

Der Einfluss von heuristischen Hilfekarten auf das Problemlösen – Ergebnisse einer Studie

1. Theoretischer Hintergrund

Heuristische Hilfekarten

Der Einsatz von Hilfekarten bietet im Unterricht eine Möglichkeit zur Differenzierung. Mit ihrer Hilfe sollen Schüler*innen dazu befähigt werden, Hürden im Lern- und Erarbeitungsprozess eigenständig zu überwinden. Insbesondere in der Grundschule gehören Hilfekarten zum schulischen Alltag (z.B. Kostka 2012), aber auch in der Sekundarstufe I oder in der Lehrer*innenausbildung werden sie eingesetzt (z.B. Klinger et al. 2018).

Sucht man einen theoretischen Rahmen zur Einordnung von Hilfekarten, so kann man sich auf zwei Bereiche stützen: Prompts und Nudges. *Prompts* basieren auf der Grundannahme, dass Schüler*innen über einen Inhalt oder eine Strategie bereits verfügen, dieses Wissen spontan aber nicht abrufen oder anwenden können (Bannert 2009). Es handelt sich bei Prompts letztlich um externe Impulse, die dazu dienen, das Abrufen und Durchführen bereits bekannter Problemlösestrategien (Heurismen) zu erleichtern.

Hilfekarten können diesen Zweck erfüllen. Schüler*innen wählen im Unterricht aber häufig die Hilfekarten aus, die ihnen potentiell helfen könnten. Hier greift das Konzept der Nudges (Thaler & Sunstein, 2008). Mit Hilfe von *Nudges* werden Schüler*innen durch implizite Hinweise behutsam in eine bestimmte Richtung gelenkt werden. So lassen sie „Problemlösern die Freiheit [...], auch einen anderen Weg einzuschlagen“ (Stein 2014, S. 105).

Problemlösen

Um zu untersuchen, wie Hilfekarten Bearbeitungsprozesse beeinflussen, müssen Schüler*innen in die Situation kommen, Hilfekarten als Unterstützung zu suchen. Sie sollten also mit Situationen konfrontiert werden, in denen sie auf externe Impulse angewiesen sind. Hierfür bietet sich das mathematische Problemlösen besonders an.

Beim Bearbeiten eines mathematischen Problems durchlaufen Schüler*innen verschiedene Phasen. Schoenfeld (1985) identifizierte insgesamt sechs Episoden: Lesen, Analyse, Exploration, Planung, Implementation und Verifikation. In diesen Phasen wird etwas erarbeitet und der Lösungsprozess schreitet inhaltlich voran. Rott (2014) erweitert die Episoden um nicht inhaltstragende Phasen, z. B. Schreiben und Organisation. Beim Schreiben

wird lediglich bereits Erarbeitetes niedergeschrieben; während einer Organisation wird beispielsweise eine Tabelle gezeichnet. Beides kann zeitintensiv sein; es wird aber inhaltlich nichts Neues erarbeitet.

Ein häufiges Muster beim Bearbeiten von Problemen stellen sogenannte wild-goose-chase Prozesse dar, eine i.d.R. vergebliche Suche nach einer Problemlösung. Dabei wird eine bestimmte Richtung oder Strategie eingeschlagen und so lange verfolgt, bis eine (meist falsche) Lösung gefunden wurde oder die Zeit abgelaufen ist (z. B. Rott 2014). In der Schoenfeld-Kodierung zeigt sich für diesen Prozesstyp ein charakteristisches Muster.

2. Forschungsfrage

Es wird untersucht, auf welche Art und Weise heuristische Hilfekarten den Problembearbeitungsprozess von Dritt- und Viertklässlern beeinflussen. In diesem Beitrag geht es konkret darum, ob heuristische Hilfekarten wild-goose-chase Prozesse unterbrechen können und wenn ja, wie.

2. Methodisches Vorgehen

Datenerhebung

Mit 16 Dritt- und Viertklässlern wurden Task-Based Interviews geführt, wobei die Kinder laut denken sollten. Für die Aufgabenbearbeitung wurden ihnen acht heuristische Hilfekarten (sog. Strategieschlüssel) vorher erstmals vorgelesen. Insgesamt wurden 6 Aufgaben angeboten, aus denen die Kinder wählen konnten; so wurden insgesamt 41 Aufgaben bearbeitet.

Datenkodierung

Nach der Durchführung der Task-Based Interviews wurden die Videos transkribiert. Die Videos, die zugehörigen Transkripte und die schriftlichen Bearbeitungen der Schüler*innen dienen als Grundlage zur Kodierung auf vier verschiedene Weisen (siehe Herold-Blasius & Rott 2017):

1. Kodierung der Phasen im Problembearbeitungsprozess,
2. Kodierung der Heurismen (Problemlösestrategien),
3. Kodierung der externen Impulse (Prompts),
4. Kodierung der Lösung.

In diesem Beitrag werden die Kodierungsschienen 1, 3 und 4 betrachtet.

3. Analyse und Ergebnisse

Zur Operationalisierung der Prozessprofile nutzte Rott (2014) die Darstellung als Fünftupel (A,E,P,I,V). Dabei wird jede inhaltstragende Phase als ein Buchstabe abgebildet: A steht z. B. für Analyse und E für Exploration.

Kommt eine Phase nicht vor, wird sie mit Null gekennzeichnet. Wild-goose-chase Prozesse haben so diese Prozessprofile: (A,E,0,0,0) oder (0,E,0,0,0).

Innerhalb der 41 Problembearbeitungsprozesse entsprechen 31 Prozesse diesem Profil und sind damit wild-goose-chase Prozesse. Dabei treten bei 10 von 16 Kindern ausschließlich wild-goose-chase Prozesse auf.

Werden die *wild-goose-chase Prozesse in Verbindung mit der Lösung* der Aufgabe betrachtet, dann wurden 19 wild-goose-chase Prozesse kaum erfolgreich und 11 erfolgreich gelöst. Die Schüler*innen mit anderen Prozessprofilen lösten 9 Aufgaben erfolgreich und nur 2 nicht erfolgreich.

Mit Blick auf die *Schlüsselinteraktionen* wurden insgesamt 83 Schlüsselinteraktionen gezählt. Dabei traten in 31 von 41 Problembearbeitungsprozessen Schlüsselinteraktionen auf. Außerdem interagierte jedes der 16 Kinder mindestens einmal in einem seiner Bearbeitungen mit einem Schlüssel.

Eine Interaktion mit den Strategieschlüsseln trat in vier verschiedenen Phasen während der Problembearbeitung auf: Analyse, Exploration, Planung und Implementation. In 25 Bearbeitungsprozessen trat eine Schlüsselinteraktion mindestens in der Explorationsphase auf. Naturgemäß wird in dieser Phase nach alternativen Lösungswegen gesucht. Ein Rückgriff auf die angebotenen Hilfekarten ist deswegen nicht überraschend.

Die quantitative Analyse mit Chi-Quadrat-Unabhängigkeitstests ergab statistische Zusammenhänge in drei Bereichen:

1. Prozessprofil und Lösungskategorie (p -Wert: 0,0104): Schüler*innen mit einem wild-goose-chase Prozess sind eher weniger erfolgreich.
2. Prozessprofil & Anzahl der Phasenwechsel (dargestellt als 5-Tupel) (p -Wert: 0,0468): Schüler*innen mit einem wild-goose-chase Prozess durchlaufen eher weniger Phasenwechsel.
3. Anzahl der Phasenwechsel (dargestellt als 8-Tupel, zzgl. Lesen, Organisation und Schreiben) & Schlüsselinteraktion (p -Wert: 0,0027): Schüler*innen mit einer Schlüsselinteraktion durchlaufen mehr Phasenwechsel.

Im Hinblick auf die Forschungsfrage ist hier insbesondere der dritte Zusammenhang von Interesse. In einem weiteren Schritt wurden die 31 wild-goose-chase Prozesse dahingehend untersucht, an welchen Stellen Schlüsselinteraktionen und Phasenwechsel nahe beieinander auftauchen. Insgesamt wurden so zehn Bearbeitungsprozesse identifiziert und anschließend geclustert. Es ergeben sich vier verschiedene Typen (Kuckartz, 2010):

- A) Verharren im wild-goose-chase Prozess ohne einen Wechsel in eine nicht inhaltstragende Phase (2 Problembearbeitungsprozesse),

- B) Verharren im wild-goose-chase Prozess mit einem Wechsel in eine nicht inhaltstragende Phase (4 Problembearbeitungsprozesse),
- C) Verlassen des wild-goose-chase Prozesses mit einem Wechsel in eine nicht inhaltstragende Phase (2 Problembearbeitungsprozesse),
- D) Verlassen des wild-goose-chase Prozesses ohne einen Wechsel in eine nicht inhaltstragende Phase (2 Problembearbeitungsprozesse).

Fazit

Die Interaktion mit heuristischen Hilfekarten scheint in den meisten Problembearbeitungsprozessen keinen sichtbaren Einfluss auf die Phasen des Prozesses zu haben. Vereinzelt scheinen aber bereits Dritt- und Viertklässlern in der Lage zu sein, Impulse durch die Strategieschlüssel so in ihren Prozess zu integrieren, dass sie das wild-goose-chase Muster verlassen (Typen C und D). Für den Schulalltag stellt sich nun die Frage, ob der Aufwand zur Erstellung von Hilfekarten für so wenige Schüler*innen lohnenswert ist.

Literatur

- Bannert, M. (2009). Promoting Self-Regulated Learning through Prompts. *Zeitschrift für Pädagogische Psychologie*, 23(2), 139–145.
- Herold-Blasius, Raja & Rott, Benjamin (2017): Welchen Einfluss haben Strategieschlüssel auf Problemlöseprozesse? – Methodische Überlegungen zur Analyse. In: In M. Beyerl, J. Fritz, M. Ohlendorf, A. Kuzle & B. Rott (Hrsg.), *Mathematische Problemlösekompetenzen fördern. Tagungsband der Herbsttagung des GDM-Arbeitskreises Problemlösen in Braunschweig 2016* (S. 101–118). Münster: WTM.
- Klinger, M.; Thurm, D.; Barzel, B.; Greefrath, G. & Büchter, A. (2018). Lehren und Lernen mit digitalen Werkzeugen: Entwicklung und Durchführung einer Fortbildungsreihe. In R. Biehler et al. (Hrsg.): *Mathematikfortbildungen professionalisieren. Konzepte, Beispiele und Erfahrungen des DZLM* (S. 395–416). Wiesbaden: Springer Spektrum.
- Kostka, N. (2012). *Lerninhalte selbstständig erarbeiten. Mathematik 3. Mit Tippkarten Schritt für Schritt zur richtigen Lösung*. Auer Verlag.
- Kuckartz, U. (2010). Typenbildung. In G. Mey & K. Mruck (Hrsg.), *Handbuch Qualitative Forschung in der Psychologie* (S. 553–568), Wiesbaden: Springer.
- Rott, B. (2014). Mathematische Problembearbeitungsprozesse von Fünftklässlern – Entwicklung eines deskriptiven Phasenmodells. *JMD* 35, S. 251–282.
- Schoenfeld, A. (1985). *Mathematical Problem Solving*. Orlando: Academic Press.
- Stein, M. (2014). Mathematische Lernräume als Lernumgebungen von Problemklassen. In F. Heinrich & S. Juskowiak (Hrsg.), *Mathematische Probleme lösen lernen* (S. 95–110). Münster: WTM.
- Thaler, R. & Sunstein, C. (2008). *Nudge: Improving decisions about health, wealth, and happiness*. Yale University Press.