

## **Förderung experimenteller Fähigkeiten bei Sachunterrichtsstudierenden Erste Ergebnisse einer Interventionsstudie**

### **Ausgangslage**

Sachunterrichtslehrkräfte haben während ihrer universitären Ausbildung wenig Kontakt mit Themen der unbelebten Natur (Möller, 2004). Sie fühlen sich in diesem Themengebiet, insbesondere in physikalischen Inhalten, nicht kompetent genug, um diese zu unterrichten (Köster, 2006). Insgesamt ist, möglicherweise aus den o. g. Gründen, der Anteil der Themen der unbelebten Natur im Sachunterricht sehr gering (Risch, 2006). Das hat auch zur Konsequenz, dass Grundschul Kinder selten zu physikalischen Themen experimentieren, obwohl sie experimentelle Methoden kennen und anwenden lernen sollen (GDSU, 2013). Folglich ist zu klären, wie bei angehenden Sachunterrichtslehrkräften bereits in der universitären Ausbildung experimentelle Fähigkeiten gefördert werden können. Hierzu bieten sich insbesondere Experimentalpraktika an, die die Studierenden im Zuge ihres Grundlagenstudiums belegen.

### **Förderung experimenteller Teilfähigkeiten**

In Experimentalpraktika für Studierende geht es häufig darum, Daten zu sammeln und korrekte Ergebnisse zu erhalten. Für die Studierenden bleibt dabei wenig Zeit für das Nachdenken über die zugrundeliegenden experimentellen Methoden (Domin, 1999). Dennoch sehen Lehrende die Entwicklung der experimentellen Fähigkeiten sowie des wissenschaftlichen Denkens als wichtiges Ziel von Experimentalpraktika (Welzel et al., 1998). Es wird offenbar angenommen, dass Studierenden ohne explizite Instruktionen experimentelle Teilfähigkeiten erwerben. An Schülern wurde in der Forschung bereits häufig untersucht, welche Instruktionsmethode optimal zur Förderung experimenteller Teilfähigkeiten geeignet ist. Dabei wurde häufig der Fokus auf das Verstehen und Anwenden der Variablenkontrollstrategie (VKS) gelegt. Einige Studien zeigen, dass die VKS durch ein explizites Training besser gelernt wird (z. B. Chen & Klahr, 1999). Andere Studien finden keinen Unterschied zwischen Instruktionen mit und ohne explizitem Training der VKS (z. B. Padilla, Okey & Garrard, 1984).

### **Fragestellung**

Die vorgestellte Studie verfolgt das Ziel, experimentelle Fähigkeiten bei angehenden Sachunterrichtslehrkräften bereits in der universitären Ausbildung zu fördern. Neben den fachmethodischen Lernzielen werden durch das Praktikum aber auch fachinhaltliche Lernziele verfolgt. Die zentrale Fragestellung der Studie ist, wie sich zwei unterschiedliche Instruktionskonzepte (bezogen auf die experimentellen Methoden) auf den fachmethodischen und den fachinhaltlichen Lernerfolg der Studierenden auswirken. Dabei wird unterschieden zwischen einer expliziten Thematisierung der Fachmethoden und einem impliziten Mitlernen dieser Methoden durch das Experimentieren. Die Forschungsfrage, die in diesem Beitrag im Vordergrund steht, lautet: Wie wirken sich die unterschiedlichen Instruktionsmethoden auf den fachinhaltlichen Lernerfolg der Studierenden aus? Die Erwartung ist, dass die Fachinhalte schlechter gelernt werden, wenn die Fachmethoden explizit thematisiert werden.

### Studie

Zielgruppe der Studie sind Lehramtsstudierende mit dem Fach Sachunterricht. Im Zuge eines Grundlagenstudiums in allen Bezugsdisziplinen des Sachunterrichts belegen die Studierenden im vierten Semester ein Experimentalpraktikum in der Physik, in das die Studie eingebettet ist.

Für die Interventionsstudie wurden die Studierenden auf Grundlage personenbezogener Daten (Demographie, physikbezogenes Selbstkonzept und kognitive Fähigkeiten) auf eine Vergleichs- und eine Interventionsgruppe aufgeteilt. In der Interventionsgruppe wurden die experimentellen Methoden explizit im Praktikumsskript erklärt. In der Vergleichsgruppe sollten die experimentellen Methoden implizit mitgelernt werden. Beide Gruppen erhielten identische fachinhaltliche Erklärungen und führten identische Experimente durch. Um trotz der zusätzlichen Erklärungen für die Interventionsgruppe die Bearbeitungszeit für beide Gruppen konstant zu halten, führte die Vergleichsgruppe zusätzliche Messreihen durch. Fachmethodisch fokussiert die Intervention auf vier experimentelle Teilfähigkeiten, die in elementarer Form bereits in der Grundschule vermittelt werden sollen (GDSU, 2013): Tabellen anlegen, Variablenkontrolle verstehen und anwenden, Beobachtungen von Deutungen trennen sowie mit Messdaten umgehen. Fachinhaltlich behandeln die Experimente den Themenbereich „Schwimmen und Sinken“. Es geht um die systematische Untersuchung der Schwimmfähigkeit von Vollkörpern, die Messung der Auftriebskraft und die Untersuchung der Abhängigkeit der Auftriebskraft von verschiedenen Variablen, um so zum Archimedischen Prinzip überzuleiten. Auch diese Inhalte sind in elementarer Form Gegenstand des Sachunterrichts (Jonen, Möller & Hardy, 2003).

Die gesamte Intervention besteht aus zwei Praktikumssitzungen (180 min). Zur Ermittlung des Lernzuwachses wurden ein Vor- und ein Nachtest durchgeführt. Die Tests umfassten jeweils eine Praktikumssitzung (90 min) und bestehen aus zwei schriftlichen Tests (Fachmethoden und Fachinhalte) und einem Experimentaltest (Fachmethoden). Die Testaufgaben beziehen sich auf die oben genannten fachmethodischen und fachinhaltlichen Lernziele. Im Fachinhaltenstest bearbeiteten die Studierenden insgesamt 14 Aufgaben. Aus jeweils vier möglichen Antworten musste eine korrekte ausgewählt werden. Insgesamt können demnach 0 bis 14 Punkte im Test erreicht werden.

### Erste Ergebnisse

Die auswertbare Stichprobe umfasst insgesamt 66 Studierende (34 in der Interventions- und 32 in der Vergleichsgruppe), die sowohl an den zwei Testterminen als auch an beiden Interventionsterminen teilnahmen. Die Auswertung der personenbezogenen Daten zeigt, dass der Großteil der Studierenden weiblich war (84 %). Die Studierenden belegten Physik meist nur bis zum Ende der Sekundarstufe I (82 %) mit durchschnittlich befriedigenden Noten ( $\bar{X} = 2.9$  SD = .6). Das physikbezogene Selbstkonzept ist im Vergleich mit Gymnasialschülern der 9. Klasse eher niedrig und weist eine breite Streuung auf (auf einer Skala von gering (1) bis hoch (4)  $\bar{X} = 1.9$  SD = .7). Interventions- und Vergleichsgruppe unterscheiden sich hinsichtlich der oben genannten Variablen, der kognitiven Fähigkeiten und des Vorwissens im Fachinhaltenstest nicht signifikant voneinander ( $F_{(1,54)} = .6$ ;  $p = .806$ ;  $\eta^2 = .053$ ).

Bezüglich des fachinhaltlichen Lernzuwachses zeigt die Messwiederholungsanova einen großen Effekt des Messzeitpunktes auf die Testergebnisse der gesamten Gruppe ( $F_{(2,65)} = 13.7$ ;  $p < .001$ ;  $\eta^2 = .181$ ). Die Studierenden insgesamt schnitten – wie bei einem lernzielorientierten Test erwartet – im Nachtest signifikant besser ab als im Vortest. Es zeigt sich jedoch kein signifikanter Effekt zwischen Interventions- und Vergleichsgruppe ( $F_{(1,64)} = 2.5$ ;  $p = .117$ ;  $\eta^2 = .038$ ) und die Interaktion zwischen Messzeitpunkt und Gruppe wird ebenfalls nicht signifikant ( $F_{(1,64)} = 3.6$ ;  $p = .181$ ;  $\eta^2 = .028$ ). Die Testergebnisse (Mittelwerte und Standardabweichungen) sind in der Abbildung 1 nach Gruppen aufgeschlüsselt dargestellt.

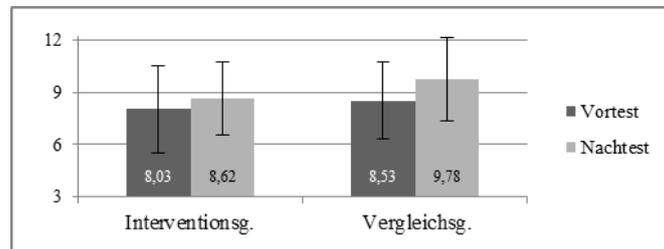


Abbildung 1: Mittelwerte und Standardabweichungen des Fachinhaltenstest

In der Abbildung 1 ist entgegen der oben beschriebenen Ergebnisse tendenziell ein Unterschied zwischen den Gruppen erkennbar. Betrachtet man die Gruppen getrennt, zeigt sich ein großer Effekt des Messzeitpunktes auf die Testergebnisse in der Vergleichsgruppe ( $F_{(1,31)} = 11.7$ ;  $p = .002$ ;  $\eta^2 = .275$ ), in der Interventionsgruppe wird der deutlich kleinere Effekt jedoch nicht signifikant ( $F_{(1,33)} = 3.2$ ;  $p = .082$ ;  $\eta^2 = .089$ ).

### Diskussion und Ausblick

Die Testergebnisse zeigen, dass die Vergleichsgruppe einen tendenziell größeren Lernerfolg hat als die Interventionsgruppe. Der Effekt der Gruppe auf die Testergebnisse ist jedoch klein und wird nicht signifikant. Mit der durch die Rahmenbedingungen gegebenen Stichprobengröße hätte allenfalls ein großer Effekt nachgewiesen werden können. Insgesamt lässt sich also schließen, dass es zwischen Interventions- und Vergleichsgruppe keinen großen Effekt auf den fachinhaltlichen Lernerfolg gibt.

Eine weitere Forschungsfrage bezieht sich auf den fachmethodischen Lernerfolg der Studierenden. Hierzu werden die Testergebnisse aus dem schriftlichen Test sowie die Ergebnisse aus dem Experimentiertest ausgewertet und analysiert. Eine zusätzliche Datenquelle bilden Videodaten aus der Intervention, die hinsichtlich der Gruppenunterschiede in Bezug auf Verbalisierungen während des Praktikums analysiert werden.

### 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.
- Jonen, A., Möller, K., Hardy, I. (2003). Lernen als Veränderung von Konzepten am Beispiel einer Untersuchung zum naturwissenschaftlichen Lernen in der Grundschule. In D. Cech, H.J. Schwier (Hrsg.): *Lernwege und Aneignungsformen im Sachunterricht*. Bad Heilbrunn: Klinkhardt. 93-108.
- Köster, H. (2006). *Freies Explorieren und Experimentieren – Eine Untersuchung zur selbstbestimmten Gewinnung von Erfahrungen mit physikalischen Phänomenen im Sachunterricht*. Berlin: Logos.
- Möller, K. (2004). Naturwissenschaftliches Lernen in der Grundschule – Welche Kompetenzen brauchen Grundschullehrkräfte?. In H. Merckens (Hrsg.), *IGLU und die Folgen*. Opladen: Leske + Budrich. 65-84.
- Padilla, M. J., Okey, J. R. & Garrard, K. (1984). The effects of instruction on integrated science process skill achievement. *J. Res. Sci. Teach.*, 21 (3), 277–287.
- Risch, B. (2006). *Entwicklung eines an den Elementarbereich anschlussfähigen Sachunterricht mit Themen der unbelebten Natur*. Göttingen: Cuvillier.
- Welzel, M. et al. (1998). Ziele, die Lehrende mit dem Experimentieren in der naturwissenschaftlichen Ausbildung verbinden: Ergebnisse einer europäischen Umfrage. *Zeitschrift für Didaktik der Naturwissenschaften*. 4 (1), 29-44.