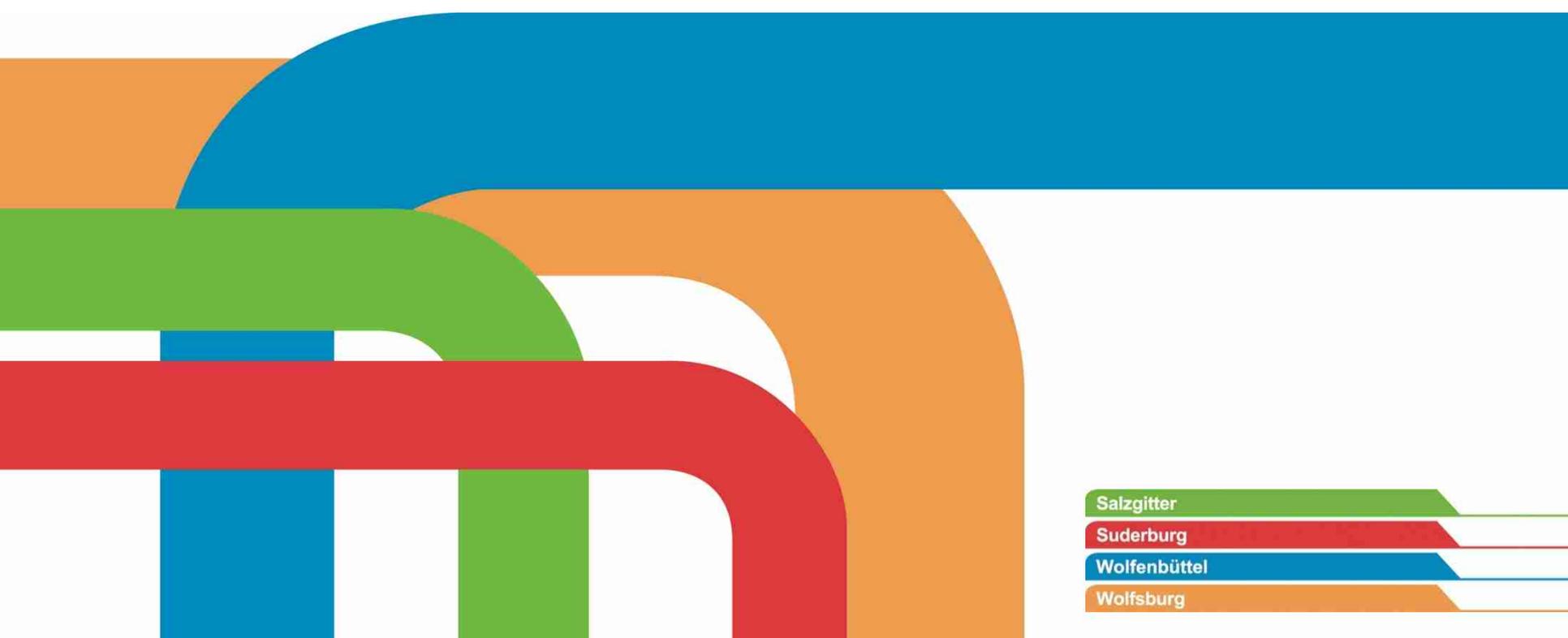




„Warum verstehen die Studierenden das immer noch nicht?“

Bekenntnisse eines Hochschullehrers



Salzgitter

Suderburg

Wolfenbüttel

Wolfsburg



Übungen zur Physik WS 2002/2003
Blatt 1

Fachhochschule Braunschweig/Wolfenbüttel
Prof. Dr. P. Riegler

- 1) Warum kommt es bei einem Fahrzeugstrom von etwa 3000 Fahrzeugen/Stunde auf der Autobahn zum Zusammenbruch des Verkehrs?

Anleitung zur Lösung:

- Ermitteln Sie einen mathematischen Ausdruck für den Fahrzeugstrom N in Abhängigkeit von der Geschwindigkeit v .
- Ermitteln Sie einen mathematischen Ausdruck für den Mindestabstand A zweier Fahrzeuge in Abhängigkeit von der Geschwindigkeit v .
- Diskutieren Sie den qualitativen Verlauf der Größen $N(v)$ und $A(v)$ in Abhängigkeit von v .

Beantworten Sie auch die folgenden Fragen:

- Für welche Geschwindigkeit v hat $N(v)$ einen Extremwert?
- Wie groß ist N bei dieser Geschwindigkeit?
- Wie groß ist A bei dieser Geschwindigkeit?

Nehmen Sie bei quantitativen Berechnungen für die auftretenden Größen plausible Werte an.

- 2) Ein Zug kann mit einer Beschleunigung $a_1 = 0,2\text{ms}^{-2}$ beschleunigt und mit einer Beschleunigung $a_2 = -1,0\text{ms}^{-2}$ gebremst werden.
- Bestimmen Sie die minimale Fahrzeit zwischen zwei Haltepunkten, die 2,0km auseinander liegen. Welche Geschwindigkeit erreicht der Zug dabei maximal?
 - Welche Minimalzeit ergibt sich, wenn die Geschwindigkeit $v_{\max} = 80\text{kmh}^{-1}$ nicht überschritten werden darf?



Übungen zur Physik SS 2003
Blatt 1

Fachhochschule Braunschweig/Wolfenbüttel
Prof. Dr. P. Riegler

Aufgabe 1 (n-3)

Geben Sie die Größenordnung der folgenden Zahlen an: a) 6700, b) $8.730 \cdot 10^2$, c) 0.00087, d) $250 \cdot 10^8$

Aufgabe 2 (n-4)

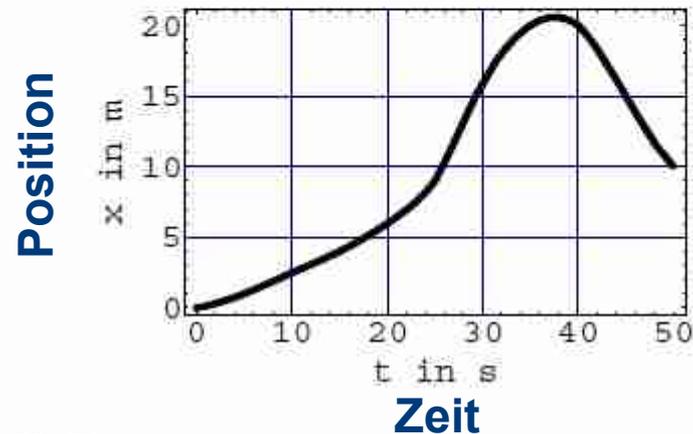
Multiplizieren Sie die Länge $2.079 \cdot 10^2 \text{ m}$ mit $0.072 \cdot 10^{-1}$.

Aufgabe 3 (f-5)

Wie oft schlägt ein menschliches Herz in der Lebenszeit eines Menschen?

Aufgabe 4 (mk-19)

Stellen Sie die in der Abbildung gezeigte Bewegung nach (durch Laufen oder Fingerbewegung).



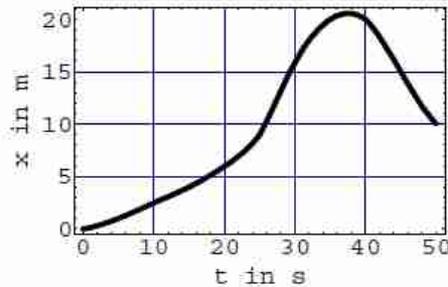
Diese Aufgabe ist zum Vorführen.



Welche der beiden Aufgabe halten **Sie** für schwieriger?

- (A) Ein Zug kann mit einer Beschleunigung $a_1 = 0,2\text{ms}^{-2}$ beschleunigt und mit einer Beschleunigung $a_2 = -1,0\text{ms}^{-2}$ gebremst werden.
- Bestimmen Sie die minimale Fahrzeit zwischen zwei Haltepunkten, die 2,0km auseinander liegen. Welche Geschwindigkeit erreicht der Zug dabei maximal?
 - Welche Minimalzeit ergibt sich, wenn die Geschwindigkeit $v_{\text{max}} = 80\text{kmh}^{-1}$ nicht überschritten werden darf?

- (B) Stellen Sie die in der Abbildung gezeigte Bewegung nach (durch Laufen oder Fingerbewegung).



- (C) Beide Aufgaben sind in etwa gleich schwierig.



Bekenntnisse



Probleme in Physik LV stiegen an.

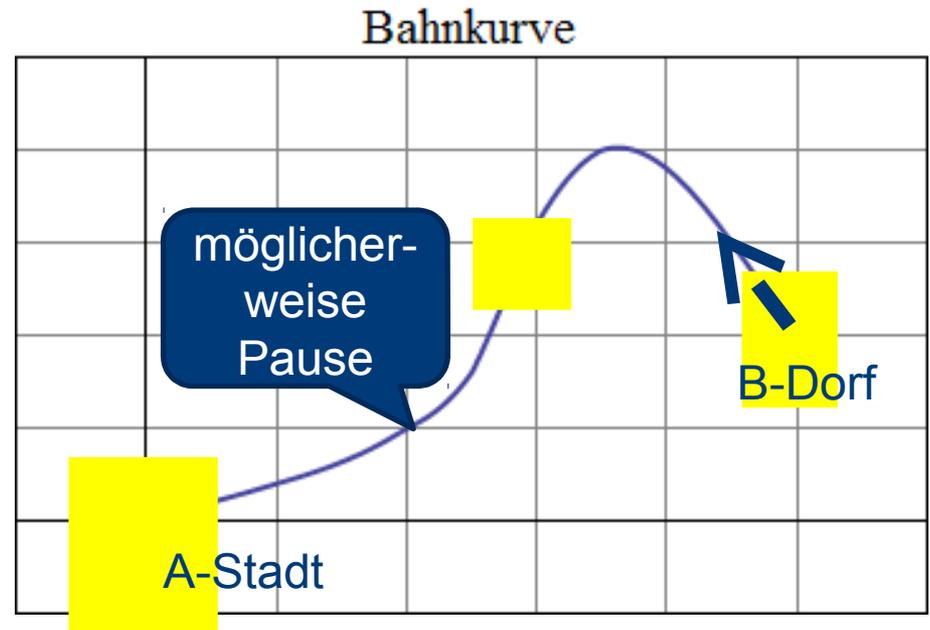
Vermutete Ursache: fehlende Grundlagen, zu dumm, zu faul, ...



Publikation zu *Iconic Translation*: Viele Studierende fassen Ort-Zeit-Diagramm als Bahnkurve auf (auch nach best. Prüfung).



Ort-Zeit-Diagramm vs. Bahnkurve



Erkenntnisse



Probleme in Physik LV stiegen an.

Vermutete Ursache: fehlende Grundlagen, zu dumm, zu faul, ...

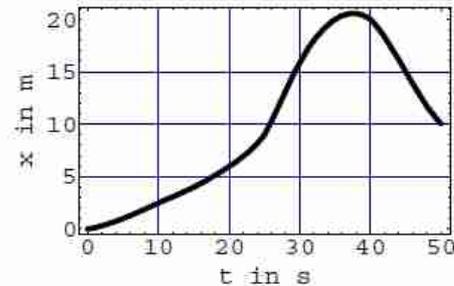


Publikation zu *Iconic Translation*: Viele Studierende fassen Ort-Zeit-Diagramm als Bahnkurve auf (auch nach best. Prüfung).



O.k., aber **meine** Studierenden können das!

Stellen Sie die in der Abbildung gezeigte Bewegung nach (durch Laufen oder Fingerbewegung).





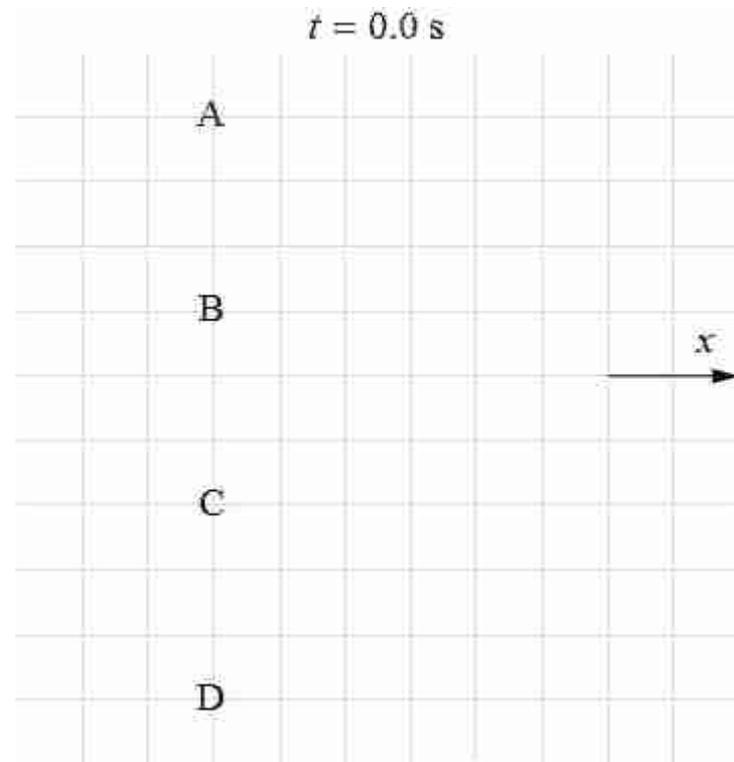
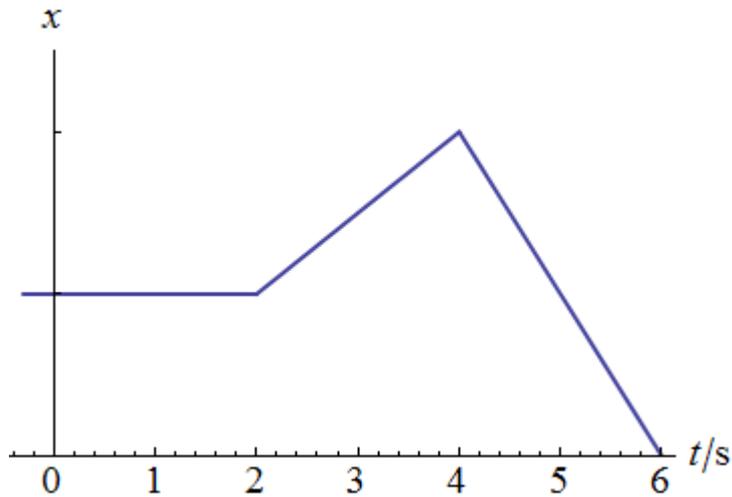
Be-/Erkenntnisse

- Viele studentische Schwierigkeiten sind bekannt und gut beschrieben,
- ebenso wirksame Lehrinstrumente.





Welcher bewegte Buchstabe gibt am besten die im Diagramm beschriebene Bewegung wieder?





Fachbezogene, intrinsische Schwierigkeiten des Stoffs

- Sehr viele Fachkonzepte sind schwierig!
Prüfungen gerade in MINT sind rezeptorientiert.
- Die Schwierigkeiten äußern sich sehr oft in wenigen charakteristischen alternativen Vorstellungen, die Studierende in Lernprozess mitbringen.
z.B. „Aristotelische“ Impetuskraftvorstellung statt Newtonscher Kraftvorstellung
- Intrinsische Schwierigkeiten sind äußerst persistent.
Sagen, zeigen, predigen hilft kaum.



Fachbezogene, intrinsische Schwierigkeiten des Stoffs

- Begrifflichkeiten sind noch in der Entwicklung.
Fehlkonzepte, alternative Vorstellungen, fachbezogene intrinsische Schwierigkeiten, *Preconceptions*, *Bottlenecks*, Konzeptwandel, *Threshold Concepts*, ...
- Erforschung von fachbezogenen instrinsischen Schwierigkeiten und Lehrmethoden, um diese zu überwinden, hat wesentlich zur Etablierung von *Discipline Based Education Research* (für Hochschullehre) beigetragen.
- Es ist ein wesentlicher Verdienst der Wissenschaft herauszuarbeiten, dass Dinge häufig nicht (bzw. nur teilweise) so sind, wie wir uns das vorstellen. Fehlvorstellungen sind oft historische wissenschaftliche Vorstellungen.



Beispiele für intrinsische Schwierigkeiten (MINT)

Mathematik

- (leere) Menge
- Funktion
- Implikation
- Proportionen

Informatik

- Schleifen
- Pointer
- Rekursion
- Klasse, Objekt, Instanz



„[Die leere Menge] ist immer
ein Element jeder Menge,
auch hier.“

Beispiele für intrinsische Schwierigkeiten (MINT)

Mechanik

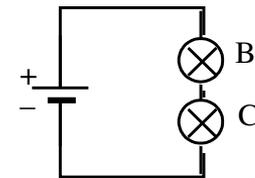
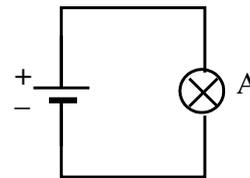
- Kraft
- Moment
- Gleichgewicht (übergreifend)

Elektrotechnik

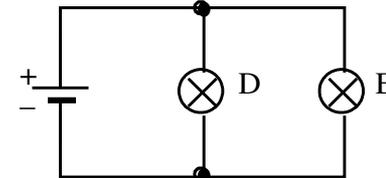
- Strom
- Spannung/Potential

Chemie, Biologie

- Verbrennung
- Evolution
- Generierung von Biomasse



„A>D>E>B>C”





Wo kommt der größte Teil der Biomasse eines Baumes her?

- (A) Aus Mineralien im Erdboden
- (B) Aus Wasser im Erdboden
- (C) Aus organischen Materialien im Erdboden
- (D) Aus der Luft
- (E) Aus dem Sonnenlicht





Beispiele für intrinsische Schwierigkeiten

Wirtschaftswissenschaften

- Opportunitätskosten
- Rendite

Geschichte

- Intention historischer Quellen

Lehren?



Threshold Concepts

Fachübergreifende Perspektive auf Fehlkonzepte (Meyer und Land):

Threshold concepts are

- *integrative*
- *transformative*
- *irreversible*
- *bounded*
- *troublesome*



Wir haben als Experten einen erheblichen Nachteil in Bezug auf die Lehre: Wir können nicht mehr sehen, was unser Fach schwierig macht. (D.h. wir nehmen nicht wahr, was Nichtkönnen ausmacht.).

Studierende können diese Perspektive bieten (vgl. *Peer Instruction*).



Wieso verstehen die Studierenden das immer noch nicht?

- Weil ihnen noch keine Gelegenheit gegeben wurde, das zu tun, was nötig ist, die “Schwelle” zu überschreiten:
 - Konzept durchdenken, verbalisieren, sozial aushandeln
 - Kognitiven Konflikt durchleben
(*elicit/confront/resolve*)
- Podcast-Empfehlung: *Seeing isn't believing*

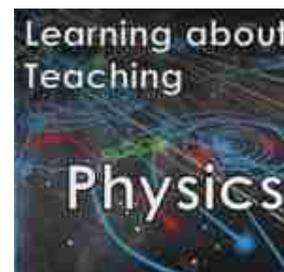


With the object in the middle, the scales show the same reading: Half the weight of the object



With the object on the left, one scale reads twice the original reading, and the other goes to zero

Images courtesy of Eric Mazur, Harvard University





Sollte es nicht auch in der Lehre „Fehlkonzepte“/*Threshold Concepts* geben?

Meyer und Land (2005): „ [...] *we hope that the idea of a threshold concept will serve to operate, in itself, as a threshold concept.*“



„Australisches Modell“ (Biggs, Ramsden)

Lehrende durchlaufen folgende Stadien. „Fortgeschrittene“ Stadien enthalten Vorgänger.

Im Fokus steht:

1. *Teaching as telling or transmission* („*What the student is*“)
Das Problem liegt alleine bei den Studierenden oder anderen externen Faktoren.
2. *Teaching as organising student activity* („*What the teacher does*“)
Der Schlüssel zum Erfolg liegt in der richtigen Lehrmethode.
3. *Teaching as making learning possible* („*What the student does*“)
Lernen ist Modifikation der eigenen Ideen.

Defizitmodelle

NB: Das ist nicht wertend!



Persönliche Rückschau und Bekenntnisse

- 2000-2003: *All you have to do is say it my way, and no one within hearing can fail to understand it.* (A.B. Arons)
- 2004-2006: Defizit-orientiert:
 - Schule muss sich ändern.
 - Stud. sind zu dumm, zu faul, ...
 - Stud. müssen mehr üben.
- Seit 2007:
 - Ich lerne zuzuhören.
 - Ich empfinde Lehren als herausfordernde, anstrengende und intellektuell stimulierende Tätigkeit.
 - Der Hörsaal ist mein Labor.

„intrinsisch
schwierig“



Sind Fehlkonzepte überhaupt relevant?



Physikalische Konzeptfrage

Zwei Kugeln aus Metall werden vom Dach eines einstöckigen Gebäudes zum gleichen Zeitpunkt fallengelassen. Beide Kugeln haben die gleiche Größe, aber die eine ist doppelt so schwer wie die andere. Für die Zeit bis zum Auftreffen auf dem Boden gilt:

- (A) Die schwerere Kugel braucht etwa halb so viel Zeit wie die leichtere Kugel.
- (B) Die leichtere Kugel braucht etwa halb so viel Zeit wie die schwerere Kugel.
- (C) Beide Kugeln brauchen etwa gleich viel Zeit.
- (D) Die schwerere Kugel braucht deutlich weniger Zeit, aber nicht unbedingt halb so viel Zeit.
- (E) Die leichtere Kugel braucht deutlich weniger Zeit, aber nicht unbedingt halb so viel Zeit.



Stellen Sie sich vor

diese Frage zu den Fallzeiten der beiden Kugeln wird zu Beginn einer Physik-LV (Ingenieurstudiengang) gestellt. Wie groß ist Ihrer Einschätzung nach der Anteil a der Studierenden, der diese Frage richtig beantwortet?

- (A) $0 \leq a < 25\%$
- (B) $25\% \leq a < 50\%$
- (C) $50\% \leq a < 75\%$
- (D) $75\% \leq a \leq 100\%$



Stellen Sie sich vor

dieselbe Frage wird auch am Semesterende nochmal gestellt.

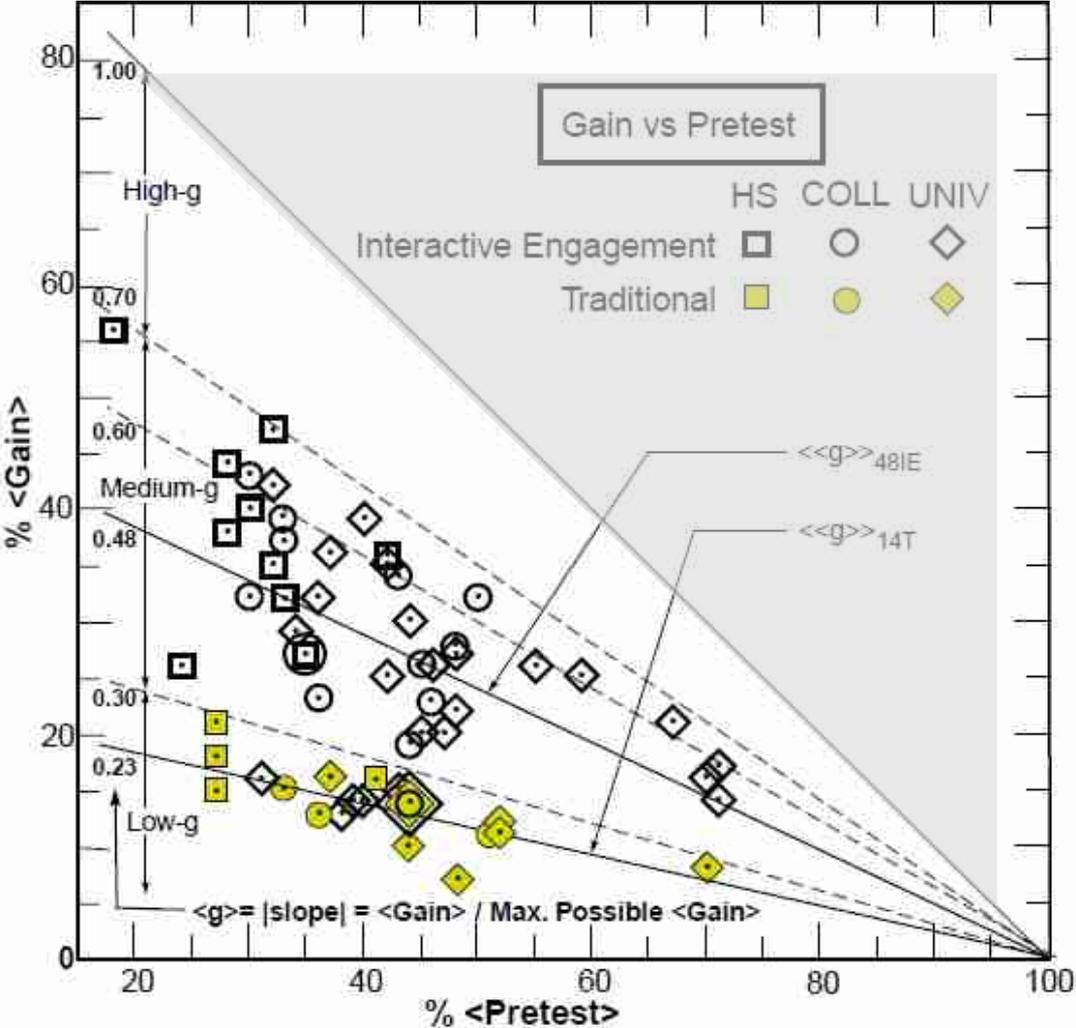
Wie viel Prozent des Verbesserungspotentials werden nach Ihrer Einschätzung realisiert?

Beispiel:

Am Anfang: 30% korrekte Antworten → 70% Verbesserungspotential

Am Ende: 65% korrekte Antworten → $35/70 = 50\%$ des Verbesserungspot.

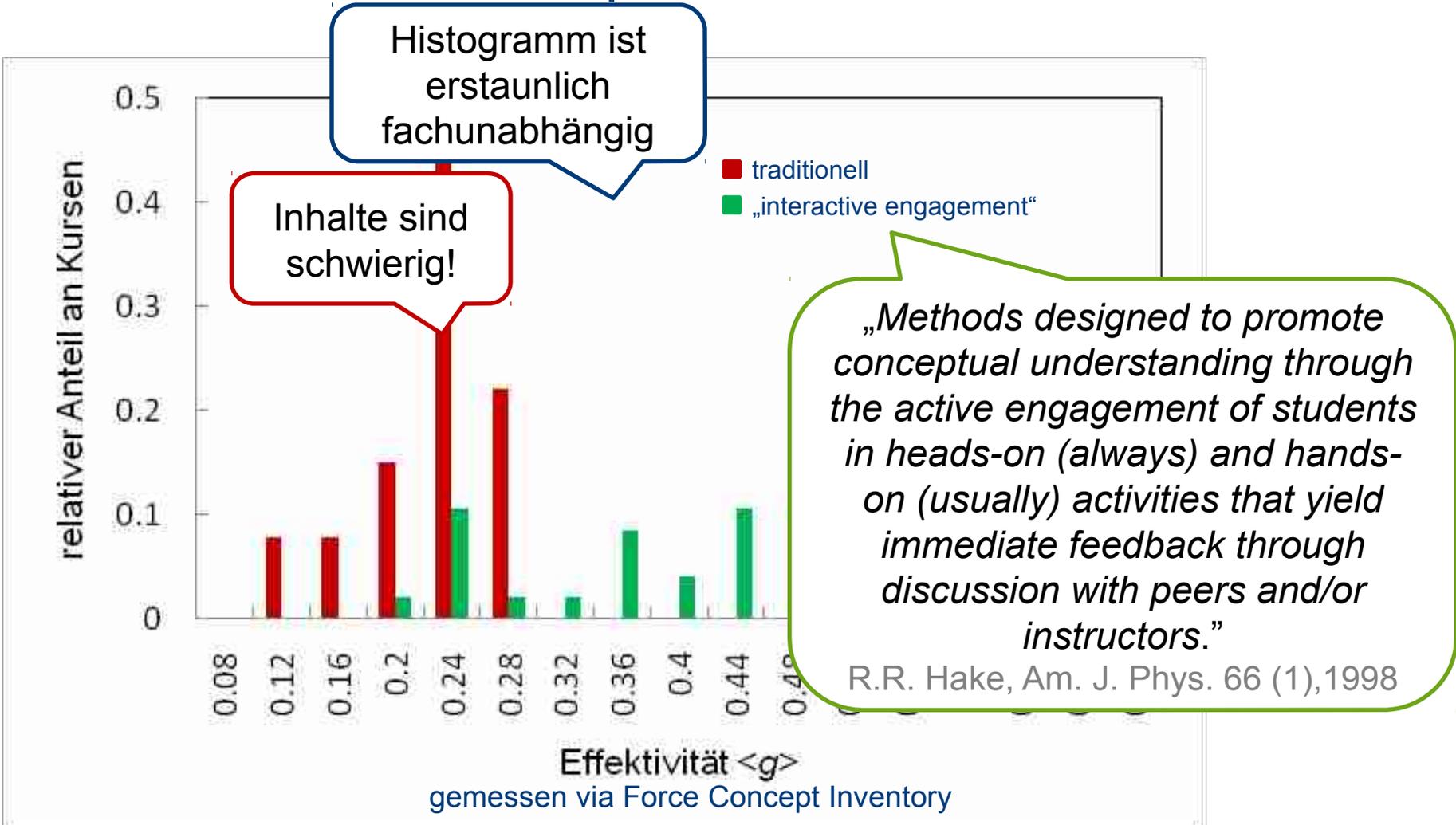
- (A) Hängt v.a. von Studiengang ab
- (B) Hängt v.a. von lehrender Person ab
- (C) Ist weitgehend unabhängig von Studiengang/Lehrenden und $> 50\%$
- (D) Ist weitgehend unabhängig von Studiengang/Lehrenden und $\leq 50\%$
- (E) Andere Vermutung (zeigen Sie das volle Blatt)



Source:
<http://www.physics.indiana.edu/~sdi/ajpv3i.pdf>



Effektivität – am Beispiel Mechanik





Interactive Engagement – wie geht das?

„Methods designed to promote conceptual understanding through the active engagement of students in heads-on (always) and hands-on (usually) activities that yield immediate feedback through discussion with peers and/or instructors.“

Investigativ:

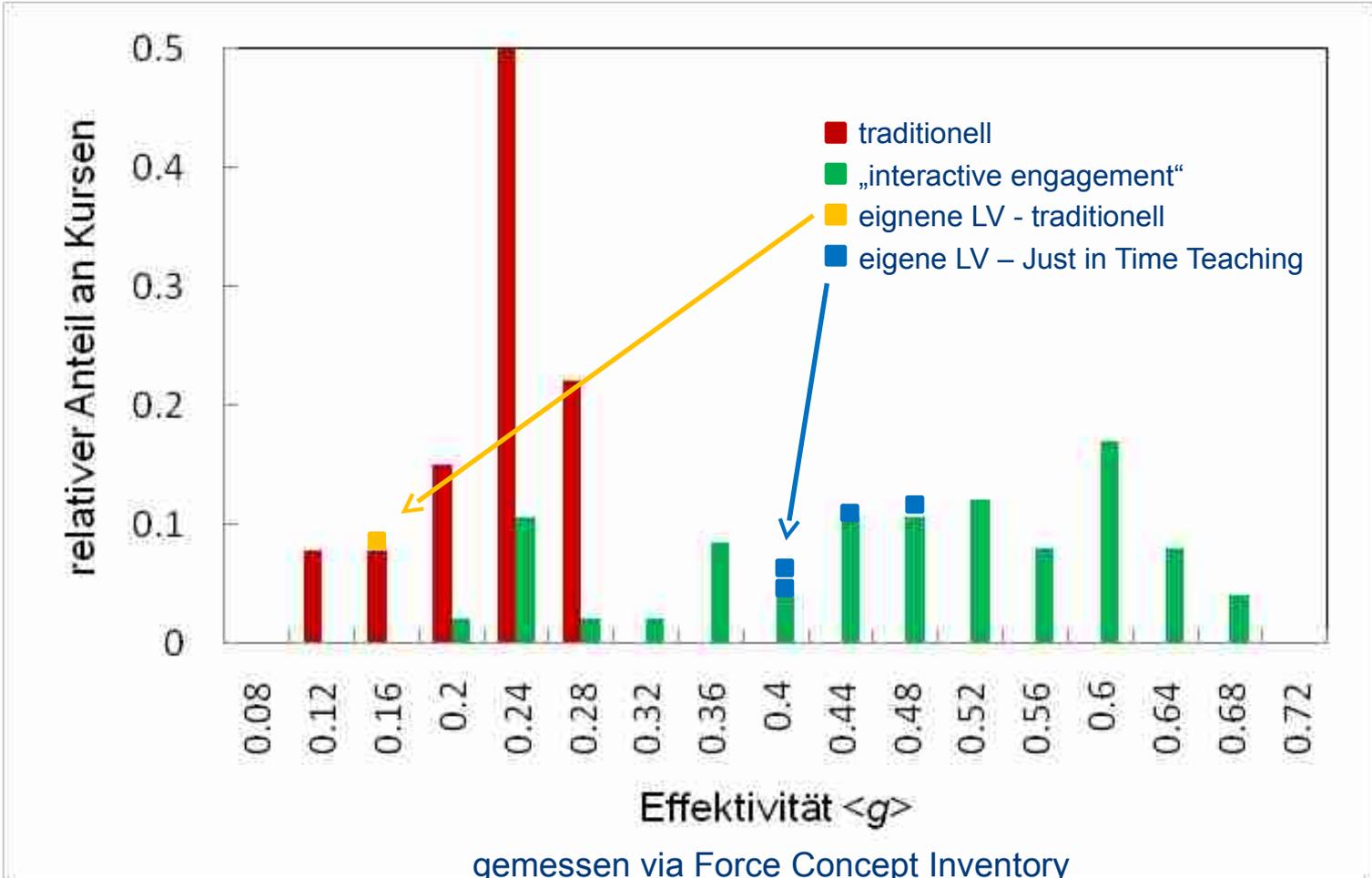
- Feedback
- Studierenden zuhören, zuhören, „zuhören“
z.B: *Peer Instruction (Think Pair Share* mit Konzeptfragen), *Just in Time Teaching* (die Zuhörvariante des *Flipped Classrooms*), *1 min Papers, ...*

Reaktiv:

- Jedes hochschuldidaktische Methodenbuch hilft weiter.



Effektivität – am Beispiel Mechanik





Höre Deinen Studierenden so oft wie möglich zu. Gib ihnen die Gelegenheit zu erklären, was sie denken, und achte genau, auf was sie sagen.

Redishs 9. Lehrgebot