

Heike HAGELGANS, Halle a.d.S.

Möglichkeiten und Grenzen eines problemorientierten Mathematikunterrichts für alle Schülerinnen und Schüler

Einführung

Ein Blick in die Schulpraxis zeigt, dass einige Mathematiklehrkräfte in Gesprächen angeben, dass sie sich mit einem problemorientierten Unterricht unsicher und überfordert fühlen. Sie begründen das beispielsweise mit dem Argument, dass sie nicht wüssten, wie sie das Problemlösen im Unterricht erfolgreich umsetzen können, da doch viele Schülerinnen und Schüler mit Problemlöseaufgaben überfordert seien. Dies trifft ihrer Meinung nach insbesondere auf leistungsschwache Heranwachsende im Mathematikunterricht zu.

Daher verfolgt dieser Beitrag das Ziel, am konkreten Beispiel des Mathematikunterrichts einer achten Klasse eines Gymnasiums aufzuzeigen, worin Möglichkeiten und Grenzen eines problemorientierten Mathematikunterrichts im Hinblick auf leistungsschwache Schülerinnen und Schüler liegen.

Problemorientierter Mathematikunterricht

Die Idee des problemorientierten Mathematikunterrichts erweitert das Lernen über das Problemlösen und das Lernen für das Problemlösen um die Perspektive des Lernens durch das Problemlösen. Das Lernen über das Problemlösen beinhaltet die explizite und detaillierte Diskussion über Heuristiken, Prinzipien und Hilfsmittel und deren systematische Vermittlung. Bruder (2016) betont, dass die Förderung der Anwendung heuristischer Strategien frühzeitig und langfristig erfolgen sollte. Fritzlar (2011) und Zollman (2010) heben hingegen die Begrenztheit in den Erfolgen der Vermittlung von heuristischen Strategien und deren Transfer auf andere Problemlöseaufgaben hervor. Das Lernen für das Problemlösen folgt dem traditionellen Weg im Mathematikunterricht: zuerst werden die neuen Inhalte und Prozeduren eingeführt und geübt und im Anschluss werden in der Anwendung Problemlöseaufgaben bearbeitet. Fritzlar (2011) sieht in beiden Ansätzen die Gefahr, dass die Entwicklung des mathematischen Verständnisses nicht genügend gefördert wird. Daher favorisiert er den Ansatz eines Lernens durch Problemlösen in einem generell problemorientierten Unterrichtskonzept, in dem Problemaufgaben Ausgangspunkt und immanenter Bestandteil von Lernprozessen sind (Fritzlar, 2011). Mit diesem Ansatz ist die Hoffnung verbunden, dass die Schülerinnen und Schüler breite Erfahrungen im Problemlösen aufbauen können und dass das Erlernen heuristi-

scher Strategien und die Sprachbildung durch reflexive Prozesse – bezogen auf die Bearbeitung von Problemlöseaufgaben - unterstützt werden (Fritzlar, 2011).

Gerade leistungsschwächere Schülerinnen und Schüler benötigen hierbei eine fundierte Unterstützung. Dies wird durch die Studie von Fuchs et al. (2015) untermauert, dass Heranwachsende mit Leistungsdefiziten mit spezifischen lernfördernden Interventionen besser lernen als in inklusiven Kontexten. Die Mathematikdidaktik sieht nutzbringende Interventionen für ein erfolgreiches Problemlösen in niedrigschwelligen Unterstützungsmaßnahmen wie *Stupser* (Nudges) (Stein, 2014), im *Scaffolding* (u.a. Bakker, 2015) und in einem *gelenkten Entdecken* (Kollosche, 2017).

Konzeptualisierung der empirischen Untersuchung

Da es sich um ein Projekt der Unterrichtsentwicklung handelt, wird für die empirische Studie die Methodologie der didaktischen Entwicklungsforschung (Prediger & Link, 2012) genutzt. Daher sollen im Rahmen der empirischen Prüfung der Intervention folgende Fragen beantwortet werden:

1. Welche Angebote werden den Schülerinnen und Schülern durch individuell-spezifische Lehrerinterventionen zur Lernförderung im gemeinsamen Unterricht unterbreitet?
2. Wie nutzen (ausgewählte) Schülerinnen und Schüler das Angebot?

Nach einer dreimonatigen Kontextanalyse in Form von teilnehmenden Unterrichtsbeobachtungen in der vorgesehenen Untersuchungsklasse, Dokumentenanalysen von ausgesuchten Mathematikschülerheften aus den Klassenstufen 6 und 7 und aktuellen Aufgabenlösungsprozessen sowie Interviews mit den Schülerinnen und Schülern der ausgewählten Klasse 8 startet der erste Zyklus der empirischen Erprobung als zunächst explorative Studie mit dem Ziel zu untersuchen, welche Unterstützung gerade leistungsschwache Heranwachsende in Problembearbeitungsaufgaben benötigen.

Ein Beispiel aus der empirischen Datenbasis

Genutzt wird das Lernprotokoll aus dem Lernbereich Stochastik zu mehrstufigen Zufallsversuchen (Bruder, o.J.). Bei einer Aufgabe ist ein Baumdiagramm von einem zweistufigen Zufallsversuch gegeben und die Heranwachsenden haben die Aufgabe, ein Anwendungsbeispiel zu finden, das sich mit diesem gegebenen Baumdiagramm beschreiben lässt. Nur vier Jungen (von insgesamt 24 Schülerinnen und Schülern) können diese Aufgabe vollständig in der gegebenen Form richtig lösen. Drei Heranwachsende finden kleine Teile zur Aufgabenlösung. D.h., dass die Mehrzahl der

Schülerinnen und Schüler Unterstützung braucht. Folgendes Lerngerüst hat sich bei dieser Aufgabe als unterstützend erwiesen:

- Kläre, was du zu tun hast.
- Ist es deine Aufgabe, irgendein Anwendungsbeispiel oder für das gegebene Baumdiagramm ein Anwendungsbeispiel zu finden?
- Schau dir das gegebene Baumdiagramm genau an und analysiere es: Aus wie vielen Stufen besteht das Baumdiagramm, d.h. wie oft wird gezogen? Ist es ein Ziehen mit Zurücklegen oder ohne? Gibt es noch eine wesentliche Besonderheit an diesem Baumdiagramm?

Danach wird noch eine Übung eingeschoben, in der die Heranwachsenden beurteilen sollen, ob die nachfolgenden Aufgabentexte zu dem gegebenen Baumdiagramm passen können.

- Es gibt 28 rote Bällchen und 4 gelbe Bällchen. Es wird zweimal ohne Zurücklegen gezogen. (Schülerbeispiel)
- Wahrscheinlichkeit 4 Schrauben und 28 Muttern (Schülerbeispiel)
- Aus einem Skatspiel werden nacheinander verdeckt zwei Karten gezogen. Wie groß ist die Wahrscheinlichkeit, dass zwei Buben gezogen wurden? (letztes Beispiel: Bruder, o.J.)

In der nachfolgenden Klassenarbeit ist ein zweistufiges Baumdiagramm gegeben und die Schülerinnen und Schüler haben die Aufgabe, dazu einen passenden Aufgabentext zu formulieren. Von 19 Heranwachsenden haben 9 die Aufgabe vollständig korrekt gelöst, 3 haben eine vollkommen falsche Lösung aufgeschrieben und 6 Schülerinnen und Schüler haben das erste Telexperiment in ihrer Aufgabe richtig formuliert und das zweite Telexperiment falsch. Ein Aufgabentext hatte einen falschen Themenbezug.

Fazit

Das empirische Beispiel zeigt, dass die Mehrheit der Schülerinnen und Schüler in der Leistungskontrolle zeigen, dass sie beim Finden von Aufgabentexten durch die Thematisierung des Vorgehens und die Beurteilung von Lösungsbeispielen das Vorgehen bei dieser Aufgabenart gelernt haben und die Analogie in den Aufgabestellungen erkannt und nutzen konnten. Ohne die gelenkte Unterstützung hätten weniger Heranwachsende die Aufgabe richtig oder in Teilen richtig lösen können.

Dieses Ergebnis zeigt sich in der Folgezeit auch bei weiteren Problemlöseaufgaben, die in unterschiedlichen Lernbereichen eingesetzt werden. Für dieses Gelingen dürfte vorrangig eine veränderte Unterrichtsgestaltung seit

Beginn der achten Jahrgangsstufe in Betracht kommen: explizite Thematisierung von Vorgehensweisen und Nutzung von Hilfsmitteln in Reflexionsphasen, breitere Erfahrungen mit verschiedenen Aufgabentypen, eine konsequente Verständnisförderung durch die Nutzung von Fragen, die auf das methodische Vorgehen zielen, die Stärkung des Selbstvertrauens, Wertschätzung und ein konsequentes classroom management (vgl. ausführlicher Hagelgans, im Druck).

Literatur

- Bakker, A. (2015). Scaffolding and dialogic teaching in mathematics education. In: *ZDM Mathematics education, Volume 47*. 1047-1065
- Bruder, R. (2016). Role of Heuristics for Problem Solving. In: P. Liljedahl et al. (Hrsg.), *Problem Solving in Mathematics education*. ICME 13. Topical Surveys (S. 2-6). Heidelberg: Springer Open.
- Bruder, R. (o. J.). *Lernprotokoll Mehrstufige Zufallsversuche*. http://www.problemloesenlernen.dvlp.de/files/material/klasse8/stochastik/Lernprotokoll_MehrstufigeZufallsexperimente.pdf (Abruf 21.8.2017)
- Fritzlar, T. (2011). Pfade trampeln ... statt über Brücken gehen: Lernen durch Problemlösen. In: *Grundschule, Heft 11*, 32-34.
- Fuchs, L. et al. (2015). Inclusion versus specialized intervention for very-low-performing students: What does access mean in an era of academic challenge? In: *exceptional children, Vol. 81 (2)*. 134-157.
- Hagelgans, H. (im Druck). Problemorientierter Mathematikunterricht für alle Schülerinnen und Schüler!?- Einblicke in ein exploratives Unterrichtsentwicklungsprojekt. In B. Rott, A. Kuzle & R. Bruder (Hrsg.), *Herbsttagung des GDM Arbeitskreises Problemlösen 2017*. Münster: WTM-Verlag
- Kollosche, D. (2017). Entdeckendes Lernen. Eine Problematisierung. In: *Journal für Mathematik-Didaktik. Band 38, Heft 2*. 209-237.
- Prediger, S. & Link, M. (2012). Fachdidaktische Entwicklungsforschung – Ein lernprozessfokussierendes Forschungsprogramm mit Verschränkung fachdidaktischer Arbeitsbereiche. In H. Bayrhuber et al. (Hrsg.): *Formate fachdidaktischer Forschung. Empirische Projekte – historische Analysen – theoretische Grundlagen. Fachdidaktische Forschungen, Band 2*. (S. 29-46). Münster Waxmann.
- Stein, M. (2014). Mathematische Lernräume als Lernumgebungen von Problemklassen. In F. Heinrich & S. Juskowiak (Hrsg.), *Mathematische Probleme lösen lernen. Vorträge auf dem gleichnamigen Symposium am 27. und 28. September 2013 an der Technischen Universität Braunschweig* (S. 95-110). Münster: WTM
- Zollman, A. (2010). Commentary 2 on Problem Solving for the 21st Century. In B. Sriraman & L. English (Hrsg.), *Theories of Mathematics Education. Seeking New Frontiers* (S. 297-301). Heidelberg: Springer.