

Problemlösen lernen mit Strategieschlüsseln – Eine Pilotstudie

1. Hintergrund

Problemlösen gilt als eine Schlüsselkompetenz und wichtige prozessbezogene Kompetenz im Mathematikunterricht, findet aber in der Schule wenig Umsetzung. Problemlösen wird hier als zielorientierter Prozess verstanden, bei dem es gilt, eine Barriere zu überwinden. Ein Problem ist also eine Aufgabe, die für den Lernenden keinen direkt erkennbaren Lösungsweg aufzeigt und i.d.R. als schwierig empfunden wird (vgl. Schoenfeld 1985).

Wie aber können Lernende zu guten Problemlösern werden? Zwei Faktoren scheinen dafür wichtig: Heuristiken und Metakognition (vgl. ebd.). Heuristiken werden hier als Problemlösestrategien verstanden, die als Werkzeug zur Problembearbeitung dienen (vgl. Leuders 2010). Viele Trainings wurden entwickelt und in Studien evaluiert, um Heuristikeinsatz und Metakognition explizit zu fördern. Leider zeigen Probanden solcher Studien trotz eines hohen Zeit- und Trainingsaufwands kaum bessere Leistungen als TeilnehmerInnen entsprechender Kontrollgruppen (siehe u.a. Hembree 1992). Erschwert wird dies noch durch die begrenzte Bereitschaft von Lehrkräften, Mathematikstunden für ein explizites Training zu „opfern“.

Ergänzend zu den expliziten Trainings wurden sogenannte Strategieschlüssel (siehe Abb. 2) entwickelt (vgl. Barzel et al. 2014). Sie werden als *prompts*, ähnlich wie Hilfekärtchen, verwendet und benötigen weder ein vorheriges Training, noch eine besondere Einführung. Die Lernenden haben während des Problemlöseprozesses Zugang zu den Schlüsseln und können diese folglich für neue Hinweise und Stimuli nutzen, die ggf. alternative Perspektiven auf das Problem und den Problemlöseprozess eröffnen.

2. Forschungsfragen

Basierend auf den Ergebnissen von Philipp (2013) und den Erfahrungen aus „Mathe sicher können“ (Barzel et al. 2014) lässt sich ein hohes Potential der Strategieschlüssel vermuten, Problemlöseprozesse von SchülerInnen positiv zu beeinflussen und so indirekt Problemlösestrategien zu vermitteln.

Hauptziel der hier vorgestellten Pilotstudie besteht darin, Nutzertypen der Strategieschlüssel zu identifizieren. Dazu wird untersucht, (1) wie Lernende mit den Strategieschlüsseln umgehen und (2) inwiefern der Einsatz von Strategieschlüsseln den Problemlöseprozess beeinflusst.

3. Design der Studie und Methode

Wahl der Probanden: 10 SchülerInnen (7 bis 10 Jahre) aus den Klassen 3 und 4 nahmen an der Studie teil. Sie besuchen freiwillig die AG „Mathe für schlaue Füchse“ an der Universität Duisburg-Essen, beschäftigen sich gerne mit Mathematik, sind motiviert – also für diese Studie gut geeignet. Ein Eingangstest zur Teilnahme an der AG fand nicht statt. Aussagen über den mathematischen Wissensstand der Kinder sind also nicht möglich.

Wahl der Aufgaben: Die Problemaufgaben sollten von Kindern der Klassen 3 bis 7 bearbeitet werden können und die folgenden Kriterien erfüllen:

- Die Aufgabe sollte bzgl. der Anzahl der Lösungswege möglichst offen sein (vgl. Schoenfeld 1985).
- Um eine Aufgabe lösen zu können, sollte das benötigte Vorwissen so gering wie möglich sein dürfen (vgl. Schoenfeld 1985, Leuders 2010).
- Mindestens zwei der angebotenen Strategieschlüssel (Heuristiken) sollten potentiell hilfreich sein, um die Aufgabe zu lösen.

Bauernhof

Auf dem Bauernhof gibt es ein Freigehege für die Hühner, in dem auch Kaninchen gehalten werden. Jens steht am Zaun und zählt 20 Tiere mit insgesamt 70 Beinen. Wie viele Hühner sind es?

Sieben Tore

Ein Mann geht Äpfel pflücken. Um mit seiner Ernte in die Stadt zu kommen, muss er durch 7 Tore gehen. An jedem Tor steht ein Wächter und verlangt von ihm die Hälfte seiner Äpfel und einen Apfel mehr. Am Schluss bleibt dem Mann nur ein Apfel übrig. Wie viele Äpfel hatte er am Anfang?

Abb. 1: Zwei der gewählten Aufgaben (Bauernhof: Collet 2009, Sieben Tore: Bruder et al. 2005)

Mit diesen Kriterien wurden insgesamt 6 Problemaufgaben aus verschiedenen mathematischen Bereichen gewählt. Zwei arithmetische, am häufigsten gewählte Probleme mit interessanten Prozessen werden in diesem Beitrag vorgestellt (siehe Abb. 1). Jedes Kind bearbeitete 1 bis 4 Problemaufgaben. Dadurch wurden insgesamt 27 Prozesse aufgezeichnet und analysiert.

Wahl der Strategieschlüssel: Von den 8 angebotenen Strategieschlüsseln (siehe exemplarisch Abb. 2) zielt jeder auf mindestens einen bestimmten Heurismus ab, der sich unter anderem an Pólya (2004) orientiert.

Methodologische Entscheidungen: Es wurden *task-based interviews* durchgeführt, bei denen jede/r SchülerIn ein Problem bearbeitet und dabei ggf. die Strategieschlüssel einsetzt. Während der Aufgabebearbeitung sollten die SchülerInnen laut denken und so ihr Vorgehen erklären.

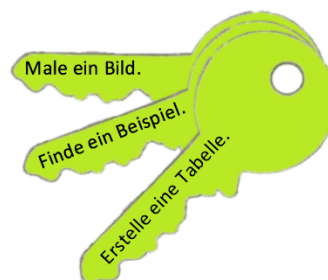


Abb. 2: Ein exemplarischer Strategieschlüsselbund

Auswertung der Videodaten: Die insgesamt 27 Problemlöseprozesse wurden entsprechend der 6 Problemlöseepisoden von Schoenfeld (1985) kodiert und mit Hilfe des Kodiermanuals von Rott (2013) konkret durchgeführt. Zusätzlich wurden die Phasen des Schlüsseleinsatzes markiert.

4. Ergebnisse

Es folgt die Beschreibung von vier typischen Schülerprozessen.

Tim (8 J., 3. Kl., Bauernhof): Er liest und analysiert das Problem. Er entscheidet sich dafür, ausgehend von den 70 Beinen, solange 4 Beine abzuziehen, bis es nicht mehr weiter geht. Die Schlüssel scheinen auf den Verlauf seines Prozesses keinen Einfluss zu haben.

Carolin (8 J., 4. Kl., 7 Tore): Sie liest, analysiert und exploriert intensiv. Sie versucht die Anfangszahl zu ermitteln. Nach 8 min wählt sie 2 Schlüssel („Male ein Bild.“ und „Arbeite von hinten.“). Sie malt die Wächter in den Toren und erkennt die Möglichkeit, nicht die Start- sondern die Endzahl zu notieren – also rückwärts durch die Tore zu gehen. Durch den Einsatz der Schlüssel hat sie ihre anfängliche Strategie verändert.

Rik (9 J., 4. Kl., Bauernhof): Nach Lesen, Analyse und versucht er verschiedene Ansätze und greift nach 5:30 min zum Schlüssel „Erstelle eine Tabelle“. Nun variiert er systematisch die Anzahl der Tiere und kommt nach weiteren 3 min erfolgreich zur Lösung. Er wählt einen Schlüssel, bearbeitet ihn, behält aber seine vorherige Strategie bei.

Alwin (7 J., 3. Kl., 7 Tore): Alwin liest und analysiert das Problem intensiv. Er arbeitet rückwärts – erst im Kopf, dann schriftlich. Er scheint auf einen Heurismenpool zurückzugreifen, ohne dabei die Schlüssel zu nutzen.

Bei der Analyse der 27 Prozesse wurden unterschiedliche Beispiele kontrastiert und ähnliche Problembearbeitungen zusammengefasst (Kelle & Kluge 2010). Letztlich konnten vier Nutzertypen identifiziert werden, von denen jeweils ein Vertreter durch die oben aufgeführten Bearbeitungsprozessen vorgestellt wurde.

- Die Strategieschlüssel werden eingesetzt und bearbeitet. Danach ändert sich die bisherige Strategie. (siehe Carolin)
- Die Strategieschlüssel werden eingesetzt und bearbeitet. Die bisherige Strategie wird beibehalten. (siehe Rik)
- Die Strategieschlüssel werden *nicht* eingesetzt. Strategien werden dennoch verwendet und scheinen internalisiert. (siehe Alwin)
- Die Strategieschlüssel werden *nicht* eingesetzt. Eine Strategie wird verfolgt. (siehe Tim)

5. Diskussion und Ausblick

Der Einsatz von Heurismen ist ein essentielles Element für (erfolgreiches) Problemlösen. Allerdings sind bisherige Heuristentrainings oft zeitaufwändig und/ oder zeigen nur eingeschränkten Erfolg. Deswegen wurde ein alternativer Ansatz entwickelt, der den SchülerInnen den Einsatz von Heurismen ohne vorheriges Training näher bringen kann: heuristische Hilfekarten in Form von Strategieschlüsseln.

Es wurden vier Nutzertypen der Strategieschlüssel identifiziert. Bisher wurden keine weiteren Typen gefunden. In weiteren Studien wird diese Typologie überprüft. Durch die bisherigen Ergebnisse und Erfahrungen ist davon auszugehen, dass die Schlüssel auch in höheren Jahrgangsstufen und mit anderen Aufgaben wirkungsvoll sind. Vermutlich können sie langfristig als eine Art Werkzeugkoffer dabei helfen, Heurismen flexibel einzusetzen. Weitere Studien werden deshalb in den Klassen 5 bis 7 durchgeführt.

Bemerkung

Ich danke Benjamin Rott und Timo Leuders für ihre konstruktiven Anmerkungen und Vorschläge bei diesem Promotionsvorhaben.

Literatur

- Barzel, B., Ehret, M., Herold, R. & Leuders, T. (2014). Lernförderliche Unterrichtskultur. In Ch. Selzer u.a. (Hrsg.), *Handreichungen für ein Diagnose- und Förderkonzept zur Sicherung mathematischer Basiskompetenzen*. Berlin: Cornelsen, S. 13-16.
- Bruder, R., Büchter, A., & Leuders, T. (2005). Die "gute" Mathematikaufgabe – ein Thema für die Aus- und Weiterbildung von Lehrerinnen und Lehrern. In G. Graumann (Ed.), *Beiträge zum Mathematikunterricht 2005*. Münster: WTM.
- Collet, C. (2009). *Förderung von Problemlösekompetenzen in Verbindung mit Selbstregulation. Wirkungsanalysen von Lehrerfortbildungen*. Münster: Waxmann.
- Hembree, R. (1992). Experiments and Relational Studies in Problem Solving: A Meta-Analysis. *Journal for Research in Mathematics Education*, 23(3), 242-273.
- Kelle, U., & Kluge, S. (2010). *Vom Einzelfall zum Typus. Fallvergleich und Fallkontrastierung in der qualitativen Sozialforschung*. 2. ed. Wiesbaden: VS Verlag.
- Leuders, T. (2010). Problemlösen. In T. Leuders (Ed.), *Mathematik-Didaktik. Praxishandbuch für die Sekundarstufe I und II*. 5. Auf. Berlin: Cornelsen-Scriptor, 119-135.
- Philipp, K. (2013). *Experimentelles Denken. Theoretische und empirische Konkretisierung einer mathematischen Kompetenz*. Wiesbaden: Springer Spektrum.
- Pólya, G. (2004). *How to Solve it. A New Aspect of Mathematical Method* (10 ed.). USA: Princeton.
- Rott, B. (2013). *Mathematisches Problemlösen: Ergebnisse einer empirischen Studie*. Münster: WTM.
- Schoenfeld, A. (1985). *Mathematical Problem Solving*, London: Academic Press Inc.