

Ana KUZLE, Potsdam

Im Forderunterricht Problemlösen lehren und lernen: Entwicklung von praxisorientierten und theoriegeleiteten Materialien mittels Design-Based Research

Problemlösen soll im Mathematikunterricht gefördert und gefordert werden. Im Kontext dieser Reformagenda ist die Entwicklung von Materialien hinsichtlich des systematischen Problemlösekompetenzaufbaus von großer Bedeutung, die die Lücke zwischen Theorie und Praxis überwinden. Hier fokussiere ich mich auf eben solche praxisorientierten und theoriegeleiteten Materialien zum Problemlösen, die im Rahmen des Forderunterrichts mit Sechstklässlern erprobt und anhand von Feedback evaluiert und re-designed wurden.

1. Einleitung

Im Rahmen der Schulsteuerung werden in NRW Qualitätsanalysen durchgeführt, um unter anderem die Einhaltung der Bildungsstandards beziehungsweise der Kernlehrpläne zu kontrollieren. Im Herbst 2014 wurde an einer Schule in der Bezirksregierung Detmold eine solche Qualitätsanalyse durchgeführt. Das Ergebnis im Bereich der Problemorientierung besagt, dass zwar Anteile herausfordernder Aufgaben im Unterricht enthalten seien, überwiegend jedoch Routineaufgaben von den Schülerinnen und Schülern bearbeitet und nur in etwa einem Drittel aller Unterrichtsbeispiele Problemlösestrategien angewendet wurden.

Die Schule reagierte innerhalb einer Fachkonferenz Mathematik darauf und suchte den Kontakt zu Institutionen, die sie bei einer Verbesserung der Schulsituation unterstützen können. Es entstand eine hochschulgeleitete Projektgruppe mit dem Ziel eines Systematischen und materialgestützten Problemlösekompetenzaufbaus (SymPa) unter Berücksichtigung der Kernlehrpläne von NRW. Die Projektgruppe (Kuzle, Gebel und Conradi) die aus verschiedenen Akteuren der Lehrerbildung besteht, entwickelte daraufhin nach dem Design-Based Research (DBR)-Ansatz ein Arbeitsheft für Schülerinnen und Schüler. Ergänzend hierzu wurde ein Begleitheft für Lehrerinnen und Lehrer hergestellt, das den didaktischen Rahmen vorstellt, in dem das Arbeitsheft unterrichtet werden sollte und somit die Lehrkräfte durch die theoretische Aufarbeitung des Themas entlastet. Innerhalb dieses Aufsatzes steht die leitende Frage: *Wie kann Material mittels Design-Based Research (weiter-)entwickelt werden, sodass fachdidaktische Ansätze zum Aufbau von Problemlösekompetenzen in der Praxis Einzug finden?* im Fokus, zu der zum Abschluss explizit Stellung genommen wird.

In Institut für Mathematik und Informatik Heidelberg (Hrsg.), *Beiträge zum Mathematikunterricht 2016* (S. x–y). Münster: WTM-Verlag

2. Entwicklung der Materialien zum Problemlösen gemäß DBR

Die Zielsetzung im Projekt SymPa bezieht sich in erster Linie auf einen systematischen Aufbau von Problemlösekompetenzen der Schülerinnen und Schüler der 6. Klasse. Hierzu sollen sie geeignete Vorgehensweisen (Heurismen) zur Bearbeitung mathematischer Fragestellungen kennen und situationsgerecht anwenden lernen sowie Anstrengungsbereitschaft und Reflexionsfähigkeit für ihr eigenes Handeln entwickeln (Bruder & Collet, 2011). Entsprechend den Zielen des Projektes wurden die Erkenntnisse aus vier überschneidender Forschungsdisziplinen aufgegriffen: (1) Ansätze zum Problemlösenlernen und zur Heurismenbildung (u.a. Bruder & Collet, 2011), (2) Theorien zum selbstregulierten Lernen (Zimmerman, 2002), (3) selbstreguliertes Lernen (u.a. Pólya, 1957; Zimmerman, 2002), und (4) Ansätze zum Problemlösenlehren (Schoen, 2003). Eine entscheidende Grundlage zum fachdidaktischen Fundament der Materialien stellt die Arbeit von Bruder und Collet (2011) dar, welche die Ansichten anerkannter Mathematikdidaktiker, wie Grouws, Kilpatrick, Pólya und Schoenfeld nicht unberücksichtigt lassen. Insgesamt wurde dem expliziten Heurimentraining nach Bruder und Collet (2011) gefolgt. Dabei wurden Heurismen und Aufgaben so ausgewählt, die laut Kernlehrplan NRW und nach Aussagen des Fachlehrers für die sechste Jahrgangsstufe angemessen waren. In Abbildung 1 wird exemplarisch die Berücksichtigung, der oben kurz dargelegten theoretischen Ansätze, an dem Kapitel Tabelle präsentiert.

Im Arbeitsheft wurde zusätzlich die Förderung von Selbstregulation auf unterschiedlichen Ebenen aufgegriffen. Zum einen wird in den einzelnen Aufgaben zu Selbstregulation aufgerufen, indem die Schülerinnen und Schüler beispielsweise Heurismen miteinander vergleichen oder Präferenzen äußern sollen. Andererseits befinden sich am Ende eines Oberkapitels gesondert Reflexionsfragen, die sich auf das gesamte Oberkapitel beziehen (siehe Abb. 1). Ziel ist hierbei, dass die Schülerinnen und Schüler einen Überblick entwickeln sollen und dabei die eigenen Vorlieben reflektieren, indem sie das Kapitel Revue passieren lassen und Zusammenhänge zwischen den Heurismen erkennen. Bezugnehmend auf Pólyas Phasenmodell (1957) wurde auf der letzten Seite des Arbeitsheft ein Fragenkatalog in Form einer Tabelle angeführt, die im Laufe des Unterrichts ausgefüllt werden soll. Der so entstandene Fragenkatalog soll als Nachschlagewerk dienen, falls die Schülerinnen und Schüler im Problemlöseprozess Schwierigkeiten haben, um mittels selbstregulativer Fragen eigenständig weiterzukommen. Dadurch befinden sich die Schülerinnen und Schüler auf der letzten Phase des Unterrichtskonzeptes von Bruder und Collet (2011). Mehrere Details befinden sich in Kuzle (2016) und Kuzle und Gebel (eingereicht).

2.2 Tabelle

2.2.1 Münzaufgabe 1
 Probi möchte sich im Supermarkt Schokolade für 27 Cent kaufen. Er hat nur 10-Cent-, 5-Cent- und 2-Cent-Münzen. Wie viele Möglichkeiten hat Probi die 27 Cent mit seinen Münzen passend zu bezahlen?

Mammi Schokolade!
 Wie kann ich bloß meine Münzen kombinieren, sodass ich kein Wechselgeld bekomme?

Was ist eine Tabelle?
 In einer Tabelle können Informationen oder auch Lösungsmöglichkeiten strukturiert dargestellt werden. Manchmal ist dann die Lösung des Problems einfacher zu erkennen.
 Eine Tabelle besteht aus Zeilen und Spalten. Damit andere Personen deine Tabelle verstehen können, solltest du den Zeilen und Spalten sinnvolle Namen geben.

Beispiel
 Probi, hier möchte ich dir zeigen, dass man Aufgaben auch mit verschiedenen heuristischen Hilfsmitteln lösen kann. Zum Beispiel habe ich die Altersbestimmungs-Aufgabe (2.1.3) mit einer Tabelle gelöst.

Alter von Probi	Alter von Mammi	Alter von Profi	Alter zusammen	Summe der Altersunterschiede
1	mehr als 20	15	mehr als 30	$50 - 5 - 15 = 30$ (älter als Profi)
4	mehr als 22	18	mehr als 36	$50 - 8 - 18 = 32$ (älter als Profi)
20	mehr als 20	30	mehr als 60	(Das Alter zusammen ist zu hoch)
5	mehr als 18	27	mehr als 54	$50 - 8 - 27 = 20$ (jünger)

2.2.2 Tabellennutzung
 Profi, ich verstehe noch nicht, wie du im Beispiel vorgegangen bist. Wozu dient die Tabelle?
 Schreibe Probi einen Brief, indem du ihm die Vorgehensweise und die Nutzung der Tabelle im Beispiel erklärst.

2.2.3 Kleiderwahl
 Probi wurde zu Profi auf eine Gartenparty eingeladen. Nun steht er vor dem Kleiderschrank und weiß nicht, was er anziehen soll.

Ich möchte auf jeden Fall meine Lieblingsjeans anziehen. Nur fehlen mir noch ein T-Shirt, eine Kopfbedeckung und ein Paar Schuhe.
 Uii, ich habe aber viele Möglichkeiten ein Outfit auszuwählen.

a) Wie viele Möglichkeiten hat Probi für sein Outfit? Liste alle auf.
 b) Wozu könnte dir eine Tabelle bei dieser Aufgabe helfen?

2.2.4 Tabelle statt informativer Figur
 Ich habe die Aufgabe „Rutschen verkehrtherum“ (2.1.1) mit einer Tabelle gelöst. Probi, wie habe ich das wohl gemacht habe?
 Erkläre Probi, wie Profi die Aufgabe gelöst hat.

Hey, ich bin Probi. Ich begleite dich in diesem Heft. An einigen Stellen brauche ich deine Hilfe, da ich häufig Probleme habe, die ich alleine nicht lösen kann. Bis bald.

Hallo, ich bin Profi. Ich begleite dich ebenfalls in diesem Heft. Ich werde dich aber unterstützen und dir Hilfestellungen geben, weil ich ziemlich professionell im Problemlösen bin.

2.3 Reflexionsfragen 1
 Welche heuristischen Hilfsmittel hast du kennengelernt?

Heuristische Hilfsmittel helfen mir, um

Welches heuristische Hilfsmittel empfandst du am leichtesten? Warum?

Welches heuristische Hilfsmittel empfandst du am schwersten? Warum?

Fragenkatalog zum Problemlösen

Vor dem Problemlösen	Während des Problemlösens	Nach dem Problemlösen

Abbildung 1. Auszug aus dem Arbeitsheft – Kapitel zur Tabelle inkl. Förderung von Selbstregulation und Motivation

3. Schlussfolgerungen und Ausblick

In diesem letzten Teil ziehe ich Schlussfolgerungen auf verschiedene Bereiche, indem ich speziell auf die leitende Frage dieser Arbeit eingehe und diskutiere, die hier als Thesen formuliert sind.

Lassen sich aus gegenwärtigen fachdidaktischen Ansätzen mittels DBR Arbeitsmaterialien zum bemerkbaren Problemlösekompetenzaufbau der Schülerinnen und Schüler entwickeln?

Die erste These lässt sich vorerst insofern bestätigen, als dass die Lehrkräfte eine Verbesserung des Heurismeneinsatzes der Schülerinnen und Schüler beschrieben. Aus diesem Grund kann davon ausgegangen werden, dass sich aus den gegenwärtigen fachdidaktischen Ansätzen Materialien entwickeln ließen, die einen bemerkbaren Problemlösekompetenzaufbau bewirken. Das heißt, es war möglich, Materialien zu entwickeln, die den hiesigen theoretischen Ansprüchen für einen Unterricht mit dem Ziel des Problemlösekompetenzaufbaus gerecht werden.

Ist das Heft sprachlich und inhaltlich an das Niveau der Schülerinnen und Schüler angepasst?

Aus den Rückmeldungen ist zu entnehmen, dass das Anspruchsniveau für die Schülerinnen und Schüler angemessen war, jedoch einige Aufgaben

modifiziert und ersetzt wurden. Innerhalb der verwendeten Sprache bot sich ein vielschichtiges Bild: Bspw. wurde die Sprach- und Lesekompetenz der Schülerinnen und Schüler zum Teil überschätzt. Insgesamt beschrieben die Lehrkräfte aber die verwendete Sprache als adäquat, sodass die Schülerinnen und Schüler die Aufgaben bearbeiten konnten. Durch die weiteren Umsetzungen der Materialien erwarten wir deutliche Ergebnisse, inwiefern die Veränderungen im Re-Design ausreichen, um die Anforderungen und die Sprache an das Niveau der Schülerinnen und Schüler anzupassen.

Ist es Lehrkräften möglich durch das Begleitheft, Unterrichtskonzepte und fachdidaktische Ansätze aus dem Bereich des Problemlösens im Unterricht umzusetzen?

Es wurde deutlich, dass das Material alleine die Ausführung des Unterrichtskonzeptes nicht gewährleistet. Eine inhaltliche Wissensbasis zur fachdidaktischen Idee zum Beispiel durch klare Anweisungen und konkrete Aufforderungen zur Selbstreflexion scheint notwendig, um gemäß des theoretischen Fundaments zu unterrichten. Obwohl das Begleitheft als hilfreich empfunden wurde, muss die These widerlegt werden, weil die Lehrkräfte dadurch nicht in der Lage waren, das Material durchgängig sinngemäß im Unterricht anzuwenden. Zusätzlich darf der schulorganisatorische Faktor hier nicht außer Acht gelassen werden.

Der erste Schritt, die abstrakten Ansätze der Problemlöseforschung auf eine praktische Ebene zu setzen, sodass Problemlösen tatsächlich im schulischen Alltag Einzug finden kann, wurde durch diese Materialentwicklung geschaffen. In weiteren Schritten des SymPa Projektes geht es mehr darum, die zweite DBR Einsatzmöglichkeit, nämlich die Entwicklung der kontextabhängigen Theorien zum Lernen und Lehren im Hinblick auf den systematischen Problemlösekompetenzaufbau in den Vordergrund zu stellen.

Literatur

- Bruder, R., & Collet, C. (2011). *Problemlösen lernen im Mathematikunterricht*. Berlin: Cornelsen Scriptor.
- Kuzle, A. (erscheint 2016). Design-Based Research as a foundation for systematical and material based development of problem solving competences. ICME 13. Hamburg.
- Kuzle, A., & Gebel, I. (eingereicht). Problemlösen lernen im Rahmen des Förderunterrichts: Entwicklung von praxisorientierten und theoriegeleiteten Materialien mittels Design-Based Research. *mathematica didactica*
- Pólya, G. (1957). *How to solve it* (2nd ed.). New York: Doubleday.
- Schoen, H. L. (Hrsg.). (2003). *Teaching mathematics through problem solving: Grades 6–12*. Reston, VA: National Council of Teachers of Mathematics.
- Zimmerman, B. J. (2002). Becoming a self-regulated learner: An overview. *Theory Into Practice*, 41(2), 64–70.