

Norman Joußen<sup>1</sup>  
 Melanie Kiwitt<sup>1</sup>  
 Stephan Baja<sup>1</sup>  
 Heidrun Heinke<sup>1</sup>

<sup>1</sup>RWTH Aachen University

## Händische Fertigkeiten mit IBEs erwerben? – eine Interventionsstudie

### Einleitung und Motivation

Interaktive Bildschirmexperimente (IBEs) haben sich in den letzten 20 Jahren im Zuge der Digitalisierung in der naturwissenschaftlichen Lehre zunehmend etabliert. Bei einem IBE wird ein Experiment durch eine Serie von Fotos des zugrundeliegenden realen Versuchsaufbaus repräsentiert, die mit Video-, Audio- und Messdaten ergänzt werden kann. Die Bedienung des IBE erfolgt am Bildschirm durch Handlungen an diesem realitätsnahen Aufbau. Ähnlich zu einem realen Experiment erhält der Experimentator ein unmittelbares Feedback zu seinen Handlungen (vgl. Kirstein, Haase, Mühlenbruch & Nordmeier, 2016). Neben der realitätsnahen Repräsentation des realen Versuchsaufbaus im IBE bleiben jedoch wesentliche Unterschiede zwischen IBE und Realexperiment, wie bspw. die Haptik des realen Versuchsaufbaus, bestehen. Betrachtet man einen typischen Versuchsaufbau auf einer optischen Bank, so ist der experimentelle Prozess in der Regel dadurch gekennzeichnet, dass vor der Aufnahme von Messdaten eine Montage und Justage des optischen Versuchsaufbaus notwendig ist. Händische Fertigkeiten sind bei diesem Montage- und Justageprozess in besonderem Maße erforderlich. Im Rahmen einer Interventionsstudie wurde daher u.a. untersucht, ob sich händische Fertigkeiten wie die Montage und Justage eines optischen Versuchsaufbaus mit einem IBE vermitteln lassen. Diese Interventionsstudie und ausgewählte Ergebnisse werden im Folgenden präsentiert.

### Vorstellung der Interventionsstudie

#### *Studiendesign*

In der als Feldstudie angelegten Interventionsstudie wurde der Prozess der Montage und optischen Justage eines Versuches zum Photoeffekt untersucht, den Maschinenbaustudierende im Rahmen eines physikalischen Praktikums durchführen. Die Montage und Justage des optischen Aufbaus ist bei diesem Versuch vor der Aufnahme von Messdaten erforderlich. Die Maschinenbaustudierenden führen den Versuch dabei in Zweierteams durch. Insgesamt wurde der Montage- und Justageprozess von 152 dieser Studierendenteams erfasst und ausgewertet. Die Erfassung des experimentellen Prozesses erfolgt dabei durch einen objektfokussierten Ansatz, bei dem alle relevanten Manipulationen am experimentellen Aufbau des Realexperimentes durch eine am Versuchsaufbau implementierte Sensorik als Satz von Objektdaten aufgezeichnet werden. Für eine detaillierte Beschreibung dieses Erhebungsansatzes sei auf (Fraß & Heinke, 2015) verwiesen. Nach einer etwa 30-minütigen Vorbesprechung erhielten die Studierenden an dem Praktikumstermin eine kurze Information über den Ablauf der Studie. Im Anschluss daran erfolgte die Intervention durch unterschiedliche Justageschulungen, bevor dann die Durchführung des Praktikumsversuches mit der Montage und Justage des optischen Versuchsaufbaus startete. In einem letzten Teil des Praktikums termins erfolgte die Aufnahme der Messdaten und Auswertung des Versuches zum Photoeffekt durch die Studierenden.

#### *Intervention*

Die Intervention erfolgte durch drei unterschiedliche Justageschulungen. Die Schulungen waren dabei inhaltlich ähnlich aufgebaut. So erhielten alle drei Justageschulungen Erklärun-

gen zu den optischen Bauteilen und Multiple-Choice-Fragen zur Wissensüberprüfung nach einzelnen Sinnabschnitten. Zwei Justageschulungen beinhalteten zusätzlich experimentelle Aufgaben, die bei einer Interventionsgruppe (kurz „IBE“ genannt, N = 45 Studierendenteams) an einem IBE und bei der anderen Interventionsgruppe (kurz „Experiment“ genannt, N = 38 Studierendenteams) an einem Realexperiment bearbeitet werden sollten. Die experimentellen Aufgaben wurden bei der dritten Interventionsgruppe (kurz „Skript“ genannt, N = 34 Studierendenteams) durch erklärende Texte und Bilder ersetzt. Neben diesen drei Interventionsgruppen gab es eine Kontrollgruppe (N = 35 Studierendenteams), die keine Justageschulung erhielt. Eine Übersicht über die Inhalte der Justageschulungen ist in Tab. 1 dargestellt.

Tab. 1: Übersicht der Inhalte in den einzelnen Justageschulungen

	Kontrollgruppe (N = 35)	Skript (N = 34)	IBE (N = 45)	Experiment (N = 38)
Erklärungen zu den optischen Bauteilen	✗	✓	✓	✓
Experimentelle Aufgaben	✗	✗ (durch Erklärungstexte ersetzt)	✓ (Durchführung an einem IBE)	✓ (Durchführung an einem Realexperiment)
MC-Fragen zur Wissensüberprüfung nach einzelnen Sinnabschnitten	✗	✓	✓	✓

## Einfluss der Intervention

### Datengrundlage

Zur Untersuchung des Einflusses der Intervention auf den experimentellen Prozess der Montage und Justage des optischen Versuchsaufbaus und Beantwortung der Fragestellung werden im Folgenden die Merkmale „Experimentierzeit“ und „Schrittanzahl“ betrachtet. Unter Experimentierzeit wird dabei die Zeit verstanden, die von den Studierenden für die Montage und Justage des optischen Versuchsaufbaus benötigt wird. Diese lässt sich aus den Objektdaten des verwendeten objektfokussierten Ansatzes zur Erfassung des experimentellen Prozesses direkt auslesen. Diese Objektdaten beinhalten dabei die Informationen über die zeitlichen Veränderungen am experimentellen Aufbau. So kann ihnen bspw. die horizontale Position eines optischen Bauteils auf der optischen Bank zu jedem beliebigen Zeitpunkt  $t$  entnommen werden.

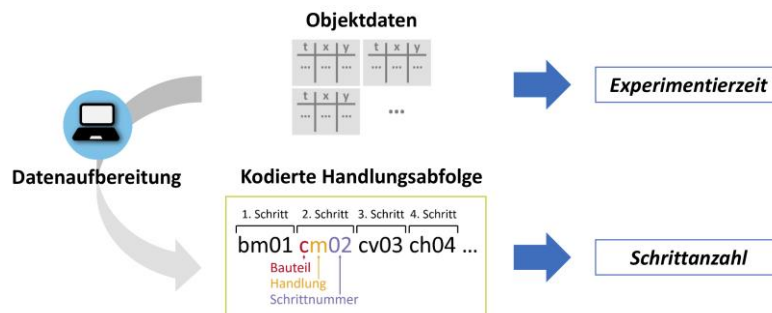


Abb. 1: Schematische Darstellung der Datenaufbereitung. Für Details siehe Text.

Mittels einer computergestützten Aufbereitung dieser Objektdaten lässt sich zudem eine kodierte Abfolge der experimentellen Handlungen der Studierenden rekonstruieren. Diesen kodierten Handlungsabfolgen kann dann u.a. die Anzahl der für die Montage und optischen Justage benötigten Schritte (Schrittzahl) entnommen werden. Die Extrahierung der Experimentierzeit und Schrittzahl aus den mit dem objektfokussierten Ansatz aufgenommenen Daten ist in Abb. 1 schematisch dargestellt.

### Ergebnisse

Es zeigt sich, dass Studierendenteams, die bereits im Rahmen der Justageschulung mit dem realen Versuchsaufbau experimentiert haben, statistisch höchst signifikant weniger Zeit für die Montage und optische Justage als Studierendenteams in der Kontrollgruppe benötigen. Studierendenteams, die die Justageschulung lediglich in Form eines Skriptes erhalten haben, benötigen hingegen statistisch signifikant mehr Zeit für diesen Prozess als Studierendenteams in der Kontrollgruppe. Für die Interventionsgruppe „IBE“ zeigt sich kein statistisch signifikanter Unterschied hinsichtlich der Experimentierzeit im Vergleich zur Kontrollgruppe. Die Ergebnisse sind in Abb. 2 graphisch dargestellt.

Ähnliche Ergebnisse zeigen sich für das Merkmal „Schrittzahl“. Im Vergleich zwischen der Interventionsgruppe „Skript“ und der Kontrollgruppe zeigt sich dabei kein statistisch signifikanter Unterschied mehr.

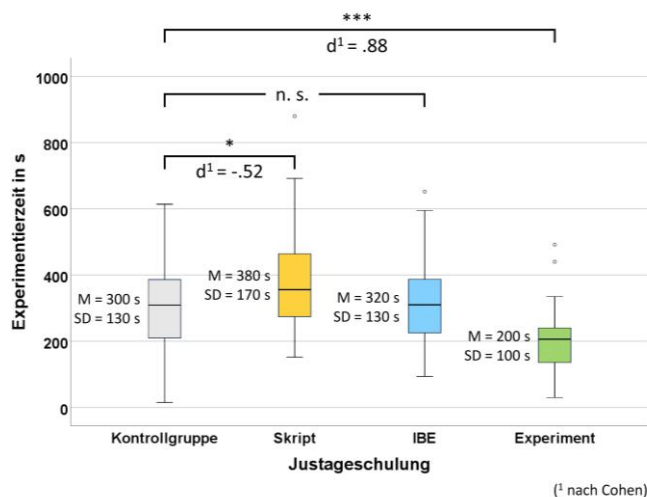


Abb. 2: Vergleich der Experimentierzeiten zwischen den Interventionsgruppen und der Kontrollgruppe. Details siehe Text.

### Zusammenfassung und Fazit

Im Rahmen der Interventionsstudie wurde u.a. untersucht, ob mit Interaktiven Bildschirmexperimenten (IBEs) auch händische Fertigkeiten, wie die Montage und optische Justage eines Versuchsaufbaus vermittelt werden können. Erwartungsgemäß zeigt sich, dass Studierendenteams, die bereits zuvor im Rahmen der Justageschulung mit dem realen Versuchsaufbau experimentiert haben, statistisch höchst signifikant weniger Zeit und statistisch signifikant weniger Handlungsschritte für den Montage- und Justageprozess benötigten als Studierendenteams in der Kontrollgruppe. Bei Studierendenteams, die die gleiche Justageschulung anhand eines IBE absolviert haben, zeigt sich kein statistisch signifikanter Unterschied zur Kontrollgruppe hinsichtlich der Merkmale „Experimentierzeit“ und „Schrittzahl“.

**Literatur**

- Fraß, S. & Heinke, H. (2015). Diagnostik experimenteller Fertigkeiten bei optischen Versuchen. In: S. Bernholt (Hrsg.), *Heterogenität und Diversität - Vielfalt der Voraussetzungen im naturwissenschaftlichen Unterricht*. Gesellschaft für Didaktik der Chemie und Physik, Jahrestagung in Bremen 2014 (S. 301-303). Kiel: IPN.
- Kirstein, J., Haase, S., Mühlenbruch, T., & Nordmeier, V. (2016). 20 Jahre Interaktive Bildschirmexperimente. *PhyDid B - Didaktik der Physik - Beiträge zur DPG-Frühjahrstagung 2016*.