

Sebastian MUNGENAST, Würzburg

## **Zur Bedeutung von Metakognition beim Lehren und Lernen von Mathematik – Entwicklung eines Kategoriensystems**

### **1. Mathematik und Metakognition**

Im Rahmen des laufenden Promotionsprojektes soll ein Modell entwickelt werden, das Wissen und Fähigkeiten sowie daraus folgende Aktivitäten aus dem Bereich der Metakognition im Hinblick auf Lehren und Lernen von Mathematik beschreibt und klassifiziert.

Auf mathematischer Seite steht dabei das Gebiet der Analysis im Mittelpunkt, da es hier um zentrale mathematische Ideen geht, die insbesondere grundlegend für ein universitäres Mathematikstudium sind, und da es für den Bereich der Sekundarstufe II bisher noch relativ wenige Überlegungen zur Metakognition gibt.

Des Weiteren ist eine vielfach diskutierte Frage in der Mathematik-Didaktik etwa die nach Umfang und Strenge der Behandlung des Grenzwertbegriffs und in Folge dessen auch des Ableitungsbegriffs (vgl. etwa Weigand 1993, Danckwerts u. Vogel 2006). Dies betrifft beispielsweise die Integration verschiedener Sichtweisen des Begriffs (so z.B. als Grenzwert des Differenzenquotienten, geometrisch als Steigung der Tangenten oder als momentane Änderungsrate und physikalisch als Geschwindigkeit) und deren Zusammenhänge, sowie allgemein die Frage, welche Bedeutung für den Lernenden stärker intuitive Zugänge im Vergleich zu formalen Konzepten haben, bzw., wie beide Herangehensweisen sich verbinden lassen. Es ergibt sich insbesondere die Frage, wie Schülerinnen und Schüler sich dieser unterschiedlichen Aspekte bewusst sein können (vgl. etwa Weigand 1993).

Grenzwert- und Ableitungsbegriff werfen also Fragen auf und erfordern Kenntnisse, die sich dem Bereich der Metakognition (vgl. etwa Flavell, Miller u. Miller 2002) zuordnen lassen, da Schülerinnen und Schüler hier gefordert sind, ihr eigenes Wissen zu überdenken und verschiedene Informationen und die damit verbundenen Perspektiven gedanklich miteinander zu verbinden.

Unabhängig von konkreten mathematischen Begriffen sollten Schülerinnen und Schüler im Umgang mit Mathematik darüber hinaus ein Bewusstsein für den eigenen Lernfortschritt und eigene Stärken und Schwächen entwickeln, sowie die Fähigkeit, entsprechend zu handeln und sich fehlende Informationen und Methoden eigenständig zu erarbeiten – Wissen und Fähigkeiten, die sich ebenfalls unter Metakognition einordnen lassen.

Unter „Metakognition“ werden im Allgemeinen Wissen über eigene kognitive Vorgänge (*deklarativ*) sowie die Fähigkeit, diese zu überwachen und zu regulieren (*prozedural*), verstanden. Eine mögliche Unterscheidung in der Psychologie ist hierbei die zwischen deklarativem Metawissen und prozeduraler Metakognition (vgl. etwa Veenman 2012).

Unter deklarativem Metawissen sind hierbei vor allem Personenwissen (*person knowledge*), Aufgabenwissen (*task knowledge*) und Strategiewissen (*strategy knowledge*) zu verstehen (vgl. Schneider 2010). Dies bedeutet hier also Wissen über eigene, personenspezifische (kognitive) Merkmale in Bezug auf Mathematik, Wissen über aufgabenspezifische Informationen bei der Analyse mathematischer Sachverhalte und Aufgabenstellungen, sowie Wissen über mögliche Strategien bei der Bearbeitung und Lösung solcher Aufgaben und über deren Auswahl und Beurteilung.

Prozedurale Metakognition meint Prozesse wie Planung und Überwachung kognitiver Vorgänge, sowie deren (anschließende) Reflexion. Bezogen auf die Mathematik sind dies also bspw. planerische Überlegungen zu Beginn einer Aufgabe, der Abgleich des laufenden Denk- und Arbeitsprozesses mit gesetzten Zielen und mathematischem Vorwissen, sowie die anschließende Reflexion der eigenen Vorgehensweise und das Ziehen von Konsequenzen für den zukünftigen Umgang mit (ähnlichen) Problemstellungen.

## **2. Fragebogenstudie und Interviews**

Zur Untersuchung von Metakognition bei Schülern der gymnasialen Oberstufe wurde im Lauf des Projekts ein Fragebogen ausgearbeitet, der Fragen zu verschiedenen Bereichen von Metakognition im Hinblick auf Mathematik beinhaltet. Abgefragt werden dabei bspw. die Fähigkeit, das eigene Verhältnis zur Mathematik und zum Mathematikunterricht zu beurteilen, die Einschätzung eigener Vorlieben und Stärken im Bereich der Mathematik, sowie die Beurteilung des Anspruchslevels in Schule und Hochschule. Des Weiteren beinhaltet der Fragebogen Fragen zu Vorgehensweisen beim Lösen von Klausuraufgaben, zum Umgang mit Problemsituationen im Mathematikunterricht und zur Überwachung des eigenen Arbeitens.

Dieser Fragebogen wurde im Dezember 2015 unter Mathematikstudierenden im ersten Semester ausgeteilt (fachmathematische sowie Lehramtsstudiengänge) und von 57 Teilnehmern vollständig bearbeitet. Aufgabe dabei war es, bei sämtlichen Fragen Auskunft über eigene Erfahrungen aus der vorangegangenen Schulzeit zu geben.

Die dabei gewonnenen Daten sollen verwendet werden, um bestehende Unterteilungen bzw. Klassifikationen von Metakognition im Bereich der Ma-

Unter „Metakognition“ werden im Allgemeinen Wissen über eigene kognitive Vorgänge (*deklarativ*) sowie die Fähigkeit, diese zu überwachen und zu regulieren (*prozedural*), verstanden. Eine mögliche Unterscheidung in der Psychologie ist hierbei die zwischen deklarativem Metawissen und prozeduraler Metakognition (vgl. etwa Veenman 2012).

Unter deklarativem Metawissen sind hierbei vor allem Personenwissen (*person knowledge*), Aufgabenwissen (*task knowledge*) und Strategiewissen (*strategy knowledge*) zu verstehen (vgl. Schneider 2010). Dies bedeutet hier also Wissen über eigene, personenspezifische (kognitive) Merkmale in Bezug auf Mathematik, Wissen über aufgabenspezifische Informationen bei der Analyse mathematischer Sachverhalte und Aufgabenstellungen, sowie Wissen über mögliche Strategien bei der Bearbeitung und Lösung solcher Aufgaben und über deren Auswahl und Beurteilung.

Prozedurale Metakognition meint Prozesse wie Planung und Überwachung kognitiver Vorgänge, sowie deren (anschließende) Reflexion. Bezogen auf die Mathematik sind dies also bspw. planerische Überlegungen zu Beginn einer Aufgabe, der Abgleich des laufenden Denk- und Arbeitsprozesses mit gesetzten Zielen und mathematischem Vorwissen, sowie die anschließende Reflexion der eigenen Vorgehensweise und das Ziehen von Konsequenzen für den zukünftigen Umgang mit (ähnlichen) Problemstellungen.

## **2. Fragebogenstudie und Interviews**

Zur Untersuchung von Metakognition bei Schülern der gymnasialen Oberstufe wurde im Lauf des Projekts ein Fragebogen ausgearbeitet, der Fragen zu verschiedenen Bereichen von Metakognition im Hinblick auf Mathematik beinhaltet. Abgefragt werden dabei bspw. die Fähigkeit, das eigene Verhältnis zur Mathematik und zum Mathematikunterricht zu beurteilen, die Einschätzung eigener Vorlieben und Stärken im Bereich der Mathematik, sowie die Beurteilung des Anspruchslevels in Schule und Hochschule. Des Weiteren beinhaltet der Fragebogen Fragen zu Vorgehensweisen beim Lösen von Klausuraufgaben, zum Umgang mit Problemsituationen im Mathematikunterricht und zur Überwachung des eigenen Arbeitens.

Dieser Fragebogen wurde im Dezember 2015 unter Mathematikstudierenden im ersten Semester ausgeteilt (fachmathematische sowie Lehramtsstudiengänge) und von 57 Teilnehmern vollständig bearbeitet. Aufgabe dabei war es, bei sämtlichen Fragen Auskunft über eigene Erfahrungen aus der vorangegangenen Schulzeit zu geben.

Die dabei gewonnenen Daten sollen verwendet werden, um bestehende Unterteilungen bzw. Klassifikationen von Metakognition im Bereich der Ma-

thematik nachzuweisen und ggf. neue hinzuzufügen, bzw. vorhandene zu präzisieren.

Diese Auswertung soll theoriegeleitet mit Methoden aus dem Bereich der „Grounded Theory“ nach Glaser und Strauss (vgl. etwa Strauss u. Corbin 1996) und der „Qualitativen Inhaltsanalyse“ nach Mayring (vgl. etwa Mayring 2010) vorgenommen werden, da hier sowohl mit bereits bestehenden Kategorien gearbeitet wird, als auch – ggf. – auf Grund der erhobenen Daten Kategorien neu entwickelt werden sollen.

Andererseits ist es angedacht, diesen Fragebogen als Pilotstudie für qualitative Interviews zu nutzen, die mit ausgewählten Teilnehmern (ebenfalls im 1. Semester) geführt werden sollen, da im direkten Gespräch mit diesen und durch die Aufforderung zu „lautem Denken“ Informationen in einer Ausführlichkeit gesammelt (und durch Rückfrage konkretisiert) werden können, die so mittels Fragebogen kaum realisierbar ist.

Zu diesem Zweck sind im Fragebogen – zusätzlich zu den bereits erwähnten Fragen/Items – fachliche Aufgaben enthalten, die zu bearbeiten und anhand weiterer Fragen zu kommentieren sind. Die Teilnehmer sollen durch diese Aufgaben zum Nachdenken und zum Verbalisieren ihrer Gedanken über Mathematik angeregt werden. Aus den hierbei gewonnenen Antworten sollen Erkenntnisse gezogen werden, die bei der Entwicklung entsprechender Interview-Fragen und -aufgaben hilfreich sein können.

### **3. Ziele**

Ziel des Projektes ist also die Präzisierung des Begriffs der Metakognition in der Mathematik und seiner Bedeutung für das Lernen von Mathematik. Hierzu sollen Daten aus Fragebogenstudie und qualitativen Interviews genutzt werden, um ein Kategoriensystem zu entwickeln, bzw. bestehende Kategorien nachzuweisen und zu konkretisieren.

### **Literatur**

- Cohors-Fresenborg, E. (2001). Mechanismen des Wirksamwerdens von Metakognition im Mathematikunterricht. In *Beiträge zum Mathematikunterricht, 2001*, 145-148. Hildesheim: Franzbecker
- Cohors-Fresenborg, E., Kaune, C. (2007). Kategorisierung von Diskursen im Mathematikunterricht bezüglich metakognitiver und diskursiver Anteile. In Peter-Koop, A., Bikner-Ahsbals, A. (Hrsg.): *Mathematische Bildung – Mathematische Leistung*, (S.233 – 248). Hildesheim: Franzbecker.
- Dankwerts, R., Vogel, D. (2006), *Analysis verständlich unterrichten*, München
- Friedrich, H. (2001). Eine Kategorie zur Beschreibung möglicher Ursachen für Probleme mit dem Grenzwertbegriff. In: *Journal für Mathematik-Didaktik* 22, 207-230

- Flavell, J.H. (1976). Metacognitive Aspects of problem solving. In Resnick, L.B. (Hrsg.). *The nature of intelligence* (S. 231-235). Hillsdale: Erlbaum
- Grotzer, T., Mittlefehldt, S. (2012). The Role of Metacognition in Students' Understanding and Transfer of Explanatory Structures in Science. In Zohar, A., Dori, Y.J. (Hrsg.). *Metacognition in Science education: Trends in Current Research*, 79-99, Contemporary Trends and Issues in Science Education 40. Dordrecht Heidelberg London New York: Springer
- Mayring, Ph. (2010). Qualitative Inhaltsanalyse. Grundlagen und Techniken. Weinheim und Basel: Beltz
- Schneider, W., Ardelt, C. (2010). Metacognition and mathematics education. In *Zentralblatt für Didaktik der Mathematik* 42, 149–161
- Schoenfeld, A. H. (1991). What's all the fuss about problem solving, In *Zentralblatt für Didaktik der Mathematik* 23, 4-8
- Strauss, A., Corbin, J. (1996). Grounded Theory: Grundlagen Qualitativer Sozialforschung. Weinheim: Psychologie Verlags Union
- Veenman, M.V.J. (2012). Metacognition in Science Education: Definitions, Constituents, and Their Intricate Relation with Cognition. In Zohar, A., Dori, Y.J. (Hrsg.). *Metacognition in Science education: Trends in Current Research*, 21-36, Contemporary Trends and Issues in Science Education 40. Dordrecht Heidelberg London New York: Springer
- Weigand, H.-G. (1993). *Zur Didaktik des Folgenbegriffs*, Überarbeitete Habilitationsschrift. Mannheim: BI