

Förderung des Schlussfolgerns bei heterogenen Lernvoraussetzungen

In der vorliegenden Studie wird untersucht, ob sich das schlussfolgernde Denken bei der Hypothesenprüfung im naturwissenschaftlichen Experiment bei Drittklässlern fördern lässt. Vor dem Hintergrund der Heterogenitätsdebatte wird die differenzielle Wirkung der in der Studie durchgeführten Förderung zum hypothesenbezogenen Schlussfolgern bei heterogenen Lernvoraussetzungen der Schüler/innen in den Fokus dieses Beitrags gerückt.

Hypothesenbezogenes Schlussfolgern im naturwissenschaftlichen Sachunterricht

In einem scientific inquiry-orientierten Unterricht lernen Schüler/innen das Anwenden von naturwissenschaftlichen Denk- und Arbeitsweisen, welches eine Komponente einer naturwissenschaftlichen Grundbildung im Sinne einer ‚*Scientific Literacy*‘ darstellt (Prenzel et al., 2003). Beim Experimentieren als einer zentralen Methode der Naturwissenschaften gelten drei Kompetenzen als grundlegend: (1) Forschungsfragen stellen und Hypothesen bilden, (2) Planen und Durchführen von Untersuchungen sowie (3) deren Auswertung und Interpretation (z.B. Emden & Baur, 2016; Mannel et al., 2015; Nehring et al., 2016; Vorholzer et al., 2016; Wellnitz et al., 2012). Im Blickpunkt dieses Beitrags steht die letztgenannte Komponente des sogenannten scientific inquiry-Prozesses. Eine große Herausforderung in dieser Phase des Experimentierens stellt für Grundschüler das adäquate Schlussfolgern im Sinne der Evaluation von Ereignissen in Bezug auf ihre Aussage über den Wahrheitsgehalt einer Hypothese dar (Barrouillet et al., 2008). Für adäquate Schlussfolgerungen im Kontext der Hypothesenprüfung müssen Lernende bestätigende, widerlegende und für die Prüfung der Hypothese irrelevante Ereignisse unterscheiden können. Bei Grundschulkindern sind diese Schlussfolgerungen über den Wahrheitsgehalt von Hypothesen allerdings unzureichend entwickelt (vgl. Gauffroy & Barrouillet, 2011; Tröbst et al., 2011), was eine Förderung des hypothesenbezogenen Schlussfolgerns im Grundschulalter relevant erscheinen lässt. Für den naturwissenschaftlichen Kontext in der Grundschule haben Robisch et al. (2014) bereits eine Förderung in 1:1-Laborsituationen mit Drittklässler/innen (n =101) durchgeführt. Die auf dem Konzept des Scaffoldings basierende Förderung berücksichtigte folgende zuvor identifizierte Bedingungsfaktoren des hypothesenbezogenen Schlussfolgerns: die Kapazität des Arbeitsgedächtnisses, die inhalts- und kontextbasierte Wahrnehmung der Hypothese, die Fähigkeit zur Inhibition und das Wissenschaftsverständnis. Die Möglichkeit einer Förderung hypothesenbezogener Schlüsse im naturwissenschaftlichen Kontext bei Drittklässler/innen konnte in der Studie von Robisch et al. (2014) nachgewiesen werden. Anknüpfend an diese Untersuchung wird in der vorliegenden Studie die Implementation der Förderung in einen Unterricht für ganze Schulklassen untersucht, um das Ergebnis unter natürlichen Bedingungen abzusichern.

Differenzielle Wirkung einer Förderung bei heterogenen Lernvoraussetzungen

Bei einer Förderung des hypothesenbezogenen Schlussfolgerns in Schulklassen besteht die Herausforderung im Umgang mit heterogenen Lernvoraussetzungen. Der Aspekt der differenziellen Wirkung von Unterricht steht im Hinblick auf die Frage, was einen qualitätsvollen Unterricht ausmacht, noch vor vielen ungelösten Fragen, so zum Beispiel vor der Frage, ob ein Unterricht möglich ist, von dem alle Lernenden profitieren können (Kunter & Ewald, 2016). Gut belegt ist dagegen die Erkenntnis, dass für das Erreichen von Lernzielen die Tiefenstrukturen des Unterrichts relevant sind (Hattie, 2009; Seidel & Shavelson, 2007).

Tiefenstrukturen beschreiben die Qualität der Interaktion zwischen Lehrendem und Lernenden und umfassen damit auch das Konzept des *Scaffolding* als Unterstützung von Lernenden beim Lösen herausfordernder Aufgaben (van de Pol et al., 2010). Da eine gute Unterrichtsqualität in besonderem Maße bei Schüler/innen mit bildungsrelevanten Risiken positive Effekte zu erzielen scheint (Seiz et al., 2016), kann angenommen werden, dass Tiefenstrukturen eine besondere Bedeutsamkeit für einen angemessenen Umgang mit heterogenen Schülergruppen aufweisen (Kunter & Ewald, 2016).

Fragestellungen und Hypothesen

In der vorliegenden Studie wird zum einen untersucht, (1) ob ein inquiry-basierter Unterricht mit gezielten Scaffolds (EG) zur Förderung der Schlussfolgerungsfähigkeit die adäquate Ereignisevaluation beim hypothesenbezogenen Schlussfolgern im Vergleich zu einem inquiry-basierten Unterricht ohne diese gezielten Scaffolds (KG) begünstigt. In Anlehnung an die dargestellten Forschungsergebnisse wird erwartet, dass die Experimentalgruppe mit expliziter Förderung der Kontrollgruppe ohne explizite Förderung zum hypothesenbezogenen Schlussfolgern überlegen sein wird.

Zum anderen wird untersucht, ob ein Zusammenhang zwischen dem Lernzuwachs beim adäquaten Schlussfolgern und der Lernvoraussetzung besteht. Es besteht die Frage, (2) ob es einen Unterschied in der differenziellen Wirkung des Unterrichts zwischen EG und KG gibt. Es wird erwartet, dass der Einsatz des zusätzlichen Scaffolding in der EG zu einer geringeren differenziellen Wirkung als in der KG führt. Mit einer letzten Frage soll der direkte Vergleich von leistungsstärkeren und -schwächeren Schüler/innen untersucht werden: (3) Gibt es Unterschiede im Lernzuwachs bei den leistungsstärkeren und -schwächeren Schüler/innen zwischen EG und KG? Hier wird erwartet, dass Schüler/innen der EG einen Lernzuwachs auf einem höheren Niveau erzielen als Schüler/innen der KG.

Methode

Zur Beantwortung der Fragestellungen wurde eine quasi-experimentelle Interventionsstudie mit Pre-Post-Design durchgeführt. Für die Auswertung wurden die Daten von drei geschulten Lehrkräften verwendet, die jeweils eine EG und eine KG unterrichteten (n=111 Drittklässler/innen). Der Unterricht zum Thema ‚Woran liegt es, dass Dinge springen?‘ (Thiel, 1987) umfasste in beiden Gruppen sieben Unterrichtsstunden, von denen in drei Stunden das hypothesenbezogene Schlussfolgern gefördert wurde. Die Konzeption der Förderung basiert auf den Forschungsergebnissen von Robisch et al. (2014). So kam zum Beispiel Unterrichtsmaterial zum Einsatz, welches zur Entlastung des Arbeitsgedächtnisses den Denkprozess in Teilschritte zerlegt und visualisiert.

Das hypothesenbezogene Schlussfolgerungsvermögen wurde durch vier truth-testing-tasks (vgl. Barrouillet et al., 2008) erfasst. Bei diesen Aufgaben wurden die Schüler/innen mit Vermutungen in Form eines Relativsatzes (z.B. Dinge, die leicht sind, springen.) konfrontiert. Anschließend galt es zu entscheiden, ob die hierzu präsentierten Ereignisse zeigen, dass die Vermutung stimmt, nicht stimmt oder ob sie nichts mit der Vermutung zu tun haben. Die Lernvoraussetzung der Schüler/innen wurde anhand von differenzierten Beurteilungen der Klassenlehrer/in erfasst. Die Auswertung der Daten erfolgte mithilfe von Varianzanalysen und einer Moderatoranalyse.

Ergebnisse und Diskussion

(1) Die Ergebnisse einer ANOVA mit Messwiederholung konnten die Annahme bekräftigen, dass der Einsatz gezielter Scaffolds zur Förderung des Schlussfolgers den Lernzuwachs der Schüler/innen hinsichtlich des hypothesenbezogenen Schlussfolgers steigert. So konnten die Kinder der EG mit gezielter Förderung einen signifikant höheren Lernzuwachs aufzeigen als die Kinder der KG ohne gezielte Förderung des schlussfolgernden Denkens. Damit

scheint die im Projekt entwickelte gezielte Förderung basierend auf dem Konzept des Scaffoldings (unter Berücksichtigung der in einer vorangegangenen Studie identifizierten Bedingungsfaktoren) die Entwicklung des schlussfolgernden Denkens bei der Hypothesenprüfung positiv zu beeinflussen. Über die Ergebnisse bisheriger Studien hinaus konnte gezeigt werden, dass eine Förderung des Schlussfolgerns nicht nur in Einzelsituationen, sondern auch mit ganzen Schulklassen gelingt.

(2) Im Hinblick auf den Zusammenhang von Lernzuwachs und Lernvoraussetzung zeigen sich zwischen leistungsstärkeren und leistungsschwächeren Schüler/innen keine signifikanten Unterschiede im Anstieg des Schlussfolgerungsvermögens. Dieses Ergebnis einer Moderatoranalyse mit Process zeigt, dass die Schüler/innen unabhängig von ihren Lernvoraussetzungen von dem Unterricht profitieren. Möglicherweise ist der Einsatz des Scaffoldings als qualitätsvolle Lehrer-Schüler-Interaktion als Erklärung für dieses Ergebnis heranzuziehen, was die Annahme stützt, dass die Wirkung von Tiefenstrukturen für einen Umgang mit (Leistungs-)Heterogenität relevant ist. Entgegen der formulierten Annahme trifft dieses Ergebnis allerdings sowohl für die EG als auch für die KG zu. Eine mögliche Erklärung hierfür ist, dass die KG eine starke Vergleichsgruppe bildet, denn auch sie erhielt strukturierende Scaffolds wie eine schrittweise Schwierigkeitserhöhung im Sequenzaufbau der Unterrichtsreihe.

(3) Der Mehrwert der gezielten Förderung in der EG wird beim direkten Vergleich der Ergebnisse von leistungsstärkeren und -schwächeren Schüler/innen zwischen EG und KG deutlich. Hier zeigt sich mithilfe einer Varianzanalyse, dass alle Kinder der EG – sowohl die leistungsstärkeren als auch die leistungsschwächeren im direkten Vergleich miteinander – einen signifikant stärkeren Fördereffekt zeigen als die Schüler/innen der KG. Diese Ergebnisse bestätigen die Annahme zu Fragestellung 1 (Überlegenheit der EG hinsichtlich der Förderung des Schlussfolgerungsvermögens) und belegen darüber hinaus die Unabhängigkeit des Fördereffekts von der Lernvoraussetzung.

Zusammengefasst zeigt die Studie, dass eine Förderung des kognitiv anspruchsvollen Lerngegenstands des hypothesenbezogenen Schlussfolgerns einerseits möglich, aber auch erforderlich für alle Kinder im Alter der Grundschulzeit ist.

Ausblick

Eine Videoanalyse des in der Interventionsstudie durchgeführten Unterrichts ergab einige weiterführende Anregungen im Hinblick auf eine noch adaptivere Gestaltung der Förderung zum hypothesenbezogenen Schlussfolgern (Rochholz, 2016). In einer Analyse der Partnerarbeitsphasen wurde beobachtet, dass der Einsatz des strukturierenden Lernmaterials in der EG oftmals zu mechanischem Handeln bei gleichzeitiger Vernachlässigung einer gedanklichen Aktivierung geführt hat, insbesondere bei den leistungsstärkeren Schüler/innen. In der KG hingegen war im Vergleich zur EG eine stärkere Kommunikation zwischen den Schüler/innen zu beobachten; die Lernenden wirkten in Bezug auf eigene Gedankengänge aktiver. Dies führt zu der Überlegung, dass für einige Kinder eine Rücknahme der Unterstützung, ein sogenanntes *Fading*, sinnvoll sein könnte, um einem mechanischen Handeln entgegenzuwirken. Für andere Kinder hingegen könnten zusätzliche Tippkarten zum Umgang mit dem Lernmaterial eine wertvolle Unterstützung darstellen. Zur Verbesserung der Kommunikation und Stärkung der Eingebundenheit der Lernenden könnten sogenannte ‚Forscher-Berater-Teams‘ eingeführt werden. Mit der so entstehenden Rollenzuweisung würden die Kinder jeweils im Wechsel die eigene Vermutung überprüfen, während das jeweils andere Kind die Verantwortung für die Hypothesenprüfung in beratender Funktion übernimmt.

Diese unterrichtspraktischen Überlegungen zu einer adaptiveren Gestaltung des Unterrichts sollen bei der geplanten Entwicklung von Handreichungen für Lehrpersonen zum Thema ‚Wie kommt es, dass ein Ball springt?‘ mit dem Schwerpunkt einer Förderung des schlussfolgernden Denkens durch Scaffoldingmaßnahmen Berücksichtigung finden.

Literatur

- Barrouillet, P., Gauffroy, C., & Lecas, J.-F. (2008). Mental models and the suppositional account of conditionals. *Psychological review*, 115(3), 760-71.
- Emden, M., & Baur, A. (2016). Effektive Lehrkräftebildung zum Experimentieren – Entwurf eines integrierten Wirkungs- und Gestaltungsmodells. *Zeitschrift für Didaktik der Naturwissenschaften*.
- Gauffroy, C., & Barrouillet, P. (2011). The primacy of thinking about possibilities in the development of reasoning. *Developmental psychology*, 47(4), 1000-1011.
- Hattie, J. A. C. (2009). *Visible learning: A synthesis of over 800 meta-analyses relating to achievement*. New York: Routledge.
- Kunter, M., & Ewald, S. (2016). Bedingungen und Effekte von Unterricht: Aktuelle Forschungsperspektiven aus der pädagogischen Psychologie. In N. McElvany, W. Bos, H. Holtappels, M. Gebauer & F. Schwabe (Eds.), *Bedingungen und Effekte guten Unterrichts*. Münster: Waxmann, 9-31.
- Mannel, S., Walpuski, M., & Sumfleth, E. (2015). Erkenntnisgewinnung: Schülerkompetenzen zu Beginn der Jahrgangsstufe 5 im naturwissenschaftlichen Anfangsunterricht. *Zeitschrift für Didaktik der Naturwissenschaften*, 21(1), 99-110.
- Nehring, A., Stiller, J., Nowak, K. H., Upmeyer zu Belzen, A., & Tiemann, R. (2016). Naturwissenschaftliche Denk- und Arbeitsweisen im Chemieunterricht – eine modellbasierte Videostudie zu Lerngelegenheiten für den Kompetenzbereich der Erkenntnisgewinnung. *Zeitschrift für Didaktik der Naturwissenschaften*, 22(1), 77-96.
- Prenzel, M., Geiser, H., Lengeheine, R., & Lobemeier, K. (2003). Das naturwissenschaftliche Verständnis am Ende der Grundschule. In W. Bos, E.-M. Lankes, K. Schwippert, G. Walther, & R. Valtin (Eds.), *Erste Ergebnisse aus IGLU. Schülerleistungen am Ende der vierten Jahrgangsstufe im internationalen Vergleich*. Münster: Waxmann, 143-187.
- Robisch, C., Tröbst, S., & Möller, K. (2014). Hypothesenbezogene Schlussfolgerungen im Grundschulalter fördern. *Zeitschrift für Grundschulforschung*, 2(7), 88-101.
- Rochholz, A. (2016). Wie unterscheiden sich die Partnerarbeitsphasen in einem Unterricht mit expliziter und ohne explizite Förderung des Schlussfolgerungsvermögens? Eine Videoanalyse. Unveröffentlichte Masterarbeit. Institut für Didaktik des Sachunterrichts, WWU Münster.
- Seidel, T., & Shavelson, R. (2007). Teaching Effectiveness Research in the Past Decade: The Role of Theory and Research Design in Disentangling Meta-Analysis Results. *Review of Educational Research*, 77(4), 454-499.
- Seiz, J., Decristan, J., Kunter, M., & Baumert, J. (2016). Differenzielle Effekte von Klassenführung und Unterstützung für Schülerinnen und Schüler mit Migrationshintergrund. *Zeitschrift für Pädagogische Psychologie*, 30(4), 237-249.
- Thiel, S. (1987). Wie springt ein Ball? *Grundschule*, 1, 18-23.
- Tröbst, S., Hardy, I., & Möller, K. (2011). Die Förderung deduktiver Schlussfolgerungen bei Grundschulkindern in naturwissenschaftlichen Kontexten. *Unterrichtswissenschaft*, 39(1), 7-20.
- van de Pol, J., Volman, M., & Beishuizen, J. (2010). Scaffolding in Teacher-Student Interaction: A Decade of Research. *Educational Psychology Review*, 22 (3), 271-296.
- Vorholzer, A., Aufschnaiter, C. von, & Kirschner, S. (2016). Entwicklung und Erprobung eines Tests zur Erfassung des Verständnisses experimenteller Denk- und Arbeitsweisen. *Zeitschrift für Didaktik der Naturwissenschaften*, 22(1), 25-41.
- Wellnitz, N., Fischer, H., Kauertz, A., Mayer, J., Neumann, I., Pant, H., & Walpuski, M. (2012). Evaluation der Bildungsstandards – eine fächerübergreifende Testkonzeption für den Kompetenzbereich Erkenntnisgewinnung. *Zeitschrift für Didaktik der Naturwissenschaften*, 18, 261-291.