

# Design Based Research am Beispiel des Mechanikunterrichts



TECHNISCHE  
UNIVERSITÄT  
DARMSTADT

Verena Spatz, Physikdidaktik

„unserer Didaktik A und O...“

Johann Amos Comenius



## Herausforderungen an die Fachdidaktik

„Unserer Didaktik A und O soll sein:

Eine Weise zu erforschen und zu erfinden,  
nach welcher die Lehrenden weniger lehren,  
die Lernenden aber mehr lernen;

die Schulen weniger geräuschvolles Treiben, Überdruss,  
vergebliche Arbeit, aber mehr Muße, Lust und Freude und  
gründlichen Fortschritt zeigen.“

Johann Amos Comenius (1592 - 1670) mährischer Philosoph, Theologe u. Pädagoge

In: Didaktika Magna, Amsterdam, 1657

# Herausforderungen an die Fachdidaktik

Design-Based Research: Ingenieurwissenschaftlicher Ansatz  
konkrete Problemstellung aus der Praxis wird durch intensive  
Zusammenarbeit mit den Anwendern des Produktes bearbeitet

## Herausforderungen an die Fachdidaktik

Design-Based Research: Ingenieurwissenschaftlicher Ansatz  
konkrete Problemstellung aus der Praxis wird durch intensive  
Zusammenarbeit mit den Anwendern des Produktes bearbeitet

- Entwicklung und Evaluation einer Lehr-Lern-Umgebung
- Weiterentwicklung der fachspezifischen Lehr-Lern-Theorien
- Verzahnung von fachdidaktischer Entwicklung und Forschung

## Projektbeispiel

Ausgangslage: Einführung des achtstufigen Gymnasiums

Lehrerinnen und Lehrer:

- berichten von Lernschwierigkeiten
- erwarten Unterstützung der Fachdidaktik
- insbesondere im Inhaltsbereich Mechanik



## Projektbeispiel

Ausgangslage: Einführung des achtstufigen Gymnasiums

Lehrerinnen und Lehrer *vorher*:

...weil ich eben nicht wirklich glücklich damit war,  
wie das die Bücher so machen,  
vor allem eben auch der Beschleunigungsbegriff,  
und dass es einfach doch ein paar so Begriffe sind,  
mit denen sich die Schüler halt noch schwer tun in  
dem Alter.



## Projektbeispiel

### Wissenserwerb als konstruktivistischer Prozess

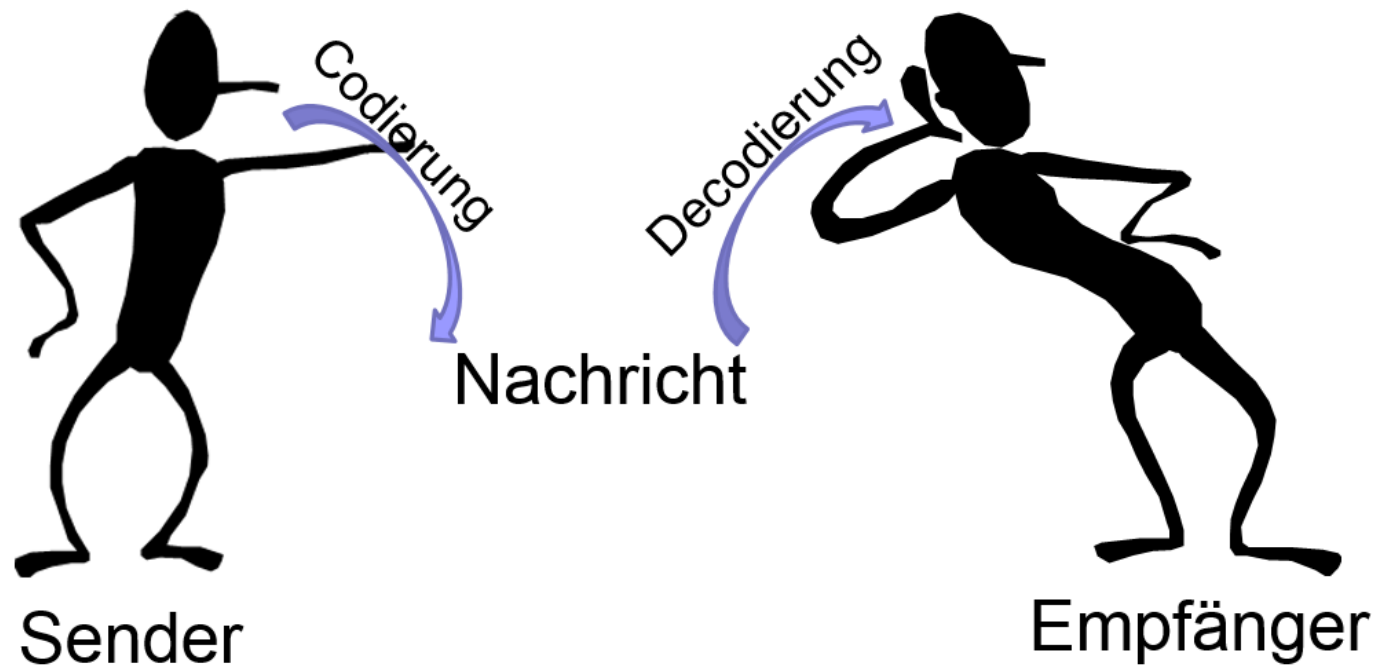
*Bild: Kuh in norddeutscher Landschaft aus:*

*Roth, Gerhard: Das Gehirn und seine Wirklichkeit: Kognitive Neurobiologie und ihre philosophischen Konsequenzen. Frankfurt a. M. 1994, S. 240 f*

*Zu finden auch hier: [http://www.br-online.de/jugend/izi/deutsch/publikation/televizion/15\\_2002\\_1/neuss15\\_1.htm](http://www.br-online.de/jugend/izi/deutsch/publikation/televizion/15_2002_1/neuss15_1.htm)*

## Projektbeispiel

### Wissenserwerb als konstruktivistischer Prozess





## Projektbeispiel

### Wissenserwerb als konstruktivistischer Prozess

„Der Zuhörer muss dem, was er hört, und dem was er sieht, einen Sinn geben. Und das ist nur möglich, indem er Verbindungen mit schon Bekanntem herstellt, also konstruiert. ... In einem gewissen Sinn wird die Information vom Aufnehmenden konstruiert, indem er schon gespeicherte Vorstellungen aktiviert, in die er die Eingabe einordnet.“

(Walter Jung, NiU, 1986)

## Projektbeispiel

Wissenserwerb als konstruktivistischer Prozess

im Langzeitgedächtnis vorhandenen Wissensstrukturen  
(Präkonzepte) beeinflussen die Aufnahme neuer Informationen,

diese werden bewertet, interpretiert und verarbeitet

## Projektbeispiel

Wissenserwerb als konstruktivistischer Prozess

im Inhaltsbereich der Mechanik viele fachlich falsche  
Präkonzepte durch Alltagserfahrungen zu Bewegungen



## Projektbeispiel

Wissenserwerb als konstruktivistischer Prozess

im Inhaltsbereich der Mechanik viele fachlich falsche  
Präkonzepte durch Alltagserfahrungen zu Bewegungen

Kraft als Eigenschaft:            belebte Körper haben Kraft  
   bewegte Körper haben Kraft  
   (Aktivitätsschema)



## Projektbeispiel

Wissenserwerb als konstruktivistischer Prozess

im Inhaltsbereich der Mechanik viele fachlich falsche  
Präkonzepte durch Alltagserfahrungen zu Bewegungen

Kraft als Eigenschaft:

Ursache und Bedingung einer Bewegung



## Projektbeispiel

Wissenserwerb als konstruktivistischer Prozess

im Inhaltsbereich der Mechanik viele fachlich falsche  
Präkonzepte durch Alltagserfahrungen zu Bewegungen

Kraft als Eigenschaft:

Ursache und Bedingung einer Bewegung

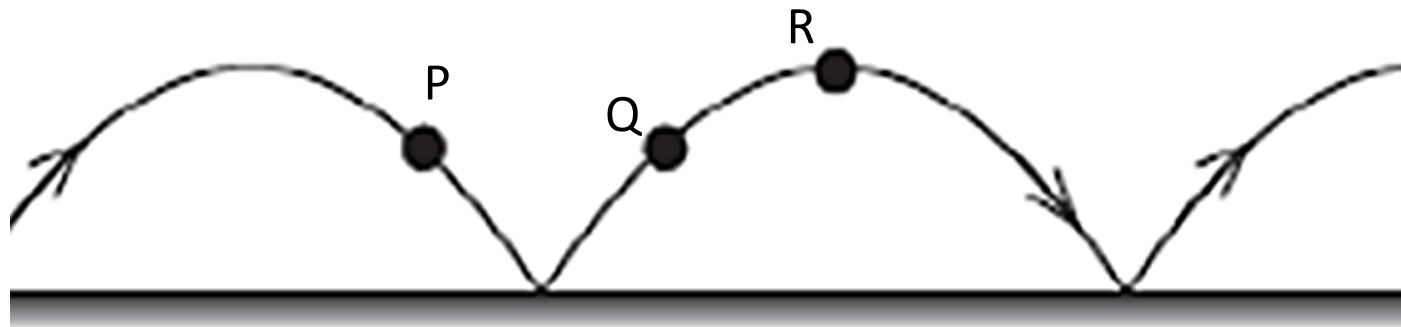
**Physik:**            **Kraft als Wechselwirkung:**  
                         **Ursache einer Bewegungsänderung**

## Projektbeispiel

Wissenserwerb als konstruktivistischer Prozess

TIMSS Aufgabe

Zeichnen Sie in den Punkten P, Q und R die Richtung der Kraft ein.



Lösungshäufigkeit 7%

## Projektbeispiel



**Folgerungen:**

**2dim Betrachtungen**

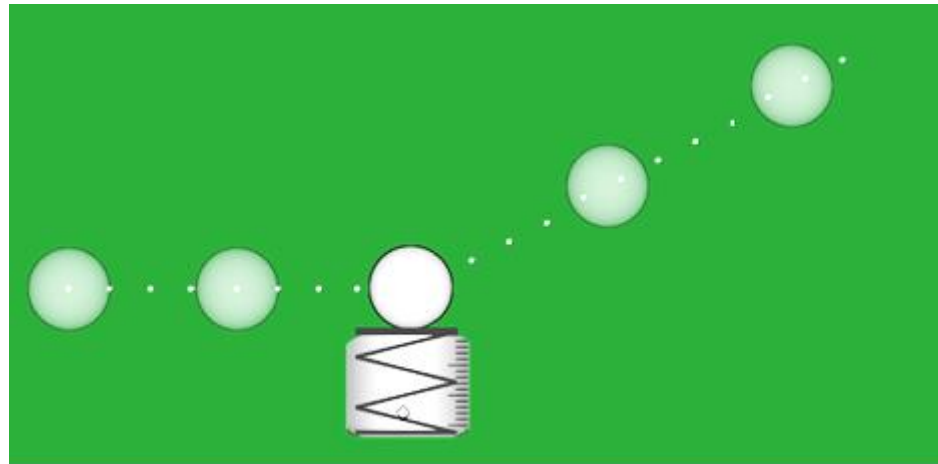
**dyn. Betrachtungen**

**Newton'sche Gleichung in der Form  $\vec{F} \cdot \Delta t = m \cdot \Delta \vec{v}$**



## Projektbeispiel

Ankerbeispiel:



kurzzeitige senkrechte Einwirkung auf bereits bewegte Kugel

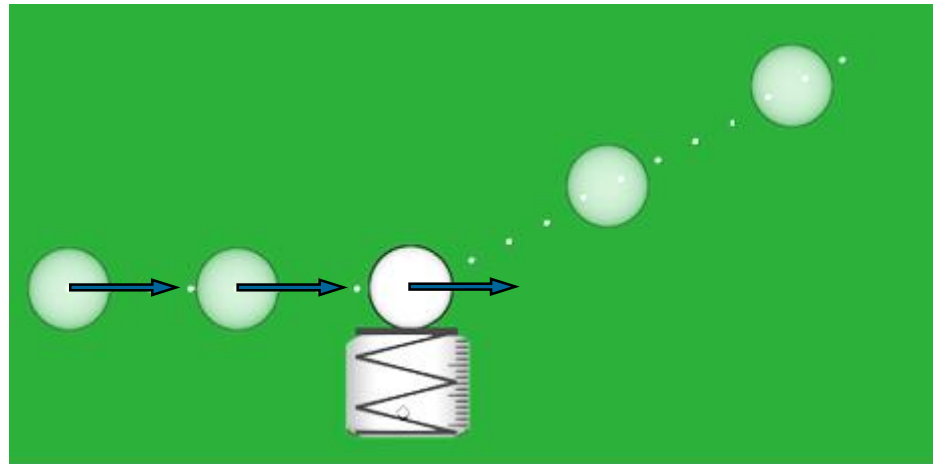
**2dim Betrachtungen**

**dyn. Betrachtungen**

**Newton'sche Gleichung in der Form  $\vec{F} \cdot \Delta t = m \cdot \Delta \vec{v}$**

## Projektbeispiel

Ankerbeispiel:



kurzzeitige senkrechte Einwirkung auf bereits bewegte Kugel

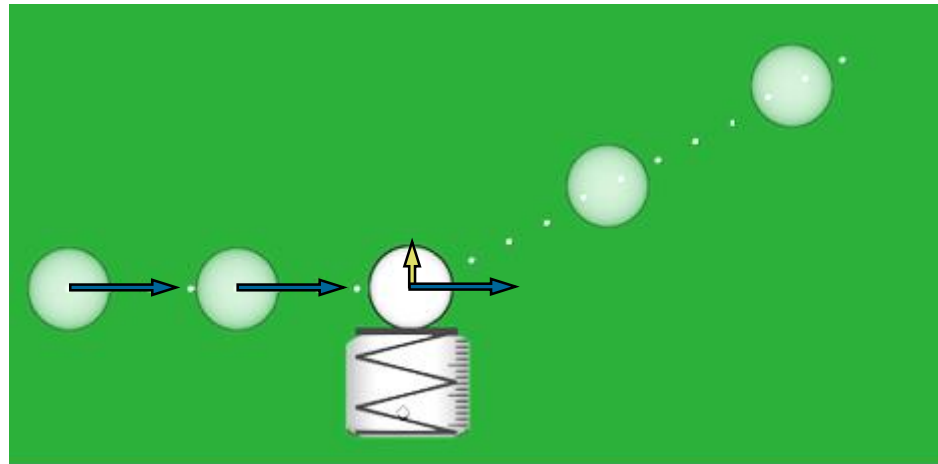
**2dim Betrachtungen**

**dyn. Betrachtungen**

**Newton'sche Gleichung in der Form  $\vec{F} \cdot \Delta t = m \cdot \Delta \vec{v}$**

## Projektbeispiel

Ankerbeispiel:



kurzzeitige senkrechte Einwirkung auf bereits bewegte Kugel

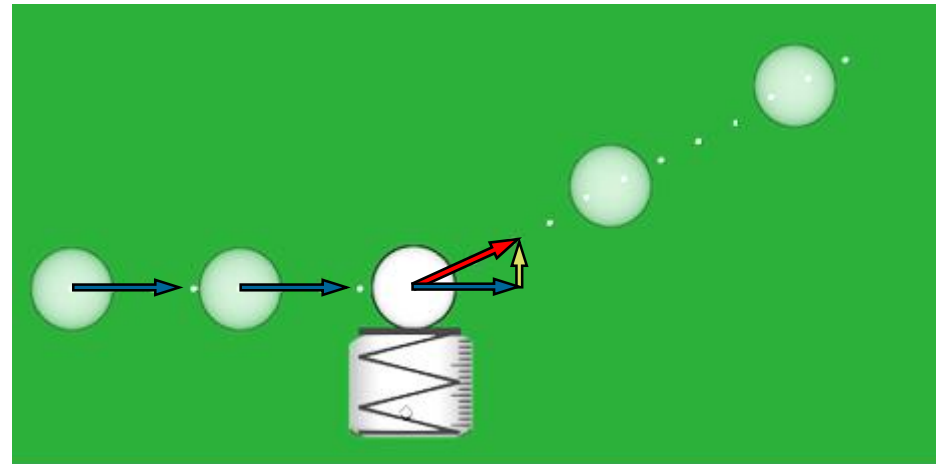
**2dim Betrachtungen**

**dyn. Betrachtungen**

**Newton'sche Gleichung in der Form  $\vec{F} \cdot \Delta t = m \cdot \Delta \vec{v}$**

## Projektbeispiel

Ankerbeispiel:



kurzzeitige senkrechte Einwirkung auf bereits bewegte Kugel

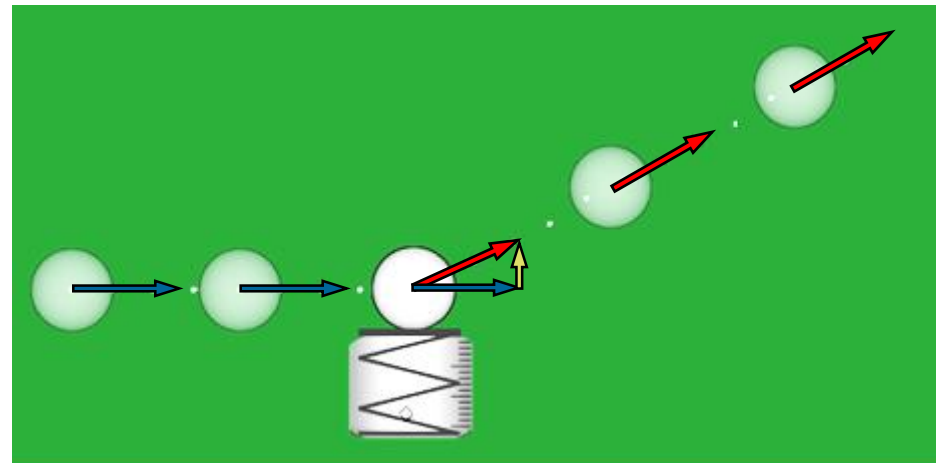
**2dim Betrachtungen**

**dyn. Betrachtungen**

**Newton'sche Gleichung in der Form  $\vec{F} \cdot \Delta t = m \cdot \Delta \vec{v}$**

## Projektbeispiel

Ankerbeispiel:



kurzzeitige senkrechte Einwirkung auf bereits bewegte Kugel

**2dim Betrachtungen**

**dyn. Betrachtungen**

**Newton'sche Gleichung in der Form  $\vec{F} \cdot \Delta t = m \cdot \Delta \vec{v}$**



# Projektbeispiel

Anwendungen:

*Bild: Airbag*

**2dim Betrachtungen**

**dyn. Betrachtungen**

**Newton'sche Gleichung in der Form  $\vec{F} \cdot \Delta t = m \cdot \Delta \vec{v}$**

## Projektbeispiel

### traditionelle Sachstruktur

Geschwindigkeit  $v = \Delta x / \Delta t$

Beschleunigung  $a = \Delta v / \Delta t$

Kraft (Betrag, Richtung,  
Angriffspunkt)

Trägheit

$F = m a$

rechn. Anwendungen

Kräftegleichgewicht

Statik

Wechselwirkungsprinzip

Kraftarten

Kräfteaddition und –zerlegung

### 2dim.dyn. Sachstruktur

Stroboskopaufnahmen

Geschwindigkeit als Tempo und Richtung

Kraft  $\vec{F}$  führt zu Zusatzgeschwindigkeit  $\Delta \vec{v}$

Je größer  $\vec{F}$ , desto größer  $\Delta \vec{v}$ .

Je größer  $\Delta t$ , desto größer  $\Delta \vec{v}$ .

Je größer  $m$ , desto kleiner  $\Delta \vec{v}$ .

$\vec{F} \Delta t = m \Delta \vec{v}$

argum. Anwendungen

Trägheit

Wechselwirkungsprinzip

Kraftarten

Kräfteaddition







# Projektbeispiel

Hauptstudie: Felduntersuchung  $N = 521$

gleiche Lehrkräfte

$N = 10$

in Kontrollgruppe

und

Treatmentgruppe

14 Klassen

und

13 Klassen

- sehr kurze Fortbildung mit Materialbereitstellung



Einführung  
in die  
Mechanik





## Projektbeispiel

Statistische Prae-, Post- und Follow Up-Tests zu

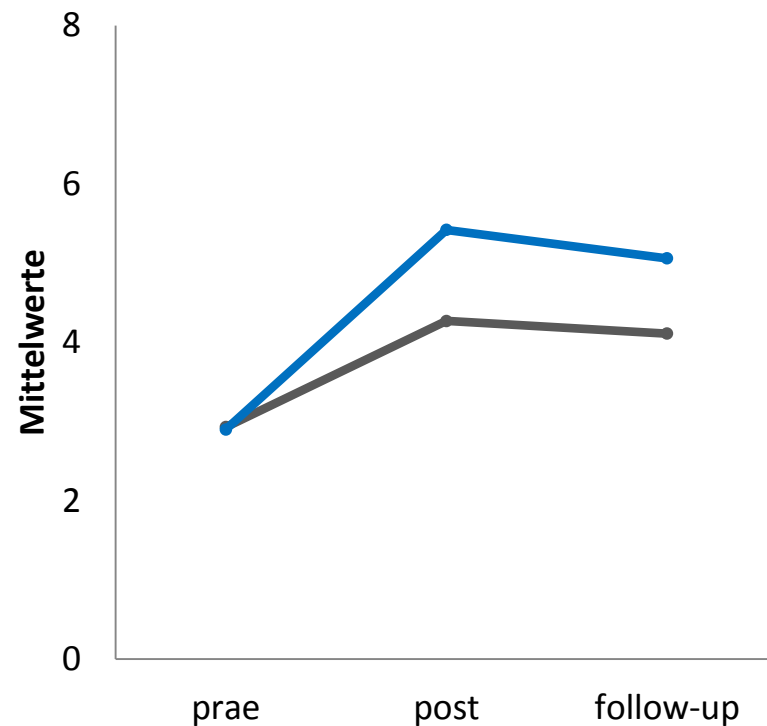
- Interesse (Physik)
- Selbstkonzeption (Physik)
- Selbstwirksamkeit (Mechanik)

→ Kontrolle der Lernvoraussetzungen

- allgemeinem Mechanikverständnis

# Projektbeispiel

## Statistische Prae-, Post- und Follow Up-Tests zu



post  $t_{(df=519)}=-6.15, p<.001, d=.54$   
follow up  $t_{(df=519)}=-5.04, p<.001, d=.44$

signifikanter Interaktionseffekt  
zwischen Gruppe und Geschlecht

- allgemeinem Mechanikverständnis



## Projektbeispiel

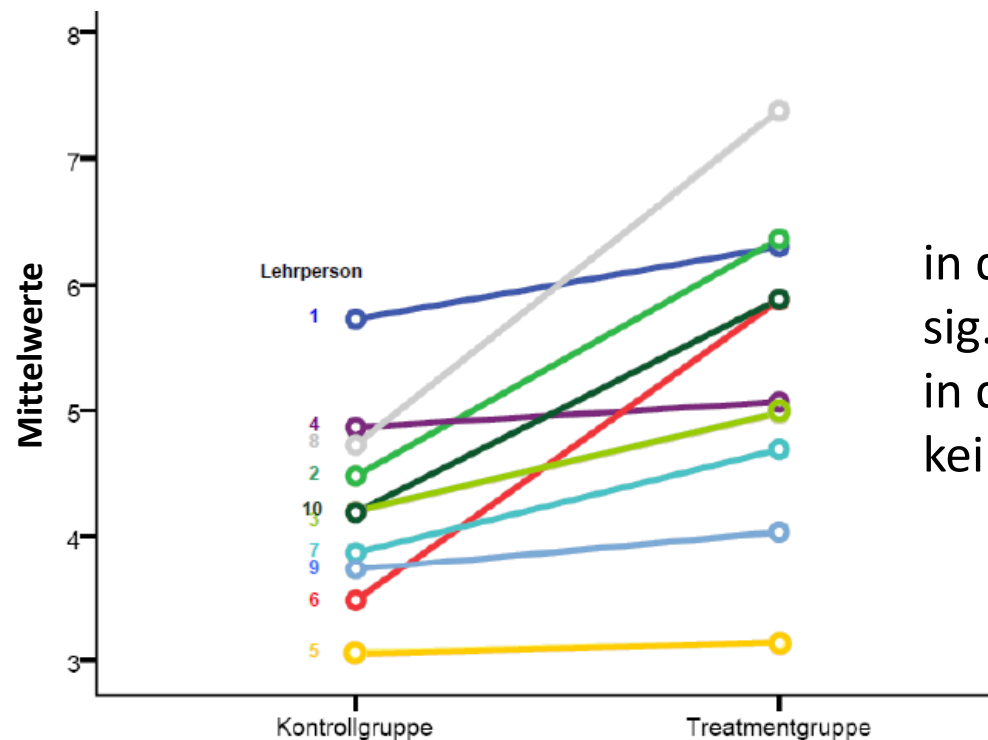
### Statistische Prae-, Post- und Follow Up-Tests zu

	Kontrollgruppe			Treatmentgruppe		
	Jungen	Mädchen		Jungen	Mädchen	
prae	3,18	2,68	**	3,13	2,53	***
post	4,62	3,94	**	5,57	5,18	n.s.
follow-up	4,58	3,64	***	5,25	4,76	n.s.

- allgemeinem Mechanikverständnis

# Projektbeispiel

## Zusammenhänge zwischen dem Lernen und Lehren



in der KG:

sig. Einfluss der Kompetenz der Lehrkraft

in der TG:

kein sig. Einfluss der Kompetenz der Lehrkraft

- allgemeinem Mechanikverständnis





# Projektbeispiel

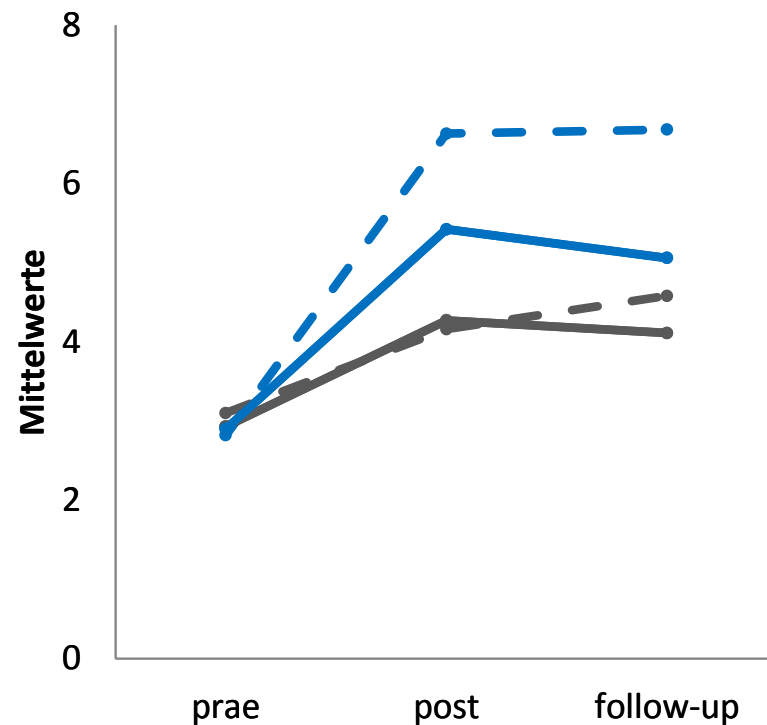
Interviews mit den Lehrerinnen und Lehrern  
Überarbeitung des Lehrgangs



# Projektbeispiel

Design-Based Research:

Überarbeitung des Lehrgangs → Nachfolgestudie



Effektstärken der Nachfolgestudie

post  $t_{(df=138)}=-6.19, p<.001, d=1.06$

follow up  $t_{(df=138)}=-4.72, p<.001, d=0.81$





## Projektbeispiel

Interviews mit den Lehrerinnen und Lehrern *nachher*  
Überarbeitung des Lehrgangs

Mit der Newton'schen Bewegungsgleichung sind sie eigentlich ganz gut umgegangen, also da konnten sie Phänomene erklären, Beispiele, finde ich jetzt, also da war ich echt erstaunt. Von der Erklärung her fand ich das sehr, sehr gut im Vergleich zu den Klassen vorher. Ich fand das sogar so gut, dass ich das dann auch in der 10. Klasse mal zerteilt habe - die Beschleunigung – einfach mal um denen das klar zu machen und ich glaub, das hat auch denen geholfen. Also die Idee fand ich prima!



## Projektbeispiel

→ zurück zur  
Ausgangslage: Einführung des achtstufigen Gymnasiums

Lehrerinnen und Lehrer:

- berichten von Lernschwierigkeiten
- erwarten Unterstützung der Fachdidaktik
- insbesondere im Inhaltsbereich Mechanik



## Projektbeispiel

→ zurück zur  
Ausgangslage: Einführung des achtstufigen Gymnasiums

Lehrerinnen und Lehrer:

- berichten von Lernschwierigkeiten
- erwarten Unterstützung der Fachdidaktik
- insbesondere im Inhaltsbereich der Mechanik





## Fazit

### Design-Based Research

→ als nachhaltiges Forschungsparadigma ein notwendiges und erfolgreiches Arbeitsprogramm



## Fazit

### Design-Based Research

Es bleibt noch viel zu tun!

Ausblick: Elektrizitätslehre



## Fazit

### Design-Based Research

Es bleibt noch viel zu tun!

Ausblick: Elektrizitätslehre

Willkommen im Team:

StRin Liza Dopatka

StR Matthias Ungermann



Danke...

...den beteiligten Lehrkräften!



Prof. Dr. Dr. (emerit.) Hartmut Wiesner, LMU München

Prof. Dr. Martin Hopf, AECCP Universität Wien

Prof. Dr. Thomas Wilhelm, Goethe-Universität Frankfurt

StRin Dr. Christine Waltner, Lise-Meitner-Gymnasium Unterhaching