

## **Wirksamkeit der Förderung von Experimentierfähigkeiten - Eine Interventionsstudie mit Sachunterrichtsstudierenden**

### **Motivation**

Bereits im Sachunterricht sollen Grundschülerinnen und –schüler naturwissenschaftliches Experimentieren erlernen (GDSU, 2013; MSW NRW, 2008). Um das angemessen anleiten zu können, sollten alle angehenden Sachunterrichtslehrkräfte zunächst selbst während ihrer Ausbildung Experimentierfähigkeiten erwerben. Integrative Studiengänge sind eine Möglichkeit, alle angehenden Sachunterrichtslehrkräfte in möglichst vielen Bezugsfächern des Sachunterrichts und damit auch in der Physik auszubilden (z. B. Rinkens, 2009). Die große Breite der Ausbildung lässt jedoch pro Bezugsfach nur wenig Zeit, grundlegende Fachinhalte und Fachmethoden zu vermitteln. Somit stellt sich die Frage, wie dies innerhalb eines sehr begrenzten Zeitrahmens möglichst effektiv gelingen kann. Im Folgenden fokussieren wir diese Frage auf die möglichst effektive Vermittlung von Fachmethoden, insbesondere Experimentierfähigkeiten, im Kontext physikalischer Themen.

Zur Förderung von Experimentierfähigkeiten bietet sich in der Physik ein Experimentalpraktikum an, in dem eine handelnde Auseinandersetzung mit Experimenten erfolgt. In einem Experimentalpraktikum sind die kognitiven Anforderungen bezogen auf die Durchführung von Experimenten meist auf einem relativ niedrigen Niveau angesetzt (Domin, 1999). Es findet in der Regel keine direkte Erklärung einzelner Fachmethoden statt (implizite Instruktion). Demgegenüber steht ein Ansatz, in dem Fachmethoden explizit dadurch vermittelt werden, dass sie thematisiert und erklärt werden (explizite Instruktion). Verschiedene Studien haben Vorteile einer expliziten Instruktion gegenüber einer impliziten gezeigt (z. B. Chen & Klahr, 1999; Zohar & Peled, 2008). Allerdings wird in den vorliegenden Studien die explizite Instruktion unterschiedlich umgesetzt, von einem Beschreiben von „guten und schlechten Experimenten“ mit und ohne zusätzliche Reflexionsfragen (z. B. Chen & Klahr, 1999) bis hin zu allgemeinen expliziten Erklärungen (z. B. Zohar & Peled, 2008). Darüber hinaus liegen noch keine Untersuchungen zu wirksamen Instruktionsstrategien bei angehenden Sachunterrichtslehrkräften vor.

### **Ziel und Fragestellung**

Mit dem Ziel, die Experimentierfähigkeiten bei Sachunterrichtsstudierenden möglichst optimal zu fördern, werden drei Instruktionskonzepte bezüglich ihrer Wirksamkeit verglichen: eine implizite Förderung sowie zwei Konzepte expliziter Förderung, die sich in Art und Umfang der expliziten Lerngelegenheiten unterscheiden (Details siehe unten). Die Forschungsfrage lautet: *Wie wirken sich die unterschiedlichen Instruktionskonzepte auf den fachmethodischen Lernerfolg von Sachunterrichtsstudierenden aus?*

Aufgrund vorliegender Forschungsergebnisse ist zu vermuten, dass eine explizite Förderung eine größere Wirksamkeit erzielt als eine implizite Förderung. Zudem ist anzunehmen, dass eine zusätzlich eingeforderte Reflexion die explizite Förderung noch wirksamer macht.

### **Design, Stichprobe und Erhebungsinstrumente**

Zur Beantwortung der Fragestellung wurde eine Interventionsstudie im Rahmen eines Experimentalpraktikums für Sachunterrichtsstudierende durchgeführt. Die fachmethodische Förderung fokussiert exemplarisch die Fähigkeiten zur Variablenkontrolle und zum Umgang mit Messdaten. Die Studierenden bearbeiteten in drei Interventionsgruppen

Experimentieraufgaben aus den Themenbereichen „Schwimmen und Sinken“ sowie „hydrostatischer Auftrieb“. Alle Studierenden führten identische Experimente auf Grundlage schriftlicher Anleitungen (Praktikumsskripte) durch. Die Interventionsgruppen unterscheiden sich im Instruktionskonzept für die fachmethodische Förderung: Im Unterschied zur Gruppe „implizit“ erhielten die Gruppen „explizit I und II“ explizite Erklärungen zu den Fachmethoden, eingebettet in die Folge der Experimentieraufgaben. In Gruppe „explizit II“ waren zusätzliche Reflexionsfragen, bezogen auf die durchgeführten Experimente, schriftlich zu bearbeiten. Tabelle 1 gibt einen Überblick über die Studie. Die Vorerhebung wurde mehrere Wochen vor Praktikumsbeginn durchgeführt. Zwischen den übrigen vier 90-minütigen Terminen lag jeweils eine Woche. Die Intervention wurde zur Kontrolle der Lernprozesse pro Gruppe bei 14 bis 23 Studierenden, die zufällig ausgewählt wurden und sich freiwillig bereit erklärt hatten, videographiert.

Vorerhebung	personenbezogene Variablen			30 Minuten
Vortest	Fachmethoden, Fachwissen			90 Minuten
<b>Intervention</b> + Videostudie	<b>Gruppe „implizit“</b>	<b>Gruppe „explizit I“</b>	<b>Gruppe „explizit II“</b>	<b>2 x 90 Minuten</b>
	implizite Instruktion	explizite Instruktion	explizite Instruktion & Reflexion	
Nachttest	Fachmethoden, Fachwissen			90 Minuten

*Tabelle 1: Ablauf der Studie*

Die auswertbare Stichprobe umfasst 66 Studierende, die an allen Erhebungs- bzw. Interventionsterminen anwesend waren. Die Studierenden wurden anhand der vorab erhobenen personenbezogenen Daten (u. a. Alter, Geschlecht, Abitur- und durchschnittliche Physiknote, Ende des Physikunterrichts in der Schule, physikbezogenes Selbstkonzept) auf die drei Interventionsgruppen verteilt. Die Gruppen unterscheiden sich hinsichtlich personenbezogener Daten wie z. B. der Physiknote, der Abiturnote und des physikbezogenen Selbstkonzepts nicht (MANOVA:  $F(5,90) = .523$ ;  $p = .759$ ;  $\eta_p^2 = .028$ ).

Das fachmethodische Wissen wurde vor und nach der Intervention mit einem schriftlichen Test erhoben. Der Test umfasst 17 Multiple Choice und sieben offene Aufgaben zur Variablenkontrolle und zum Umgang mit Messdaten. Die Reliabilität ist zufriedenstellend (Cronbachs  $\alpha_{\text{prä}} = .83$ ,  $\alpha_{\text{post}} = .84$ ). Um zusätzlich die praktische Umsetzung des fachmethodischen Wissens zu erheben, kam in Vor- und Nachttest jeweils eine praktische Experimentieraufgabe zum Einsatz, die die Studierenden in Einzelarbeit praktisch durchführten. Im Nachttest war die Aufgabe umfangreicher als im Vortest. Die Bearbeitungen wurden videographiert. Diese Videoaufnahmen sowie die Versuchsprotokolle, die die Studierenden bei der Bearbeitung der Experimentieraufgaben anfertigten, wurden anhand von Indikatoren analysiert. Die Indikatoren beziehen sich auf die Umsetzung der Variablenkontrolle und den Umgang mit Messdaten. Sie lassen sich objektiv einschätzen ( $\kappa_{\emptyset} = .97$ ), bilden jedoch keine reliable Skala (Cronbachs  $\alpha_{\text{prä}} = .26$ ,  $\alpha_{\text{post}} = .40$ ).

### **Ergebnisse**

Im schriftlichen Test zeigt sich ein signifikanter Lernzuwachs über die Zeit (ANOVA mit einem messwiederholtem Faktor:  $F(1,107) = 99$ ;  $p < .001$ ;  $\eta_p^2 = .481$ ). Tendenziell ist der Lernzuwachs in der Gruppe „explizit II“ etwas größer als in den anderen beiden Gruppen, in denen der Lernzuwachs nahezu identisch ist (siehe Abbildung 1). Allerdings wird der Unterschied zwischen den Gruppen statistisch nicht bedeutsam (Interaktion Gruppe \* Zeit:  $F(2,107) = .65$ ;  $p = .524$ ;  $\eta_p^2 = .012$ ).

Bei den praktischen Experimentieraufgaben wurde aufgrund der unterschiedlich umfangreichen Aufgaben in Vor- und Nachtest die Vortestleistung als Kovariate in dem Vergleich der Nachtestleistungen einbezogen. Wie erwartet zeigt sich ein signifikanter Effekt der Vortestleistung ( $F(1,101) = 5.5$ ;  $p = .021$ ;  $\eta_p^2 = .052$ ). Allerdings unterscheiden sich die Nachtestleistungen zwischen den Gruppen nicht signifikant ( $F(2,101) = .47$ ;  $p = .624$ ;  $\eta_p^2 = .009$ ).

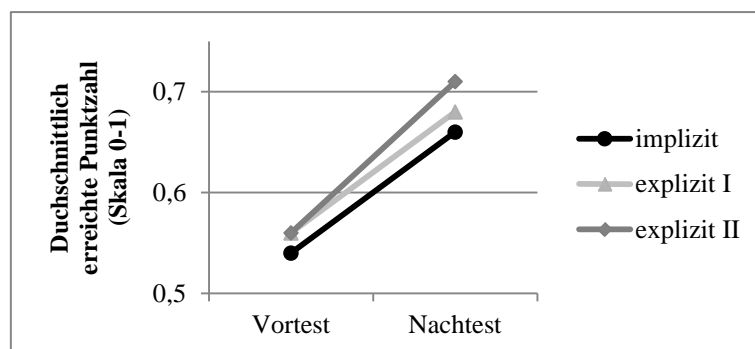


Abb. 1: Interaktionsdiagramm zum schriftlichen Fachmethodentest

### Diskussion und Ausblick

In der praktischen Experimentieraufgabe zeigen sich keine Unterschiede zwischen den Leistungen in den drei Gruppen. Allerdings basieren die Ergebnisse nur auf einer Experimentieraufgabe pro Messzeitpunkt, was mit einer niedrigen Reliabilität einhergeht. Aber auch beim schriftlichen Test zeigt sich der erwartete Vorteil der expliziten Gruppen nicht. Der Lernerfolg in den Fachmethoden ist in den drei Gruppen offenbar ähnlich. Die Gruppe „explizit II“ schneidet im schriftlichen Test zwar tendenziell etwas besser ab als die anderen Gruppen. Allerdings wird dieser Unterschied statistisch nicht bedeutsam. Selbst wenn größere Stichproben, die aufgrund der Rahmenbedingungen der Feldstudie nicht erreicht werden konnten, zu einer statistischen Signifikanz der kleinen Effekte geführt hätten, stellt sich hier die Frage nach der praktischen Relevanz für die Gestaltung von Experimentalpraktika für Sachunterrichtsstudierende. Ein Grund für die nicht erwartungskonformen Ergebnisse bezüglich der Gruppenunterschiede kann in der Nutzung der expliziten (und impliziten) Lerngelegenheiten durch die Studierenden während der Intervention liegen. Hierüber sollen Detailanalysen der videographierten Bearbeitungen der Experimentieraufgaben (vgl. Tab. 2) Aufschluss geben. Aus den Ergebnissen lassen sich ggf. weitere Hinweise für eine effektivere Förderung der Experimentierfähigkeiten ableiten.

### Literatur

- Chen, Z.; Klahr, D. (1999). All Other Things Being Equal: Acquisition and Transfer of the Control of Variables Strategy. *Child Development*, 70 (5), 1098 – 1120.
- Domin, D. S. (1999). A Content Analysis of General Chemistry Laboratory Manuals for Evidence of Higher-Order Cognitive Tasks. *Journal of Chemical Education*, 76(1), 109-111.
- GDSU (2013). Perspektivrahmen Sachunterricht. Bad Heilbrunn: Klinkhardt.
- MSW NRW (2008). Lehrplan Sachunterricht. URL: <http://www.schulentwicklung.nrw.de/lehrplaene/lehrplannavigator-grundschule/sachunterricht/lehrplan-sachunterricht/> [Zugriff 09.2015].
- Rinkens, H.-D. (2009). Das Neue Grundschullehramt NRW: Empfehlungen für die Ausgestaltung der universitären Grundschullehrerausbildung in Nordrhein-Westfalen. URL: [http://zlb.uni-due.de/document/documents\\_ba-ma/Empfehlung\\_SU+\\_+%20+Empfehlungen\\_zu\\_fach\\_Bezuegen\\_2009-10.pdf](http://zlb.uni-due.de/document/documents_ba-ma/Empfehlung_SU+_+%20+Empfehlungen_zu_fach_Bezuegen_2009-10.pdf) [Zugriff 07.2015]
- Zohar, A; Peled, B. (2008). The effects of explicit teaching of metastrategic knowledge on low- and high-achieving students. *Learning and Instruction*, 18, 337-353.