

Argumentationsmuster von Lehramtskandidaten in Physik

Motivation und Zielstellung der Untersuchung

Seit den 90iger Jahren hat die Anzahl fachdidaktische Studien im Bereich des Argumentierens stetig zugenommen (Erduran & Jiménez-Aleixandre, 2007). Während viele Studien das Argumentationsverhalten von Schülerinnen und Schülern (z. B. Jiménez-Aleixandre et al., 2000) und einige Studien das Argumentationsverhalten von Lehrkräften untersuchen (z. B. Mork, 2005), gibt es kaum Studien zu argumentativen Fähigkeiten von zukünftigen Lehrkräften. Dabei scheint es eine Diskrepanz zu geben zwischen der Forderung, dass Lehramtskandidaten das Argumentieren als naturwissenschaftliche Methode beherrschen sollten und dem Umstand, dass Lehramtskandidaten mit den Fächern Physik oder Mathematik nicht explizit im Schreiben argumentativer Texte geschult werden. Um eine Basis zu schaffen, damit über mögliche Förderungsmaßnahmen und Lernmöglichkeiten diskutiert werden kann, hat sich diese Studie das Ziel gesetzt, die Fähigkeiten, die Lehramtskandidaten beim Argumentieren bereits ohne Schulung mitbringen, explorativ zu untersuchen.

Theoretischer Hintergrund

Viele Studien zum Argumentieren berufen sich auf das theoretische Modell von Stephen Toulmin (Toulmin, 1958), während andere Studien konstatieren, dass sich das Modell als Analyseinstrument für gesprochene und geschriebene Diskurse nicht gut eignet (Kelly et al., 2007, S. 142; Jiménez-Aleixandre et al., 2000). Grund dafür ist, dass das Toulmin-Schema die so genannte Mikrostruktur eines Arguments abbildet (Toulmin, 1958, S. 87), während in dialogisch angelegten Diskursen Makrostrukturen von Argumentationen (mehrsträngige Argumentationen, bei denen eine Vernetzung von mehreren Pro- und Contraargumenten stattfindet) vorherrschen. Ohnedies betonen in den letzten Jahren immer mehr Studien, dass beim Argumentieren nicht nur gute Proargumente formuliert werden müssen, sondern

Contraargumente auch entkräftet werden sollten (z. B. Osborne et al., 2013).

Um solche Argumentationen abzubilden, ist das Argumentationsmodell von Arne Naess (Naess, 1975, S. 143 und 150f) besser geeignet. Im Mittelpunkt des Modells (s. Abb. 1) steht eine so genannte Spitzenformulierung (F_0). Diese kann durch Proargumente (P_i) oder durch Contraargumente (C_j) 1. Ordnung entkräftet werden. Innerhalb einer Argumentation lassen sich weitere Proargu-

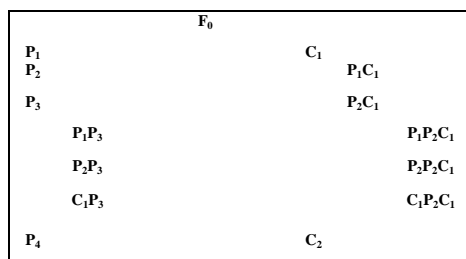


Abb. 1

mente finden, die die Hauptproargumente (1. Ordnung) stützen (z. B. P_1 stützt P_3) oder es lassen sich Proargumente finden, die die Hauptcontraargumente stützen (z. B. P_1 stützt C_1) usw.

Forschungsfragen und Untersuchungsdesign

Schwerpunkt der Studie sind folgende Forschungsfragen: Wie gut ist die Qualität der Argumentationen von Studierenden bei einem vorgegebenen „strittigen“ Beispiel aus der Physik? Wie gut argumentieren die Studierenden auf der Pro- und auf der Contra-Seite?

Verwenden die Studierenden bei Argumentationen sprachliche Verknüpfungen (z. B. „weil“, „aber“, „aus diesem Grund“ etc.) richtig?

Für die Studie wurde den Studierenden eine Beispielaufgabe und eine Aufgabe mit strittigem physikalischen Kontext vorgelegt. 20 Bachelor- und Masterstudierende haben an der Studie teilgenommen. Das Aufgabenziel bestand darin, vorgegebene oder eigene Sätze schriftlich mit einem elektronischen Textverarbeitungsprogramms miteinander zu einer Argumentation zu verknüpfen. Die Bearbeitungszeit betrug ca. 35 min. Bei dem gewählten strittigen Beispiel ging es um einen Eiswürfel, der in einem Glas Wasser schmilzt. Die richtige These, dass der Wasserspiegel nicht steigt, wenn der Eiswürfel schmilzt, wurde vorgegeben. Ebenso wie die Gegenthese, dass der Wasserspiegel steigt mit zwei möglichen Gegenargumenten. Das Setting der Aufgabe wurde dabei so gewählt, dass sich die Studierenden in einer Diskussionsatmosphäre einfinden (Übernahme der semantischen Rolle) und zum Argumentieren motiviert werden sollten. Dabei wurde den Studierenden die inhaltliche Sachanalyse des Beispiels vereinfacht, indem 14 physikalisch relevante und inhaltlich richtige Sätze vorgegeben wurden (diese wurden mit dem Schema von Naess zuvor konstruiert). Weiterhin wurden Beispiele für Verknüpfungen gegeben. Die Argumentationen der Studierenden wurden qualitativ und inhaltlich mit mehreren Kategorien und Ratings durch zwei Rater ausgewertet.

Ergebnisse

Wie gut argumentieren die Studierenden auf der Contra-Seite? Bei den sprachlichen Verknüpfungen auf der Contra-Seite (und auf der Pro-Seite), lassen sich typische Fehler finden.

Beispiel 1: „*Da [begründen] beim Schwimmen die Gewichtskraft des Wasservolumens, das der Eiswürfel verdrängt hat, genauso groß ist wie die Gewichtskraft des gesamten Eiswürfels. Die Masse des Eiswürfels nimmt beim Schmelzen also [folgern] nicht ab. [...]*“ Kodiert wurden die Wörter „da“ als Begründen und „also“ mit Folgern. Man sieht – unabhängig von der falschen grammatikalischen Struktur – dass die Schlussfolgerung: „*die Masse des Eiswürfels nimmt nicht ab*“ nicht aus der Tatsache folgt, dass beim Schwimmen die Gewichtskraft des Wasservolumens [...] genauso groß ist wie die Gewichtskraft des gesamten Eiswürfels. Inhaltlich würde man die Massenerhaltung eher als Voraussetzung sehen, nicht als etwas, auf das man in diesem Zusammenhang schließt. Der sprachlogische Fehler, dass Ursache und Wirkung beim Begründen und Folgern vertauscht werden, dass eine Folgerung durch „also“ nicht durch die vorangehenden Sätze schlüssig wird, kommt auch in anderen Argumentationen häufiger vor.

Beispiel 2: „*Bei ca. 4°C hat Wasser seine größte Dichte und nimmt das kleinste Volumen ein, aus diesem Grund [begründen] nimmt Wasser beim Erstarren ein größeres Volumen ein als vorher. Aber [entgegensetzen] die Masse des Eiswürfels nimmt beim Schmelzen nicht ab.*“ Auch beim zweiten Beispiel stimmt die Verknüpfung mit „aus diesem Grund“ nicht, denn aus dem ersten Satz folgt zwangsläufig nicht, dass Wasser beim Erstarren ein größeres Volumen einnimmt (schließlich könnte das Volumen bei 0°C immer noch kleiner sein als z. B. bei 10°C). Ebenfalls wird das „aber“, das als Entgegensetzen kodiert wurde, nicht korrekt angewendet. Ein direkter Gegensatz wird nicht erwähnt, weil das „aber“ sich auf den letzten Satz bezieht und der Satz „*beim Erstarren wird das Volumen größer*“ keinen inhaltlichen Gegensatz zu dem Satz „*die Masse des Eiswürfels nicht beim Schmelzen nicht ab*“ darstellt. Ein direkter Gegensatz wäre, „das Volumen nimmt beim Schmelzen ab“. Das wird aber nicht erwähnt. Es scheint lediglich „zwischen den Zeilen zu stecken“.

Das Rating über die Güte der sprachlichen Verknüpfungen auf der Contra-Seite (Argumente gegen die These: „Der Wasserspiegel steigt, wenn der Eiswürfel schmilzt.“) ergab eine gute Übereinstimmung von $\kappa = 0.60$. Es zeigt sich, dass lediglich zwei Studierende alle Verknüpfungen in ihren Argumentationen richtig verwendet haben. Jeweils vier Studierende haben

überwiegend korrekte bzw. inkorrekte Verknüpfungen. Auffällig ist, dass die Hälfte aller Studierenden überhaupt keine Argumente auf der Contra-Seite ausführen.

Wie gut argumentieren die Studierenden auf der Pro-Seite? Vergleicht man diese Daten mit dem Rating für die Pro-Argumentation (Argumente für die These: „Der Wasserspiegel steigt nicht, wenn der Eiswürfel schmilzt.“), die in ihrer Interraterreabilität ein sehr gutes κ von 0.75 erreicht, so lässt sich feststellen, dass auch hier lediglich zwei Studierende ohne Fehler bei den Verknüpfungen auskommen. Eine Mehrzahl wendet die sprachlichen Verknüpfungen korrekt an und sechs Studierende verwenden überwiegend inkorrekte Verknüpfungen. Ein Studierender führt keinerlei Argumentation auf der Pro-Seite aus.

Wie gut argumentieren die Studierenden bei der Gesamtargumentation? Wenn man nun die inkorrekt verwendeten Verknüpfungen in der Gesamtargumentation eines Studierenden zählt und sie im Verhältnis zu der Gesamtzahl aller seiner Verknüpfungen stellt, lässt sich folgendes feststellen: Acht von zwanzig Studierenden verwenden in ihren Argumentationen jede zweite Verknüpfung inkorrekt. Und lediglich zwei von zwanzig Studierenden kommen ohne Fehler aus. Zu erwähnen ist, dass die Interraterreabilität beim Rating der Gesamtargumentation mit $\kappa = 0.46$ nicht besonders gut erscheint, aber aufgrund der kleinen Stichprobe und dem Umstand, dass nicht alle Kategorien für Verknüpfung von den Studierenden verwendet werden, ist dies ein akzeptabler Wert.

Zusammenfassung und Diskussion

Bei der qualitativen Bestandsaufnahme von Argumentationen von Studierenden lassen sich bislang zwei wesentliche Dinge aufdecken: 1) Die meisten Studierenden führen auf der Contra-Seite keine Argumente aus, obwohl die Aufgabenstellung dies nahe legt. 2) Die meisten Studierenden verwenden sprachlogische Verknüpfungen bei ihren Argumentationen inkorrekt und scheinen nicht in der Lage, Sätze sprachlogisch richtig zu verbinden.

Diese Ergebnisse erscheinen alarmierend und man sollte einschränkend hinzufügen, dass es mehrere Gründe geben kann, warum die Argumentationen der Studierenden qualitativ schwach erscheinen. Dazu zählen z. B. die Arbeit mit „Copy & Paste“ mit dem elektronischen Textverarbeitungsprogramm, das Metawissen über die Methode des „guten Argumentierens“ etc. Der womöglich größte Einflussfaktor könnte das sachlogische, inhaltliche Vorwissen der Studierenden sein.

In naher Zukunft soll die Qualität der Argumentationen noch genauer bestimmt werden, indem das bereits gut funktionierende Kodierungssystem durch neue Bereiche erweitert wird. Z. B. soll die Qualität der inhaltlichen sachlogischen Stringenz des Argumentationsaufbaus geratet werden. Ausblick für die fernere Zukunft könnten Studien zum Einfluss des Vorwissens auf die Qualität der Argumentationen sein.

Literatur

- Erduran, S. & Jiménez-Aleixandre, M.P. (Eds.). (2007). *Argumentation in Science Education: Perspectives from classroom-based research*. Dordrecht, the Netherlands: Springer
- Jiménez-Aleixandre, M.P., Rodríguez, A.B., & Duschl, R.D. (2000). "Doing the Lesson" or "Doing Science": Argument in High School Genetics. *Science Education*, 84 (6), 757-792
- Kelly, G.J., Regev, J. & Prothero, W. (2007). Analysis of Lines of Reasoning in Written Argumentation. In Erduran, S. & Jiménez-Aleixandre, M.P. (Eds.), *Argumentation in Science Education: Perspectives from classroom-based research*. Dordrecht, the Netherlands: Springer, 137-157
- Mork, S. (2005). Argumentation in science lessons: Focusing on the teacher's role. *Nordic Studies in Science Education*, 1, 17-30
- Naess, A. (1975). *Kommunikation und Argumentation*, Bd. Linguistik und Kommunikationswissenschaft. Kronberg: Scriptor
- Osborne, J., Simon, S., Christodoulou, A., Howell-Richardson, Ch., & Richardson, K. (2013). Learning to argue: A study of four schools and their attempt to develop the use of argumentation as a common instructional practice and its impact on students. *Journal of Research in Science Teaching*, 50 (3), 315-347
- Toulmin, S. (1958). *The Uses of Argument*. Cambridge: Cambridge University press