

Cem Aydin Salim  
 Marrtina Brandenburger  
 Silke Mikelskis-Seifert  
 Martin Schwichow

PH Freiburg

## **Intervention zu Variablenkontrollstrategien in der Grundschule**

### **Motivation und theoretischer Rahmen**

Damit Schülerinnen und Schüler das selbstständige Experimentieren lernen, sollten im Unterricht Strategien der experimentellen Erkenntnisgewinnung thematisiert werden. Eine typische Strategie der experimentellen Erkenntnisgewinnung ist die Variablenkontrollstrategie (Schwichow et al. 2015).

Wenn beispielsweise herausgefunden werden soll, ob die Bewässerung für das Wachstum von Pflanzen eine Rolle spielt, müsste ein Experiment geschaffen werden, in dem identische Bedingungen für zwei Pflanzen herrschen: Gleiche Pflanzen, gleiches Licht, gleiche Erde, gleicher Dünger. Nur die zugegebene Wassermenge sollte dabei variiert werden. Das bedeutet, dass alle möglichen und bekannten Variablen bis auf die Wassermenge kontrolliert werden. Wächst nun die eine Pflanze mehr oder weniger als die andere, ist es mit der unterschiedlichen Bewässerung zu erklären. Dadurch lässt sich die Hypothese, dass die Wasserzugabe einen Einfluss auf das Pflanzenwachstum hat, experimentell untersuchen (Hetmanek et al. 2018).

Ein adäquater Umgang mit Variablen spielt eine wichtige Rolle in kontrollierten, naturwissenschaftlichen Experimenten. Aus diesem Grund ist die Anwendung der Variablenkontrollstrategie bei der Planung, Durchführung und Auswertung von Experimenten von besonderer Bedeutung (Klahr und Nigam 2004). Daher ist es nicht verwunderlich, dass der Erwerb von Variablenkontrollstrategien bereits in der Grundschule unterstützt werden soll (GDSU, 2013).

### **Forschungslage bezüglich Variablenkontrollstrategien und Interventionsstudien**

Grundschul Kinder kommen mit Vorwissen und Fehlvorstellungen zu Variablenkontrollstrategien in den Unterricht (Siler und Klahr, 2012). Wenn beispielsweise komplexe, multivariable Aufgaben zum Testen von Variablen bearbeitet werden, neigen Schülerinnen und Schüler dazu, unsystematische, unkontrollierte Experimente zu konstruieren und durchzuführen (Bullock und Ziegler, 1999).

Ein typischer Fehler, den Schülerinnen und Schüler beim Experimentieren im Bereich der Variablenkontrollstrategien machen, ist, dass sie oft mehr als eine Variable gleichzeitig untersuchen, oder während dem Experimentieren (in Folge von Unverständnis der Aufgabenstellung) keine oder die falsche Variable verändern (Siler und Klahr, 2012).

Ein weiteres Problem besteht darin, dass Grundschul Kinder oft nicht dazu fähig sind, zwischen dem Testen von Hypothesen und dem Produzieren von Effekten zu unterscheiden. Wenn Schülerinnen und Schüler beispielsweise eine Hypothese über die Rolle einer Variablen aufstellen sollen, arrangieren sie die Situationen tendenziell so, dass ihre Hypothese bestenfalls bestätigt wird und testen nicht, ob ihre Hypothese gültig ist (Bullock und Ziegler, 1999).

Nach Chen & Klahr (1999) ist im Grundschulalter (Klasse 2 - 4) eine große Veränderung der Fähigkeit hinsichtlich Variablenkontrollstrategien zu erwarten.

In einer Meta-Analyse zeigten Schwichow et al. (2016), dass eine Förderung der Variablenkontrollstrategie möglich und darüber hinaus effektiv ist. Hierbei gibt es verschiedene Förderungsmöglichkeiten, welche aus der Meta-Analyse hervorgehen. Die Meta-Analyse zeigt zum Beispiel, dass es für den Lernerfolg nicht ausschlaggebend ist, ob sich der Unterricht ausschließlich auf die Vermittlung der Variablenkontrollstrategie konzentriert oder ob gleichzeitig auch noch andere Ziele verfolgt werden, wie etwa die Vermittlung von Faktenwissen.

Außerdem kamen Schwichow et al. (2016) zu dem Ergebnis, dass das Durchführen eines Demonstrationsexperiments eine höchst lernwirksame Maßnahme darstellt. Leider ist die Befundlage zur Lernwirksamkeit von Experimenten nicht eindeutig, denn in der Meta-Analyse von Ross (1988) konnte kein signifikanter Effekt für Demonstrationsexperimente im Vergleich zu Schülerexperimenten festgestellt werden. Beide Instruktionsmaßnahmen wirken positiv auf die Vermittlung der Variablenkontrollstrategie (Scheuermann 2017). Aus diesem Grund wird die im Folgenden beschriebene Interventionsstudie beide Experimentierformen beinhalten.

Als äußerst lernwirksame Maßnahme sticht aus der Meta-Analyse von Schwichow et al. (s.o.) besonders das Auslösen eines kognitiven Konflikts hinsichtlich der Variablenkontrollstrategie ins Auge. Schülerinnen und Schüler müssen hierbei mit Experimenten konfrontiert werden, in denen die unabhängige Variable nicht oder unter unkontrollierten Bedingungen variiert wird. Das wirkt sich insbesondere in Kombination mit Demonstrationen positiv auf den Lernerfolg aus. Schülerinnen und Schüler schlussfolgern anhand solcher Demonstrationen, dass anhand dieser keine Aussage hinsichtlich der Fragestellung und Hypothese getroffen werden kann. Diese Kombination aus kognitivem Konflikt und Demonstrationsexperiment wurde bei der Intervention dieses Projekts ebenfalls umgesetzt.

Auch Scaffolding Maßnahmen können den Erwerb von Variablenkontrollstrategien unterstützen. In einer Studie von Viefer, Theyßen & Schreiber (2018) wird die Förderung der Variablenkontrollstrategien über den Einsatz von Lösungsbeispielen oder gestuften Lernhilfen untersucht. Im Forschungsfokus steht hier, welche Schülerinnen und Schüler von den Scaffolding Maßnahmen profitieren.

### **Forschungsfragen und –design**

Ziel des vorgestellten Projekts ist es, herauszufinden, inwiefern das Verständnis der Variablenkontrollstrategie durch eine Intervention im Grundschulbereich gefördert werden kann. Des Weiteren soll der Frage nachgegangen werden, inwiefern erworbenes Wissen im Bereich der Variablenkontrollstrategie nach einem zeitlichen Abstand zur Intervention (drei Monate) wiedergegeben werden kann.

An der vorliegenden Interventionsstudie, welche einen Pre-, Post-, und Follow-up-Test beinhaltet (Single-Choice-Format), nahmen insgesamt 47 Schülerinnen und Schüler einer Grundschule im Raum Freiburg teil. Getestet wurde in der dritten Klassenstufe. Es wurden dabei zwei dritte Klassen der identischen Schule ausgewählt.

Die Intervention basiert auf Fördermaßnahmen, die sich aus der Meta-Analyse von Schwichow et al. (2016) ergeben haben, und lässt sich in zwei Phasen gliedern:

1. Im Mittelpunkt einer 90-minütigen Lerneinheit stehen zwei Schülerexperimente, die in Partnerarbeit angeleitet durchgeführt werden. Dabei war eines der beiden Experimente den Schülerinnen und Schülern inhaltlich bereits bekannt mit dem Ziel, den Fokus auf das Erlernen der Variablenkontrollstrategie zu setzen. Ein weiteres Experiment mit einem inhaltlich unbekanntem Kontext diente dazu, den Transfer der Variablenkontrollstrategie zu ermöglichen, indem diese explizit von Schülerinnen und Schülern angewendet werden musste.
2. In der sich daran anschließenden 45-minütigen Lerneinheit erfolgte eine Metadiskussion zur Variablenkontrollstrategie, indem die Schülerinnen und Schüler einen kognitiven Konflikt in Kombination eines Demonstrationsexperiments erfahren haben. Im Anschluss daran wurde eine weitere Aufgabe behandelt, welche das Anwenden der Variablenkontrollstrategie implizierte, im Plenum besprochen beziehungsweise bearbeitet.

### Ergebnisse der Interventionsstudie

Erfreulicherweise konnte durch die Intervention die Variablenkontrollstrategie bei den 3.Klässlern gefördert werden. Hier liegt ein signifikanter Haupteffekt von der Pre-/Post-/Follow-up-Testung auf die Testleistung ( $F(2,138) = 18,41, p = .000$ ) mit einer starken Effektstärke (partielles  $\eta^2 = .21$ ) vor.

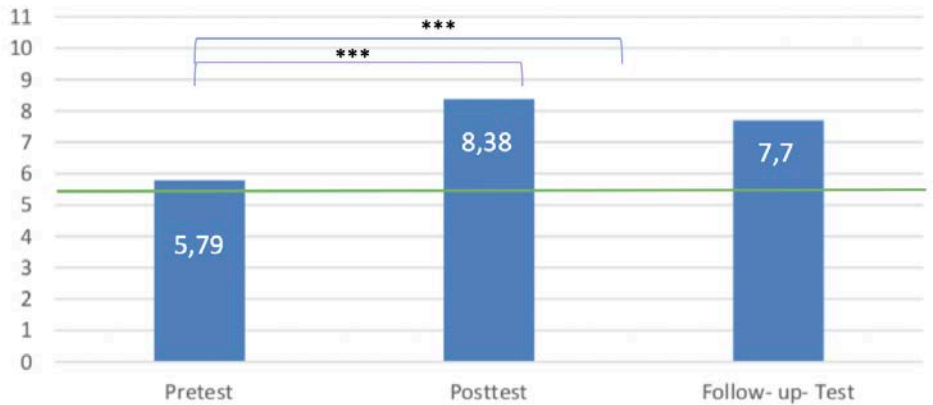


Abb.: Pre-Post-Follow-up-Vergleich der Gesamtgruppe (Summe der im Durchschnitt erreichten Punkte. Maximal erreichbar waren 11).

Außerdem gibt es signifikante Unterschiede zwischen Pre- und Posttest ( $p = .000$ ) und zwischen Pretest und Follow-up-Test ( $p = .000$ ).

Auf der anderen Seite lässt sich kein signifikanter Effekt zwischen Posttest und Follow-up-Test festhalten ( $p = .410$ ). Daraus lässt sich schließen, dass die Intervention nachhaltiges Wissen über die Variablenkontrollstrategie vermittelt hat.

Erwähnenswert ist außerdem, dass die Variablenkontrollstrategie verschiedene Teilfähigkeiten mit den Unterkategorien „vergleichen“, „interpretieren“, „begründen“ und „identifizieren“ beinhaltet. Dabei sind in allen der vier Unterkategorien zur Variablenkontrollstrategie positive Veränderungen zu beobachten. Erstaunlicherweise ist ein sehr deutlicher Anstieg richtiger Antworten in der Unterkategorie „begründen“, die all eher schwierig einzuschätzen ist, zu verzeichnen. Diese Unterkategorie erforderte das Begründen der Frage „Woher weißt du, was dieser Versuch zeigt?“ Ein möglicher Grund für den deutlichen Anstieg ist das explizite Thematisieren in der Metadiskussion über den kognitiven Konflikt.

### Zusammenfassung und Ausblick

Durch die Interventionsstudie kann letztlich gefolgert werden, dass die relativ schlechten Leistungen von Grundschulkindern bei der Verwendung der Variablenkontrollstrategie nicht darauf zurückzuführen sind, dass sie die Strategie nicht verstehen können. Grundschulkindern sind durchaus in der Lage, ein echtes Verständnis der Variablenkontrollstrategie zu erlangen und diese bei der Gestaltung und Bewertung einfacher schriftlicher Testaufgaben zu übertragen. Explizite Schulungen in dem Bereich, kombiniert mit einem kognitiven Konflikt, haben sich als effektiv erwiesen, um das Verständnis zu fördern.

Es kann festgehalten werden, dass es sich bei der Intervention um eine lohnende Methode handelt, um die Variablenkontrollstrategie im Grundschulalter zu fördern.

Da es sich bei der vorliegenden Studie allerdings um eine nicht repräsentative Stichprobe handelt, sind die Schlussfolgerungen mit Vorsicht zu genießen.

Durch weiterführende Studien wäre es interessant herauszufinden, welche Teile der Intervention (Schülerexperiment, Demonstrationsexperiment, kognitiver Konflikt, die Bearbeitung einer weiteren Variablenkontrollstrategie Aufgabe) einen besonders großen Wissenserwerb im Bereich der Variablenkontrollstrategie hervorgerufen haben.

**Literatur**

- Bullock, M., Ziegler, A. (1999). *Scientific Reasoning: Developmental and Individual Differences*. New York: NY: Cambridge University Press, 38–54.
- 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.
- R., Gropengießer, H., & Stäudel, L. (2004). *Naturwissenschaftliches Arbeiten: Unterricht und Material 5-10*. Seelze-Velber: Friedrich-Verlag.
- Gesellschaft für Didaktik des Sachunterrichts. (2013). *Perspektivrahmen Sachunterricht (Vollständig überarbeitete und erweiterte Ausgabe)*. Bad Heilbrunn: Verlag Julius Klinkhardt.
- Hetmanek, A., Knogler, M. & CHU Research Group (2018). *Wie fördert man wissenschaftliches Denken im Unterricht? Kurzreview 16*. Online verfügbar unter [www.clearinghouse-unterricht.de](http://www.clearinghouse-unterricht.de).
- Klahr, D., Nigam, M. (2004). The Equivalence of Learning Paths in Early Science Instruction. *Effects of Direct Instruction and Discovery Learning*.: American Psychological Society, 661–667.
- Ross, J. A. (1988). Controlling variables: a meta-analysis of training studies. *Review of Educational Research*, 58(4), 405–437. doi: 10.3102/00346543058004405.
- Scheuermann, Hilda (2017). *Entwicklung und Evaluation von Unterstützungsmaßnahmen zur Förderung der Variablenkontrollstrategie beim Planen von Experimenten*. Dissertation. Logos Verlag Berlin GmbH.
- Schwichow, M. (2015). *Förderung der Variablen-Kontroll-Strategie im Physikunterricht*. Dissertation, Kiel.
- Schwichow, M., Croker, S., Zimmerman, C., Höffler, T. & Härtig, H. (2016). Teaching the control-of-variables strategy: A meta-analysis. *Developmental Review*, 37–63.
- Siler, S., Klahr, D. (2012). Detecting, classifying and remediating. Children's explicit and implicit misconceptions about experimental design, 233–295.
- Viefers, R., Theyßen, H., & Schreiber, N. (2018). Experimentelle Fähigkeiten in der Grundschule diagnostizieren und individuell fördern. *PhyDid B - Didaktik der Physik - Beiträge zur DPG-Frühjahrstagung*.