



## Ausgangslage

- Diskrepanz zwischen Zielen und Praxis (u.a. Welzel 1998) beim Experimentieren auch im Physikstudium
- Laborpraktika werden theoriegeleitet weiterentwickelt. (u.a. Theyßen 2001, Sacher 2015)
- Evaluation der Wirkung neuer Konzepte bisher über Wissenstests (Straube 2016) und Fragebögen z.B. zur Qualität der Konzepte (Rehfeldt 2016)
- Wirkung der Konzepte auf Performanzebene noch nicht untersucht

## Ziele

- Entwicklung eines validen Testinstruments für die kompetenzorientierte Leistungsmessung auf Basis studentischer Performanz
- Generierung von Handlungsbeschreibungen zu qualitativen Unterschieden in der Ausprägung der Facetten experimenteller Kompetenz Physikstudierender durch die Analyse der Tiefenstruktur der gezeigten Performanz am Ende universitärer Anfängerlaborpraktika
- Ableiten von Implikationen für die Weiterentwicklung des Lehr-Lernformats Laborpraktikum

## Theoretische Grundlagen

- Normatives Kompetenzstrukturmodell auf Basis von Experimentierphasen für universitäres Experimentieren aus schulischen Kompetenzstrukturmodellen\* abgeleitet und ergänzt (u.a. Zwickl, 2013)
- Differenzierung der Facetten über die höhere inhaltliche und technische Komplexität und eine höhere Differenziertheit der Handlungen und Argumentationen

\* Vorrangig: Schreiber 2012, Mayer 2007, Meier 2016

## Methode

- Rekonstruktion der experimentellen Kompetenz anhand gezeigter Performanz (Neuweg, 2011) mit Blick auf den Gesamtprozess
- Einheitliche Operationalisierung auf Basis des abgeleiteten Strukturmodells experimenteller Kompetenz
- Probanden: Physikstudierende am Ende des Anfängerpraktikums, nach Beendigung der Bachelor- und Masterarbeit und Doktoranden/Post-Docs der Experimentalphysik (bisher: n=11; geplant: n=20)

## Untersuchungsdesign

### Performanz

- Realexperimente
- Fachinhalt
- Elektrodynamik
- Fachwissen wird vorgegeben
- Open-ended investigation

### Datenerhebung

- Video
- Fragebogen
- Teilstrukturierte Ergebnismitschrift
- Auswertungsdatei
- Browserverlauf

### Validierungsaspekt

- Leitfadengestütztes Stimulated-Recall-Interview
- Absicherung der Interpretationen

Rekonstruktion der zugrundeliegenden Dispositionen und Generierung von Handlungsbeschreibungen für Qualitätsausprägungen des Gesamtprozesses mittels komparativer Fallrekonstruktionen nach dem Ansatz der dokumentarischen Methode (Bohnsack, 2013)

## Ausschnitt einer Fallrekonstruktion mit Fokus auf der Kompetenzfacette „Messgeräte auswählen“

### Auszug Aufgabenstellung

Planen und Führen Sie ein geeignetes Experiment durch, das folgende Fragestellung beantwortet:

Welcher Messaufbau eignet sich für eine möglichst präzise Bestimmung (5 signifikante Stellen) zweier unterschiedlicher elektrischer Widerstände mittels der Aufnahme von Strom-Spannungskennlinien?

#### Teilaufgabe: Planung

Wählen Sie die Messgeräte und Materialien aus und begründen Sie ihre Wahl.

### Kompetenzfacette Messgeräte auswählen

Geeignetes Gerät zur Bestimmung der Variable (Charakteristika wie Innenwiderstand, Genauigkeit, Messbereich und Einstellungsmöglichkeiten) auf Basis des physikalischen Zusammenhangs auswählen

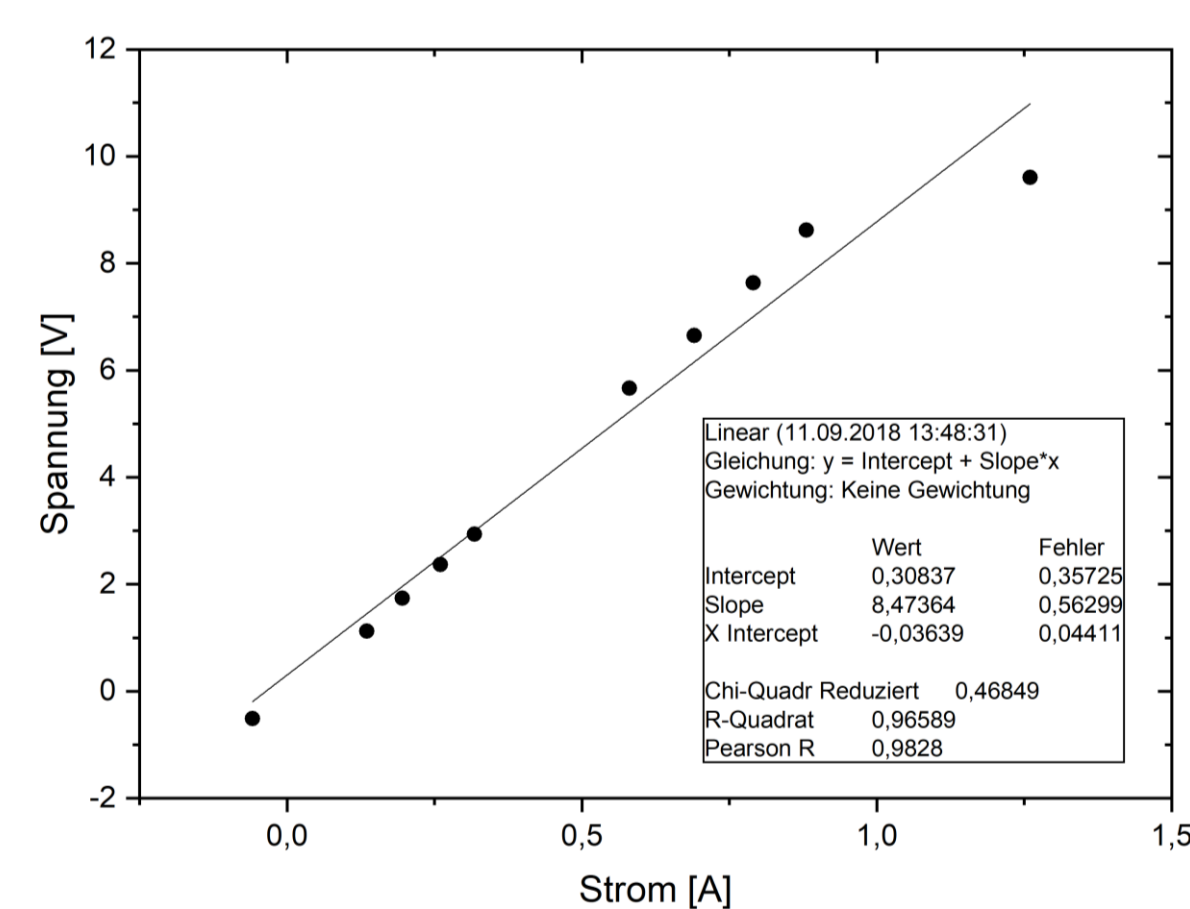
### Geräteauswahl



### Daten zur Begründung der Messgerätewahl

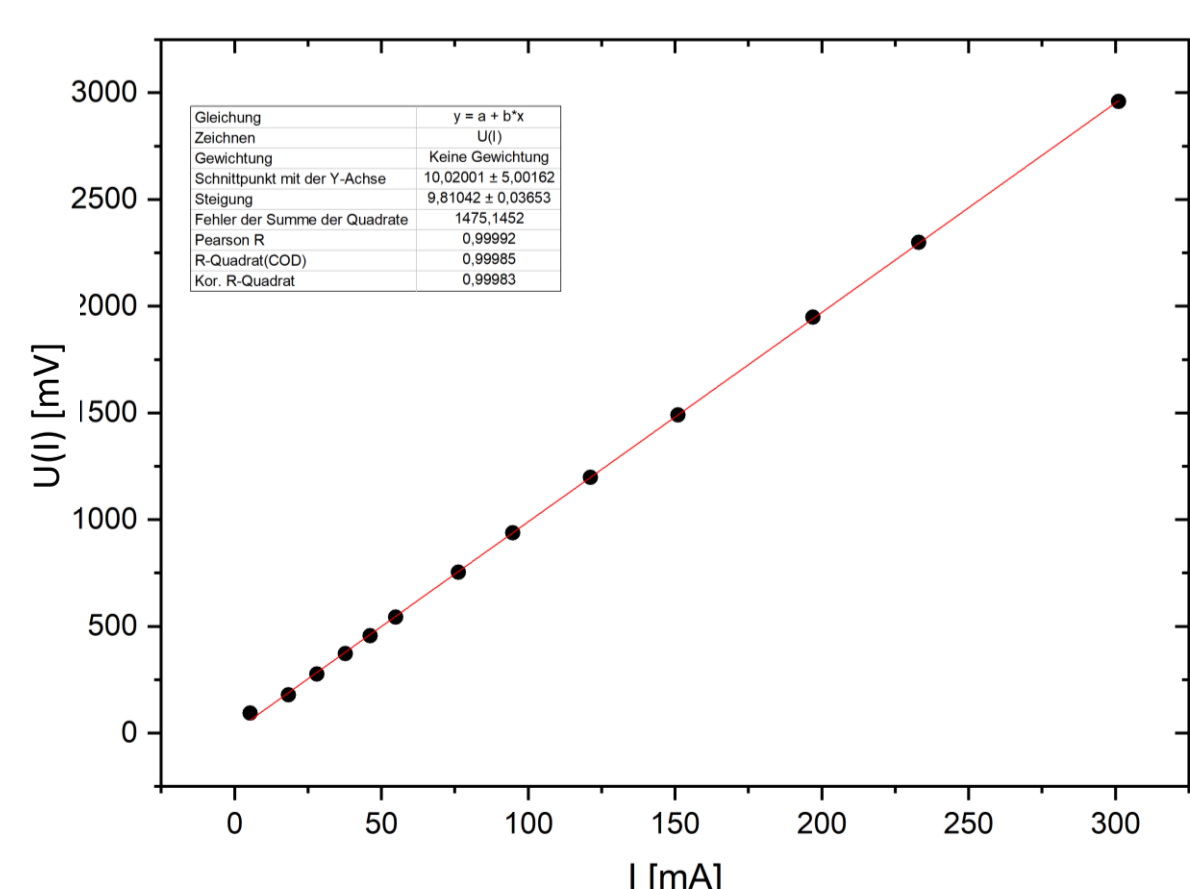
#### Proband 1: Ende des 4. Semesters

*Die Auswahl Messgeräte:  
→ 2 Multimeter, die am einfachsten sind  
→ Kabel & Krokodilklampen  
→ Die Spannungsquelle mit der ich schon mal gearbeitet habe*



#### Proband 2: Ende des 4. Semesters

*→ Strome sehr klein  
→ andere Spannungsquelle mit der größten Ausgangsspannung für großen Messbereich*



#### Auszug aus dem Stimulated-Recall-Interview Proband 1:

I: Du hast in deinem Laborbuch auf Seite 1 begründet, warum du die Messgeräte gewählt hast. Könntest du mir noch einmal zusammenfassen, was deine Gründe waren?  
P: Ich habe zwei Multimeter gewählt, die am einfachsten wirkten, die ich schon mal gesehen hatte.  
I: Ok, das heißt „einfach“ bedeutet in dem Fall nicht simpel sondern „kenne ich schon“?  
P: Ja, also womit ich am vertrautesten war.  
I: Hast du dir auch Gedanken gemacht, welche Spannungsquelle du wählst?  
P: Ne, ich kannte nur die eine. Die andere habe ich mir gar nicht richtig angesehen.  
[...]  
I: Würdest du im Nachhinein, deine Messgeräte wieder so wählen, wie du es getan hast?  
P: Ja, ich habe ja ein Ergebnis herausbekommen.



Der Student wählt die Messgeräte für das Experiment ohne Bezug zu dem zu untersuchenden physikalischen Phänomen aus. Als Auswahlkriterium führt er an, dass er Geräte gewählt hat, die er schon einmal benutzt hat und ihm dementsprechend vertraut sind. Dieses Gefühl des Vertrautseins ist so stabil, dass er sich die anderen Geräte gar nicht erst ansieht. Die Fähigkeit Messgeräte auszuwählen beherrscht er nicht. Als Ergebnis hat der Student im weiteren Verlauf des Experimentes den Wert  $(8,47364 \pm 0,06299) \Omega$  bestimmt. In dem Interview wurde ihm gesagt, dass der Widerstand  $10 \Omega (\pm 3\%)$  groß ist. Er beurteilt sein Vorgehen als erfolgreich und würde dieses nicht ändern. Auch der deutliche Mangel hinsichtlich der Präzision des Ergebnisses führt nicht zu keinem Überdenken der Messgerätewahl. Er scheint folglich auch die Fähigkeit Messergebnisse auf Basis von Messgenauigkeiten zu beurteilen nicht zu beherrschen.

#### Auszug aus dem Stimulated-Recall-Interview Proband 2:

I: Du hast in deinem Laborbuch auf Seite 3 begründet, warum du die Messgeräte gewählt hast. Könntest du mir zusammenfassen, was deine Gründe waren?  
P: Ich hab zuerst die Größenordnung der Widerstände bestimmt [mit einem Multimeter] und mir dann ja überlegt, welche Messbereiche und Intervalle ich mit den Multimetern messen muss und so. Ja und dann habe ich mich erinnert, dass Widerstände [Bauteil] eine Leistungsgrenze haben. Und dann habe ich das durchgerechnet und festgelegt bis wohin ich messen muss. Ja, ne und dann habe ich die zwei Multimeter genommen.  
I: Ok, ich habe dann im Video gesehen, dass du auch zwei verschiedene Spannungsquellen verwendet hast.  
P: Ja, ich wusste, dass der zweite Widerstand im M $\Omega$ -Bereich liegt und da habe ich die andere Spannungsquelle gewählt, weil ich dann einen größeren Messbereich habe. Ja. Finde ich auch immer noch logisch.



Der Student wählt die Messgeräte für das Experiment mit starkem Bezug zu dem zu untersuchenden physikalischen Phänomen aus. Vor der Wahl der Messgeräte hat er eine Testmessung durchgeführt und sich die Eigenschaften aller zur Verfügung stehenden Geräte angesehen. Als Auswahlkriterien führt er neben der Größenordnung und den Leistungsgrenzen des Widerstandes (Bauteil) auch mögliche Messbereiche der Multimeter an. Die Fähigkeit Messgeräte auszuwählen beherrscht er sehr elaboriert. Als Ergebnis hat der Student im weiteren Verlauf des Experimentes den Wert  $(9,81042 \pm 0,03653) \Omega$  bestimmt. In dem Interview wurde ihm gesagt, dass der Widerstand  $10 \Omega (\pm 3\%)$  groß ist. Er beurteilt sein Vorgehen als erfolgreich und würde dieses nicht ändern. Er scheint folglich auch die Fähigkeit Messergebnisse auf Basis von Messgenauigkeiten zu beurteilen zu beherrschen.

### Modellentwicklung

ab SS2016

### Aufgabenkonstruktion

SS2017

### Pilotierung

WS2017/18

### Haupterhebung

bis SS2019

### Auswertung

ab WS2019/20