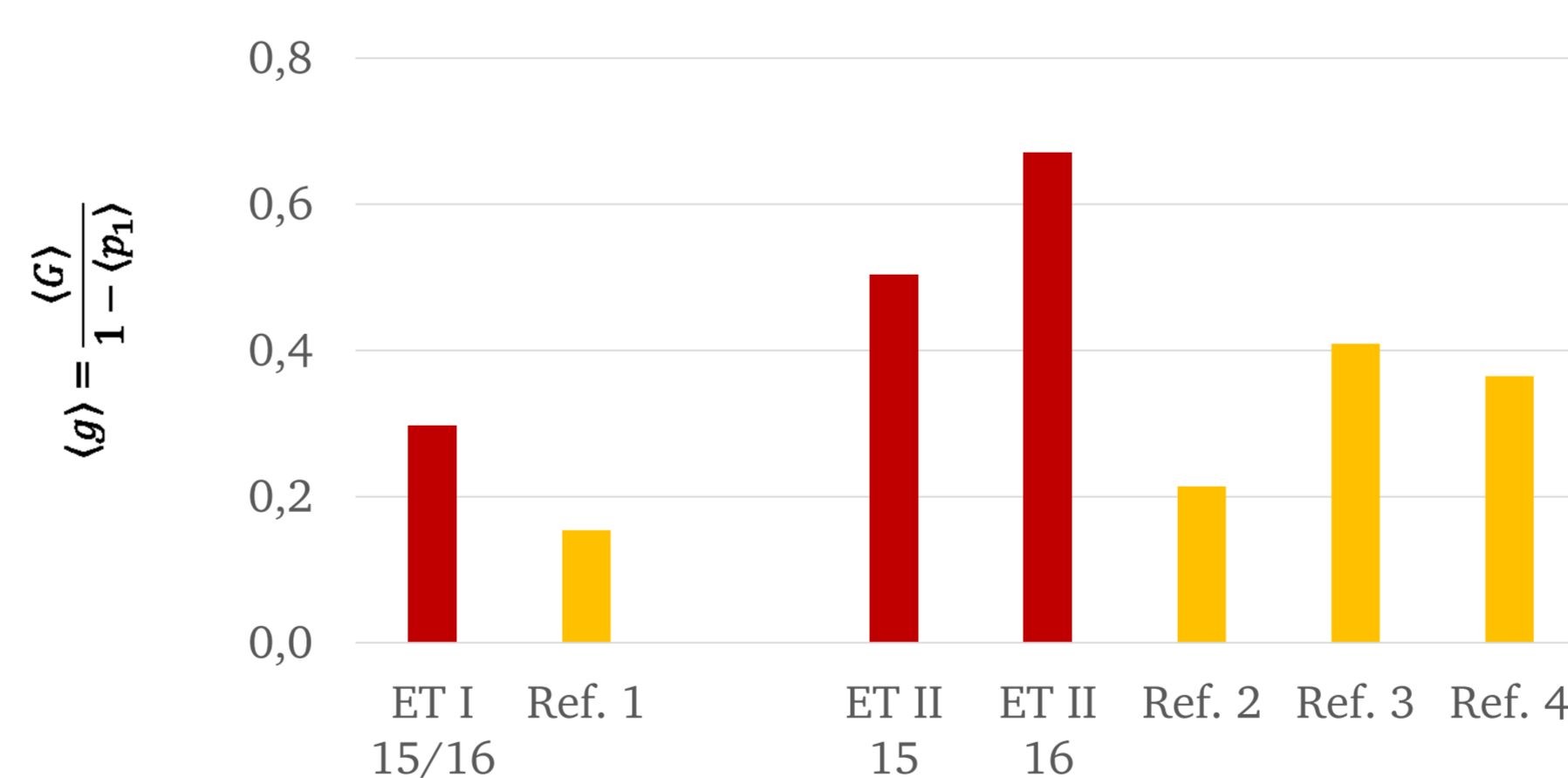
### Relativer Lernzuwachs

- Pre-/Posttest:  $\langle p_1 \rangle, \langle p_2 \rangle$
- Multiple-choice single-answer
- Absoluter Lernzuwachs  
 $G = \langle p_2 \rangle - \langle p_1 \rangle$
- Relativer Lernzuwachs  
 $g = \frac{G}{1 - \langle p_1 \rangle}$
- Hake (1998):  
Aktivierende Lehr-/Lernformen steigern konzeptuelles Verstehen (Werte bezogen auf FCI)



R. R. Hake, Am. J. Phys. 66, 64 (1998)

### Ergebnisse



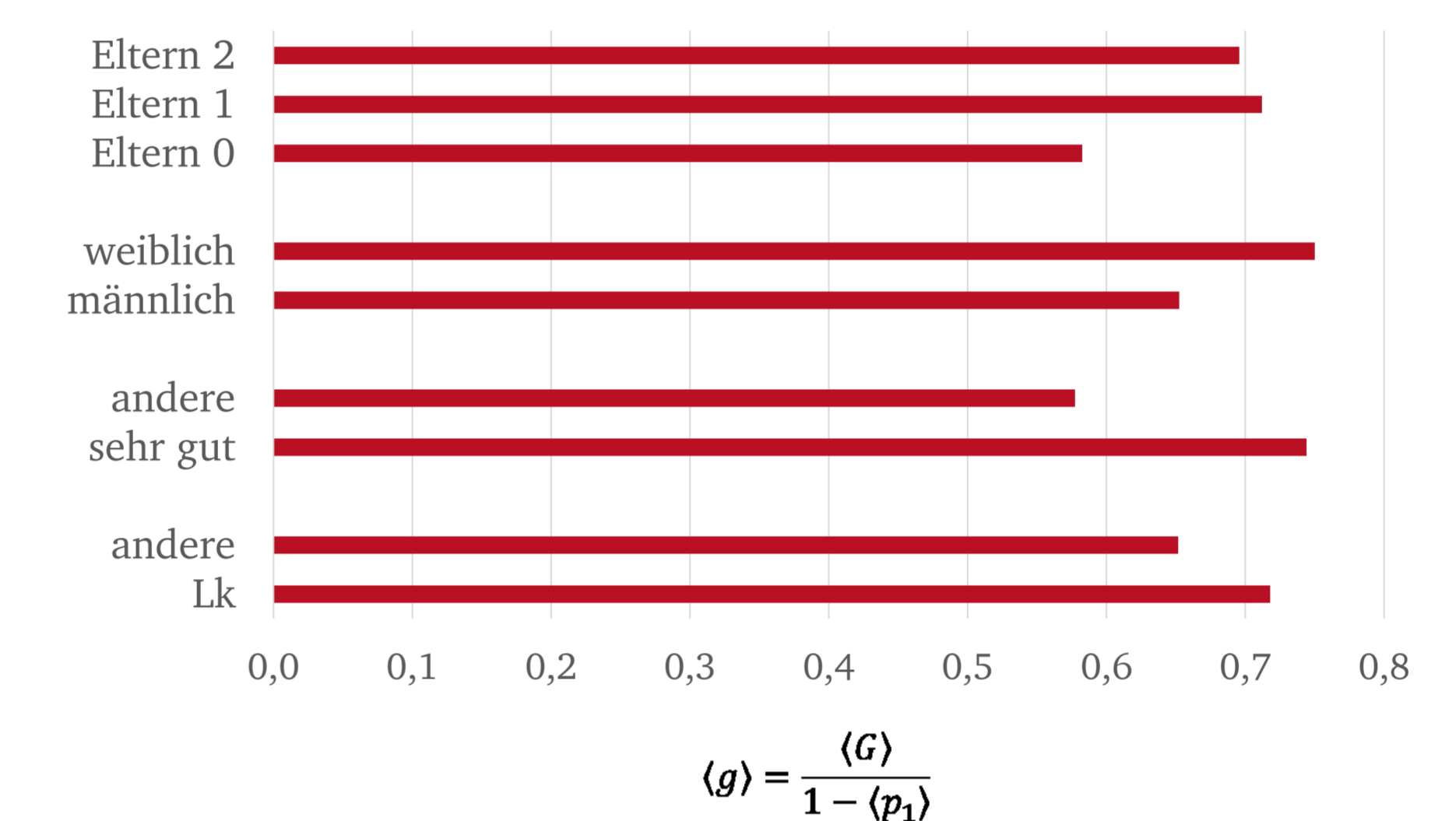
- Höherer Lernzuwachs bzgl. konzeptueller Verständnisfragen im flipped classroom im Vergleich zu konventionellen Vorlesungen
- Einsatz von Tutorinnen/Tutoren steigert Konzeptverständnis
- 40%-50% der Studierenden bereiten sich kaum oder gar nicht auf die Präsenzphase vor:
  - Präsenzphase (z.B. durch Tutor/-innen, Verständnisfragen mit peer instruction und Aufgaben) auch ohne Vorbereitung wirksam!?
- Systematische Schwierigkeiten (siehe rechts) z.T. erheblich, daher zz. noch keine Betrachtung der statistischen Signifikanz
- Referenzveranstaltungen sind Service-Veranstaltungen, die von anderen Lehrenden gehalten wurden, z.T. für andere Zielgruppen

## Literatur

- Bergmann, J.; Sams, A. (2012): Flip your classroom. Reach every student in every class every day. Eugene, Oregon: ISTE.
- Bishop, J. L.; Verleger, M. A. (2013): 120th ASEE Annual Conference & Exposition, Atlanta, GA (2013).
- Enders, J. (2015): PhyDid B, Didaktik der Physik, Beiträge zur DPG-Frühjahrstagung, 1 (2015).
- Enders, J. (2016): PhyDid B, Didaktik der Physik, Beiträge zur DPG-Frühjahrstagung, 1 (2016).
- Fagen, A. P.; Crouch, C. H.; Mazur, E. (2002): Phys. Teach. 40, 206-209.
- Hake, R. R. (1998): Am. J. Phys. 66, 64-74.
- McDaniel, M., et al. (2016): Phys. Rev. Phys. Educ. Res. 12, 020141.

## Lernzuwachs nach Studierendengruppen

bezogen auf Kohorte Physik für ET II, Sommersemester 2016



$$g = \frac{G}{1 - \langle p_1 \rangle}$$

### Das flipped classroom model...

- ... nützt eher Studierenden aus Akademiker-Familien („Eltern 2“ = beide Elternteile haben studiert)
- ... nützt eher Studierenden mit sehr guten Vornoten aus der Schule („sehr gut“ vs. „andere“)
- ... Unterschiede männlich/weiblich nicht signifikant

## Systematische Schwierigkeiten

- Unterschiedliche Zielgruppen: Motivation, Vorkenntnisse, Fachkultur, ...
- Unterschiedliche Lehrende
- Schwankung der Studierendenpopulation nach Fach und Vorkenntnissen
- Abnahme der Teilnehmer/innenzahlen: Unterschiedliche Vorkenntnisse  
Preaching to the choir
- Nur ein Teil der Studierenden bereitet sich auf flipped classroom vor
- Auswahl weniger Items aus CSEM, FCI und RRMCS evtl. nicht breit genug, nicht validiert
- Keine vollständige Abgabe der Fragebögen
- Keine vollständig eigenständige Bearbeitung der Fragebögen
- Teaching to the test?  
Verständnisfragen in Vorlesung und Tests
- Verbesserung des Konzeptverständnisses zu Lasten der mathematischen Fertigkeiten?  
Vgl. M. McDaniel et al., PR-PER 12, 020141 (2016)
- Was sind Ziel und Zweck der Service-Lehre Physik?

## Ausblick

- Statistische Signifikanz der Ergebnisse
- Ausweitung auf Hauptfach-Studierende in Physik
- Vergleich einer Zielgruppe mit gleicher Lehrperson: invertiert vs. konventionell
  - Konzeptuelle und mathematische Problemlösungsfähigkeiten vergleichen
- Wirksamkeit der Vorbereitungsphase
- Ausführlichere, validierte Versionen der concept inventories
- Ist der flipped classroom wirksam bei denen, die nicht an der Präsenzphase teilnehmen?
  - Welche Rolle spielen die Lehrmaterialien?
- Was sind Ziel und Zweck der Service-Lehre Physik?
  - Befragung von Studierenden und Lehrenden

## Danke

- R. Heber (Datenanalyse)
- T. Galatyuk, P. von Neumann-Cosel, W. Nörtershäuser, M. Roth für Referenz-Daten
- dQSL-Kommission des Fachbereichs Physik
- den studierenden Versuchskamminchen
- viele hilfreichen Diskussionen