

Simone JABLONSKI, Frankfurt

Mathematisches Argumentieren durch Primärerfahrungen? Eine Fallstudie zum Lösen von Mathtrail-Aufgaben in der Grundschule

Einleitung

Die Theorien von Lewin, Dewey und Piaget betonen die Bedeutung von Erfahrungen mit der Umwelt für Lernprozesse (Kolb, 1984). Dennoch scheint schulisches Lernen in der Regel mit Büchern, der Lehrkraft und dem Klassenzimmer verbunden, wobei das direkte Umfeld der *realen Welt* zuweilen außer Acht gelassen wird. Die Theorie des erfahrungsbasierten Lernens (*Experiential Learning Theory*; im Folgenden *ELT*) betont die zentrale Rolle von Aktivitäten mit der Umwelt – z.B. das Sammeln von konkreten Erfahrungen oder die reflektierende Beobachtung – für den Lernprozess und insbesondere für den Erwerb mathematischer Konzepte und Fähigkeiten (ebd.).

Ein Ansatz, welcher an die Grundzüge des erfahrungsbasierten Lernens im Mathematikunterricht anknüpft, ist der mathematische Spaziergang (im Folgenden *Mathtrail*). Ein Mathtrail beschreibt eine Route, bestehend aus mehreren mathematischen Aufgaben, die an realen Objekten entdeckt und gelöst werden. Im schulischen Kontext arbeiten Schüler*innen während eines Mathtrails in Kleingruppen zusammen und lösen mathematische Aufgaben. Insbesondere haben Mathtrails das Potenzial, den Erwerb mathematischer Fähigkeiten und Kompetenzen, wie z.B. Modellieren, Problemlösen und Argumentieren, zu fördern, indem Schüler*innen mathematische Konzepte aus erster Hand und außerhalb des Unterrichts erleben (Buchholtz & Armbrust, 2018). Das Sammeln und Reflektieren von Primärerfahrungen im Umgang mit realen Objekten und Situationen kann demnach ermöglicht werden. Im Folgenden wird dieses theoretische Potenzial für das mathematische Argumentieren ausgeführt und auf Basis einer Pilotstudie empirisch eingeordnet.

Argumentieren im Kontext von erfahrungsbasiertem Lernen

Mathematisches Argumentieren hat eine hohe Relevanz für das Lehren und Lernen von Mathematik in verschiedenen Altersstufen, beispielsweise im Hinblick auf die Frage, wie argumentative Tätigkeiten in den Mathematikunterricht integriert werden können (Sommerhoff & Brunner, 2021). In diesem Beitrag liegt der Fokus auf dem Argumentieren im Grundschulalter. Dabei wird das Argumentieren als Prozess betrachtet, in welchem mathematische Tätigkeiten, z.B. das Erkennen von mathematischen Zusammenhängen, diskursiv eingesetzt werden, um den gemeinsamen Lösungsprozess einer Aufgabe zu organisieren und durchzuführen.

Der Fokus auf das *diskursive* Argumentieren begründet sich durch den Einsatz von Mathtrail-Aufgaben, welche grundsätzlich keine direkte Aufforderung zum Argumentieren enthalten. Dennoch bringt ihr Kontext einige Faktoren mit sich, die ein Anknüpfen an bisherige Überlegungen und Forschungsergebnisse zum diskursiven, aber auch experimentellen und materialbasierten Argumentieren (vgl. ebd.) legitimieren:

- Primärerfahrungen in der Umwelt: Im Rahmen eines Mathtrails interagieren Schüler*innen mit Objekten und Situationen in der realen Welt – sie sammeln also Primärerfahrungen. Darüber hinaus reflektieren und abstrahieren sie ihre Erfahrungen (vgl. ELT), indem sie mathematische Aussagen und Annahmen formulieren – im besten Fall auf Argumenten gestützt.
- Gruppeninteraktionen: Während eines Mathtrails arbeiten die Lernenden in Kleingruppen. Beim Verstehen der Aufgabe, der Planung des Lösungsprozesses, dem Austausch von Ideen, der Sammlung von Daten und der Validierung der Ergebnisse kann davon ausgegangen werden, dass sie miteinander interagieren und für bzw. gegen Vorschläge und Ideen argumentieren. Hierbei klingt ein möglicher Zusammenhang zu den Schritten des Problemlösens nach Pólya (2004) an, welche durch diskursive, mathematische Argumentationen begleitet und organisiert werden könnten.
- Transfer von mathematischem Wissen: Außerhalb des Klassenzimmers wählen Schüler*innen die zu sammelnden Daten aus allen verfügbaren Daten aus. Dabei müssen sie das mathematische Wissen, welches sie im Klassenzimmer erworben haben, in einen neuen Kontext übertragen. Im Gegensatz zu Schulbuchaufgaben, bei denen der mathematische Inhalt oft ersichtlich ist, müssen die Lernenden entscheiden (und begründen), welche mathematischen Merkmale und Beziehungen in der realen Situation zu finden sind.

Aus diesen theoretischen Überlegungen lässt sich vermuten, dass die Bearbeitung eines Mathtrails Argumentationen hervorrufen kann. Allerdings bedürfen diese Überlegungen einer empirischen Absicherung, die mit der folgenden Forschungsfrage untersucht werden soll:

*In welchem Ausmaß und zu welchem Zweck argumentieren Grundschulkin-
der mathematisch im Kontext eines Mathtrails?*

Insbesondere geht es um die Frage, an welchen Stellen bzw. in welchen Schritten des gemeinsamen Lösungsprozesses argumentiert wird (vgl. Pólya, 2004) und inwieweit der Kontext eines Mathtrails als Anlass für diskursive, mathematische Argumentationen geeignet ist.

Methode

Um die Forschungsfrage zu beantworten, wird eine qualitative Studie im Frühjahr/Sommer 2022 durchgeführt. Bereits im Juni 2021 wurde das Vorgehen pilotiert. In Abb. 1 wird eine Übersicht des methodischen Vorgehens der Pilotstudie zusammengefasst.

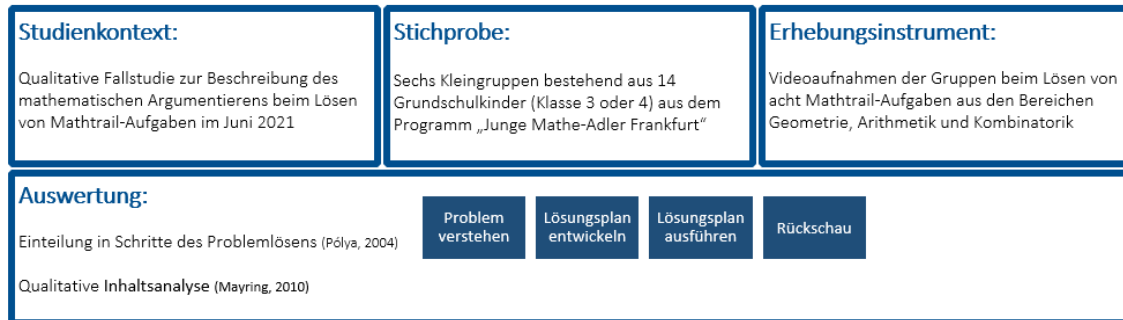


Abb. 1: Methodisches Vorgehen der Pilotstudie

Ergebnisse der Pilotstudie

Betrachtet man alle sechs Gruppen, so werden in etwa 12 % der Lösungsprozesse Argumentationsaktivitäten kodiert. Abb. 2 gibt einen Überblick aller Gruppen über die relative Häufigkeit der Problemlöseaktivitäten nach Pólya (2004) und der darin vorkommenden Argumentationsaktivitäten.

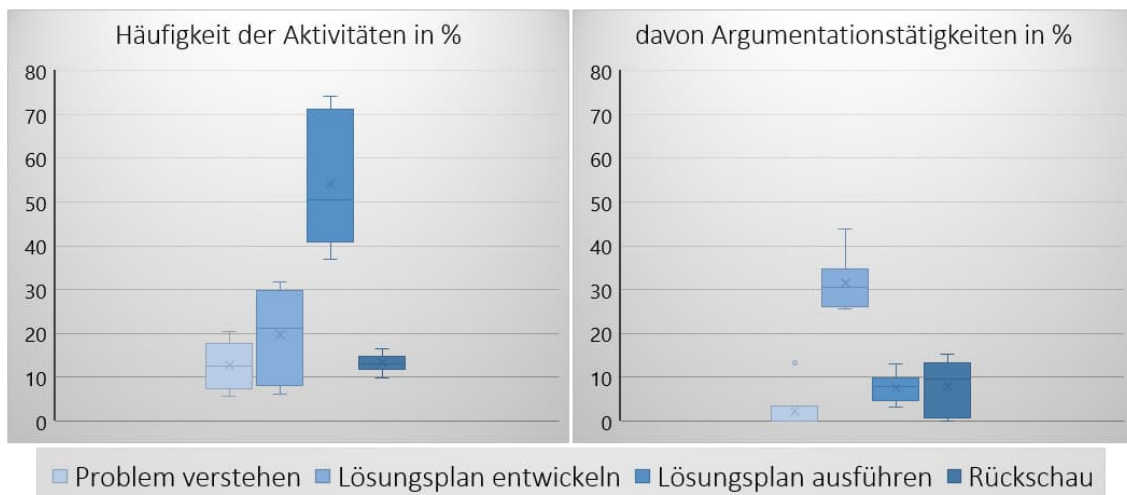


Abb. 2: Häufigkeit der Problemlöseaktivitäten und Argumentationsaktivitäten

Offenbar bietet insbesondere das Entwickeln eines Lösungsplans Anlässe zum Argumentieren. Durch eine qualitative Inhaltsanalyse nach Mayring (2010) konnten für diese Phase insbesondere zwei Argumentationsanlässe identifiziert werden:

- Strategiewahl: Die Lernenden überlegen sich eine (mathematische) Strategie, die sie zur Lösung der Aufgabe einsetzen könnten. Aspekte wie Präzision und Effizienz werden gegebenenfalls einbezogen, beispielsweise beim Zählen großer Anzahlen.
- Analyse der Objekteigenschaften: Die Lernenden berücksichtigen die örtlichen Gegebenheiten und beziehen sich auf mathematische Merkmale des Aufgabenobjekts/der Aufgabensituation, um einen Lösungsplan zu erstellen, beispielsweise bei der Auswahl relevanter Messdaten.

Diskussion

Mathtrails können diskursive, mathematische Argumentationen anregen – und dies auch ohne einen direkten Argumentationsauftrag: Schüler*innen argumentieren vor allem bei der Wahl eines Lösungsplans, indem sie mathematische Strategien wählen und Objektcharakteristika mit mathematischen Sachverhalten in Beziehung setzen und analysieren. Aus den theoretischen Überlegungen, insbesondere von Kolb (1984), scheinen dabei im ersten Fall die Gruppeninteraktion und im zweiten Fall die Primärerfahrungen und der Transfer von mathematischem Wissen für das Argumentieren relevant zu sein. Anschließend an diese Beobachtung stellt sich die Frage, inwieweit sich die Argumentationen bei Mathtrails von Argumentationen im Klassenzimmer in einem vergleichbaren Setting unterscheiden. Im Rahmen der Hauptstudie soll diese Fragen beantwortet werden, um das Potenzial von Mathtrails für mathematisches Argumentieren zu untersuchen. Diese Ergebnisse werden im Vortrag ergänzend vorgestellt.

Literatur

- Buchholtz, N. & Armbrust, A. (2018). Ein mathematischer Stadtpaziergang zum Satz des Pythagoras als außerschulische Lernumgebung im Mathematikunterricht. In S. Schukajlow & W. Blum (Hrsg.), *Evaluierte Lernumgebungen zum Modellieren* (S. 143–163). Springer.
- Kolb, D. (1984). *Experiential learning: experience as the source of learning and development*. Englewood Cliffs, Prentice-Hall, Inc.
- Mayring, P. (2008). *Qualitative Inhaltsanalyse. Grundlagen und Techniken*. Beltz.
- Pólya, G. (2004). *How to solve it: a new aspect of mathematical method*. Princeton University Press.
- Sommerhoff, D. & Brunner, E. (2021). Forschungsstand Mathematisches Argumentieren und Beweisen vom Elementar- bis zum Hochschulbereich. *GDM-Mitteilungen*, 111, 74–82.