

## Mathematisch Argumentieren im Analysisunterricht

Um den Stellenwert der prozessbezogenen Kompetenz *Mathematisch Argumentieren* im Bereich des Analysisunterrichts der Sekundarstufe II zu untersuchen und dabei insbesondere zu explorieren, welchen Schwierigkeiten und Problemen Lehrkräfte bei der Schulung dieser Kompetenz im Analysisunterricht begegnen, wurde eine Interviewstudie mit 14 Lehrkräften durchgeführt (Studie 1). Darauf aufbauend wurde eine Lernumgebung entwickelt, um an zwei dominanten Problemfeldern beim Argumentieren im Analysisunterricht, die sich in Studie 1 zeigten, anzusetzen. Die Lernumgebung wurde von (bisher) 15 Lehrkräften im Unterricht eingesetzt und anschließend evaluiert (Studie 2).

### 1. Erkenntnisse aus Studie 1

Im Rahmen von Studie 1 wurden leitfadengestützte Lehrerinterviews geführt und mit Hilfe einer qualitativen Inhaltsanalyse ausgewertet (Scheffler, 2017). Das konkrete Vorgehen ergab sich dabei als eine Synthese unterschiedlicher Techniken nach Mayring (2015) und Kuckartz (2016). Es wurden deduktiv vier Hauptkategorien (*Begriffsverständnis, Positive Einschätzungen, Probleme und Schwierigkeiten, Aktuelle Umsetzung im Unterricht*) bestimmt und innerhalb dieser dann induktive Auswertungen vorgenommen (siehe Abb. 1).

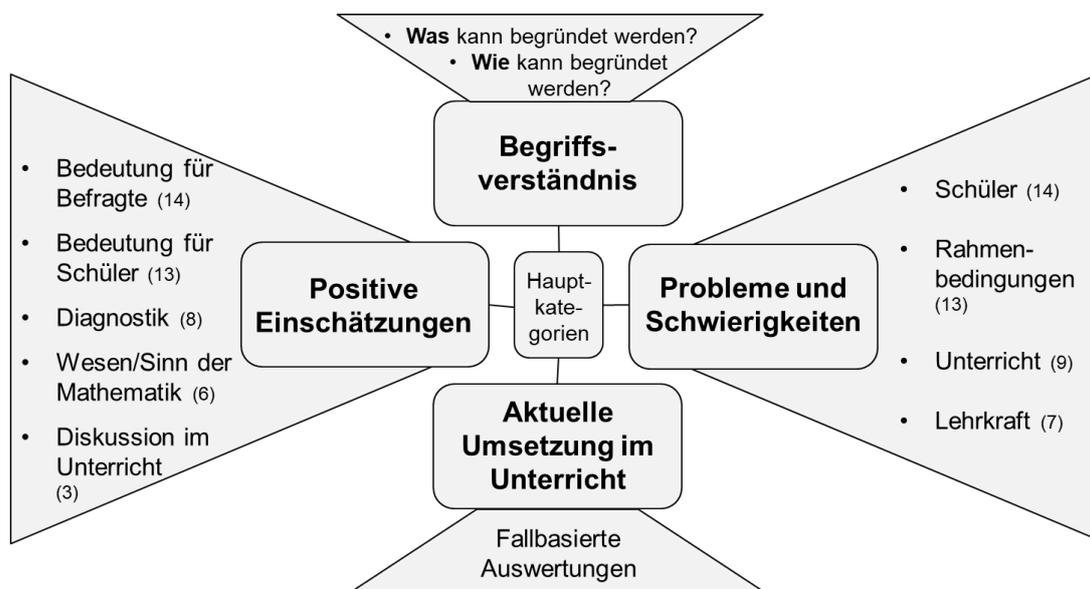


Abb. 1: Hauptkategorien der qualitativen Inhaltsanalyse der Lehrerinterviews

In der Hauptkategorie *Begriffsverständnis* ergab sich ein sehr breites Spektrum darüber, was Lehrkräfte unter der Kompetenz *Argumentieren* verstehen.

Die Befragten zeigten (ohne direkt danach gefragt zu werden) diverse Vorstellungen darüber, was begründet werden kann (z. B. das *Vorgehen* beim Bearbeiten von Aufgaben oder *Sätze/Regeln/Formeln.*) und wie begründet werden kann (z. B. durch *Beweise, durch Rechnung* oder *mit Worten/ausformuliert*). In den Beschreibungen der aktuellen Situation jedoch gaben die Lehrkräfte an, dass diese Aspekte der Kompetenz Argumentieren von unterschiedlicher Bedeutung im Unterricht seien. Während informelle Begründungen des Vorgehens oder Argumentieren im Rahmen von Begründungsaufgaben eine große Rolle zu spielen scheinen, berichteten die Lehrkräfte, dass wenig Theorie hergeleitet und kaum Beweise gemacht würden. Außerdem zeigt sich die Tendenz, dass oft nur mündlich im Unterrichtsgespräch begründet wird und wenig schriftlich.

Die beiden Hauptkategorien *Positive Einschätzungen zum Argumentieren* und *Probleme und Schwierigkeiten beim Argumentieren* ermöglichen einen Einblick in die Motive der Lehrkräfte, die Kompetenz des Argumentierens im Analysisunterricht so zu schulen, wie sie es aktuell tun. Die positiven Äußerungen der Befragten zeigen unter anderem, weshalb sie auf das Argumentieren im Analysisunterricht Wert legen. Die diversen Subkategorien, die sich induktiv ergaben, sind in Abb. 1 dargestellt, wobei die Zahlen in Klammern angeben, wie viele der 14 Lehrkräfte Äußerungen zur entsprechenden Subkategorie beitrugen. Besonders interessant ist die Subkategorie *Bedeutung für Schüler*. Die Lehrkräfte gaben hier unter anderem an, dass es für die Ausbildung mathematischer Kompetenz bei den Schülern wichtig sei, dass im Unterricht argumentiert werde, und dass Argumentationskompetenz für die Zukunft der Schüler innerhalb und außerhalb der Mathematik von Bedeutung sei.

Im Gegensatz zu den positiven Äußerungen wurden aber auch zahlreiche Probleme und Schwierigkeiten im Bereich des Argumentierens im Analysisunterricht genannt (Scheffler, 2017), die induktiv in Subkategorien eingeteilt werden konnten (vgl. Abb. 1). Die Probleme und Schwierigkeiten im Bereich der *Schüler* ergaben auf der nächsten Ebene zwei Subkategorien: Einerseits Schwierigkeiten, die die Schüler selbst beim Argumentieren haben und andererseits Probleme, die sich für die Lehrkraft in Bezug auf die Schüler ergeben. In beiden Subkategorien zeigt sich jeweils ein dominantes Problemfeld. Zum einen wurde berichtet, dass Schüler insbesondere Schwierigkeiten im Bereich der Sprache hätten. Sie könnten beispielsweise Fachsprache und Alltagssprache nicht passend verwenden, hätten Schwierigkeiten, Begründungen zu verbalisieren, zu formulieren, auszudrücken und insbesondere diese zu verschriftlichen. Ihnen fehle oft die nötige sprachliche Präzision und Exaktheit. Zum anderen gaben die Lehrkräfte an, dass sich beim

Argumentieren durch die Heterogenität der Schüler Probleme dabei ergeben würden, allen Schülern gerecht zu werden.

## 2. Entwicklung und Evaluation einer Lernumgebung (Studie 2)

Um an den genannten dominanten Problemfeldern anzusetzen, wurde eine Lernumgebung entwickelt, die von Lehrkräften im Unterricht eingesetzt und anschließend mit Hilfe eines schriftlichen Interviews evaluiert wurde. Dabei wurde der Begriff *Lernumgebung* im Sinne von Hirt und Wälti (2008, S. 13) für eine „flexible, große Aufgabe“ verwendet, die „aus mehreren Teilaufgaben und Arbeitsanweisungen [besteht], die durch bestimmte Leitgedanken [...] zusammengebunden sind.“ Der Begriff *Lernumgebung* erweitert das Konzept der „Aufgabe“ zu einer gesamten „Unterrichtssituation“.

Die Entwicklung der Lernumgebung baute auf drei Pfeilern auf, dem konkreten *Inhalt*, an welchem die Argumentationskompetenz geschult werden soll, der *Sprache*, zu deren Förderung Formulierungshilfen eingesetzt werden und der inneren *Differenzierung*, um der Herausforderung der Heterogenität der Schüler zu begegnen (vgl. Abb. 2). (Für die Idee der Wortspeicher und Satzbausteine vgl. z. B. Meyer/Prediger, 2012; für die Idee der Blütenaufgaben vgl. z. B. Bruder/Reibold, 2011; für die Idee des Lösungsbeispiels vgl. z. B. Reiss et. al, 2006.) Durch die Auswahlmöglichkeiten bei den Aufgaben und den Formulierungshilfen (Wortspeicher oder Satzbausteine) ergab sich für die Lehrkräfte eine Auswahl von 6 Varianten der Lernumgebung, wodurch sie den Einsatz auf ihren Unterricht und ihre Schüler abstimmen konnten. Auch der Zeitpunkt des Einsatzes wurde freigestellt. Zusätzlich wurden methodische Vorschläge zum Einsatz gemacht.

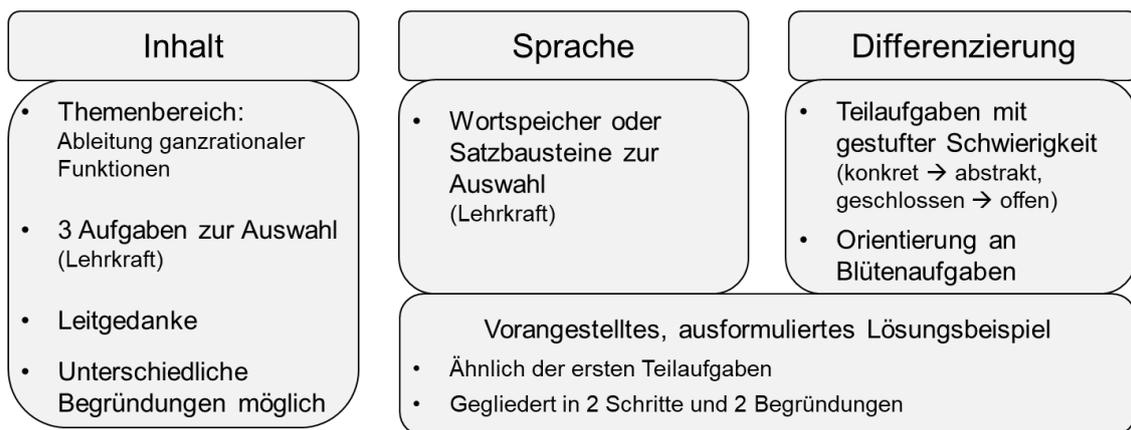


Abb. 2: Die Grundlage für die entwickelte Lernumgebung

Erste Analysen der schriftlichen Interviews mit den Lehrkräften ergaben, dass die Lernumgebung im Unterricht unterschiedlich eingesetzt wurde. Großteils wurde die vorgeschlagene Ich-Du-Wir-Methode in Reinform oder

abgewandelt eingesetzt. Teilweise setzten die Lehrkräfte nacheinander oder parallel mehrere Varianten der Lernumgebung ein. Die Entscheidungen für die Variante mit Wortspeichern oder Satzbausteinen waren ausgeglichen und zu beiden Varianten gab es hinterher sowohl positive als auch negative Rückmeldungen. Trotzdem wurde von Formulierungsschwierigkeiten bei den Schülern berichtet. Die Rückmeldungen zum Differenzierungspotential der Lernumgebung waren durchweg positiv und auch der Einsatz des Lösungsbeispiels wurde größtenteils positiv bewertet.

### 3. Fazit und Ausblick

Durch die beiden vorgestellten Studien konnte gezeigt werden, dass es bei den Lehrkräften ein breites Begriffsverständnis in Bezug auf die Kompetenz des Argumentierens gibt. Die Schulung der Kompetenz findet im Unterricht vor allem im Bereich von Aufgaben und weniger im Bereich von Theorie statt. Die Lehrkräfte nannten vielfältige Gründe für das Argumentieren im Analysisunterricht, aber auch Probleme und Schwierigkeiten, die dabei auftreten. Es konnten zwei dominante Problemfelder herausgearbeitet werden: die Heterogenität der Schüler und Schülerschwierigkeiten im Bereich der Sprache. Durch die Entwicklung und Evaluation einer Lernumgebung konnte gezeigt werden, dass und wie ein Ansetzen an diesen Problemfeldern möglich ist. Es stehen nun noch detailliertere Auswertungen der schriftlichen Interviews aus, um mehr Erkenntnisse über die Qualität der Lernumgebung zu gewinnen und sie gegebenenfalls zu verbessern.

### Literatur

- Bruder, R. & Reibold, J. (2011). Differenzierung im Mathematikunterricht. In M. Eisenmann & T. Grimm (Hrsg.), *Heterogene Klassen. Differenzierung in Schule und Unterricht* (S. 118–136). Baltmannsweiler: Schneider Verlag Hohengehren.
- Kuckartz, U. (2016). *Qualitative Inhaltsanalyse. Methoden, Praxis, Computerunterstützung* (3. Aufl.). Weinheim: Beltz Juventa.
- Mayring, P. (2015). *Qualitative Inhaltsanalyse. Grundlagen und Techniken* (12. Aufl.). Weinheim: Beltz.
- Meyer, M. & Prediger, S. (2012). Sprachenvielfalt im Mathematikunterricht. Herausforderungen, Chancen und Förderansätze. *Praxis der Mathematik in der Schule*, 54 (45), 2–9.
- Reiss, K., Heinze, A., Kuntze, S., Kessler, S., Rudolph-Albert, F. & Renkl, A. (2006). Mathematiklernen mit heuristischen Lösungsbeispielen. In M. Prenzel & L. Allolio-Näcke (Hrsg.), *Untersuchungen zur Bildungsqualität von Schule. Abschlussbericht des DFG-Schwerpunktprogramms* (S. 194–208). Münster: Waxmann.
- Scheffler, S. (2017). Argumentieren im Analysisunterricht - Erkenntnisse aus Lehrerinterviews. In U. Kortenkamp & A. Kuzle (Hrsg.), *Beiträge zum Mathematikunterricht 2017* (S. 833–836). Münster: WTM-Verlag.