

Formelbasierte Lösungen operativer Veränderungen fachfremd unterrichtender Fortbildungsteilnehmender

„Begründen, Argumentieren und Beweisen gelten als wichtige mathematische Kompetenzen, die es in der Schule zu erwerben und zu fördern gilt“ (Brunner 2014, 230). Doch, um eben diese Kompetenzen bei Schülerinnen und Schülern fordern und fördern zu können, müssen die Lehrkräfte selbst in der Lage sein, zu begründen, zu argumentieren und zu beweisen. Zudem müssen sie dazu aber auch Aufgaben mathematisch durchdrungen haben, um daraus geeignete Aufgabenstellungen für ihre Lernenden ableiten zu können. In einer Fortbildungsmaßnahme für fachfremd unterrichtende Grundschullehrkräfte werden – unter anderem – die algebraischen Lösungen der Teilnehmenden im Pre-Post-Design erfasst. Dazu wird im Folgenden kurz auf fachfremdes Unterrichten eingegangen, sowie die Entwicklung des algebraischen Denkens skizziert, um daraus das Fortbildungs- und Forschungsdesign abzuleiten. Ergebnisse der algebraischen Lösungen werden vorgestellt.

Fachfremdes Unterrichten und Begründungen

Fachfremd unterrichtende Lehrkräfte fühlen sich selbst schlechter vorbereitet und zeigen ein geringeres Fachinteresse (Porsch 2015). Auch auf der Ebene des fachdidaktischen Wissens schneiden die Fachfremden in einer Studie von Du Plessis (2013) schlechter ab, was zu einer Oberflächlichkeit in der Vermittlung der Inhalte führen kann und es gelingt ihnen seltener Freude am Fach zu vermitteln. Fachfremd Unterrichtende stimmen im Mittel seltener einer konstruktivistischen Lehr-Lern-Überzeugung zu und realisieren laut ihren Aussagen diese weniger häufig im Unterricht“ (Porsch 2015, 27). Insgesamt scheinen sie daher „in einem geringeren Ausmaß befähigt, einen aktivierenden, interessenfördernden Unterricht zu gestalten“ (Krainer & Benke 2009, 233). Dass Fachwissen und fachdidaktisches Wissen der Lehrperson sowohl miteinander zusammenhängen als auch einen Einfluss auf Schülerleistungen haben, konnte in zahlreichen Studien gezeigt werden (bspw. Baumert & Kunter 2011; Krauss, Neubrand, Blum, Baumert, Brunner, Kunter & Jordan 2008). Ob und inwiefern die fachfremd erteilter Unterricht Auswirkungen auf Schülerleistungen hat, ist in Studien nicht eindeutig geklärt (Ziegler & Richter 2017).

Auch auf der Ebene des Erklärens und dessen Bedeutung bestehen auf Seite von Lehrkräften Unsicherheiten (Bezold 2012). Aber gerade das Erklären, Beschreiben und Begründen ist für das Ausschöpfen des Potentials, welches Aufgaben mit operativen Zusammenhängen bieten, von zentraler

Bedeutung. „Wenn aber eine Auseinandersetzung mit operativen Mustern im Mathematikunterricht der Grundschule lediglich in einer Manipulation von Zahlen endet, werden wertvolle Lernchancen vertan“ (Götze 2018, 2). Da das Begründen nicht zuletzt ein zentraler Bestandteil der prozessbezogenen Kompetenzen ist, sollten auch die Lehrkräfte, die Mathematik an Grundschulen unterrichten, ohne darin vollständig ausgebildet zu sein, darin unterstützt werden, Begründungen im Unterricht einfordern und angemessen unterstützen zu können. Um sowohl mathematische und als auch didaktische Unterstützung zu realisieren, wurde ein Fortbildungskurs entwickelt, durchgeführt und durch Begleitforschung evaluiert.

Fortbildungs- und Forschungsdesign

Auf Grundlage der Fachdidaktischen Entwicklungsforschung werden auf der Entwicklungsebene Designprinzipien für Fortbildungskurse für fachfremd unterrichtende Lehrkräfte zur Förderung der Einsicht in Strukturen ausgewählter Aufgabenformate zur Förderung der prozessbezogenen Kompetenzen entwickelt. Auf der Forschungsebene stehen unter anderem die grundschulgemäßen und formelbasierten Begründungen der Teilnehmenden im Fokus. Dazu stehen in fünf dreistündigen Präsenzterminen jeweils ein Aufgabenformat und eine prozessbezogene Kompetenz exemplarisch gemeinsam im Fokus (bspw. Argumentieren am Beispiel Zahlenketten oder Kommunikativer Mathematikunterricht am Beispiel Zahlenmauern). Vor allem auch die Notwendigkeit der mathematischen Durchdringung, um die Potentiale des Aufgabenformates ausnutzen zu können, wird thematisiert.

Auf Grundlage der Fachdidaktischen Entwicklungsforschung werden neben der Entwicklungsebene – auf der Designprinzipien für Fortbildungskurse für fachfremd unterrichtende Lehrkräfte zur Förderung der Einsicht in Strukturen ausgewählter Aufgabenformate zur Förderung der prozessbezogenen Kompetenzen entwickelt werden – auf der Forschungsebene unter anderem die grundschulgemäßen und formelbasierten Begründungen der Teilnehmenden fokussiert. Dazu werden im Pre-Post-Design Standortbestimmungen (SOB) mit den Teilnehmenden durchgeführt. Um eine der zentralen Forschungsfragen – Inwiefern verändern sich die grundschulgemäßen und formelbasierten Begründungen von operativen Veränderungen von Lehrkräften, die an einem Fortbildungskurs mit einem Schwerpunkt auf ausgewählten mathematischen Aufgabenformaten teilnehmen? – zu beantworten, lösen die Teilnehmenden zwei unterschiedliche Aufgabenformate: Zahlenketten und Zahlengitter. Eine Start- bzw. Additionszahl wird dabei nach dem Operativen Prinzip (vgl. Wittmann 1985) um 1 erhöht. Dies sollen die Lehrkräfte zunächst beschreiben, dann grundschulgemäß sowie formelbasiert begründen, erläutern inwiefern die algebraische Herangehensweise sinnvoll für sie

ist und dann vermuten, was passiert, wenn die Erhöhung um 1 durch eine Erhöhung um 100 ersetzt wird. Die Zahlenketten werden in der Fortbildung behandelt, die Zahlengitter nicht (für eine detaillierte Beschreibung des Fortbildungsdesigns siehe Huethorst & Selter 2019). So kann ebenfalls untersucht werden, inwiefern die Lehrkräfte das Erlernte an der exemplarischen Aufgabe Zahlenketten auf andere Aufgabenformate übertragen können.

Erste Ergebnisse

Die SOB zu Beginn der Veranstaltung fallen äußerst heterogen aus und bestätigen zahlreiche Befunde, dass es sich bei einer Gruppe fachfremd Unterrichtenden keinesfalls um eine Gruppe handelt, die einheitlich über Wissen, Vorerfahrungen und Mathematik(un)lust verfügt. In der Eingangsbestimmung sind sowohl – grundschulgemäß und algebraisch – einwandfreie Lösungen vorhanden, solche, bei denen angegeben wird, dass Variablen noch nie richtig beherrscht wurden, als auch solche, die zeigen, dass einige (mathematische) Konventionen bekannt sind und eingehalten werden, aber zur Begründung der Veränderungen nicht zielführend sind. Um genauere Aussagen über die Veränderungen vor und nach dem Fortbildungskurs machen zu können, werden die SOB zum einen einzeln betrachtet und die Eingangs- sowie Abschlussergebnisse miteinander verglichen. Erste Fallbeispiele zeigen eine Tendenz von der beschreibenden zur begründenden Ebene – sowohl bei der grundschulgemäßen als auch bei der formelbasierten Begründung der Teilnehmenden. Zum anderen wurde induktiv-deduktiv ein Kategoriensystem entwickelt, um auch Aussagen über die Gruppe tätigen zu können. Bei der operativen Veränderung einer viergliedrigen Zahlenkette (mit der Bildung nach der Fibonacci-Folge), zeigen sich drei zentrale Elemente einer vollständigen Begründung auf algebraischer Ebene – die Bildungsregel wird durch die gewählten Variablen sichtbar, ebenso wie die Erhöhung der Zielzahl um 2 und dieses wird ausreichend erläutert.

Kategorie	1	2	3	4	5
Bildungsregel	✓	✓	✓	x	Falsche Lösung oder Angabe des nicht-Könnens
Erhöhung der Zielzahl um 2	✓	✓	x	x	
Erläuterung der +2	✓	x	x	x	

Tab.: Kategoriensystem – algebraische Begründung bei Zahlenketten

So ergeben sich fünf Kategorien – (1) Formel mit Veränderung und hinreichender Erläuterung, (2) Formel mit Veränderung ohne hinreichende Erläuterung, (3) Formel ohne Veränderung ohne hinreichende Erläuterung, (4)

nicht zielführende formelbasiert Beschreibung und (5) Fachlich falsch oder Angabe, dass etwas nicht gekonnt wird. In der Eingangs-SOB sind alle Kategorien vertreten – es zeigt sich also eine große Heterogenität der Gruppe. Inwiefern sich Unterschiede zwischen der Eingangs- und Abschluss-SOB ergeben, kann somit genauer für die gesamte Gruppe betrachtet werden.

Literatur

- Baumert, J. & Kunter, M. (2011). Das mathematikspezifische Wissen von Lehrkräften, kognitive Aktivierung im Unterricht und Lernfortschritte von Schülerinnen und Schülern. In M. Kunter, J. Baumert, W. Blum, U. Klusmann, S. Krauss, & N. Neubrand (Hrsg.), *Professionelle Kompetenz von Lehrkräften. Ergebnisse des Forschungsprogramms COACTIV*. Münster u.a.: Waxmann, S. 29-54.
- Brunner, E. (2014). Verschiedene Beweistypen und ihre Umsetzung im Unterrichtsgespräch. *Journal für Mathematik Didaktik*, 35, 229-249.
- Bezold, A. (2012). Förderung von Argumentationskompetenzen auf der Grundlage von Forscheraufgaben. Eine Studie im Mathematikunterricht der Grundschule. *mathematica didactica*, 35, 73-102.
- Götze, D. (2018). Schriftliches Erklären operativer Muster fördern. *Journal für Mathematik-Didaktik*, (online first), 1-27.
- Porsch, R. (2015). Unterscheiden sich Mathematiklehrkräfte an der Grundschule mit und ohne Fach-Lehrerbefähigung hinsichtlich ihrer berufsbezogenen Überzeugungen? Ergebnisse aus TIMSS 2007. *Mathematica didactica* 2018, 38, 5-36.
- Du Plessis, A. E. (2013). *Understanding the Out-of-Field Teaching Experience*. Resource document. University of Queensland.
- Huethorst, L. & Selter, Ch. (2019 unter Review). Mathe selbst entdecken – ein Fortbildungskurs zur Förderung prozessbezogener Kompetenzen. In R. Porsch & B. Rösken-Winter (Hrsg.), *Fremd im Fach: Professionelles Handeln im MINT-Unterricht. Beiträge zur Forschung und Praxis des fachfremden Unterrichtens in Deutschland*. Wiesbaden: Springer Spektrum.
- Krainer, K. & Benke, G. (2009). Mathematik – Naturwissenschaften - Informationstechnologie: Neue Wege in Unterricht und Schule?! In W. Specht (Hrsg.), *Nationaler Bildungsbericht Österreich 2009*. Band 2. Graz: Lykam Buchverlagsgesellschaft, S. 223-246.
- Krauss, S., Neubrand, M., Blum, W., Baumert, J., Brunner, M., Kunter, M. & Jordan, A. (2008): Die Untersuchung des professionellen Wissens deutscher Mathematik-Lehrerinnen und -Lehrer im Rahmen der COACTIV-Studie. *Journal für Mathematik-Didaktik*, 29. Jg., 2, 223-258.
- Wittmann, E. Ch. (1985). Objekte-Operationen-Wirkungen: Das operative Prinzip in der Mathematikdidaktik. *Mathematik lehren*, 11, 7-11.
- Ziegler, C. & Richter, D. (2017). Der Einfluss fachfremden Unterrichts auf die Schülerleistung: Können Unterschiede in der Klassenzusammensetzung zur Erklärung beitragen? *Unterrichtswissenschaft*, 45, 136-155.