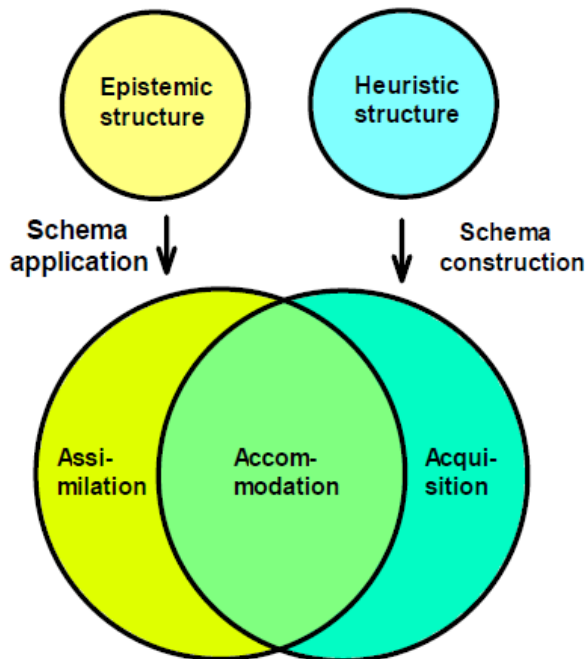


Thomas GAWLICK, Hannover

## Problem - das Gegenteil von Routineaufgabe? Zur Konzeption von Problemlösen

Wir schlagen alternativ<sup>1</sup> eine Dreigliederung von Bearbeitungsprozessen vor: Reines Routinehandeln lässt sich mit Piaget als *Assimilation* in ein Schema auffassen, das Anpassen vorhandener Routinen an eine neue Situation als *Akkommodation* eines Schemas. Piaget(1962) subsumiert hierunter explizit auch den Aufbau neuer Schemata – wir hingegen möchten dies als *Akquisition* bezeichnen. Für diese Dreiteilung gibt es neuropsychologische Evidenz (Shallice 1982) - und theoretische: Man kann man Assimilation als einen v.a. vom Faktor der epistemische Struktur sensu Dörner (1976) beeinflusste Bearbeitungsprozess auffassen, Akquisition als einen v.a. durch die heuristische Struktur (vgl. Sektionsabstract in diesem Band) gesteuerten Prozess – in der Akkommodation werden beide Faktoren wirksam:



**Imker-Aufgabe:** Ein Imker erntet in einem schlechten Honigjahr 16kg Honig. Er füllt ihn in Gläser ab, die  $\frac{1}{4}$ kg fassen. Wie viele bekommt er?

**Frosch-Aufgabe:** Ein Frosch fällt in einen 18m tiefen Brunnen. Tagsüber klettert er 6m hoch, nachts rutscht er wieder 2m runter. Wann klettert der Frosch aus dem Brunnen?

Zwei empirisch untersuchte Aufgaben

Insgesamt enthält die vorgeschlagene Konzeption drei Schlüsselemente:

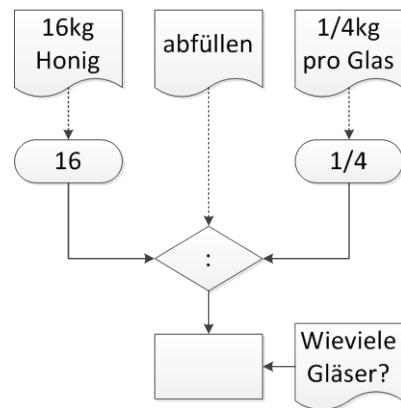
1. *Dreiteilung von Bearbeitungsprozessen* – ablesbar an:
2. *Verfeinertes Phasenmodell für Bearbeitungsprozesse* – ableitbar mit:
3. *Lösungsgraph* (Formale Repräsentation des Bearbeitungsstandes)

### Erläuterung der Schlüsselemente an Muster-Bearbeitungsprozessen

Die Imkeraufgabe kann in ein Schema assimiliert werden, falls die Division durch einen Bruch beherrscht wird. Es ist das Schema einer Simplex-

Aufgabe (Fricke 1987). Im Bearbeitungsverlauf wird der Lösungsgraph schrittweise erzeugt, vernetzt und ausgefüllt – und das definiert die Phasen:

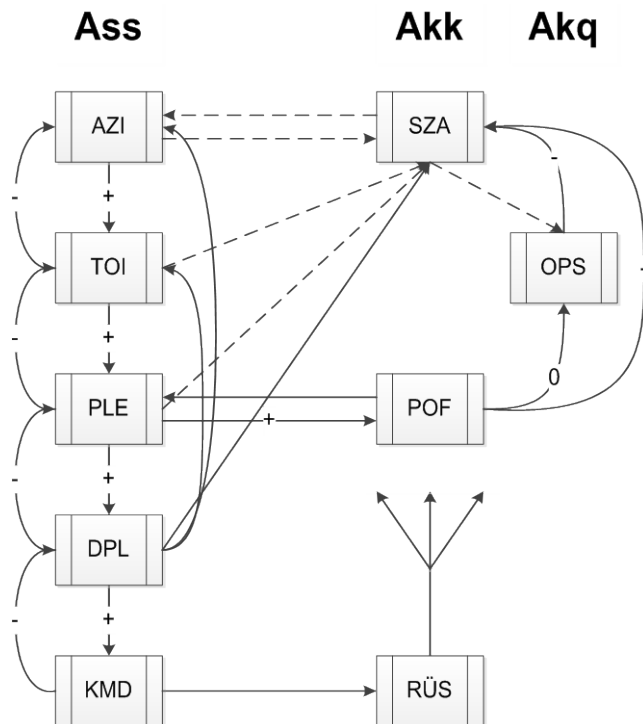
Zuerst werden **Anfangs-** und **Zielzustand** identifiziert (AZI): Dem Aufgabentext werden die entsprechenden Angaben entnommen – dabei entstehen die „Außenknoten“ des Graphen. Sodann werden **Teilziele** und **Operatoren** identifiziert (TOI): Hier erfolgt die Übersetzung des Schlüsselwortes „Abfüllen“. Es folgt die Phase des **Planerstellens** (PLE). Bei einer Routine-Assimilation fällt diese allerdings oft sehr kurz aus – hier werden einfach die gefundenen Elemente zum Simplex-Schema verknüpft.



Es folgt die **Durchführung des Plans** (DPL), hier also das Berechnen von  $16 : \frac{1}{4}$ , was im Graphen durch Ausfüllen des Ergebnisfeldes gekennzeichnet würde. Zuletzt erfolgt die **Kontrolle** und ggf. **Modifikation** der Durchführung (KMD) an, wo z.B. Rechenfehler entdeckt und korrigiert werden.

Bei einem *Bearbeitungsprozess vom Assimilationstyp* werden also die genannten Phasen linear durchlaufen, allenfalls sind bei ausbleibendem Erfolg einfache Rücksprünge möglich (linke Spalte des u.a. Diagramms).

Die Phasen der mittleren Spalte treten bei *Prozessen vom Akkommodations-typ* auf: Ist die Anfangs- oder Zielzustandsbestimmung nicht erfolgreich, ist eine **Situations-** und **Zielanalyse** (SZA) hilfreich, vgl. Dörner(1976). Hindernisse in der Planerstellung können mit **Polyas Fragen** (POF) überwunden werden. Hier ist der Platz für heuristisches Arbeiten, wie es im „Kleinen Wörterbuch der Heuristik“ (Polya 1949) beschrieben wird. Ein über das schrittweise Kontrollieren hinausgehendes Überdenken und Fortschreiben der Lösung bildet dann Polyas Phase der **Rückschau** (RÜS).



Im Beispiel ist eine Akkommodation des aus der Grund-

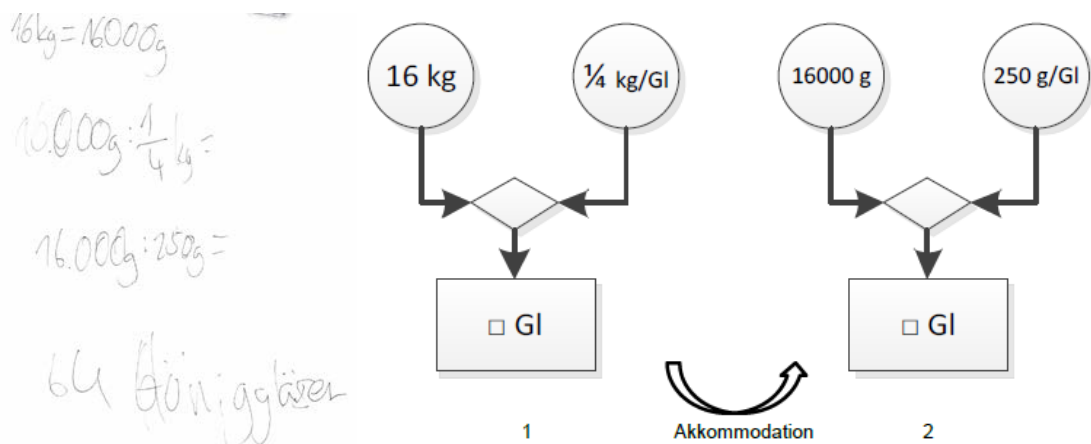
schule bekannten Schemas von Aufgabe und Umkehraufgabe möglich, wenn Brüche multipliziert, aber nicht dividiert werden können (was zum Untersuchungszeitpunkt am Ende der 5. Klasse der Fall war): Der Proband geht von  $16 : \frac{1}{4} = \square$  über zu  $\square \cdot \frac{1}{4} = 16$ , was durch (systematisches) Probieren gelöst werden kann. Handlungsleitend hierfür kann die Polya-Frage „Kannst Du Dir eine zugänglichere verwandte Aufgabe denken?“ sein.

Für *Prozesse vom Akquisitionstyp* ist beim gegenwärtigen Stand des Modells insbesondere die Phase **Operatorsynthese** (OPS) charakteristisch. Möglich (wenngleich nicht erwartbar) wäre im Beispiel die Akquisition der Bruchdivisionsregel, etwa durch Abstrahieren aus mehreren Beispielen.

### Anwendung des Verfahrens auf konkrete Bearbeitungsprozesse

Bei der Analyse von 48 Fünftklässler-Bearbeitungen der o.a. Aufgaben mit Lautem Denken identifizierten wir zwei Subtypen der Akkommodation:

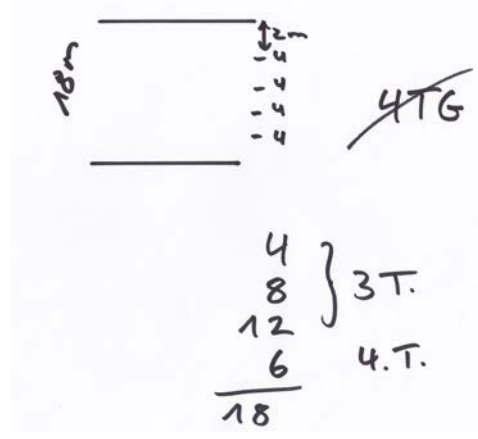
1. *routinemäßige Akkommodation*: Hierbei werden die Ass-Phasen linear durchlaufen, ergänzt um eine kurze Akkommodationsschleife, z.B:



Der Schüler versucht nicht gleich zu dividieren, sondern rechnet nach kurzem Überlegen um – er löst also eine „zugänglichere verwandte Aufgabe“.

2. *problemhafte Akkommodation*: mehrfachen Rücksprüngen, v.a. zu SZA:

„Also erst einmal eine Skizze (zeichnet) [AZI]. Dann schafft er pro Tag 4m. [TOI] 4 und 4 und 4 und 4 (Proband zeichnet dabei die 4en in die Skizze) – bleiben also 2 übrig. Also nach 4 Tagen ist der Frosch aus dem Brunnen (schreibt: 4 TG) [DPL] (4sec. Pause) [SZA] Nein falsch!(streicht durch) 4, 8, 12 und dann nur noch einmal 6m (schreibt: 4,8,12,6); das sind dann 18m. Also 3 Tage braucht er (schreibt: 3T.) und am 4.Tag (schreibt: 4.T.) nur noch tagsüber! [DPL]“



Dieser Proband ist einer der wenigen, die ihren falschen Lösungsweg zu erkennen *und* korrigieren vermögen. Die Deutung der 4sec Pause als SZA fußt darauf, dass danach ein Wechsel der Problemrepräsentation und des Lösungsplans erfolgt. Dass bei einer solchen SZA nicht gesprochen wird, ist übrigens charakteristisch – und auch plausibel („cognitive load theory“).

## Ergebnisse

1. Das vorgeschlagene Konzept ermöglicht es, Polyas *unscharfe Grenzlinie*<sup>1</sup> zu präzisieren: zwischen Routine- und problemhafter Akkommodation.
2. Dies macht zwei *neue Typen von Problemlöseprozessen* unterscheidbar – mit jeweils charakteristischen Anforderungen an den Löser:

### Akquisition

- Schema-Aufbau
- Synthese-Schritt
- Imker

### Problemhafte Akkommodation

- Schema-Umbau
- Interpolations-Barriere
- Frosch

3. Bei Routine-Akkommodation wird anders als aus der Literatur geläufig meist nicht das *Schema* akkommodiert, sondern wie oben die *Aufgabe*.

4. Als weiterer Nutzen der vorgeschlagenen Dreigliederung erwarten wir:
- bessere Erklärungen dafür, was Schritte zu Barrieren machen kann,
  - bessere Vorhersage des Problemlöseerfolgs durch die Typeinteilung.

5. Die bisher untersuchten Beispiele zeigen dabei bereits:

- Heurismeneinsatz und PL-Erfolg sind hier positiv korreliert,
- Lautes Denken ist zur Typbestimmung essentiell,
- Stille kann als Indiz für SZA gedeutet werden – eine Absicherung des Kodierens dieser Phase ist ggf. durch „stimulated recall“ möglich.

Die Anschlussforschung wendet das Konzept derzeit an auf Bearbeitungen der TIMSS-Aufgabe K10 mit Lautem Denken und „stimulated recall“.

## Literatur

Siehe Langfassung auf [www.idmp.uni-hannover.de/gawlick.html](http://www.idmp.uni-hannover.de/gawlick.html).

---

<sup>1</sup> Der Titel verweist auf die geläufige Gegenüberstellung von Routine- und Problemaufgaben: „Die Grenzlinie zwischen beiden Arten von Aufgaben mag nicht besonders scharf sein; aber die Extremfälle sind klar erkennbar.“ (Polya 1980, S. 5)