

Naturwissenschaftsbezogene Handlungs- und Argumentationskompetenz von Grundschulpädagogikstudierenden der Integrierten Naturwissenschaften

Philipp Galow*, Hilde Köster*

*Freie Universität Berlin, Fachbereich Erziehungswissenschaften und Psychologie, Arbeitsbereich
Grundschulpädagogik, Lernbereich Sachunterricht, Habelschwerdter Allee 45, 14195-Berlin
p.galow@fu-berlin.de, hilde.koester@fu-berlin.de

Kurzfassung

Das an der Freien Universität Berlin geschaffene Studienangebot ‚Integrierte Naturwissenschaften‘ verbindet Fachdidaktik und Fachwissenschaft und wurde für Studierende der Grundschulpädagogik konzipiert. Die Studierenden sollen fundierte fachbezogene, wissenschaftstheoretische, didaktische und methodische Kompetenzen erwerben und naturwissenschaftliche Arbeitstechniken aus den drei Fächern Physik, Chemie und Biologie kennen lernen. Ziel der vorgestellten Studie ist es zu untersuchen, inwiefern das Studium Auswirkungen auf die Argumentationsqualität bei den Studierenden zeigt. Einige Studien weisen darauf hin, dass mit erhöhtem Fachwissen und größerer Familiarität mit dem Kontext die Argumentationsqualität steigt und sich die Argumentationsstruktur verändert.

1. Einleitung

Das im Wintersemester 2011 erstmals angebotene Studienangebot ‚Integrierte Naturwissenschaften‘ wurde für Studierende der Grundschulpädagogik konzipiert und soll Fachdidaktik und Fachwissenschaft verbinden. Das Curriculum wurde von Lehrenden der Grundschulpädagogik in Zusammenarbeit mit den einzelnen Didaktiken der Fächer Physik, Biologie, und Chemie entwickelt und ist am Fachbereich Physik angesiedelt. Ziele des Studiums, die explizit auf die Fähigkeit zu Argumentieren ausgerichtet sind, werden im Curriculum nicht direkt ausgewiesen, die Studierenden sollen aber Kenntnisse in Wissenschaftstheorie (nature of science) erwerben und naturwissenschaftliche Denk- und Argumentationsformen kennen lernen. In eigenen kleinen Forschungsprojekten ab dem dritten Semester erlernen sie die Grundstrukturen wissenschaftlichen Arbeitens anzuwenden und die Ergebnisse ihrer Forschungen zu kommunizieren und vor einem Plenum zu vertreten. Eigene Erfahrungen mit wissenschaftlichem Argumentieren und Experimentieren werden somit bereits früh angelegt und im Rahmen des Studiums beständig weiter gepflegt.

Eine Untersuchung hinsichtlich der Auswirkungen des veränderten Studienangebotes auf Argumentations- und Experimentierfähigkeiten steht bislang noch aus und ist Ziel der geplanten Studie. Als Vergleichskohorte werden Grundschulpädagogikstudierende mit anderen Nebenfächern untersucht. Das identische Hauptfach der beiden Kohorten ermöglicht es, das Zweitfach als entscheidend für festgestellte Veränderungen der Fähigkeiten nachzuzeichnen.

2. Forschungslage

Die Untersuchung von Argumentationsqualität im Bildungsbereich ist ein relativ junges Forschungsfeld. Untersuchungen zur Experimentierfähigkeit und Argumentationsqualität im universitären Kontext stellen ein Forschungsdesiderat dar, sodass erste Hinweise aus Untersuchungen zu Schülerkompetenzen abgeleitet werden müssen. Viele dieser Studien untersuchen eine geringe Teilnehmerzahl, sodass es sich meist um explorative Studien handelt, deren Ergebnisse lediglich Hinweise, jedoch keine generalisierbaren Aussagen liefern. Die bestehenden Untersuchungen unterscheiden sich weiterhin hinsichtlich der angenommenen (Argumentations-) Definitionen, Qualitätskriterien, untersuchten Einflussfaktoren und Altersgruppen. Fast alle Untersuchungen (z.B. Riemeier et al. 2012; Means/Voss 1996; McDonald 2010; Osborne/Eduran/Simon 2004) verwenden jedoch das Toulmin Argumentation Pattern (TAP). In diesem werden insgesamt sechs verschiedene Bestandteile einer Argumentation beschrieben [1]:

- a) claim (Behauptung)/
- b) warrant (Erläuterung)
- c) data (Fakt)
- d) backing (Stützung)
- e) rebuttal (Einwand)
- f) qualifier (Einschränkung)

Für die vorliegende Arbeit wurden fünf Studien mit insgesamt drei untersuchten Einflussfaktoren ausgewählt, die im Folgenden beschrieben werden.

Alter

Means und Voss (1996) untersuchten Schülerinnen und Schüler der Klassenstufen fünf, sieben, neun

und elf. Sie beforschten dabei den Zusammenhang zwischen der Argumentationsqualität, der Schulstufe, Begabung und dem Wissenslevel. Die Ergebnisse deuteten zunächst darauf hin, dass das Alter einen Einfluss auf die Argumentationsqualität hat [2]. Im Folgenden wurden diese Ergebnisse als nicht signifikant bewertet und durch das mit der Schulstufe ansteigende Wissen erklärt [2].

Friedler, Zohar, Tamir (1993) untersuchten Schülerinnen und Schüler der Klassenstufen zehn, zwölf und Studierende. Die Autoren fokussierten auf den Einfluss der Auseinandersetzung mit biologischen Inhalten auf die Präferenz verschiedener Argumentarten. Die Ergebnisse deuten auf einen linearen Zusammenhang zwischen der ansteigenden Alter und der Präferenz kausaler Argumentationen hin [3].

Riemeier et al. (2012) untersuchten Schülerinnen und Schüler der achten und elften Klassenstufen. Von Interesse war der Zusammenhang von Argumentationsqualität und dem Niveau inhaltlicher Aussagen. Dazu wurde in der Auswertung explizit zwischen Phasen, in denen Argumentationen stattfinden und Klärungsphasen, in denen fachliche Inhalte geklärt werden, unterschieden. Die älteren SuS nutzten „mehr kontroverse Argumentationen mit Begründungen“ [4] nutzen außerdem häufiger Einwände und Einschränkungen [4].

Vorwissen

Die zuvor beschriebenen Studien liefern ebenfalls Ergebnisse zum Einfluss des Vorwissens.

Die Ergebnisse von Means und Voss (1996) deuten daraufhin, dass vermehrtes inhaltliches Wissen zu mehr Begründungen, Einschränkungen und abstrakteren Begründungen führt, schlechte Begründungen aus fehlendem oder mangelhaftem Wissen über Argumentgüte resultiert [2].

Friedler, Zohar und Tamir (1993) führen in einem zweiten Experiment eine Vielzahl der altersbedingten Auswirkungen auf durch die Schulstufe angestiegenes Wissen zurück und folgern daraus, dass sich der Grad der biologischen Ausbildung positiv auf die Präferenz kausaler Argumentationen auswirkt [3].

Riemeier et al. (2012) zu Folge hat fehlendes Wissen zum Inhalt und über die Struktur von Argumentationen eine verminderte Qualität der Argumentationsprozesse zur Folge [4].

McDonald (2010) untersuchte fünf angehende australische Grundschullehrerinnen und -lehrer. Sie interessierte dabei speziell die wechselseitige Auswirkung von expliziter Nature-of-science- und Argumentations-Vermittlung. Den Ergebnissen zu Folge sind relevantes inhaltliches Wissen und argumentative Teilfertigkeiten nötig, um an Argumentationen teilzunehmen. Wahrgenommene Wissenslücken könnten demnach zu verringertem Engagement in Argumentationen führen [5]. Zur Steigerung von Argumentationsqualität fordert sie eine explizite Vermittlung von Wissen über Argumentationselemente und -güte [5].

Training/Erfahrung

Die Ergebnisse von Riemeier et al. (2012) deuten darauf hin, dass Argumentationen generell auch ohne explizites Training auftreten, sich allerdings mangelnde Erfahrung im Argumentieren negativ auf die Komplexität der Argumente auswirkt [4].

McDonald (2010) fordert argumentative Teilfertigkeiten zu fördern, um Engagement in argumentativen Auseinandersetzungen zu fördern [5].

Osborne, Eduran und Simon (2004) untersuchten SuS der Klassenstufe acht. Sie entwickelten verschiedene Materialien, die das Lehren und Lernen von Argumentationen stützen sollen und untersuchten ihre Wirksamkeit. Ihre Untersuchung weist darauf hin, dass Aufforderungen zum Argumentieren, die Vorgabe von Satz-Gerüsten zur Formulierung eigener Argumente und das Vermitteln von Beispielen von Argumenten verschiedener Qualitätsstufen positive Auswirkungen auf die Argumentationsqualität haben [6].

3. Forschungsfrage und -design

Gemeinsam ist den beiden eingangs beschriebenen Kohorten, dass sie je ein naturwissenschafts- und ein technikbezogenes Seminar im sog. Lernbereich Sachunterricht und seine Didaktik besuchen und dort sowohl eine theoretische als auch eine fachpraktische Einführung in den Umgang mit Experimentiersituationen und in Argumentationsprozessen erfahren. Die Familiarität mit solchen Situationen ist bei den Studierenden der integrierten Naturwissenschaften aber sehr viel größer, da Experimentieren und naturwissenschaftliche Denk- und Arbeitsweisen explizite und umfangreiche Inhalte des Zweifachs Integrierte Naturwissenschaften sind. Dies führt zu der These, dass beispielsweise ein erhöhtes Engagement in Argumentations- und Experimentiersituationen und eine erhöhte Komplexität von Argumentationen seitens der InNaWi-Studierenden erwartet werden kann [5]. Bedingt durch Training und Erfahrung ist zu vermuten, dass die InNaWi-Studierenden also anders mit experimentellen und argumentativen Situationen umgehen als Studierende, denen diese im naturwissenschaftlichen Kontext erworbenen Kenntnisse und Fertigkeiten in diesem Umfang nicht zur Verfügung stehen.

Auch bezüglich des naturwissenschaftlichen Fachwissens unterscheiden sich die Kohorten voneinander, sodass auch hier ein Einfluss auf die Kompetenzen und den konkreten Umgang mit Experimenten und mit argumentativen Auseinandersetzungen vermutet wird. Dies könnte eine erhöhte Frequenz [2], eine höhere Komplexität im Argumentieren [4] und ein erhöhtes Engagement [5] auf Seiten der InNaWi-Studierenden zur Folge haben.

Aus der unterschiedlichen Familiarität mit konkreten Situationen zum Experimentieren und Argumentieren, dem unterschiedlichen Fachwissen und dem sich innerhalb der Kohorten unterscheidenden Alter ergibt sich folgende Forschungsfrage:

Inwiefern unterscheiden sich die Grundschulpädagogikstudierenden mit dem Nebenfach Integrierte Naturwissenschaften von Grundschulpädagogikstudierenden mit einem anderen Nebenfach in ihrer Argumentationsqualität und in ihrer Experimentierfähigkeit voneinander?

Ziel der Untersuchung ist die Erhebung der Argumentationsqualität und die Experimentierfähigkeit beider Kohorten. Dazu wird in einem Quasilängsschnitt aus jedem der vier Fachsemester (2./4./6./8.) eine festgelegte Anzahl von Studierenden in einer offenen Experimentiersituation untersucht. Die Studierenden werden getrennt nach ihrem Nebenfach (InNaWi und anderes Nebenfach) in Gruppen von drei bis vier Studierenden eingeteilt. Zu jedem Erhebungszeitpunkt wird eine dieser Gruppen in einer klinischen Situation mit einem physikalischen Phänomen konfrontiert, das sich die Studierenden in einem eigenen ‚Forschungsprozess‘ erschließen sollen. Das Phänomen wird dabei zunächst als ‚stiller Impuls‘ präsentiert, um die Herangehensweise der Studierenden und damit die ‚Kontaktaufnahme‘ mit dem Phänomen erfassen zu können. Um einen möglicherweise stockenden Forschungsprozess zu befördern, sind verschiedene gestufte Hilfen vorgesehen, die sich an den Stufen des Inquiry Based Science Learning (IBSL) orientieren und die zunächst offene Situation immer weiter zu schließen¹ [7].

- a) Die Kontaktaufnahme zum Phänomen kann zunächst durch die Aufforderung das Phänomen zu beschreiben hergestellt werden. (Stufe 4)
- b) Vorgeben der Forschungsfrage: Wie kommt das Phänomen zustande? (Stufe 3)
- c) Vorgeben der Forschungsmethodik, durch Verweis auf das ausliegende Material, die Instrumente zur Untersuchung des Phänomens. (Stufe 2)

Die dabei ablaufenden Prozesse werden videografiert, transkribiert und ausgewertet. Einzelne Autoren [8] zeichnen die gegenseitige Bezugnahme der Teilnehmer in Argumentationsprozessen nach (Proponent, Opponent, Disponent). Dies könnte sich auch für unsere Untersuchung als sinnvoll erweisen, um entscheidende individuelle Anteile an den argumentativen Prozessen und fachlichen Klärungsphasen nachzeichnen zu können. Insbesondere diese Erhebung individueller Anteile aus einer untersuchten Gruppensituation heraus bezeichnen Riemeier et al. (2012) als schwierig. Die dokumentarische Methode nach Ralf Bohnsack könnte dieses Problem, durch einen Aushandlungsprozess auf individuelle Leistungen zu schließen, verringern, da

¹ Stufe vier beinhaltet den höchsten Grad der Öffnung, Stufe eins durch Vorgabe der Forschungsfrage, -methode und der Lösung den niedrigsten Grad [7]

sie es ermöglicht, die gegenseitige Bezugnahme der Teilnehmer aufeinander nachzuvollziehen und den Ursprung einer zielführenden Idee auf eine einzelne Person vorzunehmen. Dazu erscheint es weiterhin sinnvoll, die Qualität inhaltlicher Klärungen durch die Teilnehmer einzuschätzen.

Zusätzlich zur Untersuchung einzelner Studiengruppen werden alle Studierenden der Integrierten Naturwissenschaften mit Hilfe eines Fragebogens befragt. Darin werden verschiedene personenbezogene Daten (Alter, Geschlecht, besuchte Seminare, Einschätzung des eigenen fachlichen Selbstkonzeptes und der Lerngelegenheiten) erhoben.

In Anlehnung an Riemeier et al. (2012) werden die erhobenen Experimentiersituationen in drei verschiedene Kategorien eingeordnet [4] und einzeln ausgewertet:

- a) Argumentationen finden statt
- b) Sachverhalte werden geklärt
- c) keines von beidem

Die dafür bereits gefundenen Methoden werden im Folgenden dargestellt.

Einschätzung der Qualität von Argumentationsprozessen

Die beschriebenen Studien verwenden verschiedene Instrumente zur Einschätzung der Argumentationsqualität, greifen jedoch alle auf das TAP zurück. Einige Autoren entwickeln eigene Instrumente zur Qualitätsbestimmung [2;6] andere Autoren beziehen sich auf die Wertigkeit einzelner Argumentationselemente des TAP [4].

Means und Voss (1996) definieren drei eigene Begründungslevels (skeletal, enhanced, elaborated).

Level	Beschreibung
Skeletal	Eine Behauptung + eine Begründung
Enhanced	Eine Behauptung + eine Begründung + min. eine Einschränkung
Elaborated	Zwei Behauptungen + Argument + Gegenargument + viele Begründungen + viele Einschränkungen

Tab. 1: Begründungslevel [2]

Osborn, Eduran und Simon (2004) definieren insgesamt fünf Niveaustufen. Entscheidend für die Einordnung in beiden Untersuchungen ist, welche Elemente eine Argumentation, zusätzlich zu einer Behauptung, enthält (qualitatives Kriterium) und wie häufig verschiedene Elemente (quantitatives Kriterium) auftauchen.

Niveau	Beschreibung
1	Behauptung + Gegenbehauptung/Behauptung
2	Behauptung + Fakt, Erläuterung, Stützung

3	Behauptung + Fakt, Erläuterung, Stützung, schwacher Einwand
4	Behauptung + klar ersichtlicher Einwand
5	Behauptung + mehrere Einwände

Tab. 2: Niveaustufen [6]

Einschätzung der inhaltlichen Qualität

An Riemeier et al. (2012) anschließend, kann die von den Autoren verwendete Einordnung der inhaltlichen Qualität von Klärungsphasen in Konzeptualisierungsniveaus verwendet werden.

Niveau	Beschreibung
Explorativ	Handlungen und Äußerungen des Probanden beziehen sich auf konkrete Objekte bzw. Sachverhalte und erfolgen aus Beobachtersicht wenig zielorientiert. z.B. Phänomene erkunden
Intuitiv regelbasiert	Die Äußerungen des Probanden beziehen sich auf konkrete Objekte bzw. Sachverhalte und beruhen aus Beobachtersicht auf einer (implizit) erfassten Regelmäßigkeit, die jedoch nicht expliziert wird. z.B. relevante Sachverhalte betonen
Explizit regelbasiert	Die Äußerungen des Probanden beziehen sich auf Klassen von Situationen und Objekten. z.B. über Phänomene generalisieren

Tab. 3: Konzeptualisierungsniveaus [4]

Für den Zusammenhang der beschriebenen Konzeptualisierungsniveaus mit der Qualität von Argumentationen folgern Riemeier et al. (2012), dass das Konzeptualisierungsniveau steigt, je mehr unterschiedliche Argumentationselemente verwendet und je mehr Anteil an Argumentationen genommen wird [4]. Zwar wird jedes Element auf jedem Niveau genutzt [4], allerdings führt eine erhöhte Anzahl von Erläuterungen, Stütungen, Einschränkungen und Einwänden zu einem höheren Anteil an intuitiv und explizit regelbasierten Konzeptualisierungsniveaus [4].

4. Ausblick

Ein geeignetes Instrument, eine geeignete Methode zur Klassifizierung von Experimentiersituationen ist, wie eingangs beschrieben, noch nicht verfügbar. Die Auswahl der Instrumente soll bis zum Ende des Wintersemesters 2014/15 abgeschlossen sein, so dass zu Beginn des Sommersemesters 2015 eine Erprobung der Instrumente erfolgen kann.

5. Literatur

- [1] Toulmin, S. (1975): Der Gebrauch von Argumenten. Kronberg (Ts.): Scriptor Verlag.
- [2] Means, M. L./Voss, J. F. (1996): Who reasons well? Two studies of informal reasoning among children of different grade, ability and knowledge levels. In: *Cognition and Instruction*, 14(2), S.139-178.
- [3] Friedler, Y./Zohar, A./Tamir, P. (1993): The effect of age and of learning on the ability to distinguish between anthropomorphic and teleological explanations. In: *International Journal of Science Education*, S.439-443.
- [4] Riemeier, T./Aufschnaiter, C. von/Fleischhauer, J./Rogge, C. (2012): Argumentationen von Schülern prozessbasiert analysieren: Ansatz, Vorgehen, Befunde und Implikationen. In: *Zeitschrift für Didaktik der Naturwissenschaften*, 18, S.141-180.
- [5] McDonald, C. (2010): The influence of explicit nature of science and argumentation instruction on preservice primary teachers' view of nature of science. In: *Journal of Research in Science Teaching*, 47, S.1137-1164.
- [6] Osborne, J./Eduvan, S./Simon S. (2004): Enhancing the quality of argumentation in school science. In: *Journal of Research in Science Teaching*, 41(10), S.994-1020.
- [7] Bell, H./Smetana, L./Binns, I. (2005): Simplifying inquiry instruction: Assessing the inquiry level of classroom activities. In: *The Science Teacher*, 72(7), S.30-33.
- [8] Gromadecki, U. (2008): Argumente in physikalischen Kontexten. Welche Geltungsgründe halten Physikanfänger für überzeugend? Berlin: Logos.
- [9] FU/Mitteilung 11/2011: Studienordnung für das 60-Leistungspunkte-Modulangebot Integrierte Naturwissenschaften des Fachbereichs Physik der Freien Universität Berlin im Rahmen des Bachelor Studiengangs Grundschulpädagogik der Freien Universität Berlin.