

## Kategoriensystem für metakognitive Aktivitäten bei schrittweise kontrolliertem Argumentieren im Algebra-Unterricht

Als eine Maßnahme zur Verbesserung der Unterrichtsqualität wird auf Grund empirischer Befunde gefordert, Schüler verstärkt zu metakognitivem Verhalten anzuregen. In einem Projekt<sup>1</sup> wurde am Institut für Kognitive Mathematik (Universität Osnabrück) ein Kategoriensystem zur Klassifizierung von metakognitiven Tätigkeiten entwickelt. Dies ist geeignet, drei unterschiedliche Aspekte metakognitiver Aktivität **Planung**, **Reflexion** und **Monitoring** zu spezifizieren und Wechselwirkungen zwischen metakognitivem und diskursivem Verhalten zu klären. Zusätzlich zeigt es, dass es keine metakognitiven Aktivitäten gibt, die allein den Lehrern oder den Schülern vorbehalten sind. Die Arbeit mit diesem Kategoriensystem hilft, metakognitive Prozesse bewusster wahrzunehmen, Unterrichtsstunden hinsichtlich des Vorkommens zu vergleichen und es liefert dem Unterrichtenden eine Interventionsmöglichkeit zur Verbesserung der Unterrichtsqualität.

### Anwendung des Kategoriensystems auf eine Unterrichtsszene

Am Ausschnitt einer Algebra-Unterrichtsstunde, in der das schrittweise, regelbasierte Umformen von Termen und das schrittweise kontrollierte Argumentieren Themen sind, soll beispielhaft die Anwendung dieses Kategoriensystems gezeigt werden. Es handelt sich um denselben Unterrichtsausschnitt, der schon in Kaune (2006) ansatzweise analysiert worden ist. Nun soll die dort skizzierte Vorgehensweise spezifiziert werden. Die Szene, in der sich eine 8. Klasse eines Gymnasiums mit der Lösung der Gleichung  $0,\bar{6} \cdot (x-5) - \frac{2}{3} \cdot (11-2x) = 1+x$  beschäftigt, ist in drei Teile geschnitten, um die Interpretation leichter nachvollziehbar zu machen.

- 2 Rainer: Ja, also, ich würd' erstmal die Null Komma Periode Sechs in zwei Drittel *b* PS3a  
umwandeln, weil, dann hat man das ein bisschen einheitlicher.
- Michaela schreibt  $\frac{2}{3}$  unter die  $0,\bar{6}$  und dreht sich dann zu Rainer um.
- Michaela: **Ist noch nicht fertig, oder?** MS1a /  
DS1a
- 8 Rainer: Und dann ja natürlich den Rest wieder hinschreiben. **Und ja gut, man könnte natürlich sofort das Distributivgesetz auch noch anwenden,** PS3a /  
PS2c  
ähm, davor schreiben, dann müsste man zwei ähm Drittel mal x ähm *b*  
minus zwei Drittel mal Fünf äh minus zwei Drittel mal Elf minus zwei  
Drittel mal zwei x gleich Eins plus x.

<sup>1</sup> Das Projekt „Analyse von Unterrichtssituationen zur Einübung von Reflexion und Metakognition im gymnasialen Mathematikunterricht der Sekundarstufe I“ wurde von der Deutschen Forschungsgemeinschaft gefördert unter dem Aktenzeichen Co 96/5-1.

Michaela schreibt wie Rainer diktiert:

$$0,6 \cdot (x-5) - \frac{2}{3} \cdot (11-2x) = 1+x$$

$$\Leftrightarrow \frac{2}{3} \cdot x - \frac{2}{3} \cdot 5 - \frac{2}{3} \cdot 11 + \frac{2}{3} \cdot 2x = 1+x$$

Der Rechnung ist durch Planungsaktivitäten des Schülers Rainer geprägt. Dies wird in einer Spalte rechts neben dem Transkript entsprechend kodiert. Das vorangestellte *b* in Zeile 1 zeigt an, dass die Tätigkeit begründet wird. Kategorie P3 weist auf die Planung eines Zwischenergebnisses hin, die Unterkategorie P3a darauf, dass es sich um eine einschrittige Planungsaktivität handelt. Von gleicher Art ist die Äußerung in Zeile 6. In den Zeilen 7f. wird durch die Kategorie P2 angezeigt, dass eine Werkzeuganwendung geplant, durch die Unterkategorie P2c angezeigt, dass es sich um das Nennen einer Alternative handelt. Fettdruck dient der Abgrenzung der beiden unterschiedlichen metakognitiven Aktivitäten. Das sich anschließende Ausführen der Planungsschritte rechnen wir nicht der Metaebene zu. Deshalb bleiben die Teile in den Zeilen 7-9 ungefärbt.

Michaelas Äußerung in Zeile 4 zeigt, dass sie beim Schreiben das Diktierte kontrolliert. Kontrolle einer Rechnung ist eine Monitoringtätigkeit, erfasst durch die Unterkategorie M1a. Sie dreht sich während ihrer Äußerung um, wendet sich Rainer zu. Diese Handlung ist der Beginn eines begrenzten Diskurses mit ihm. Sie wartet auf Zustimmung (D1a), in der Art, dass er weiter diktiert. An der Doppelkodierung wird kenntlich, dass es sich um eine metakognitive, aber auch um eine diskursive Äußerung handelt.

	Michaela:	Moni!	
	Moni:	Ich glaube, dass da eben schon, also in der zweiten Reihe kommt das nicht ganz hin und zwar beim zweiten Mal zwei Drittel, da steht ja also zum zweiten Mal das Vorzeichen, das vor der Zahl steht und vor den zwei Dritteln da steht ja ein Minus, also nach der ersten Klammer, also minus zwei Drittel, und wenn man das dann...	DS2a <i>b</i> MS2a
18		<b>Michaela ändert während Moni spricht, das Minus vor dem Term „zwei Drittel mal zwei x“ bereits in ein Plus um.</b>	MS1a
20		... mit dem Distributivgesetz anwendet und dann müsste man das, müsste das heißen: also minus zwei Drittel mal Elf und dann, und dann ähm hat, hat Rainer diktiert „plus“ aber dann müsste vor der zwei Drittel wieder ein Minus stehen.	DS2a <i>b</i> MS2a
22	Michaela:	Ja, ich hab das jetzt gerade da hingesetzt.	
24	Moni:	Ja, aber Moment mal kurz. Ach so, das hat Michaela ja da schon hingesetzt. Ja, dann passt das jetzt.	DS3 DS2d/ RS6a

Das Aufrufen einer Mitschülerin in Zeile 12 werten wir als Unterrichtsorganisation. Dies ist keine metakognitive Tätigkeit; der Text bleibt wieder ungefärbt. Ebenso handhaben wir Michaelas Information in Zeile 23.

Der zweite Unterrichtsausschnitt ist gekennzeichnet durch Monitoringaktivitäten: das begründete Nennen von Fehlern (M2a) in den Zeilen 13-17 und 20-22 und wieder die Kontrolle einer Rechnung (M1a) in Zeile 18f.

Zwei präzise Rückbezüge in den Äußerungen von Moni dienen der präzisen **Verankerung ihres Beitrags (D2a)** und gehören zu einer diskursiven Gesprächskultur. In Zeile 13 beschreibt sie die Referenzzeile im Anschrieb an der Tafel, auf die sie sich bezieht, in den Zeilen 21f. die Person, auf deren Äußerung sie sich bezieht: sie erinnert an das von Rainer Diktierte.

Monis Äußerung in Zeile 24 „Ja, aber Moment mal kurz.“ werten wir als ein Gespräch mit sich selbst, um sich eine Pause zum Nachdenken zu verschaffen. Klassifiziert wird es als **Diskursivität mit sich selbst (D3)**. In der sich anschließenden Äußerung fällt auf, dass sie das von Michaela Gesagte wiederholt. Bei der **Wiederholung des Gesagten als Ausgangspunkt der weiteren Argumentation (DS2d)** handelt es sich um eine weitere Unterkategorie von **DS2: Verankerung eines Diskursbeitrags**. Die Wiederholung nimmt Moni als Ausgangspunkt für ihre abschließende Einschätzung der Rechnung: „Ja, dann passt das jetzt.“ Es handelt sich dabei um eine **Bewertung des Vorgehens (R6a)**. Dies ist eine Unterkategorie von **Reflexion**.

Rainer: Ja, hab ich jetzt irgendwas falsch gemacht? *f* DS1d

Lehrerin: Rainer fragt gerade, hat er etwas falsch gemacht? DL2d  
Können wir das denn mal rechts 'raussuchen und an der Tafel nochmal nachrechnen? *f* ML1b

30 Rainer: Das habe ich noch nicht ganz verstanden, das Ganze. MS5b

Rainers Äußerung wie auch die beiden der Lehrerin haben die syntaktische Struktur einer Frage. Rainer erwartet aber keine Antwort in Form einer Zustimmung, sondern er **fordert die Einleitung eines Diskurses zur Vermeidung seines Missverständnisses (D1d)**. Eine Aufforderung zu einer metakognitiven Tätigkeit wird durch ein vorangestelltes *f* kodiert. Dies wird von seiner Lehrerin auch so eingeschätzt. Sie **wiederholt das Gesagte als Grundlage der weiteren Argumentation (D2d)**. Dass es sich um eine Lehreraktivität handelt, wird an dem L und an der Unterstreichung des Textes und der Kategorie ersichtlich. In Zeile 28f. *f* fordert die Lehrerin die Klasse zu einer erneuten **schrittweisen Prüfung der Rechnung (M1b)** auf. Bisher noch nicht aufgetreten in der Unterrichtsszene ist die Form des Monitorings, die Rainer in Zeile 30 betreibt: Er nimmt eine **Positionsbestimmung (M5)** vor, genauer gefasst: er **beschreibt sein Verständnisdefizit (M5b)**.

## Graphische Auswertung

Eine Art der Auswertung, zusätzlich zum Zählen der Anteile metakognitiver Aktivitäten durchgeführt, ist die Darstellung eines grafischen Profils. Rechts der Achse werden metakognitive Schüler-, links Lehreraktivitäten abgebildet. Schüler- oder Lehrerbeiträge, die keine metakognitiven Anteile aufweisen, sind durch Angabe des Namens, bei gleichzeitigem Fehlen einer Kategorie zu erkennen.

Rainer			<p>In der nebenstehenden, den drei Einzelszenen zugehörigen Darstellung fällt sofort ins Auge, dass in den fünfeinhalb analysierten Minuten die Lehrerin metakognitiv kaum (hörbar) aktiv war: einmal mit einer diskursiven Aktion, das zweite Mal mit der Aufforderung der Schüler zu einer Monitoringtätigkeit. Deutlich wird der hohe Anteil an Planungs- und Monitoringaktivitäten der Schüler. Reflexion fand in diesem Ausschnitt nur einmal statt. Dies ist auch durch die zeitliche Lage im Lösungsprozess begründet: Im späteren Verlauf steigen die Reflexionsanteile, wie die Analyse der gesamten Unterrichtsstunde in Cohors-Fresenborg &amp; Kaune (2005) zeigt.</p> <p>Gut sichtbar ist, dass die Aufforderung der Lehrerin zum Monitoring am Ende der Szene bereits in der folgenden Schüleräußerung umgesetzt wird.</p> <p>Bemerkenswert ist die hohe Anzahl begründeter Äußerungen sowie der diskursiven Schüleraktivitäten. Hier spiegelt sich eine hohe diskursive Unterrichtskultur in dieser Lerngruppe wieder.</p>
Michaela	<i>b</i> PS3a		
	MS1a /		
	DS1a		
Rainer	PS3a		
	PS2c		
Michaela			
Moni	<i>b</i> MS2a		
	DS2a		
	<i>b</i> MS2a		
	MS1a		
	<i>b</i> MS2a		
	DS2a		
Michaela			
Moni	DS3		
	DS2d		
	RS6a		
Rainer	DS1d		
Lehrerin	DL2d		
	<i>f</i> ML1b		
Rainer	MS5b		

Entwickelt und erprobt wurde das Kategoriensystem an Algebrastunden der Sekundarstufe I (weitere Beispiele finden sich in Cohors-Fresenborg & Kaune (2007)), bewährt hat es sich jedoch auch bei der Analyse von Stunden der Sekundarstufe II und der Grundschule (Winkel 2006).

## Literatur

- [1] Cohors-Fresenborg, E. & Kaune, C.: Kategoriensystem für metakognitive Aktivitäten bei schrittweise kontrolliertem Argumentieren im Mathematikunterricht. Arbeitsbericht Nr. 44. Osnabrück: Forschungsinstitut für Mathematikdidaktik, 2005.
- [2] Kaune, C.: Reflection and Metacognition in Mathematics Education - Tools for the Improvement of Teaching Quality. In Zentralblatt für Didaktik der Mathematik, Heft 38 (4), 2006, 350-360.
- [3] Cohors-Fresenborg, E. & Kaune, C.: Modelling Classroom Discussions and Categorising Discursive and Metacognitive Activities. In Proceedings of CERME 5, 2007.
- [4] Winkel, K.: Metakognition im Unterrichtsdiskurs der Grundschule. In: Beiträge zum Mathematikunterricht 2006, 545-548. Hildesheim.