

Strukturell verfeinerte Prozesskodierung nach Polya-Gawlick

Gawlick schlägt eine Dreiteilung von Problembearbeitungsprozessen vor. In einem Prozess kann es entweder zur Assimilation (Anwendung eines Schemas), Akkommodation (Anpassung eines Schemas) oder Akquisition (Aufbau eines neuen Schemas) kommen (Gawlick 2013). Dem Aufbau neuer Schemata wird damit ein eigener Begriff zugewiesen. Einer Assimilation bzw. Akquisition entspricht dabei ein Prozess, der mehrheitlich durch die epistemische bzw. heuristische Struktur sensu Dörner gesteuert ist (Dörner 1979).

Bei Bearbeitungsprozessen der TIMSS-Aufgabe K10 von Neuntklässlern mit lautem Denken sollen im Rahmen der HeuRekAP-Studie typische Prozessverläufe mit Hilfe eines neuen Phasenmodells identifiziert werden. Dieses umfasst die Phasen eines Problembearbeitungsprozesses nach Polya, sowie Ergänzungen und Verfeinerungen nach Gawlick, die diese Dreiteilung berücksichtigen (Gawlick 2013).¹

Verfeinerte Prozesskodierung

Polya unterscheidet die Phasen *Verstehen der Aufgabe*, *Ausdenken eines Plans*, *Ausführen des Plans* und *Rückschau*. Die vorgeschlagene Verfeinerung lässt sich anhand der folgenden Tabelle darstellen:

Polya		Verfeinerung nach Gawlick		
Assimilation	Akkommodation?	Assimilation	Akkommodation	Akquisition
Verstehen der Aufgabe		Anfangs- und Zielzustandsidentifikation (AZI)	Situations- und Zielanalyse (SZA)	
		Teilziel- und Operatoridentifikation (TOI)		Operatorsynthese (OPS)
Ausdenken	eines Plans	Planentwicklung (PLE)	Polya-Fragen (POF)	
Ausführen eines Plans		Durchführen eines Plans (DPL)		
		Kontrolle und Modifikation der Durchführung (KMD)		
	Rückschau		Rückschau (RÜS)	

Durch das Kodieren von Phasen in transkribierten Bearbeitungen soll das Problemlöserverhalten prozessübergreifend vergleichbar gemacht und typische Verläufe gefunden werden (die insbesondere Rückschlüsse auf die

¹ Eine Langversion des vorliegenden Artikels mit Beispielen ist auf der Website <http://www.fhnw.ch/personen/roland-pilous/publikationen> zu finden.

In J. Roth & J. Ames (Hrsg.), *Beiträge zum Mathematikunterricht 2014* (S. 895–898). Münster: WTM-Verlag

heuristische Struktur ermöglichen).

Wie sind die einzelnen Phasen genau charakterisiert und wie lassen sie sich gegeneinander abgrenzen? Im Bezug auf diese Fragen habe ich mich insbesondere mit der Situations- und Zielanalyse beschäftigt, die im Folgenden exemplarisch vorgestellt wird.

Situations- und Zielanalyse (SZA)

Hier versucht der Bearbeiter genauer zu identifizieren, was in der Problemsituation gegeben bzw. gefordert ist; oder es wird in der Problemsituation versucht, jeweils Gegebenes und Gefordertes aufeinander zu beziehen (vgl. Dörner 1979 und Duncker 1935). Analysiert wird dabei „das, was da ist“, da wir unter *Problemsituation* die zum jeweiligen Zeitpunkt aufgebaute Teillösung verstehen. Auch Dörner und Duncker sprechen von (Problem-)Situation, wenn es darum geht, was zu einem bestimmten Zeitpunkt der Bearbeitung vorhanden und gesucht ist (ebd.).

In der SZA geht es weniger um die Generierung neuen Wissens, als um die „Ermittlung der genauen Eigenschaften der gegeben und gesuchten Situation“ (Dörner 1979, S.60). Da wir dabei Gegebenes und Gesuchtes aufeinander beziehen, ist es schwer, die Generierung von neuem Wissen in dieser Phase auszuschließen. Aus diesem Grund schreibt wohl auch Duncker, dass z.B. die Situationsanalyse „nicht zum Nachteil [geschieht], wenn es gilt, auf neue Einfälle zu kommen“ (Duncker 1935, S.13).

Um Äußerungen von Problembearbeitern der Phase SZA zuordnen zu können, ist es wichtig, die Phase als abgrenzbare Kategorie innerhalb eines Kategoriensystems (etwa nach den Regeln der qualitativen Inhaltsanalyse) zu formulieren. Theoretische Überlegungen (Deduktion) und ein abduktives Wechselspiel im Rahmen von Probekodierungen legen nahe, dass wir zu einer SZA die folgenden *Aktivitäten* (Subkategorien) zählen:

Situationsanalyse (SA): Bei der Situationsanalyse geht es um eine eher „programmlose Musterung der Situationsgegebenheiten“ (ebd., S. 13). Die Aktivität SA liegt vor, wenn sich der Bearbeiter der Problemsituation bewusst werden möchte (vgl. Dörner 1979, S.60). Das Stellen (bzw. das Beantworten) von Fragen, wie „Was habe ich bislang erreicht?“ oder „Was habe ich denn schon alles?“ könnte hierfür charakteristisch sein. Diese Fragen zielen nämlich auf eine erste und einfache „Musterung“ des Gegebenen (Duncker 1935, S. 13). Es wird versucht, bislang identifizierte Objekte und Operatoren ins Bewusstsein zu rufen oder die Situation zu beschreiben, um ein besseres Verständnis zu erlangen.

Die Aktivität *Konfliktanalyse (KA)* liegt vor, wenn die Person die Prob-

lemsituation hinsichtlich eines Ziels analysiert und sich so über die Notwendigkeit der Variation der Problemsituation klar wird oder werden möchte. Dabei stellt sie sich z.B. Fragen, wie „warum geht es eigentlich nicht?“ bzw. „was ist der Grund des Übels (Konflikts)“ (ebd., S. 24-25) oder beantwortet diese.

Bei der Aktivität *Materialanalyse nach Duncker* (MAD) geht es um die Analyse der Problemsituation hinsichtlich eines Ziels, um sich so darüber klar zu werden, was im Folgenden verwendet werden kann. Man stellt sich etwa Fragen, wie „was kann ich brauchen?“ (ebd., S. 25) oder beantwortet diese.

Auch Polya formuliert Fragen, die eine Materialanalyse beschreiben. Sie werden gesondert ausgewiesen: Die Aktivität *Materialanalyse nach Polya* (MAP) liegt demnach vor, wenn der Bearbeiter die Problemsituation kontrollierend analysiert, etwa in dem er sich die Fragen stellt „Hast du alle Daten benutzt?“, „Hast Du die ganze Bedingung genutzt?“, „Hast du alle wesentlichen Begriffe in Rechnung gezogen, die in der Aufgabe enthalten sind?“ (Polya 1949, S. 115-116) oder diese beantwortet.

Bei einer *Zielanalyse* (ZA) wird das Geforderte bzw. das Ziel analysiert. Dabei stellt man sich Fragen, wie „was will ich eigentlich?“ (Duncker 1935, S. 27) oder beantwortet diese. Es geht hier darum, die Voraussetzung dafür zu schaffen, jeweils Gegebenes und Gesuchtes in Zusammenhang zu bringen. Außerdem kann sich die Versuchsperson ergänzende Fragen stellen, wie „was kann ich entbehren?“ (ebd., S. 27) oder diese beantworten. Dann wird versucht, sich im Bezug auf ein Ziel von Hindernissen frei zu machen und das „eigentlich“ zur obigen Frage ernst zu nehmen.

Welche Rolle nimmt die Phase SZA beim Problemlösen ein? Die Phase könnte eine wichtige Rolle bei der Untersuchung der heuristischen Struktur von Problemlösern und der Charakterisierung von Problemlösetypen spielen. Eine erste elementare Unterscheidung erhalten wir durch die Definition von produktiven und unproduktiven SZAs:

Eine SZA heißt *produktiv*, falls die Aktivitäten der SZA Aktivitäten (dieser oder einer anderen Phase) auslösen, die zum Erfolg beitragen. Dies kann z.B. mit dem Übergang zu einer Aktivität in PLE oder DPL geschehen (direkter Wechsel in eine Assimilationsphase: *routinierte Akkommodation*). Andererseits kann eine SZA auch dann produktiv sein, dass hierdurch im Anschluss neue Fragen generiert werden, um die „Lücken“ zwischen dem Gegebenen und Gesuchten systematisch zu schließen. Dazu gehören etwa Teilziel- und Hilfsmittelfragen nach König oder Polya-Fragen (Phase POF). Dann hat die Bearbeitung deutlich problemhafteren Charakter und

findet ein Wechsel zu einer anderen Akkomodationsphase statt: *problemhafte Akkomodation*. Eine produktive SZA im Sinne einer routinierten Akkommodation kann man vermutlich oft bereits an der Abfolge ihrer Aktivitäten erkennen, z.B. „das hab ich“ (SA), „das will ich“ (ZA) und „das kann ich dafür brauchen“ (MAD).

Hingegen soll eine SZA *unproduktiv* heißen, falls die Aktivitäten der SZA Aktivitäten (dieser oder einer anderen Phase) auslösen, die nicht zum Erfolg beitragen. Dies ist vor allem bei unmotivierten Rücksprünge zur Phase TOI oder bei Aussagen der Form „ich weiß da jetzt nicht mehr weiter“ (Metakognition) gegeben. Auch das sehr häufige Wechseln in die Phase SZA kann ein Indikator dafür sein. Unproduktive SZAs können ein Indikator dafür sein, dass die heuristische Struktur des Probanden noch Lücken besitzt. Vorallem wenn klar ist, dass dabei die epistemische Struktur eines Problemlösers hinreichend ausgeprägt ist (träges Wissen), sollte probiert werden, die heuristische Struktur implizit (nach König) oder explizit (nach Polya) zu trainieren. Erfolgreiche Problemlöser wechseln etwa in die Phase POF, wenn es nicht gelingt, routiniert zu akkomodieren.

Aktivitäten und Phasen auf der Grundlage von Lösungsgraphen

Es wurde ein dreischnittiges Kodiersystem entwickelt. Dieses umfasst Lösungsgraphen (Repräsentation des Bearbeitungsstands), Aktivitäten und Phasen (Repräsentation des Problemlöseverhaltens) und eine Nachbereitung (Prozessdynamik und -typisierung). Die Lösungsgraphen geben etwa Auskunft über vorhandene Voraussetzungen, Operatoren, Zwischenziele und die gemachten Verknüpfungen. Die Äußerungen der SuS führen in diesem Zusammenhang zu einem Auf- oder Umbau der Graphen. Auf dieser Grundlage kann anschaulich abgewogen werden, welche Aktivitäten kodiert werden. Als Subkategorien indizieren sie die entsprechend vorliegende Phase. Hierbei wurden bereits hohe Reliabilitätswerte erzielt. Anschließend sollte die Nachbereitung stattfinden, um den Prozess bezüglich der Dynamik und einer möglichen Typisierung theoretisch zu reflektieren.

Literatur

- Polya, G. (1949): *Schule des Denkens*, Franke
- Funke, J. (2003): *Problemlösendes Denken*, Kohlhammer
- Gawlick, T. (2013): Problem – das Gegenteil von Routineaufgabe? Zur Konzeption von Problemlösen. *Beiträge zum Mathematikunterricht*, 2014
- Dörner, D. (1979): *Problemlösen als Informationsverarbeitung*, Kohlhammer