

Edyta NOWIŃSKA, Osnabrück

## **Fachliche Qualitätsmerkmale von Metakognition im Mathematikunterricht – eine videobasierte Studie**

### **Zur Rolle von Metakognition im Mathematikunterricht**

Für das Lernen von Mathematik und einen kompetenten Umgang mit dem Gelernten kommt der Förderung metakognitiver Kompetenzen der Lernenden im Unterricht eine grundlegende Bedeutung zu (Lingel et al., 2014). In mathematikdidaktischer Forschung wird unter Metakognition zum einen das Nachdenken auf einer Metaebene verstanden, welches mathematische Begriffe, Zusammenhänge und Verfahren, die Rolle der Mathematik und die (eigenen oder fremden) Denkprozesse in der Auseinandersetzung mit der Mathematik zum Gegenstand hat. Metakognition zeigt sich im Planen und Kontrollieren mathematischer Tätigkeiten und der damit verbundenen Denkprozesse sowie im Reflektieren über dieselben. Zum anderen wird Metakognition als ein Produkt solcher metakognitiven Aktivitäten verstanden – als Wissen über mathematische Begriffe, Zusammenhänge, Strategien, also als metamathematisches Wissen (vgl. Lingel et al., 2014; Sjuts, 1999).

Für die Steigerung mathematischer Kompetenzen der Lernenden wird von Lehrkräften gefordert, z.B. mithilfe geeigneter Aufgaben Anlässe zur Metakognition im Unterricht zu schaffen. Dabei ist zu beachten, dass solche Anlässe nur dann wirksam sind, wenn die sich daraus ergebenden Aktivitäten bestimmten – für das Lernen und Verstehen von Mathematik relevanten – Qualitätskriterien genügen. Solche Merkmale gilt es bei der Analyse von Unterrichtsqualität zu beachten (Bruder, 2018). Das Erreichen und Aufrechterhalten einer solchen Qualität im Klassengespräch ist für Lehrende eine Herausforderung und erfordert u.a. eine Sensibilisierung für die Rolle, die diskursive Unterrichtsformen in der Generierung metamathematischen Wissens spielen (Lingel et al., 2014). Eine theoriegeleitet geführte Analyse transkribierter Unterrichtsszenen in der universitären Ausbildung angehender Lehrkräfte kann dafür einen Beitrag leisten.

Im vorliegenden Beitrag werden zunächst die ersten Ergebnisse einer videobasierten Studie zur Untersuchung der Qualität und Wirksamkeit von Metakognition im Klassengespräch im regulären Mathematikunterricht dargelegt. Anschließend werden Implikationen für die Lehrerbildung dargelegt und Erfahrungen aus der Umsetzung einiger von ihnen in der universitären Lehre berichtet. Der Studie lag die Frage zugrunde, welche Zusammenhänge zwischen fachlich-intellektueller Qualität der im Klassengespräch im Mathematikunterricht praktizierten Metakognition und der von Fachexperten

eingeschätzten antizipierten Lernwirksamkeit des Klassengesprächs bestehen.

## **Daten und Methoden**

In der Studie wurden 42 Unterrichtsstunden aus dem regulären Mathematikunterricht in Klassen 6 und 7 analysiert. Zur Untersuchung der Qualität von Metakognition im Klassengespräch wurde das hoch inferente Ratinginstrumentarium (Kategoriensystem und Ratingsystem) von Nowińska (2016) herangezogen. Das Ratingverfahren macht die Lehrer- und Schüleraktivitäten, die Interaktionen zwischen den Lernenden und zwischen den Lernenden und der Lehrkraft sowie fachlich-intellektuelle Merkmale metakognitiver Aktivitäten im Klassengespräch (Nowińska, 2018) einer Analyse zugänglich.

Die fachlich-intellektuellen Qualitätsaspekte von Metakognition betreffen u.a. (Q1) das Vorkommen und Wertschätzen metakognitiver Aktivitäten mit Begründungen sowie Präzision und Adäquatheit der Begründungen, (Q2) den diskursiven Charakter des Klassengesprächs, d.h. das Ausmaß, in dem sich die metakognitiven Beiträge der Lernenden und der Lehrkraft präzise auf das gerade Diskutierte beziehen, (Q3) den Umgang mit Verstößen gegen den diskursiven Charakter und (Q4) den Stellenwert der fachbezogenen metakognitiven und diskursiven Aktivitäten für das Verstehen der diskutierten Begriffe, Zusammenhänge oder Verfahren. Bei dem vierten Merkmal handelt es sich um eine Einschätzung der Lernwirksamkeit des Klassengesprächs, insbesondere um die Frage inwiefern die erfassten metakognitiven Schüler- und Lehreraktivitäten zur Generierung metamathematischen Wissens genutzt wurden. Die Ratingskalen zur Einschätzung der Ausprägung der vier Aspekte bestehen aus 3-5 Antwortkategorien (ebd.)

Die Unterrichtsstunden wurden fachkundig von zwei geschulten Mathematikdidaktikern eingeschätzt. Die Reliabilität der Einschätzungen wurde mit dem Ansatz der Generalisierbarkeitstheorie (Shavelson & Webb, 1991) – zu jedem Qualitätsmerkmal separat – analysiert.

Zur Untersuchung der Zusammenhänge zwischen den eingeschätzten fachlichen Qualitätsmerkmalen der Metakognition wurde eine Korrelationsmatrix (2-seitige Korrelationen nach Pearson) berechnet.

## **Ergebnisse und Diskussion**

Die relativen Generalisierbarkeit-Koeffizienten (Pendant zum Reliabilitätskoeffizienten aus der klassischen Testtheorie) liegen über 0.81 und bescheinigen eine hohe Reliabilität der Ratings.

Alle Korrelationswerte liegen zwischen 0.77 und 0.84 und sind statistisch signifikant ( $p < .01$ ). Die eingeschätzten Ausprägungen der Merkmale Q1-Q4

korrelieren also stark miteinander. Nicht überraschend, aber besonders interessant ist die hohe Korrelation der Qualitätsmerkmale Q1, Q2, Q3 mit der fachkundig eingeschätzten antizipierten Lernwirksamkeit des Klassengesprächs (Q4) und der damit bestätigte starke Zusammenhang zwischen einerseits dem Bemühen um elaborierte, fachlich adäquat begründete metakognitive Aktivitäten, um ein diskursives Klassengespräch und andererseits der Generierung des metamathematischen Wissens im Klassengespräch.

Die besondere Bedeutung dieses Zusammenhangs resultiert aus folgender Beobachtung: In einer Vielzahl der analysierten Unterrichtsstunden haben die Lehrkräfte die Lernenden mithilfe von Fragen bzw. Aufgaben zu metakognitiven Überlegungen angeregt. Diese Maßnahmen wurden jedoch aufgrund mangelnder Präzision, Korrektheit oder fehlenden Bemühens um das Elaborieren und Korrigieren metakognitiver Überlegungen der (Mit-)Schülerinnen und (Mit-)Schüler nicht wirksam genutzt. Ein Beispiel eines solchen Klassengesprächs zur Besprechung einer geometrischen „Begründungsaufgabe“ ist in Nowińska & Sjuts (2019) analysiert, ein weiteres zur Besprechung eines mathematischen Problems (Aufgabe „Sieben Tore“) ist in Cohors-Fresenborg & Nowińska (2019) kommentiert.

Die Analyse solcher Unterrichtsszenen macht den Bedarf der Sensibilisierung der Lehrkräfte für die Rolle diskursiver Unterrichtsformen in der Generierung metakognitiven, metamathematischen Wissens besonders deutlich. In der universitären Lehrerbildung kann die Sensibilisierung durch ein systematisches Einbeziehen einer theoriegeleiteten Analyse von Unterrichtstranskripten aus gelungenen und nicht gelungenen Unterrichtsszenen gefördert werden, sowohl in den eher stoffdidaktisch als auch in den eher methodisch orientierten Veranstaltungen.

Zahlreiche Erfahrungen damit werden seit Jahren in der Arbeitsgruppe „Kognitive Mathematik“ an der Universität Osnabrück gesammelt. Dazu eignen sich auch fächerübergreifende Seminare, in denen Gruppen von Lehramtsstudierenden zunächst ein Referat zum ausgewählten fachdidaktischen „Inhalt“ halten und in der darauffolgenden Sitzung ein Transkript aus einer Unterrichtsszene zu diesem „Inhalt“ gemeinsam mit den Seminarteilnehmern analysieren. Da alle Transkripte mit einem gemeinsamen, vom Fach abstrahiert formulierten Ratinginstrumentarium (Nowińska, 2016) analysiert werden, ist ein Diskurs auch über Transkripte zu den fachfremden Unterrichtsstunden möglich. Nach der in der Evaluation eines solchen Seminars formulierten Einschätzung der Studierenden ist gerade der fächerübergreifende Einblick in die metakognitiven und diskursiven Aktivitäten im Klas-

sengespräch besonders gewinnbringend, um sie für die Rolle der Diskursivität und präzise, begründet formulierten metakognitiven Überlegungen für das Lernen in dem jeweiligen Fach zu sensibilisieren und auch um ein Repertoire an Möglichkeiten zu lernen, wie die Schülerinnen und Schüler zu solchen Verhaltensweisen im Unterrichtsgespräch angeleitet und erzogen werden können.

## Ausblick

Die berichteten Forschungsergebnisse werden in einer weiteren Studie auf der Klassenebene untersucht. Dazu werden mehrere Lektionen pro Klasse eingeschätzt und Tests zur Messung der Schülerleistungen und der Lernwirksamkeit von Unterricht eingesetzt. Die geschilderten Implikationen für die universitäre Lehre werden weiterentwickelt und bezüglich deren Wirksamkeit untersucht.

## Literatur

- Bruder, R. (2018). Fachliche Unterrichtsqualität im Kontext der Basisdimensionen guten Unterrichts aus mathematikdidaktischer Perspektive. In M. Martens, K. Rabenstein, K. Bräu, M. Fetzner, H. Gresch, I. Hardy & C. Schelle (Hrsg.), *Konstruktionen von Fachlichkeit: Ansätze, Erträge und Diskussionen in der empirischen Unterrichtsforschung* (S. 203-218). Bad Heilbrunn: Klinkhardt.
- Cohors-Fresenborg, E. & Nowińska (2019). Metakognitiv-diskursive Qualität einer Unterrichtsstunde zum Problemlösen. *Beiträge zum Mathematikunterricht 2019* (im Druck).
- Garofalo, J. & Lester, F. K. (1985). Metacognition, cognitive monitoring, and mathematical performance. *Journal for Research in Mathematics Education*, 16(3), 163-176.
- Lingel, K., Neuenhaus, N., Artelt, C. & Schneider, W. (2014). Der Einfluss des metakognitiven Wissens auf die Entwicklung der Mathematikleistung am Beginn der Sekundarstufe I. *Journal für Mathematik-Didaktik*, 35(1), 49-77.
- Nowińska, E. (2016). *Leitfragen zur Beurteilung metakognitiv-diskursiver Unterrichtsqualität*. Osnabrück: Forschungsinstitut für Mathematikdidaktik.
- Nowińska, E. (Hrsg.) (2018). *Metakognitiv-diskursive Unterrichtsqualität – Eine Handreichung zu deren Analyse und Einschätzung in den Fächern Geschichte, Mathematik und Religion*. Osnabrück: Forschungsinstitut für Mathematikdidaktik.
- Nowińska, E. & Sjuts, J. (2019). Von der Oberflächen- zur Tiefenstruktur bei Unterrichtsanalysen. *SEMINAR – Lehrerbildung und Schule*, 2, 112-130.
- Shavelson, R. J. & Webb, N. M. (1991). *Measurement methods for the social sciences series, Vol. 1. Generalizability theory: A primer*. Newbury Park: Sage.
- Sjuts, J. (1999). *Mathematik als Werkzeug zur Wissensrepräsentation. Theoretische Einordnung, konzeptionelle Abgrenzung und interpretative Auswertung eines kognitions- und konstruktivismustheoretischen Mathematikunterrichts*. Osnabrück: Forschungsinstitut für Mathematikdidaktik.