

Förderung argumentativer Kompetenz im Physikunterricht

Die Förderung argumentativer Fähigkeiten ist Teil eines kompetenzorientierten Physikunterrichts, in dem Schüler und Schülerinnen lernen über physikalische Themen zu diskutieren und dabei ihre Meinungen mit angemessenen Argumenten zu begründen. Im Rahmen der hier vorgestellten Studie wurden $N = 368$ Schülerinnen und Schüler der achten Jahrgangsstufe an Realschulen in einer Zeit von sechs Schulstunden zum Thema „Argumentieren über Physik“ unterrichtet. Die Schülerinnen und Schüler erhielten eine standardisierte Instruktion und arbeiteten selbständig an einer experimentellen Lernumgebung. Die Fortschritte der Schüler beim Argumentieren wurden mit den Fortschritten von Schülern verglichen, die in derselben Art und im selben Umfang zum Thema „Experimentieren“ unterrichtet wurden. Die physikbezogene Argumentationsfähigkeit wurde unter anderem mit Hilfe eines kategorienbasierten Video-Tests erhoben.

Theoretischer Hintergrund

Argumentieren soll nicht nur laut Bildungsplan sondern auch aus erkenntnistheoretischen Gründen im Physikunterricht gefördert werden, da physikalische Erkenntnisse diskursiv begründet werden. Die Förderung und auch die Messung argumentativer Kompetenz im naturwissenschaftlichen Unterricht sind daher in den letzten Jahren international in den Forschungsmittelpunkt gerückt. Mit seiner Beschreibung der Elemente einer Argumentation hat Toulmin (1996) zwar ein in der Bildungsforschung weit verbreitetes Instrument entwickelt, allerdings können fachspezifische Aspekte, ebenso wie der interaktive Charakter einer Diskussion mit Toulmins Argument-Pattern nicht erhoben werden. Osborne et al. (2004) beschreiben diesen interaktiven Charakter in ihrem fünfstufigen Modell, indem sie Argumentationen danach unterscheiden, in welchem Maße auf die Argumente des Argumentationspartners eingegangen wird. Viele Studien (z. B. Abi-El-Mona & Abd-El-Khalick, 2011) beschreiben darüber hinaus, dass die Angemessenheit und die Qualität von Argumenten nur innerhalb des Kontextes der Argumentation gemessen werden können. Basierend auf diese Ergebnisse wurde ein dreidimensionales Modell zur Beschreibung und Messung physikspezifischer Argumentation entwickelt, das Argumentationen bezüglich der vorkommenden Strukturelemente nach Toulmin, der Qualität der Argumente und der Funktion der Argumente beschreibt (vgl. Wächter & Kauertz, 2013).

Erhebungsinstrumente und Forschungsdesign

Ziel der Studie ist es, die Effekte einer expliziten Argumentations-Instruktion mit einer Instruktion zum naturwissenschaftlichen Arbeiten auf den Kompetenzzuwachs beim physikbezogenen Argumentieren in einer quasi-experimentellen Feldstudie im Pre- Post-Test-Design zu vergleichen. Dazu wurde vorab mit einem Paper-Pencil-Test die Fähigkeit zum naturwissenschaftlichen Arbeiten nach Glug (2009) sowie die physikbezogene Argumentationskompetenz über Items eines Testes für Kommunikationskompetenz (Institut zur Qualitätsentwicklung im Bildungswesen (IQB), 2014) schriftlich erhoben. Des Weiteren wurde das Fachwissen zum Thema Fliegen (Heine, Trautmann, & Kauertz, 2013) erhoben, da die Schüler während der Instruktion an Experimenten zum Thema Fliegen arbeiteten. Außerdem wurden vorab Motivation und Interesse der Schülerinnen und Schüler sowie der sozioökonomischen Hintergrund über einen Eltern-Fragebogen (Kauertz et al., 2011) erhoben. Um die physikspezifischen argumentativen Fähigkeiten der Schülerinnen und Schüler in einer möglichst realen und interaktiven Argumentations-Situation zu messen, wurde ein eigens

entwickelter Video-Test verwendet, der in einer Vorstudie erfolgreich pilotiert wurde (vgl. Wächter & Kauertz, 2013). Bei diesem Test diskutieren die Schüler paarweise über ein vorgegebenes physikalisches Problem, das den Schülern in Form eines Comics vorgegeben wird (vgl. Kraus & von Aufschnaiter, 2005). Die Diskussion wird videografiert und mit Hilfe eines Kategoriensystems angelehnt an Toulmin (1996) und Osborne et al. (2004) analysiert.

Durchführung der Studie

Die Intervention lief über einen Zeitraum von drei Wochen. Beide Interventionen - für das physikspezifische Argumentieren und für das naturwissenschaftliche Arbeiten - basieren auf der Lerntheorie von Gagné-Briggs (Petry et al., 1987). Inhaltlich sollten die Schüler in der Argumentations-Instruktion lernen, ...

- 1. ihre Behauptungen zu begründen,
- 2. zwischen guten und schlechten Begründungen sowie
- 3. zwischen physikalischen und nicht-physikalischen Argumenten zu unterscheiden und
- 4. auf den Argumentationspartner einzugehen.

In der Instruktion zum naturwissenschaftlichen Arbeiten sollten die Schüler lernen, ...

- 1. ein Problem zu erfassen,
- 2. Hypothesen zu generieren,
- 3. ein Experiment durchzuführen,
- 4. Daten zu analysieren und
- 5. eine Schlussfolgerung zu ziehen.

(vgl. Klahr 2000).

Die Instruktionen wurden mithilfe einer PowerPoint-Präsentation weitestgehend standardisiert, indem die meisten Folien vertont wurden. Dennoch gab es auch teilstandardisierte Interaktionen zwischen den Lehrpersonen und den Schülerinnen und Schülern, um den Lernprozess optimal zu gestalten. Nach der dreißigminütigen Erarbeitung des Themas „Argumentieren über Physik“ bzw. „Naturwissenschaftliches Arbeiten“ hatten die Schülerinnen und Schüler Gelegenheit, das Gelernte in einer experimentellen Lernumgebung anzuwenden. Die Lernumgebung zum Kontext „Das Fliegen“ bestand aus sechs Lernstationen zur Strömungsdynamik am Flügel eines Flugzeuges. Hier konnten die Schülerinnen und Schüler am Kontext „Fliegen“ das Argumentieren bzw. das naturwissenschaftliche Arbeiten üben, indem gezielt Übungsaufgaben zum Argumentieren bzw. zum naturwissenschaftlichen Arbeiten an allen Lernstationen integriert waren. Anschließend wurden die Ergebnisse der Lernstationen besprochen und noch einmal das Neugelernte reflektiert und zusammengefasst. Direkt im Anschluss an die Intervention wurden noch einmal das Fachwissen, die Fähigkeit zum naturwissenschaftlichen Arbeiten und die physikspezifische Argumentationskompetenz in einem schriftlichen Test sowie interaktiv im Video-Test gemessen. Als Argumentationsanlass wurde dasselbe physikalische Problem in Form eines Comics verwendet wie bereits im Pre-Test und zusätzlich, in einer weiteren Aufgabenstellung, ein zweites Comic mit einer neuen physikalischen Problemstellung.

Datenauswertung und Ergebnisse

Da die Schülerinnen und Schüler beim Video-Test paarweise getestet wurden und die Argumentativen Fähigkeiten eines Schülers immer auch von seinem Argumentationspartner abhängig sind, wurde nur ein gemeinsamer Wert pro Paar erhoben. Für die weiteren Analysen wurden deshalb auch bei den schriftlichen Tests die Messwerte der Paare zusammengefasst und daraus jeweils den Mittel-, Minimal- und Maximal-Wert berechnet. Nach ersten Auswertungen unterschieden sich Interventions- und Kontrollgruppe ($N_{\text{Argumentieren-Paare}}=65$, $N_{\text{NWA-Paare}}=61$) im Pre-Test nicht signifikant im Fachwissen und bei den schriftlich geprüften Argumentationsfähigkeiten. Lediglich im NWA-Kompetenztest schloss die NWA-Gruppe etwas schlechter ab. Diesen Nachteil holte die NWA-Gruppe jedoch durch die Intervention auf, sodass im Post-Test keine signifikanten Gruppenunterschiede mehr vorhanden waren. Auch im Fachwissen oder in der schriftlich getesteten Argumentationskompetenz zeigten sich keine Gruppenunterschiede. Bei der

Messwiederholung hatten beide Gruppen im Post-Test gleichermaßen höheres Fachwissen, jedoch schnitten beide Gruppen im Post-Test bei der NWA-Kompetenz und auch beim Argumentieren im schriftlichen Test schlechter ab als im Pre-Test. Geschlechtsbedingte Unterschiede waren weder im Pre- noch im Post-Test zu beobachten.

Die Ergebnisse des Video-Tests zum physikspezifischen Argumentieren zeigen, dass die NWA-Gruppe im Pre-Test sowie auch im Post-Test deutlich mehr Sprechanteile hatte als die Interventionsgruppe. Rechnet man diesen Effekt heraus, zeigt sich, dass die Gruppen im Verhältnis zur Gesamtzahl der Sequenzen keine signifikanten Unterschiede in der Anzahl der genannten Strukturelemente (Toulmin, 1996) zeigen, auch gibt es keinen zeitlichen Effekt. Sieht man sich jedoch die gewichteten Strukturelemente an (Behauptungen und einschränkende Operatoren einfach gewichtet, Daten, Schlussregeln und Stützungen doppelt gewichtet), schneiden beide Gruppen im Post-Test besser ab. Die Argumentations-Gruppe hat im Post-Test bei der zweiten Aufgabenstellung einen leichten Vorteil gegenüber der NWA-Gruppe. Bei beiden Gruppen verbesserte sich die physikspezifische Qualität der Argumente vom Pre- zum Post-Test. Obwohl die NWA-Gruppe im Pre-Test bei der Funktion (wie weit auf den Argumentationspartner eingegangen wird) signifikant besser abschnitt, konnte dieser Vorteil durch die Intervention ausgeglichen werden.

Zusammenfassung

Erste Analysen zeigen daher, dass es durch die explizite Argumentations-Instruktion nur geringfügige positive Effekte gegenüber der Kontrollgruppe gab. Die Qualität der Argumente konnte durch die Intervention nicht signifikant verbessert werden, jedoch wurden Behauptungen ausführlicher begründet und die Schülerinnen und Schüler konnten besser auf ihren Argumentationspartner eingehen. Weitere Analysen werden derzeit noch durchgeführt, z. B. Gruppenunterschiede bei den einzelnen Strukturelementen oder die Berücksichtigung anderer Faktoren (Fachwissen, NWA-Kompetenz, sozioökonomischer Status, Interesse und Motivation). Die kurze Interventionszeit von nur sechs Unterrichtseinheiten ist sicherlich ein Grund dafür, dass nicht deutlichere Effekte erzielt werden konnten, was in weiterführenden Studien optimiert werden sollte.

Literatur

- Abi-El-Mona, I., & Abd-El-Khalick, F., (2011). Perceptions of the Nature and 'Goodness' of Argument among College Students, Science Teachers, and Scientists.
- Glug, I. (2009): Entwicklung und Validierung eines Multiple-Choice-Tests zur Erfassung prozessbezogener naturwissenschaftlicher Grundbildung. Kiel: Universitätsbibliothek Kiel.
- Heine, D., Trautmann, A. & Kauertz, A. (2013): Fachwissenstest „Fliegen“. Universität Koblenz-Landau, Institut für naturwissenschaftliche Bildung, Physikdidaktik.
- Institut zur Qualitätsentwicklung im Bildungswesen (IQB) (2014): Projekt: Evaluation der Standards in den naturwissenschaftlichen Fächern der Sekundarstufe I (ESNaS). Kompetenzbereich Kommunikation.
- Klahr, D. (2000). Exploring Science: The cognition and development of discovery processes. Cambridge.
- Kraus, Martin Ernst; von Aufschnaiter, Claudia (2005): Physikalisch Argumentieren lernen. Methoden zur Förderung der diskursiven Kompetenz. In: Unterricht Physik 16 (87), S. 32-37.
- Osborne, J., Erduran, S., & Simon, S. (2004). Enhancing the quality of argumentation in school science. *Journal of Research in Science Teaching*, 41 (10), 994-1020.
- Petry, B.; Mouton, H.; Reigeluth, C. M.: A Lesson Based on the Gagné-Briggs Theory of Instruction. In: Reigeluth, C. M. (1987): *Instructional Theories in Action. Lessons Illustrating selected Theories and Models*, Lawrence Erlbaum Associates: Hillsdale (N.J.) S. 11-44.
- Kauertz, A., Kleickmann, T., Ewerhardy, A., Fricke, K., Lange, K., Ohle, A., Pollmeier, K., Tröbst, S., Walper, L., Fischer, H. E. & Möller, K. (2011): Dokumentation der Erhebungsinstrumente im Projekt PLUS, Forschergruppe und Graduiertenkolleg nwu-essen.
- Toulmin, S. E. (1996). *Der Gebrauch von Argumenten*. (2nd ed.). Weinheim: Beltz, Athenäum.
- Wächter, M. & Kauertz, A. (2013): Argumentieren im Physikunterricht – Kompetenzmodellierung und messung. In: Bernholt, S. (Hg.) (2013): *Naturwissenschaftliche Bildung zwischen Science und Fachunterricht*. Gesellschaft für Didaktik der Chemie und Physik. Jahrestagung in München 2013. Bd. 34, S. 369-371. URL: http://www.gdcp.de/images/tagungsbaende/GDCP_Band34.pdf, 10.10.2014.