

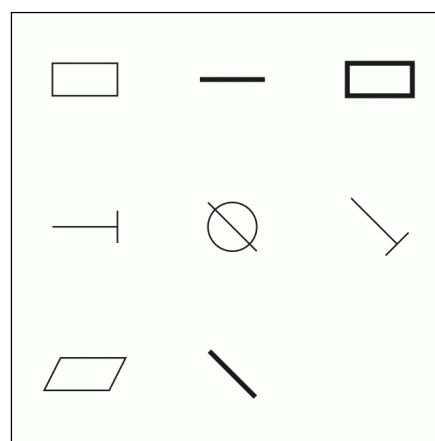
Silke BRINKSCHMIDT, Osnabrück

## Metakognitives Verhalten von Schülergruppen unterschiedlichen Leistungsvermögens

Bei der Frage, wie man die Effektivität von Denken und Lernen steigern kann, gewinnt Metakognition mehr und mehr an Bedeutung. Der Begriff Metakognition wird gewöhnlich als das Wissen und Denken über kognitive Sachverhalte umschrieben (z.B. Flavell). Die hohe Bedeutung des Denkens über das Denken erklärt sich daraus, dass metakognitive Komponenten wie das Planen, Kontrollieren und Prüfen von Denkprozessen als „grundlegende Merkmale effizienten Denkens“ (Brown) gelten. Sjuts legt dar, dass metakognitive Kompetenzen, insbesondere Selbstüberwachung, für die erfolgreiche Bearbeitung von Mathematikaufgaben unumgänglich sind.

Die Tatsache, dass zwei der bei Sjuts untersuchten Schülerpopulationen auch Versuchspersonen in einer Untersuchung waren, bei der Musterergänzungsaufgaben gelöst wurden, während Blickbewegungen aufgezeichnet wurden, und anschließend die Lösungen kommentiert wurden, gibt Anlass, die beobachteten Leistungsunterschiede mit beobachtetem metakognitivem Verhalten in Beziehung zu setzen<sup>1</sup>.

Berichtet wird über diese Untersuchung mit Gymnasiasten von überdurchschnittlichem (Gruppe 1: 25 ausgewählte Gymnasiasten aus den Jahrgangsstufen 10 und 11, 16 davon bilden die Versuchsgruppe II bei Sjuts) und weit überdurchschnittlichem Leistungsvermögen (Gruppe 2: 32 Teilnehmer zweier Sommerakademien, der eine Jahrgang bildet die Versuchsgruppe III bei Sjuts). Bei den eingesetzten Musterergänzungsaufgaben (vgl. Schwank) traten Leistungsunterschiede besonders deutlich bei Operatoraufgaben auf (vgl. die abgebildete Aufgabe A03). Aufgabe ist es, eine Lösungsfigur für die freie Stelle unten rechts zu finden, die sich sowohl in Zeilen als auch in Spalten logisch gut einfügt. Das Besondere an dieser Aufgabe ist, dass nicht alle Figuren den gleichen Status haben. Die zweite Figur einer Zeile und Spalte zeigt an, welche Veränderung an der ersten Figur vorzunehmen ist, damit die dritte entsteht. Diese sogenannten Operatoren sind also Figuren, die nicht für sich selbst stehen, sondern für etwas anderes. Der dicke Strich in der Mitte



<sup>1</sup> Diese Analyse wurde durchgeführt im Rahmen des DFG-Projektes „Analyse von Unterrichtssituationen zur Einübung von Reflexion und Metakognition im gymnasialen Mathematikunterricht der S I“ Co96/5-1.

der ersten Zeile beispielsweise zeigt an, dass das dünn gezeichnete Rechteck dahingehend verändert werden soll, dass es dick gezeichnet wird.

Besonders interessant im Hinblick auf den Einsatz von Metakognition ist die Analyse der Argumentationen von Versuchspersonen, die diesen funktionalen Zusammenhang zwischen den Figuren *nicht* sehen. Denn dann wird es äußerst schwierig, schlüssige Regeln zur Konstruktion der Lösungsfigur zu generieren. Es stellt sich die Frage, ob Versuchspersonen, die keine Vorstellung eines funktionalen Zusammenhangs entwickeln (also in der Terminologie von Schwank nicht funktional denken), überhaupt eine Chance haben, die Aufgabe richtig zu lösen. Eine prädikative Herangehensweise (Schwank) an die Aufgabe kann zu beliebig komplexen Argumentationen führen. Gerade dann ist ein hohes Maß an Genauigkeit, an Kontrolle geboten, um Fehler zu verhindern. Drei kurze Ausschnitte aus Erklärungen von Versuchspersonen sollen dieses Phänomen verdeutlichen:

Cornelia: „...Wenn ich mir jetzt nur die Vierecke ansehe, dann ähm, dann entspricht der, der obere Strich, ähm, es kommt genau in der Lage auch in dem Rechteck danach drin vor und auch genau in der Dicke (*VP deutet auf die zweite und dritte Figur der ersten Zeile*), deswegen, ähm, wäre es logisch, wenn es unten in der Zeile auch so wäre, dass der in der gleichen Lage und in der gleichen Dicke drin vorkommt...“

Nils: „...Und hier hab ich 'n Strich, wieder was anderes, und dieser hier ist gedreht (*VP deutet entlang der zweiten Spalte*). Und ich würde dieses Parallelogramm fast mit 'nem gedrehten Rechteck (*VP deutet entlang der ersten Spalte*) in Verbindung bringen, aber irgendwie nicht so wirklich...“

Timo: „Deswegen, weil, naja, hier sind halt jeweils, wenn man es senkrecht und waagrecht betrachtet, immer zwei gleiche Elemente in einem... bzw. mehr oder weniger gleiche in einer Reihe eben.“

Cornelia setzt die beiden letzten Figuren der ersten Zeile in Relation zueinander. Sie formuliert eine Regel, wie diese beiden Figuren in den Dimensionen Strichdicke und Ausrichtung zusammenhängen („der obere Strich... kommt genau in der Lage auch in dem Rechteck danach drin vor und auch genau in der Dicke...“). Es fällt auf, dass die Generierung der Regeln bei Cornelia mit einer exakten Begriffsbildung einhergeht („genau in der Lage“, „genau in der Dicke“). Die Begriffsbildung erfolgt des Weiteren abstrakt. Cornelia sagt nicht etwa: „Die zweite und dritte Figur liegen beide gerade.“ Diese konkret formulierte Regel wäre in der dritten Zeile zur Konstruktion der Lösungsfigur nicht hilfreich, da hier die zweite Figur eben nicht gerade liegt. Die Formulierung „genau die gleiche Lage“ hingegen, ist bei der Konstruktion der Lösungsfigur anwendbar.

Es ist seit langem bekannt, dass sich erfolgreiche von erfolglosen Problemlösern durch eine klare Begriffsbildung auf hohem Abstraktionsniveau unterscheiden (z.B. Glaser).

Die Begriffsbildung bei der Generierung von Regeln ist bei Nils weniger exakt. Nils versucht, eine einheitliche Regel für die Relation zwischen der jeweils ersten und dritten Figur in Spalten herzuleiten. Dabei ist die Verwendung des Begriffes „gedreht“ nicht stimmig. In Bezug auf die zweite Spalte meint er tatsächlich, dass die dritte Figur im Vergleich zur ersten gedreht ist. In der ersten Spalte ist das Rechteck aber nicht gedreht, sondern zu einem Parallelogramm geschert worden. Gedreht worden sind höchstens die Seitenwände. Eine solche unscharfe Begriffsbildung (vgl. Glaser) führt zu Fehlern, weil man nicht über ein Problem nachdenkt, sondern über seine Vorstellung davon. Wenn die Vorstellung von einem Problem in unscharfe Begriffe verpackt wird, wird auch zwangsläufig das Nachdenken über diese Vorstellung unscharf.

Timos Begriffsbildung ist noch weniger genau. Zwar ändert er seine ursprüngliche Formulierung, in jeder Reihe gebe es „zwei gleiche Elemente“ in „zwei mehr oder weniger gleiche Elemente“, aber auch diese Formulierung lässt keine Regelinduktion zu. Dazu müsste Timo präzisieren, was „mehr gleich“ und was „weniger gleich ist“. In den Erklärungen von Cornelia und Nils gibt es Stellen, wo sie ihre Überlegungen auf Unzulänglichkeiten prüfen. Timo hingegen zeigt keinerlei Zweifel. Man kann daher vermuten, dass es schon gravierende Unterschiede in der Wahrnehmung der Informationen dieser Aufgabe gibt.

Ein Hinweis dafür, dass sich Timo die Aufgabe weniger genau angesehen hat, ist die Bearbeitungszeit, über deren Dauer die Versuchspersonen selbst entschieden haben. Christina beschäftigt sich fast zehn Minuten mit der Aufgabe, Nils immerhin viereinhalb Minuten. Timo hingegen ist erstaunlich schnell fertig: In nur 35 Sekunden. Dieses Phänomen kann man auch im Vergleich der Gruppen feststellen: Die Bearbeitungszeit der Gruppe 2 ist bei dieser Aufgabe im Schnitt 80 Sekunden höher als bei der Gruppe 1. Die leistungsstärkere Gruppe nahm sich also länger Zeit.

Bei allen Versuchspersonen wurden während der Bearbeitung der Aufgaben Blickbewegungen gemessen. Die Blickbewegungen der Versuchspersonen verraten unter anderem etwas darüber, welche Informationen sie mit besonders viel und welche mit besonders wenig Aufmerksamkeit bedacht haben. Zahlreiche Untersuchungen (z.B. Just & Carpenter) stützen die Vermutung, dass man im Allgemeinen von einer Übereinstimmung des Fixationsortes und dem Fokus der visuellen Aufmerksamkeit ausgehen kann. Insofern lassen die Blickbewegungen einer Versuchsperson Rückschlüsse darauf zu, wofür sie sich interessiert hat. Außerdem ist bekannt, dass sich erfolgreiche Problemlöser von weniger erfolgreichen dadurch unterscheiden, dass ihre Blickmuster ökonomischer sind; sie beschäftigen sich mehr mit den für die Aufgabe relevanten Informationen (Funke & Spring).

Da es Aufgabenstellung ist, alle Figuren einer Zeile und Spalte in einen logischen Zusammenhang zu bringen, erscheint es besonders sinnvoll, sich alle drei Figuren einer Zeile nacheinander anzusehen (Blickbewegungen analysiert in Cohors-Fresenborg, Brinkschmidt & Armbrust). Wenn man also herausfinden will, ob sich eine Versuchsperson für relevante Informationen interessiert hat, zählt man, wie oft sie Zeilen und Spalten angesehen hat. Bei A03 und zwei anderen Operatoraufgaben findet man bei den Versuchspersonen der Gruppe 2 stets mehr Blickbewegungen in Zeilen und Spalten als bei den Versuchspersonen der Gruppe 1.

Ein anderer Blickbewegungsparameter kann Auskunft über die Tiefe der Verarbeitung von Informationen geben. Je größer die Fixationsdauer ist, desto größer ist die Verarbeitungstiefe. Besonders lang sind Fixationen bei metakognitiver Verarbeitung (Velichkovsky). Bei allen Aufgaben ist die mittlere Fixationsdauer der Gruppe 2 höher als bei der Gruppe 1. Besonders groß ist der Unterschied bei A03. Die visuelle Wahrnehmung der Versuchspersonen der Gruppe 2 ist also nicht nur effizienter, weil sie weniger irrelevante und mehr relevante Informationen aufnehmen, sondern auch, weil sie die aufgenommenen Informationen tiefer verarbeiten.

Zusammenfassend konnte gezeigt werden, dass es bei einer Versuchspopulation in zwei ganz unterschiedlichen Untersuchungen einen positiven Zusammenhang zwischen metakognitivem Verhalten und Leistung gibt.

## Literatur

- Brown, A. (1978): Knowing when, where, and how to remember: a problem of metacognition. In R. Glaser (Ed.): *Advances in instructional psychology*. Hillsdale, N.J.
- Cohors-Fresenborg, E., Brinkschmidt, S. & Armbrust, S. (2003): Augenbewegungen als Spuren prädikativen oder funktionalen Denkens. *ZDM* Vol.35(3), 86-93.
- Flavell, J.H. (1984): Annahmen zum Begriff Metakognition sowie zur Entwicklung von Metakognition. In F.E. Weinert & R.H. Kluwe (Hrsg.): *Metakognition, Motivation und Lernen*. Stuttgart.
- Funke, J. & Spering, M. (in Vorb.): Methoden der Denk- und Problemlöseforschung. In J. Funke (Ed.): *Enzyklopädie der Psychologie, Themenbereich C: Theorie und Forschung, Serie II: Kognition, Band 8: Denken und Problemlösen*. Göttingen.
- Glaser, R. (1984): Lernfähigkeit und kognitive Prozesse. In F.E. Weinert & R.H. Kluwe (Hrsg.): *Metakognition, Motivation und Lernen*. Stuttgart.
- Just, M.A. & Carpenter, P. A. (1976): Eye Fixations and Cognitive Processes. In *Cognitive Psychology* 8, 440.
- Schwank, I. (2004): e-Learning: Individualität als Herausforderung - kognitionsdidaktische Notizen. In M. Franzen (Hrsg.): *Die Zukunft von eLearning. Neue Erkenntnisse aus Gehirnforschung, Pädagogik und Wirtschaft*. Zürich. EMPA-Akademie, 47-65.
- Sjuts, J. (2003): Metakognition per didaktisch sozialem Vertrag. *JMD* 24 H.1, 18-40.
- Velichkovsky, B. M., Sprenger, A. & Unema, P. J. A. (1997): Towards gaze-mediated interaction: Collecting solutions of the „Midas touch problem“. In S. Howard, J. Hammond & G. Lindgaard (Ed.): *Human-Computer Interaction: INTERACT '97*, Chapman & Hall.