

# Entwicklung einer Lernsoftware für den Biologieunterricht



TECHNISCHE UNIVERSITÄT DARMSTADT  
**Neurobiologie** *Lernlabor live BioLab*

**MERCK**  
 TU-Darmstadt ▶  
 Das Präparat ▶  
 Vitalfärbung ▶  
 Fluoreszenz ▶

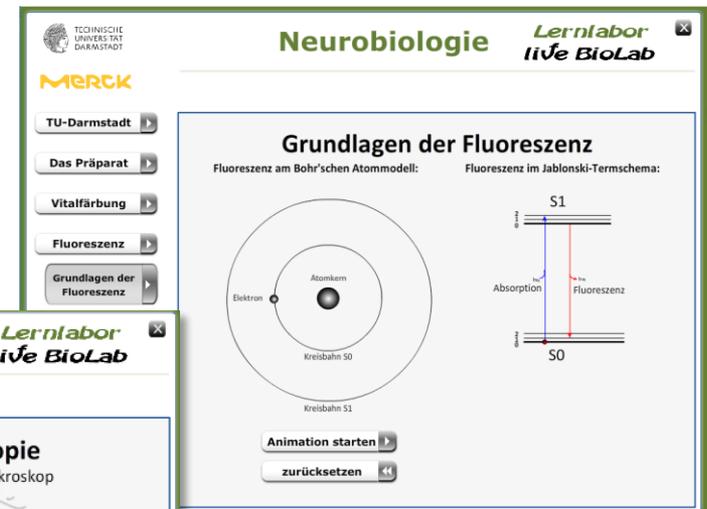
**Lernlabor live BioLab**

Das Lernlabor ermöglicht es jungen Menschen sich frühzeitig mit aktuellen biologischen Fragestellungen auseinanderzusetzen und zeigt den Weg der Erkenntnisgewinnung moderner Wissenschaft auf. Die Ausarbeitung der Labortage folgt einer modernen Fachdidaktik unter dem Einsatz digitaler Medien und legt Wert auf eine unmittelbare Verzahnung des außerschulischen Lernortes mit dem schulischen Unterricht.

Es werden folgende Labortage für Sch...

- **Neurobiologie:** Histologie - Fluoreszenzmikroskopie
- **Elektrophysiologie:** Em & AP bei Pflanzen
- **Molekularbiologie:** Plasmidsisolierung - PCR
- **Herz-Kreislaufsystem:** Anatomie - Physiologie
- **Muskulatur:** Histologie - Physiologie - EMG
- **Biodiversität:** Krabbeltiere - digitale Mikroskopie
- **Atmung:** Anatomie - Spirometer - Atemgasanalyse

(Fächerübergreifend mit Chemie / Merck - Juniourlabor)



TECHNISCHE UNIVERSITÄT DARMSTADT  
**Neurobiologie** *Lernlabor live BioLab*

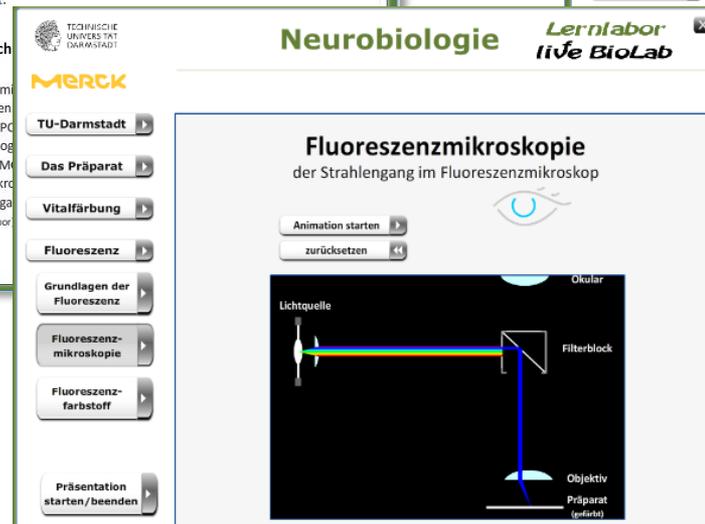
**MERCK**  
 TU-Darmstadt ▶  
 Das Präparat ▶  
 Vitalfärbung ▶  
 Fluoreszenz ▶  
 Grundlagen der Fluoreszenz ▶

**Grundlagen der Fluoreszenz**

Fluoreszenz am Bohr'schen Atommodell:      Fluoreszenz im Jablonski-Termschema:

Elektron      Atomkern      Kreisbahn S0      Kreisbahn S1

Animation starten ▶  
 zurücksetzen ◀◀



TECHNISCHE UNIVERSITÄT DARMSTADT  
**Neurobiologie** *Lernlabor live BioLab*

**MERCK**  
 TU-Darmstadt ▶  
 Das Präparat ▶  
 Vitalfärbung ▶  
 Fluoreszenz ▶  
 Grundlagen der Fluoreszenz ▶  
 Fluoreszenzmikroskopie ▶  
 Fluoreszenzfarbstoff ▶  
 Präsentation starten/beenden ▶

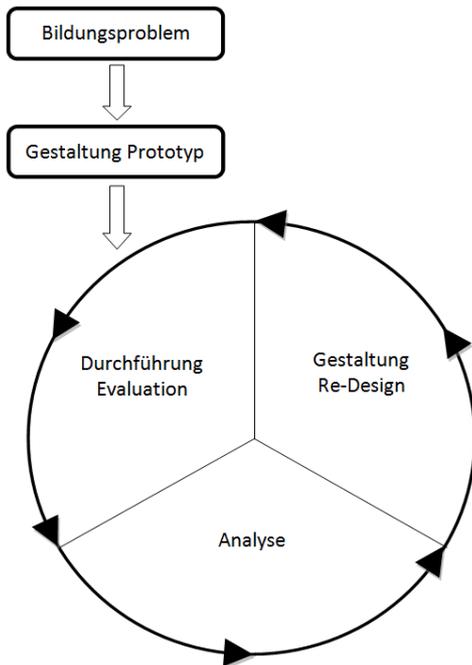
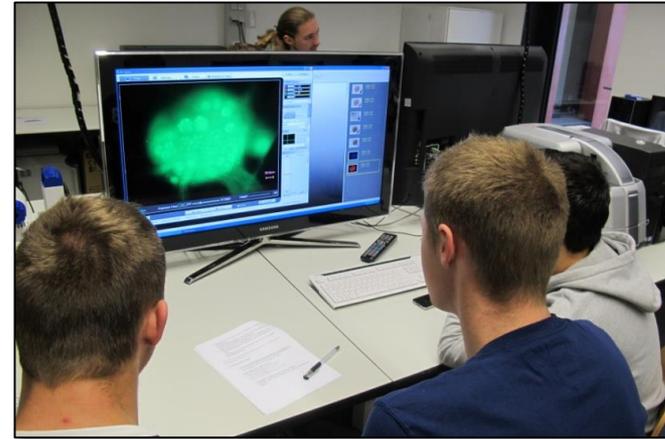
**Fluoreszenzmikroskopie**  
 der Strahlengang im Fluoreszenzmikroskop

Animation starten ▶  
 zurücksetzen ◀◀

Lichtquelle      Filterblock      Okular      Objektiv      Präparat (gedeckt)

Forschungsumgebung Lernlabor:  
Lernsoftware zur Vorbereitung auf den  
Schülerlabortag zur „Neurobiologie“

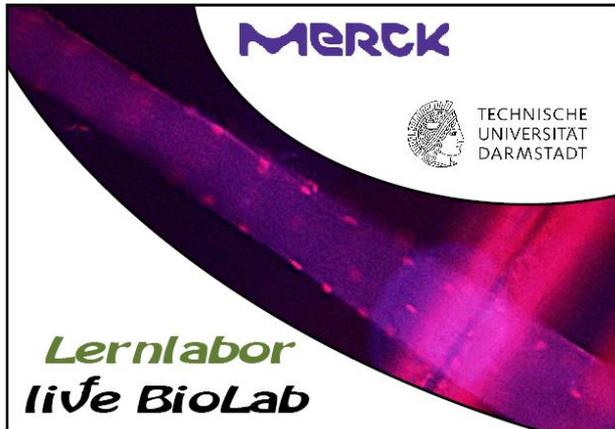
## *Design Based Research* Format



## Gliederung

- Forschungsumgebung Lernlabor der Biologie
- DBR - Merkmale und Forschungsdesign
- Erörterung des Bildungsproblems
- Anwendungsorientierte Aspekte
- Erkenntnisorientierte Aspekte
- Zusammenfassung

# Charakterisierung unseres Lernlabors...



## Klassisches Schülerlabor

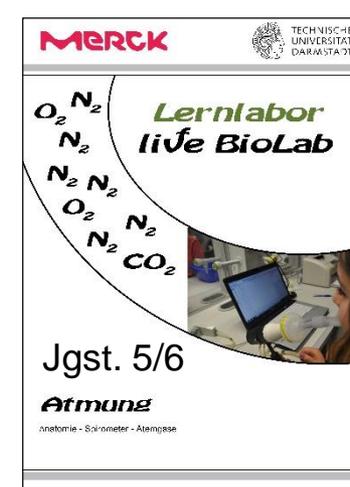
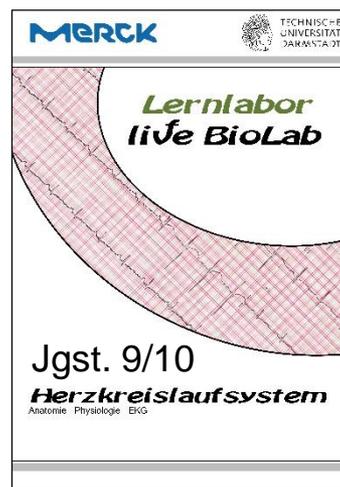
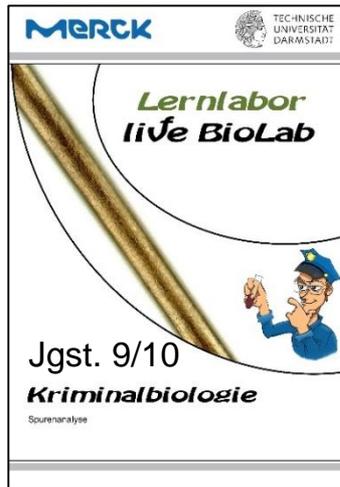
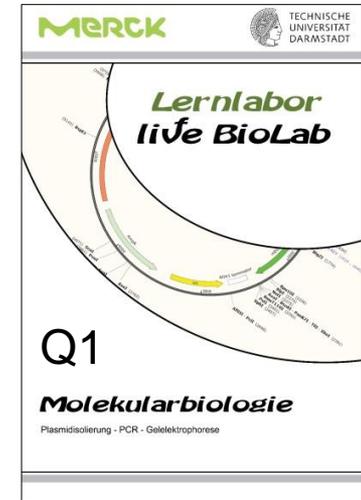
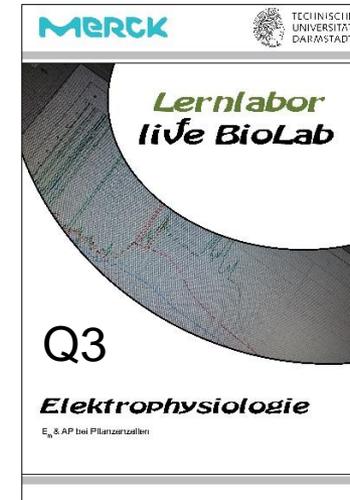
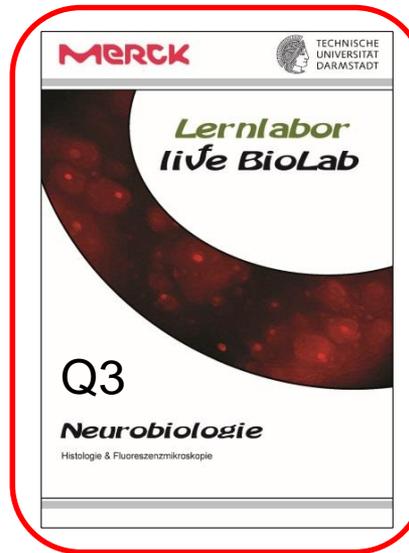
- Angebot orientiert sich am Curriculum hessischer Schulen
- Unterstützung Lehrender zur Erweiterung und Ergänzung des Unterrichts
- Einblick in moderne Forschungsmethoden
- Verzahnung von Schule und außerschulischem Lernort

## Lehr-Lern-Labor

- Integraler Bestandteil der Lehramtsausbildung (Seminare, Übungen, Examen)
- Entwicklung neuer Experimente und didaktischer Konzepte
- Lehrerfortbildungen
- Beitrag zur fachdidaktischen Forschung

## Entwicklungs- und Begleitforschung zum Lernlabor

DBR: Zusammenarbeit von  
Forschern und Anwendern



## Design-Based Research Ansatz

- nutzungsorientierte Grundlagenforschung
- (fach-)didaktische Entwicklungsforschung

### 1) Vorprüfung

- theoriebasierte Identifizierung des Bildungsproblems
- theoriebasierte Fragestellungen



theoriebasiert

### 2) Prototypentwicklung (Mikrozyklen)

- Erfassung komplexer Lehr-Lernsituationen
- Untersuchung von Implementierungsmerkmalen
- Entwicklung des Prototyps

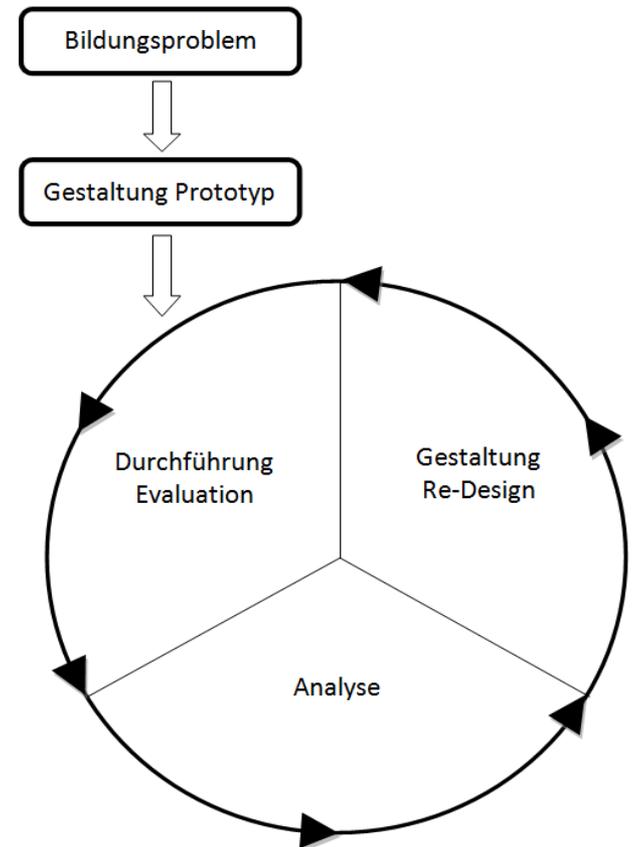


formative-Evaluation

### 3) Beurteilungsphase

- Beurteilung der Intervention
- Ergebnisse und Theorieprüfung/Entwicklung

Phasen im Design-Based Research (nach T. Plomp 1999) (semi-)summative- Evaluation

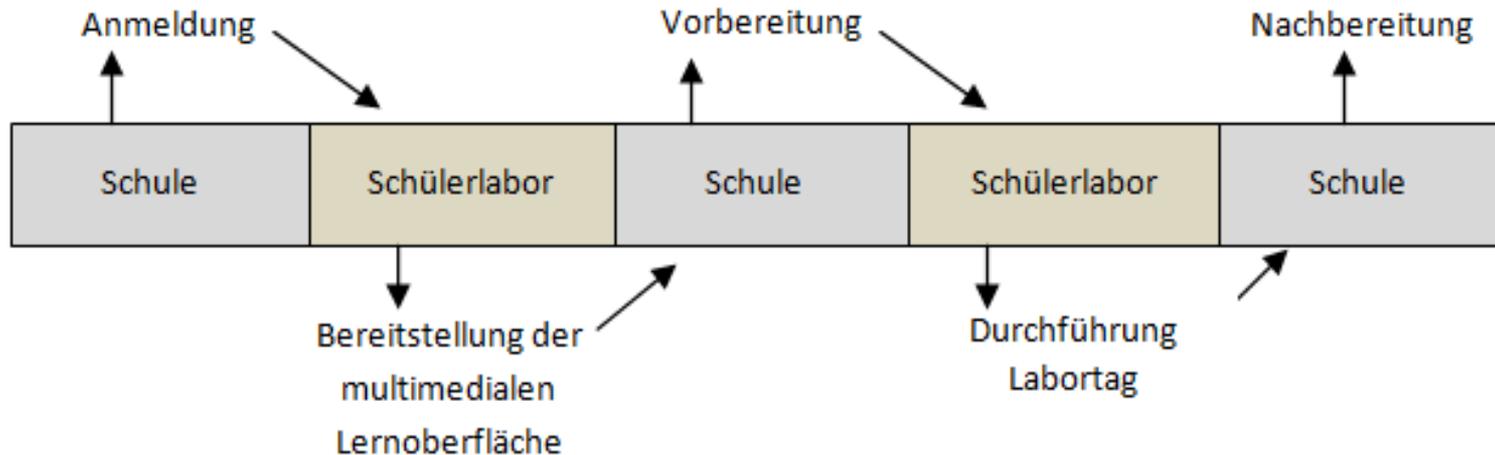


## Vorprüfung: Identifizierung des Bildungsproblems

- Durch die Unterrichtseinbindung wird die Wirkung von Schülerlaborbesuchen gesteigert.
- Förderung des aktuellen Interesses an Naturwissenschaften und die Akzeptanz zu den Inhalten ist mit Einbindung nachhaltiger.
- Schülerlaborbesuche werden in der Praxis nur unzureichend oder gar nicht vorbereitet.

Untersuchungen zu Schülerlaboren:  
(u.a. Übersicht in Guderian & Primer 2008)

## Innovationsidee



## Evaluation

### A) Anwendungsorientiert Aspekte/Aufgaben

- 1) Entwicklung des Prototyps
- 2) Erfassung der konkreten Lehr-Lernsituation (Kontextfaktoren)
- 3) Erfassung der Implementierungsmerkmale im Praxiskontext
- 4) Entwicklung des didaktischen Konzepts zur Einbindung

#### Berücksichtigung:

- Implementierungsmerkmale zur erfolgreichen/nachhaltigen Umsetzung (vgl. Gräsel 2010)
- Maßgaben der gestaltungsorientierten Mediendidaktik (vgl. Kerres 2003)

## Prototypentwicklung

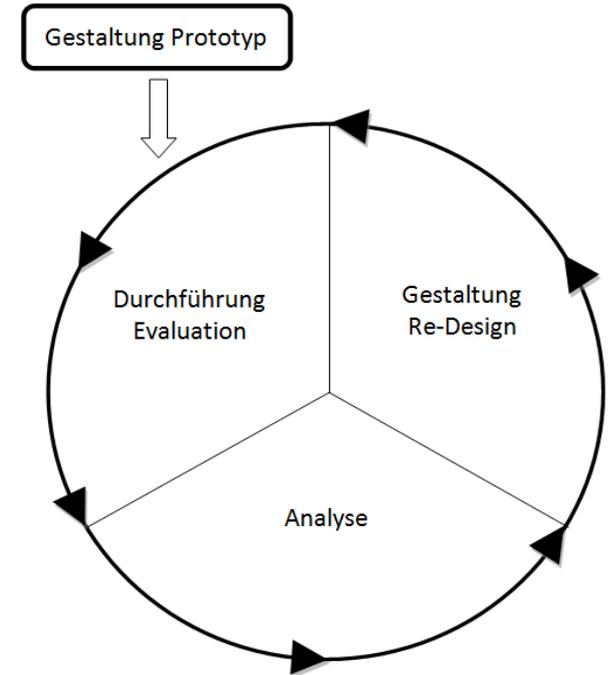
**Prototyp:** digitale Materialsammlung zum Labortag

Lehrerfortbildungen (Gruppeninterviews/Fragebögen)

- Konzepterläuterung
- 30-40 min Arbeitsphase mit Lernumgebung

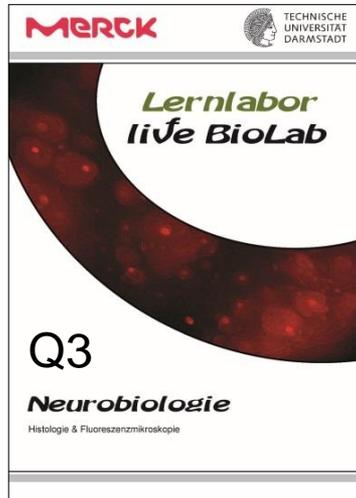
### Erfassung der Kontextfaktoren

- Medienausstattung der Schulen ✓
- zeitlicher Rahmen ✓ (1-2 Doppelstunden)
- Mehrwert ✓ (Thema muss Unterrichtsrelevanz haben)
- Themenbezogene Anforderungen an die Vorbereitung



## Erfassung der Kontextfaktoren

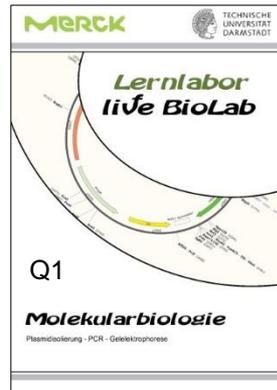
- Themenbezogene Anforderungen an die Vorbereitung



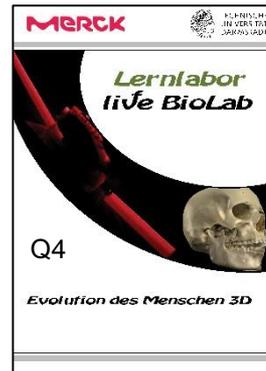
- Forderung nach einer Unterrichtseinheit zur „Neurobiologie“

Zitat eines Lehrers:

*"Entweder man hat was - und macht das so wie es perfekt ist  
- oder man lässt es!"*



- Keine zusätzliche Vorbereitung erwünscht



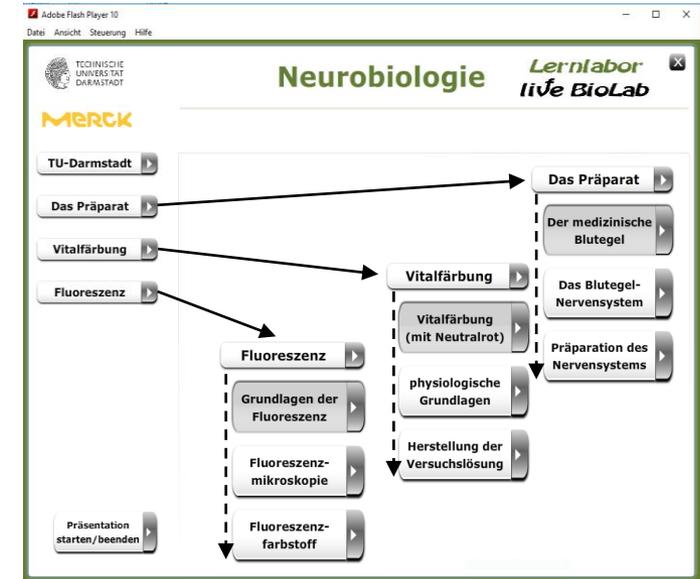
Thema freigestellt

- Ersatz von Unterricht gewünscht
- Vorbereitung
- Laborbesuch
- Nachbereitung

- Medienausstattung der Schulen vorhanden ✓
- Thema muss curriculare Bezug haben ✓
- UE eine Doppelstunde ✓

## Anforderungen an die digitale UE zur „Neurobiologie“:

- Inhalte auf das Wesentliche beschränken
- klare Struktur (Gliederung nach Themen)
- klare, kreative Arbeitsaufträge auf LK-Niveau
- Selbstkontrolle der SuS
- Möglichkeit zu Binnendifferenzierung



## Re-Design

Entwicklung der Lernsoftware zum Schülerlabortag Neurobiologie

Design-Unterrichteinheit

Phase 1	Phase 2	Phase 3	Phase 4
Schulstunde 1		Schulstunde 2	

## Prototypentwicklung

### 2. Mikrozyklus Prototyp (Neurobiologie)

#### Lehrerfortbildungen (Fragebögen)

- Konzepterläuterung
- 30-40 min Arbeitsphase mit Lernumgebung

### Bestätigung der Ergebnisse

- Mediene Ausstattung der Schulen - vorhanden
- Mehrwert (Einsatzbereitschaft) - vorhanden
- zeitlicher Rahmen - max. 1-2 Doppelstunden
- Akzeptanz der Unterrichtseinheit - bestätigt
- Bedürfnissen und Erwartungen der Lehrenden - erfüllt
- Konzept der UE bestätigt (praxistauglich)

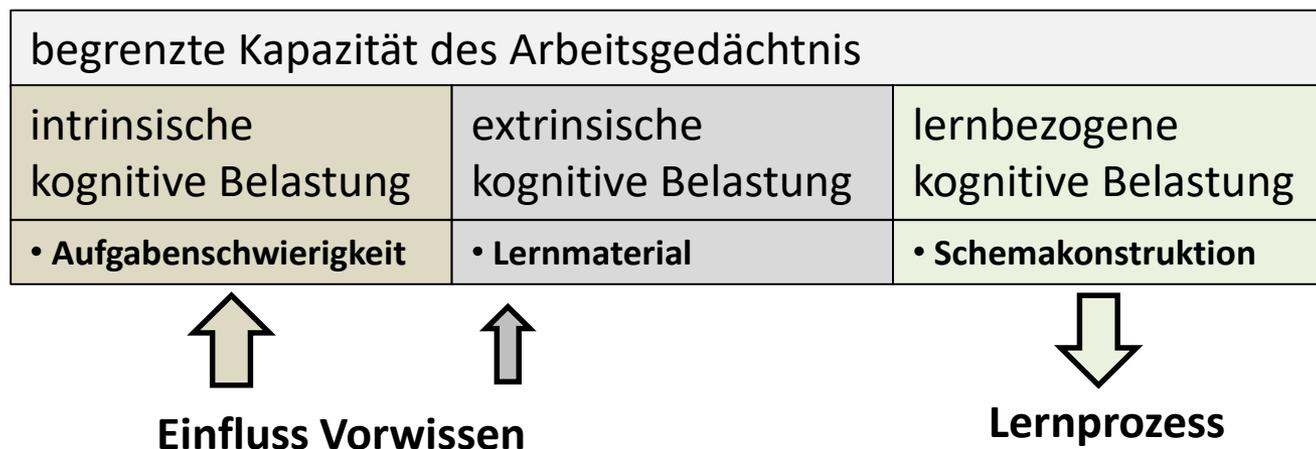
## Beurteilungsphase

- A) Anwendungsorientiert**
- Überprüfung der Usability (Lernsoftware und UE)
  - Qualitätsprüfung der Software und UE

## B) Erkenntnisorientierte Aspekte - Hypothesen:

- 1) Die Vorbereitung wirkt sich nachhaltig positiv auf den Wissenszuwachs der SuS durch den Labortag aus. (Cognitiv Load-Theorie [Sweller et.al 1998])
- 2) Die Vorbereitung wirkt sich positiv auf die praktischen Tätigkeiten am Labortag aus. (Cognitiv Load-Theorie/Flow-Erleben [Rheinberg et al. 2003])

### cognitive Load-Theory (Sweller et al. 1998)



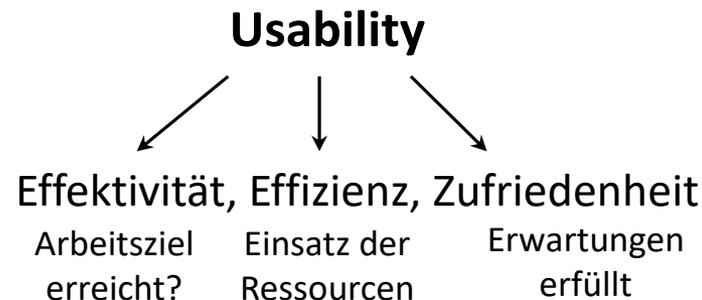
## Beurteilungsphase

### 3. Mikrozyklus (Praxistest – in der Schule)

- Durchführung der UE
- 9 Kurse (n=145) / 64% W; 36% M /  $17,9 \pm 0,9$  Jahre

#### A) Anwendungsorientiert

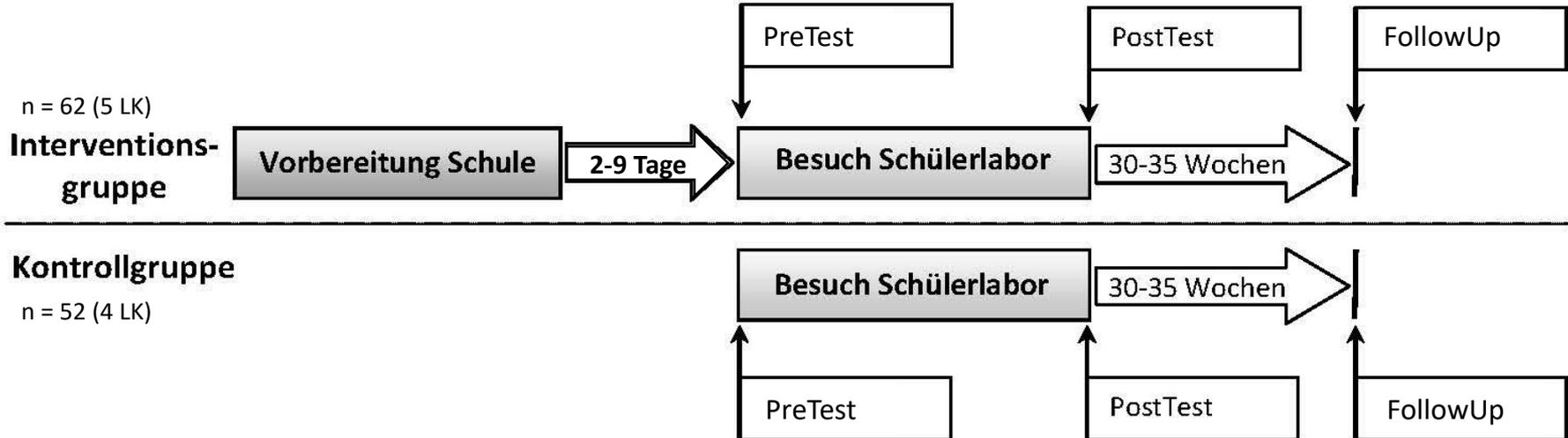
- Es konnten keine Usability-Mängel festgestellt werden
- Die Unterrichtsqualität wurde bestätigt (nach Tillmann et al. 2011)
- Die Unterrichtseinheit entsprach den Bedürfnissen und Erwartungen der SuS



## Beurteilungsphase

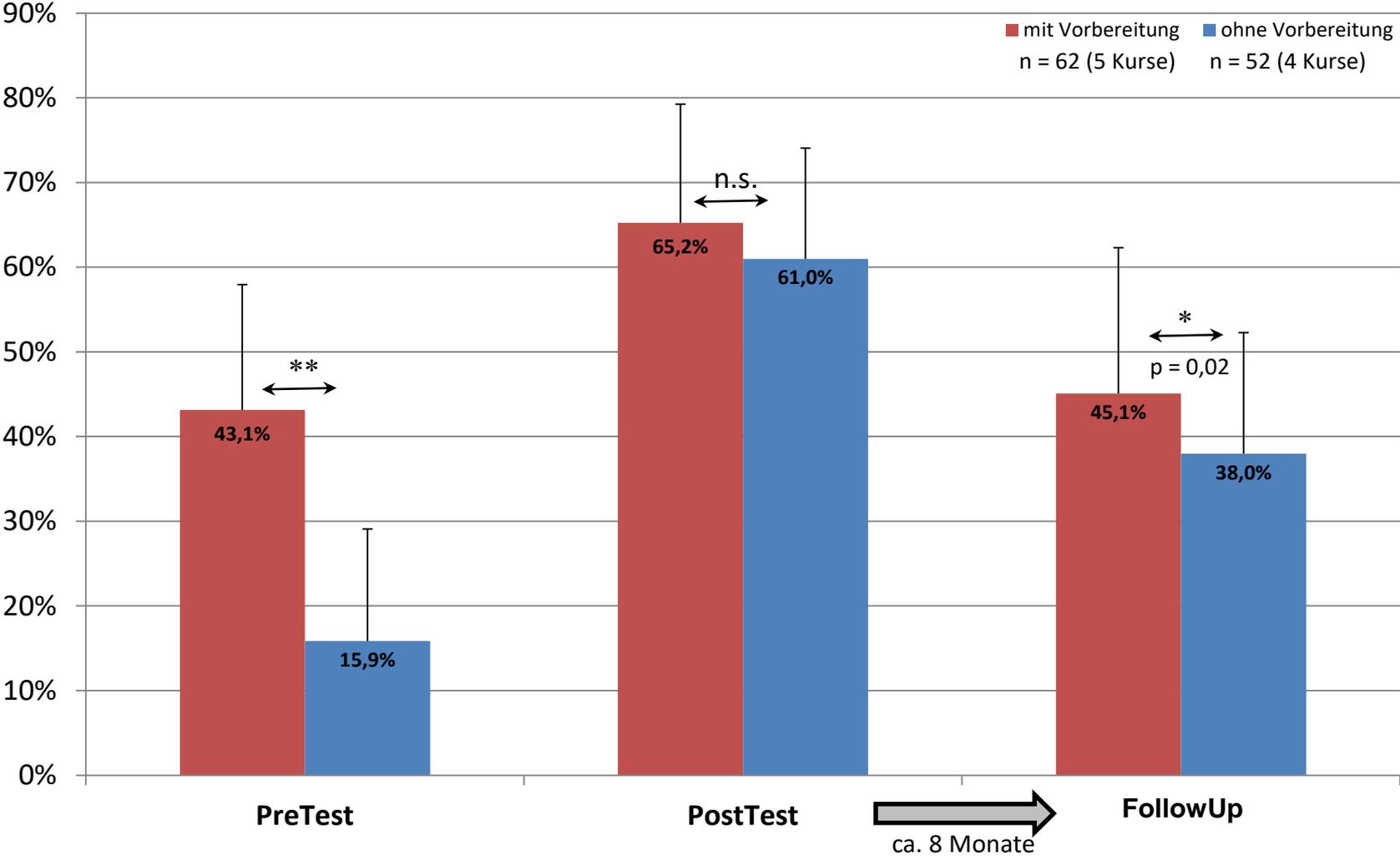
### Hypothese:

- 1) Die Vorbereitung wirkt sich nachhaltig positiv auf den Wissenszuwachs der SuS durch den Labortag aus.



Evaluationsverlauf zum Wissens-test  
(MC 20 Fragen)

## Wissenszuwachs SchülerInnen



## Hypothese:

2) Die Vorbereitung wirkt sich positiv auf die praktischen Tätigkeiten am Labortag aus.

## Evaluationsinstrument - Flow-Erleben

### „Der Tätigkeitsrausch“

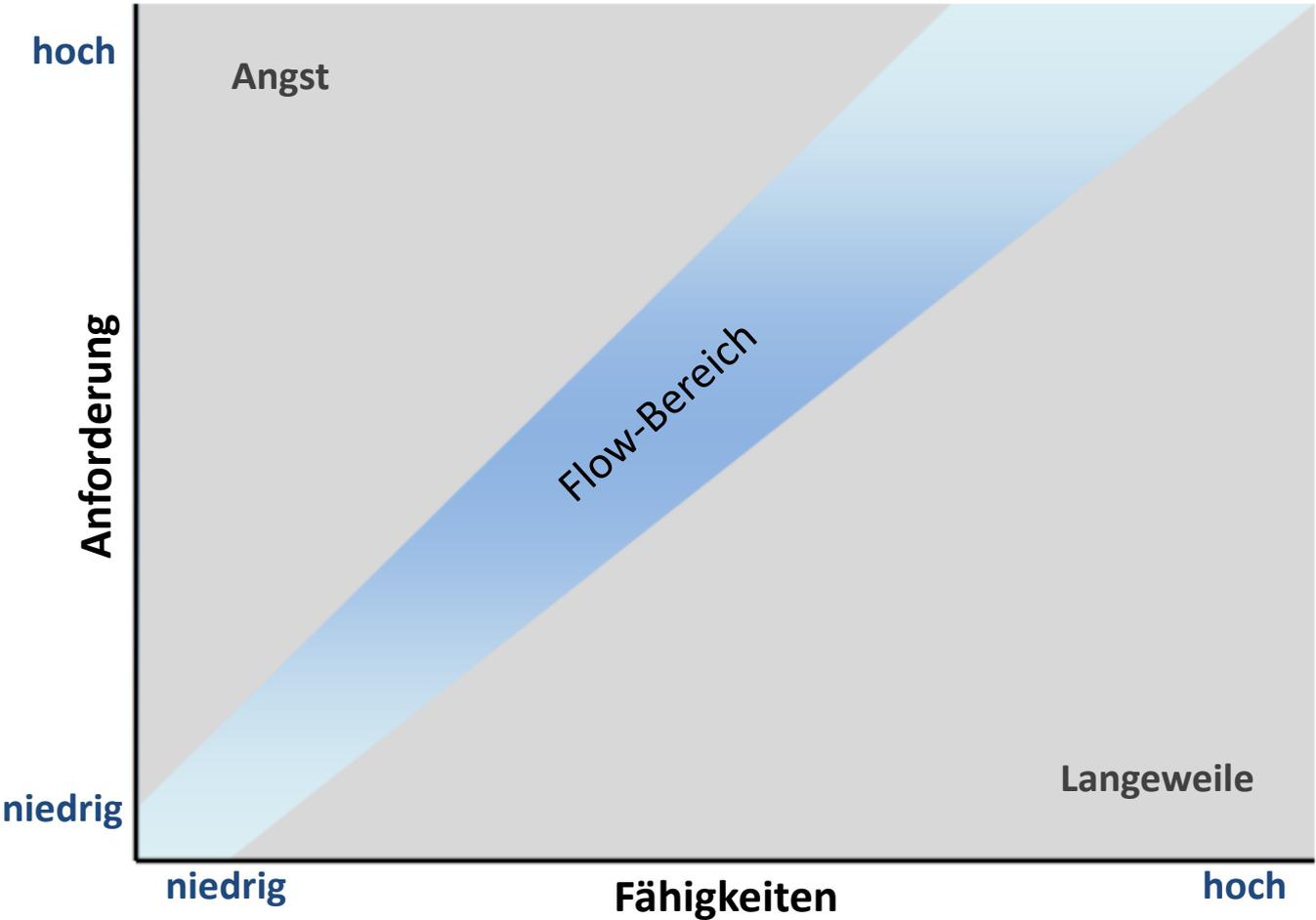
Das gänzliche Aufgehen in einer glatt laufenden Tätigkeit, bei der man trotz voller Kapazitätsauslastung das Gefühl hat, den Geschehensablauf noch gut unter Kontrolle zu haben.



aus: <http://www.alpincenter-dachstein.at/de/klettern.html>

Der Flow-Zustand ist eine leistungsrelevante Variable des Funktionszustandes beim Lernen.

## Die Passung von Fähigkeit und Anforderung



**Faktoren**  
glatter Verlauf  
Absorbiertheit

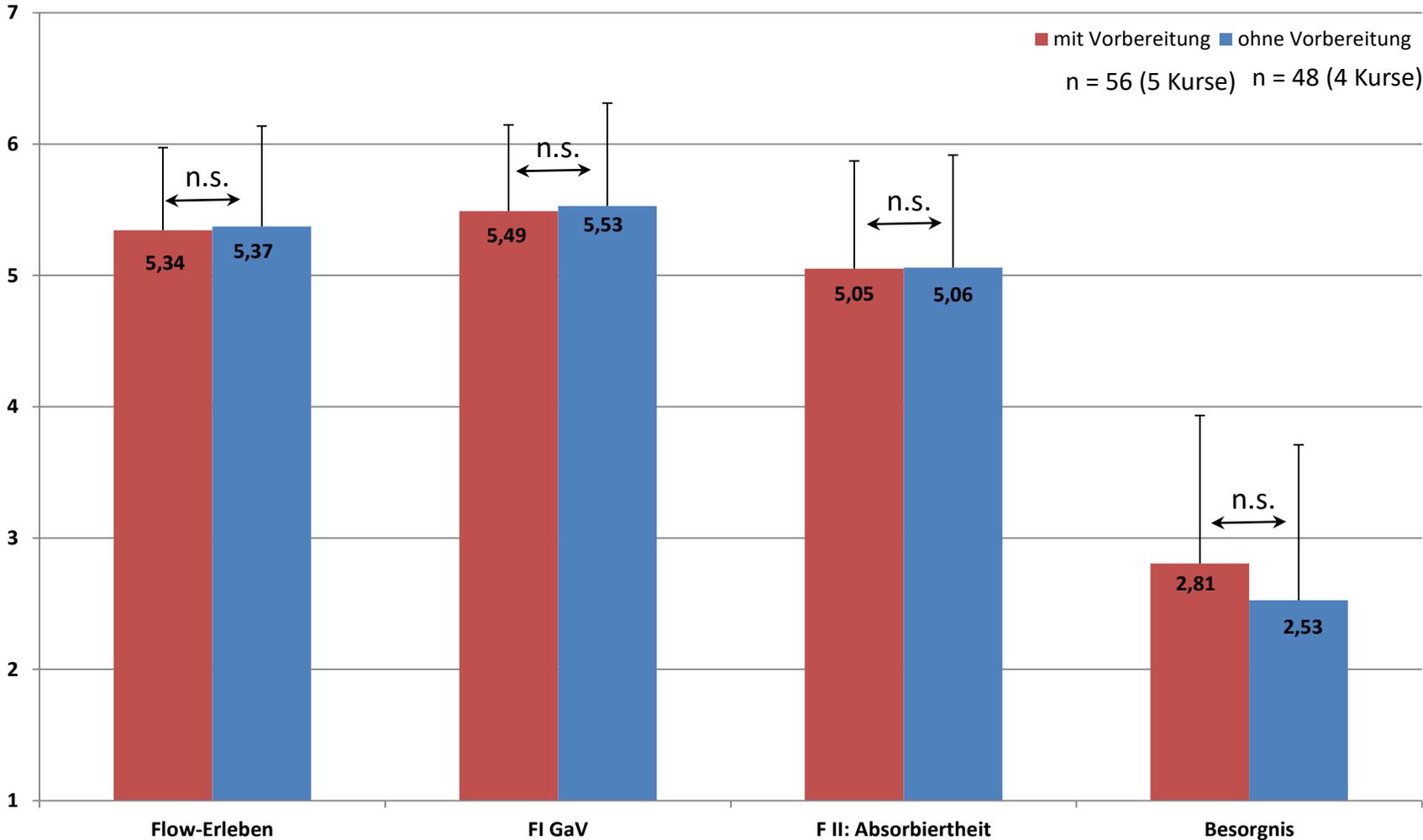
Flow-Diagramm nach M. Csikszentmihalyi

## Die Erfassung des Flow-Erlebens (Rheinberg et al. 2003)

### Die Flow-Kurzskala im konkreten Kontext

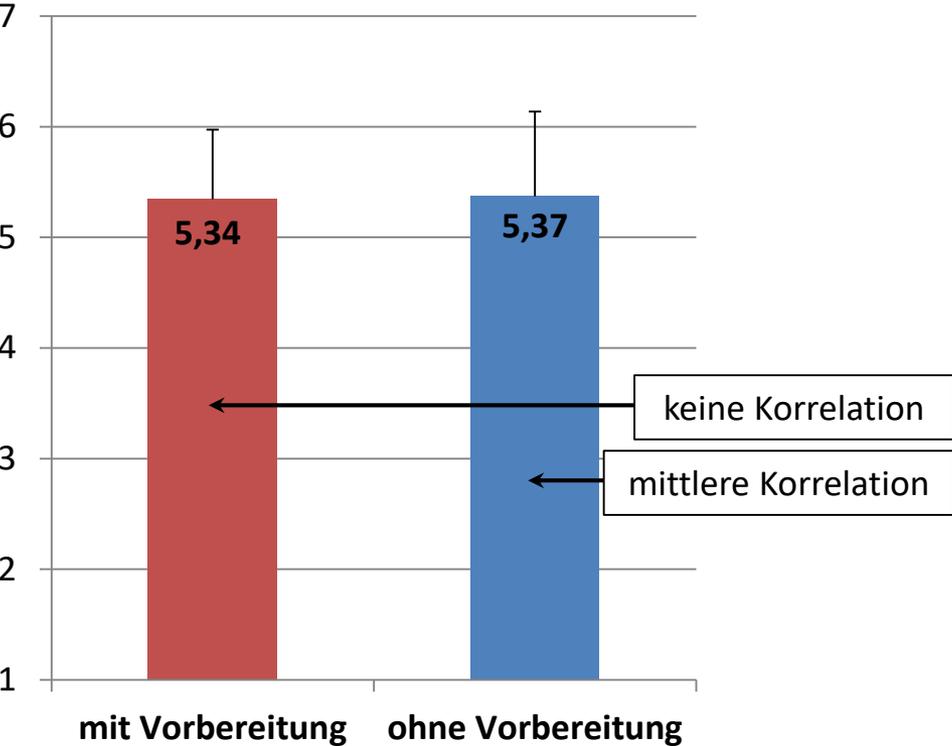
Item	FI glatter Verlauf (Cronbachs $\alpha = .88$ )	Ladung	Varianzaufklärung
(2)	Meine Gedanken bzw. Aktivitäten laufen flüssig und glatt.	,62	40%
(4)	Ich habe keine Mühe, mich zu konzentrieren.	,53	
(5)	Mein Kopf ist völlig klar.	,61	
(7)	Die richtigen Gedanken/Bewegungen kommen wie von selbst.	,72	
(8)	Ich weiß bei jedem Schritt, was ich zu tun habe.	,86	
(9)	Ich habe das Gefühl, den Ablauf unter Kontrolle zu haben.	,85	
FII Absorbiertheit (Cronbachs $\alpha = .77$ )			
(1)	Ich fühle mich optimal beansprucht.	,72	20%
(3)	Ich merke gar nicht, wie die Zeit vergeht.	,78	
(6)	Ich bin ganz vertieft in das, was ich gerade mache.	,71	
FIII Besorgnis (Cronbachs $\alpha = .84$ )			
(11)	Es steht etwas für mich Wichtiges auf dem Spiel.	,84	9%
(12)	Ich darf jetzt keine Fehler machen.	,89	
(13)	Ich mache mir Sorgen über einen Misserfolg.	,84	

## Flow-Erleben im Schülerlabor 7 Rangskaliert

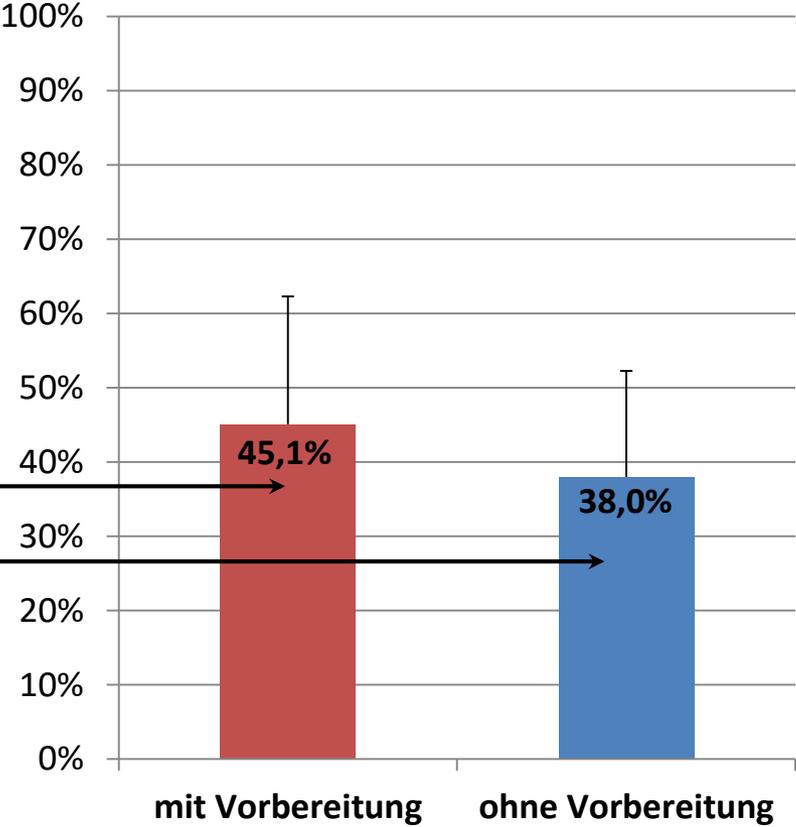


Kendall Tau-b Rang-Korrelation  $r(46)=0,23$ ;  $p=0,03$

### Flow-Erleben im Schülerlabor



### FollowUp-Test Wissen



## Zusammenfassung:

Einbindung von Labortagen in den Unterricht

- Einsatz von Lernsoftware in der Schule ist problemlos (Ausstattung der Schulen)
- Thema sollte curriculare Relevanz haben
- Lehrende stehen der Einbindung von AL in den Unterricht positiv gegenüber
- Dauer für die Vorbereitung max. 1-2 Doppelstunden
- Vorbereitung sollte keinen Mehraufwand für den Unterricht darstellen (UE)

## Bewertung:

- Die Vorbereitung wirkt sich nachhaltig positiv auf den Wissenszuwachs der SuS durch den Labortag aus.
- Die Vorbereitung hatte keinen Einfluss auf die experimentelle Arbeit der SuS

## Ausblick:

Theoriebildung: In welcher Beziehung stehen Vorwissen und experimentell orientierte Arbeitsweisen beim Lernen.

# Literatur

Csikszentmihalyi, M. & Schiefele, U. (1993). Die Qualität des Erlebens und der Prozeß des Lernens. *Zeitschrift für Pädagogik*, 39/2, 207-221.

Design-Based Research Collective (2003). Design-based research - An emerging paradigm for education inquiry. *Educational Researcher*, 32 (1), 5-8.

Gräsel, C. (2010). Stichwort: Transfer und Transferforschung im Bildungsbereich. *Zeitschrift für Erziehungswissenschaften* 13, 7-20.

Guderian, P. & Priemer, B. (2008). Interessenförderung durch Schülerlaborbesuche eine Zusammenfassung der Forschung in Deutschland. *PhyDid* 2/7, 27-36.

Guderian, P., Priemer, B., Schön, L.-H. (2006). In den Unterricht eingebundene Schülerlaborbesuche und deren Einfluss auf das aktuelle Interesse an Physik. Physik und Didaktik in Schule und Hochschule. *PhyDid* 2/5, 142-149.

Kerres, M. (2003). Wirkung und Wirksamkeit neuer Medien in der Bildung. In: R. K. Keill-Slawik, M. (ED) *Education Quality Form. Wirkung und Wirksamkeit neuer Medeien.* Münster: Waxmann.

Pataki, K., Sachse, K., Prümper, J., Thüring, M. (2006). ISONORM: Kurzfragebogen zur Software-Evaluation. In: F. Lösel & D. Bender. Berichte über den 45. Kongress der Deutschen Gesellschaft für Psychologie (S. 258-259). Lengerich: Pabst Science Publishers.

Reinmann, G. (2005). Innovation ohne Forschung? Ein Plädoyer für Design-Based Research-Ansatz in der Lehr-Lernforschung. *Unterrichtswissenschaft* 33/1, 52-69.

Rheinberg, F., Vollmeyer, R., Engeser, S. (2003). Erfassung des Flow-Erlebens. In J. Stiensmeier-Pelster & F. Rheinberg (Hrsg.), *Diagnostik von Motivation und Selbstkonzept. Tests und Trends N.F.2* (S.261-279).Göttingen: Hogrefe.

Rheinberg, F. (2005). Intrinsische Motivation und Flow-Erleben. In J. Heckhausen & H. Heckhausen (Hrsg.), *Motivation und Handlung*. 3. Aufl (S.331-354). Berlin: Springer.

Tillmann, A., Reiß, S., Moosbrugger, H., Krömker, D., Schweizer, K., Gold, A. (2011). Qualitätssicherung der Lehre an großen Universitäten: Psychometrische Studien zum Frankfurter Studierendenfragebogen zur Evaluation von Lehrveranstaltungen (STUD-FEL). *Forschung über Qualität in der Wissenschaft*. Bielefeld: Weblar.

**Vielen Dank für die Aufmerksamkeit!**



Dank an:  
Christian Reinbold  
Alexander Tillmann  
Sascha Planz