

### **Förderung experimenteller Kompetenzen im Sachunterricht der 3. Klasse**

#### **Experimentelle Kompetenzen als Teil einer naturwissenschaftlichen Grundbildung**

Naturwissenschaftliche Grundbildung beinhaltet den Erwerb konzeptuellen Wissens und das Erlernen naturwissenschaftlicher Denk- und Arbeitsweisen (OECD, 2007). Das Experimentieren ist eine wichtige naturwissenschaftliche Methode, bei der „ein bestimmter Faktor systematisch verändert wird und alle übrigen relevanten Bedingungen kontrolliert“ (Möller et al., 2013) werden. Somit kommt beim Experimentieren der Variablenkontrolle eine große Bedeutung zu. Nach Klahr (2000) kann das Experimentieren als ein komplexer Problemlöseprozess aufgefasst werden, der das Suchen und Aufstellen von Hypothesen, die Planung und Durchführung von Experimenten sowie die Analyse experimenteller Ergebnisse beinhaltet. Im Fokus der vorliegenden Untersuchung steht der Aspekt der Planung und Durchführung von Experimenten. Dazu gehört sowohl die Anwendung der Variablenkontrollstrategie als auch die Unterscheidung zwischen Hypothesenprüfung und Effektproduktion.

Grundschulkindern fällt die Bewertung experimenteller Designs leichter als das Entwickeln kontrollierter Experimente (Grygier, 2008). Bereits Kinder in der 1. und 2. Klasse können die Prüfung einer einfachen Hypothese durch ein Experiment von der Produktion positiver Effekte unterscheiden (Sodian, Zaitchik & Carey, 1991). Zudem können sich Kinder am Ende der Grundschulzeit das Wissen darüber aneignen, was ein gutes Experiment ausmacht (Bullock & Ziegler, 1999). Diese Fähigkeiten können durch gezielten Unterricht verbessert werden (Grygier, 2008).

#### **Verschiedene Ansätze zur Förderung experimenteller Kompetenzen**

Zur Förderung experimenteller Kompetenzen können Scaffoldingmaßnahmen eingesetzt werden, um mit gezielten Hilfen Kindern die aktive Wissenskonstruktion zu ermöglichen (Einsiedler & Hardy, 2010). Als Scaffolding wird die Unterstützung von Lernenden bei der Bewältigung von Aufgaben, die sie ohne Unterstützung nicht erfolgreich lösen könnten, bezeichnet, wobei diese im Prozessverlauf schrittweise zurückgenommen wird (Wood, Bruner & Ross, 1974). Wir fokussieren auf das Modeling als eine Scaffoldingmaßnahme, was das Heranführen von Lernenden an Praktiken einer Domäne meint (Rogoff, 1990). Das Modeling kann implizit und explizit sein. So gibt es laut Lederman et al. (2014) Forschungen, die auf der Annahme basieren, dass sich durch bloßes Durchführen von Untersuchungen das Verständnis der wissenschaftlichen Vorgehensweise entwickelt. Demgegenüber stehen Forschungen (z. B. Minstrell, 2000), die zeigen, dass Lernende wissenschaftliches Arbeiten nur lernen, wenn Lehrende es gezielt mit ihnen erarbeiten und wesentliche Aspekte herausstellen. Deshalb wird in unserer Untersuchung implizites mit explizitem Modeling kombiniert. In Anlehnung an das Spiralcurriculum Magnetismus (Möller et al., 2013) führen die Kinder zunächst kontrollierte Experimente mit Hilfe von Versuchskarten durch (implizites Modeling), bevor sie mit der Lehrkraft Kriterien für ein kontrolliertes Experiment erarbeiten (explizites Modeling).

Eine weitere Möglichkeit zur Förderung experimenteller Kompetenzen ist nach Peschel (2009) Offenes Experimentieren im Sinne des Inquiry Learnings. In Anlehnung an Braun (2008) läuft ein Offener Experimentierprozess so ab: Er beginnt mit der Vorführung eines Ausgangsphänomens, gefolgt von der Explorationsphase, in der durch Ausprobieren Erklärungsansätze zum beobachteten Phänomen gefunden werden. Anschließend wird eine Systeme-

matisierung in Form einer Reflexion erforderlich. Ziel dabei ist es, einen guten und für alle Lernenden gleichen Ausgangspunkt für die folgende Phase des systematischen Beobachtens und Messens zu schaffen, in der die Lernenden experimentelle Strategien entwickeln, mit denen sie Untersuchungsziele verfolgen können. Die während der systematischen Experimentierphase gewonnenen Erkenntnisse werden in einer Diskussionsrunde reflektiert. Der Prozess endet mit der Auswertung und Interpretation der Ergebnisse.

Ein empirischer Vergleich von Lernumgebungen zeigt, dass Settings mit freier Exploration (Open Inquiry) Methoden mit stärkeren Instruktionsanteilen (Scaffolding) in ihren lernförderlichen Wirkungen unterlegen sind (Furtak, 2006). Außerdem haben implizite Ansätze, bei denen das Durchführen von Experimenten ohne Reflexion der Vorgehensweisen stattfindet, nur einen kleinen Effekt auf das Verständnis naturwissenschaftlicher Denk- und Arbeitsweisen (Khishfe & Abd-El-Khalick, 2002).

### **Fragestellung und Hypothesen**

Ziel der vorliegenden Untersuchung ist es, herauszufinden, wie sich die Förderung durch eine strukturierte Intervention mit implizitem und explizitem Modeling (EG I) im Vergleich zu einem offen angelegten Unterricht (EG II) auf das eigenständige Bewerten und Entwickeln von Experimenten bei Kindern in 3. Klassen auswirkt. In Anlehnung an die dargestellten Forschungsergebnisse gehen wir davon aus, dass beide Gruppen nach der Intervention höhere experimentelle Kompetenzen aufweisen als vorher und dass die EG I der EG II bzgl. des eigenständigen Bewertens und Entwickelns von Experimenten überlegen ist.

### **Methode**

Zur Beantwortung der Frage wurde eine Prä-Post-Follow-Up-Studie durchgeführt. Dabei wurden beim 1. Messzeitpunkt (MZP) die Kontrollvariablen (Intelligenz, Inhibition, Leseverstehen und Problemlösefähigkeit) und die experimentellen Kompetenzen erhoben. Vor der Reflexion der Experimente in der Gruppe fand ein videographiertes Interview statt. Der 2. MZP beinhaltete Erhebungen zu den experimentellen Kompetenzen plus Transferaufgaben und zur Motivation. Der 3. MZP (6 Wochen nach der Intervention) diente erneut der Erfassung der experimentellen Kompetenzen plus Transferaufgaben.

#### *Stichprobe und Intervention*

Die Studie wurde in 8 Klassen durchgeführt, die in 16 nach den oben genannten Kontrollvariablen und dem Vorwissen parallelisierte Halbklassen unterteilt wurden. Dabei bildete je eine Halbklass die EG I bzw. die EG II. Das Ausgangsphänom, die eigenständige Planung und Durchführung, die Präsentation und die Reflexion der Experimente fanden in beiden Gruppen gleich statt. Lediglich die Phasen, in denen in der EG I das implizite und explizite Modeling stattfanden, variierten in den EG spezifisch für die jeweilige Unterrichtsform.

#### *Erhebungsinstrumente und Auswertungsverfahren*

Die experimentellen Kompetenzen wurden durch ein selbst entwickeltes und zuvor pilotiertes Instrument und durch ein leitfadengestütztes Interview erfasst. Zum Vergleich der Leistungen beider EG im Test wurden Varianzanalysen mit Messwiederholung gerechnet. Die Mittelwerte der im videographierten Interview erreichten Punkte der beiden EG wurden anhand eines t-Tests für unabhängige Stichproben verglichen.

### **Ergebnisse**

Die Kinder weisen nach der Intervention signifikant höhere Werte bzgl. der experimentellen Kompetenzen auf als vorher. Ein ähnliches Bild zeigt sich getrennt nach den Bereichen Bewertung und Entwicklung. Auch hier unterscheiden sich die experimentellen Kompeten-

zen von prä zu post und von post zu follow-up signifikant. Es liegt kein Interaktionseffekt zwischen MZP und Gruppenzugehörigkeit vor. Bei den Fragen des Interviews, die sich auf die Durchführung und Bewertung des entwickelten Experiments beziehen, zeigt ein Vergleich der von den Kindern bei diesen Fragen erreichten Mittelwerte einen signifikanten Unterschied zwischen den beiden EG – zugunsten der EG I.

### Diskussion und Ausblick

Beide Gruppen weisen nach der Intervention höhere experimentelle Kompetenzen auf als vorher. Die Hypothese, dass die EG I der EG II bzgl. des eigenständigen Entwickelns und Bewertens von Experimenten überlegen ist, hat sich teilweise bestätigt. So liegen signifikante Unterschiede zwischen den Gruppen in Teilen des Interviews vor. Auf Basis des Tests gibt es jedoch keine signifikanten Unterschiede.

Zur Absicherung der Möglichkeit, dass der Anstieg in den Ergebnissen nicht auf Testwiederholung basiert, wird derzeit eine Baseline (4 Klassen) erhoben. Da wir mit Hilfe einzelner Interviewfragen Unterschiede zwischen beiden Gruppen aufzeigen können, nicht aber mit Hilfe des Tests, ist fraglich, ob der Test sensitiv genug ist, solche Unterschiede zu erfassen. Hier folgen weitere Analysen zu einzelnen Teilen des Tests, z. B. den Transferfragen. Dabei werden die weiteren Interviewergebnisse der Kinder berücksichtigt. Außerdem könnte die Dauer oder die Ausgestaltung der Intervention ein Grund für die nur teilweise gefundenen Unterschiede sein.

### Literatur

- Braun, T. (2009). Offene Experimente in der Lehramtsausbildung. Dissertation an der Universität Duisburg-Essen. <http://duepublico.uni-duisburg-essen.de/servlets/DocumentServlet?id=20589> (11.09.2015)
- Bullock, M. & Ziegler, A. (1999). Scientific reasoning: Developmental and individual differences. In F. E. Weinert & W. Schneider (Hrsg.), *Individual Development from 3 to 12. Findings from the Munich Longitudinal Study* (S. 38–60). Cambridge: Cambridge University Press.
- Einsiedler, W. & Hardy, I. (2010). Kognitive Strukturierung im Unterricht. Einführung und Begriffsklärungen. *Unterrichtswissenschaft*, 38(3), 194-209.
- Furtak, E. M. (2006). The Problem with answers: An exploration of guided scientific inquiry teaching *Science Education*, 66, 625-633.
- Grygier, P. (2008). *Wissenschaftsverständnis von Grundschulern im Sachunterricht*. Bad Heilbrunn: Klinkhardt.
- Khisfe, R., & Abd-El-Khalick, F. (2002). Influence of explicit and reflective views versus implicit inquiry orientated' instruction on sixth graders views of the nature of science. *Journal of Research in Science Teaching*, 39(7), 551–578.
- Klahr, D. (2000). *Exploring science: The cognition and development of discovery processes*. Cambridge, MA: MIT Press.
- Lederman, J. S., Lederman, N. G., Bartos, S. A., Bartels, S. L., Meyer, A. A. & Schwartz, R. S. (2014). Meaningful assessment of learners' understandings about scientific inquiry – the views about scientific inquiry (VASI) questionnaire. *Journal of Research in Science Teaching*, 51(1), 65-83.
- Minstrell, J. (2000). Implications for teaching and learning inquiry: A summary. In J. Minstrell & E. van Zee (Eds.), *Inquiring into inquiry learning and teaching in science* (pp. 471–496). Washington, D.C: American Association for the Advancement of Science.
- Möller, K., Bohrmann, M., Hirschmann, A., Wilke, T. & Wyssen, H.-P. (2013). *Spiralcurriculum Magnetismus. Naturwissenschaftlich arbeiten und denken lernen. Primarbereich*. Seelze: Friedrich Verlag.
- OECD (2007). *PISA 2006. Science Competencies for Tomorrow's World. Volume 1: Analysis*. Paris: OECD.
- Peschel, M. (2009). Der Begriff der Offenheit beim Offenen Experimentieren. In D. Höttecke, *Chemie- und Physikdidaktik für die Lehramtsausbildung* (Bd. 29, S. 268-270). Münster: LIT.
- Rogoff, B. (1990). *Apprenticeship in Thinking. Cognitive Development in Social Context*. Oxford: Oxford University Press.
- Sodian, B., Zaitchik, D., & Carey, S. (1991). Young children's differentiation of hypothetical beliefs from evidence. *Child Development*, 62, 753-766.
- Wood, D., Bruner, J. S. & Ross, G. (1976). The role of tutoring in problem solving. *Journal of Child Psychology and Psychiatry and Allied Disciplines*, 17, 89-100.