

## **Sichtweisen von Schülerinnen und Schülern auf den Einsatz metakognitiver Strategien beim mathematischen Modellieren**

In den letzten Jahren wurde die Relevanz metakognitiver Strategien beim mathematischen Modellieren mehrfach bestätigt. Hierbei ist es von zentraler Bedeutung, dass die Schülerinnen und Schüler ein Bewusstsein über die Bedeutung metakognitiver Strategien entwickeln, damit sie diese selbstständig einsetzen. In der fachdidaktischen Diskussion zum Strategieerwerb durch Trainingssettings oder auch das Einsetzen von Prompts wird deutlich, dass externe Anregungen den Einsatz metakognitiver Strategien fördern können. Daher untersucht die vorliegende Studie Auslöser des Einsatzes metakognitiver Strategien, um weitere Erkenntnisse in diesem Bereich zu generieren und insbesondere interne (selbständig eingesetzte) und externe (angeregte) Auslöser zu differenzieren.

### **Metakognition**

Seit den 70er Jahren beschäftigen sich unterschiedliche Forschungsgebiete mit dem Konzept der Metakognition, sodass seitdem unterschiedliche Definitionen des Begriffs der Metakognition entstanden sind. Eine weit verbreitete Definition ist diejenige von Weinert (1994), der „unter Metakognitionen im allgemeinen jene Kenntnisse, Fertigkeiten und Einstellungen, die vorhanden, notwendig oder hilfreich sind, um beim Lernen (implizite wie explizite) Strategieentscheidungen zu treffen und deren handlungsmäßige Realisierung zu initiieren, zu organisieren und zu kontrollieren“ (Weinert 1994, S. 193) fasst. Die Unterscheidung zwischen Wissen über Kognition und Kontrolle der Kognition findet sich in den meisten Metakognitionskonzepten wieder. Hierbei wird die Kontrolle der Kognition, die sich durch den Einsatz metakognitiver Strategien äußert, häufig zwischen der Planung, Überwachung und Regulation (Steuerung) sowie der Evaluation (Bewertung) unterschieden (Hasselhorn & Gold 2006). Während die Planung die Festlegung des Ziels und die Bestimmung des Weges zur Zielerreichung umfasst, sollen im Rahmen der Überwachung IST-SOLL-Diskrepanzen festgestellt und der Bearbeitungsprozess kritisch begleitet und beleuchtet werden, welches wiederum Steuerungsprozesse bei den Schülerinnen und Schülern anregt. Die Evaluation (Bewertung) findet nach der Bearbeitung statt und umfasst die Beurteilung der Zielerreichung, des Strategieeinsatzes, des Zeitplanens und der Umsetzung des Vorhabens (Hasselhorn & Gold 2006).

## **Metakognition beim mathematischen Modellieren**

Spätestens seit den 70er Jahren ist die Bedeutung des mathematischen Modellierens in der mathematikdidaktischen Diskussion unumstritten. Ein bedeutsames Forschungsgebiet stellt hierbei die Förderung von Modellierungskompetenz dar (Kaiser & Brand 2015). Obwohl metakognitive Kompetenzen einen Teil der Modellierungskompetenz bilden (ebd.) und die Relevanz in den letzten Jahren mehrfach bestätigt wurde (Stillmann 2011), wurden diese bislang nicht ausreichend erforscht.

### **Forschungsdesign**

Die vorgestellte Studie ist eingebettet in das Forschungsprojekt MeMo (Metakognitive Modellierungskompetenzen von Schülerinnen und Schülern) von Dr. Katrin Vorhölter (vgl. Vorhölter 2018). In einem Zeitraum von sechs bis neun Monaten haben die teilnehmenden Schülerinnen und Schüler sechs verschiedene Modellierungsprobleme bearbeitet, wobei sie bei der Aufgabenbearbeitung des ersten und letzten Problems videographiert wurden. Die Datenerhebung fand in Form des Drei-Stufen-Designs von Busse und Bo-romeo-Ferri (2003) statt, welches aus einer Prozessbeobachtung, dem nachträglichen lauten Denken und dem fokussierten Interview besteht. Hierfür bildeten die Videographien die Grundlage der Datenerhebung, indem diese hinsichtlich reichhaltiger Szenen zum Einsatz kognitiver und metakognitiver Strategien analysiert und eine Auswahl im Rahmen des nachträglichen lauten Denkens eingesetzt wurden. Ergänzend wurden einige fokussierte Fragen in Bezug auf den Einsatz kognitiver und metakognitiver Strategien gestellt. Die Daten werden mit der qualitativen Inhaltsanalyse von Kuckartz (2016) ausgewertet, wobei die vorliegenden Ergebnisse auf einer Auswertung nach der inhaltlich strukturierenden qualitativen Inhaltsanalyse beruhen. Das Kategoriensystem wurde sowohl deduktiv basierend auf relevanter Literatur, Erfahrungen und Beobachtungen bei Modellierungsprozessen als auch induktiv entwickelt und mehrfach mit Experten überarbeitet.

### **Forschungsergebnisse**

Im Folgenden soll ein Überblick über die rekonstruierten Auslöser für den Einsatz metakognitiver Strategien aus Sicht der Schülerinnen und Schüler gegeben werden. Hierbei wurden die Auslöser in interne und externe Auslöser differenziert, wobei intern bedeutet, dass die Schülerinnen und Schüler selbst den Einsatz initiiert haben, während dieser bei den externen Auslösern von außen angeregt wurde. Interne Auslöser umfassen das eigene Selbstkonzept, metakognitive Empfindungen oder aber auch das Bewusstsein über die Bedeutung metakognitiver Strategien. Dem gegenüber werden als externe Auslöser Anregungen durch die Lehrperson oder andere Gruppenmitglieder

gesehen, aber auch durch das Projekt bereitgestelltes Material wie zum Beispiel der Modellierungskreislauf als nutzbares Hilfsinstrument oder die verwendeten Modellierungsprobleme. Im Folgenden sollen mögliche Auslöser näher vorgestellt werden.

Ein möglicher interner Auslöser für den Einsatz metakognitiver Strategien ist, dass die Schülerinnen und Schüler die Bedeutung des Einsatzes metakognitiver Strategien erkannt haben und aufgrund dessen die metakognitiven Strategien einsetzen.

F: Einfach nur mal gucken, ob das Ergebnis überhaupt stimmt beziehungsweise ob wir denn auch keine Flüchtigkeitsfehler gemacht haben [I: Mhm.]. Danke ich. [...] Weil wir ähm das ist ja das Produkt unserer Arbeit und wir wollten zufrieden sein mit unserer Arbeit und unserem Produkt deswegen.

Ein weiterer interner Auslöser für den Einsatz metakognitiver Strategien ist das eigene Selbstkonzept. In den Interviews wurde mehrfach deutlich, dass die Unsicherheit mit der eigenen Kompetenz dazu geführt hat, dass die Schülerinnen und Schüler Überwachungsprozesse in Form des eigenen Hinterfragens der Lösung oder des Lösungsweges eingesetzt haben. Zudem führte nicht nur die Unsicherheit der eigenen Kompetenz zu Überwachungs- und Steuerungsprozessen, sondern auch die Unsicherheit mit dem Lösungsweg oder der Lösung.

H: Weil ich immer allgemein (.) bei sowas mir nicht zutraue. [I: Ah ok.] Und so Unsicherheit da ist und auch weil's so 'ne hohe Zahl ist.

Einige Schülerinnen und Schüler erkannten außerdem, dass bestimmte Anregungen im Rahmen des Projektes dazu geführt haben, dass sie metakognitive Strategien verwendet haben. Häufig wurde berichtet, dass der Modellierungskreislauf das Validieren der Lösung angeregt hat.

F: [...] Zum Beispiel am Ende hätten wir vielleicht gedacht, (...) ja okay das das ist unser Ergebnis, das kann nur stimmen aber wenn man dann drüber nachgedacht hat durch den Kreislauf, ob das (.) überhaupt realistisch ist dann hat man halt gemerkt das stimmt nicht. Also kann nicht stimmen.

Ebenso haben spezifische Interventionen durch die Lehrperson oder aber die Förderung von bestimmten metakognitiven Strategien durch die Lehrperson im vorherigen Mathematikunterricht den Einsatz der metakognitiven Strategien bei den Schülerinnen und Schülern angeregt.

J: [...] beziehungsweise hat er uns ja auch gefragt, ich find das immer son bisschen praktischer, wenn man wirklich gefragt wird: Was ist euer Plan? Weil dann macht man sich im Kopf nochmal Gedanken darüber, was man jetzt eigentlich genau vorhat und dann wird einem auch selber klar, wie man vorgehen möchte, als wenn man jetzt sich die Frage gar nicht stellt, sondern irgendwelche Ideen vorschlägt.

Jedoch haben nicht nur die Lehrpersonen die Schülerinnen und Schüler extern dazu angeregt, sondern auch die Hinweise anderer Gruppenmitglieder. Diese externen Anregungen konnten bei einigen Schülerinnen und Schülern dazu führen, dass sie ein Bewusstsein für die Bedeutung dieser Strategien aufbauen konnten.

F: [...] Und ich denke, dass ich jetzt auch vielleicht öfters frage und vielleicht auch meine Lösung hinterfrage und ähm ganz skeptisch an meine Lösung rangehe. Und allgemeine Skepsis, wenn man zum Beispiel im- I ähm am Nachmittag irgendwas liest, ein Artikel liest, das man halt den vielleicht durchgeht und daraus dann vielleicht erfahrener beziehungsweise schlauer wird.

## Ausblick und Fazit

Die Ergebnisse der Datenauswertung bilden eine Bandbreite an internen und externen Auslösern von metakognitiven Strategien aus Schülersicht ab, was zeigt, dass aus Sicht der Schülerinnen und Schüler der Einsatz metakognitiver Strategien sowohl eigeninitiiert als auch extern angeregt stattgefunden hat. Außerdem konnten externe Anregungen bei einigen Schülerinnen und Schülern dazu führen, dass sie die Bedeutung des Einsatzes dieser Strategien erkannt haben. Das Ziel der weiteren Datenauswertung ist den eigeninitiierten und den extern angeregten Einsatz fallorientiert zu untersuchen, um einen Überblick über verschiedene Schülertypen zu geben.

## Literatur

- Busse, A., & Borromeo Ferri, R. (2003). Methodological reflections on a three-step-design combining observation, stimulated recall and interview. *Zentralblatt für Didaktik der Mathematik*, 35(6), 257–264.
- Hasselhorn, M. & Gold, A. (2006). *Pädagogische Psychologie. Erfolgreiches Lernen und Lehren*. Stuttgart: Kohlhammer Verlag.
- Kaiser, G., & Brand, S. (2015). Modelling Competencies: Past Development and Further Perspectives. In G.A. Stillman, W. Blum, & M. Salett Biembengut (Hrsg.), *Mathematical Modelling in Education Research and Practice* (S. 129–149). Cham: Springer International Publishing.
- Kuckartz, U. (2016). *Qualitative Inhaltsanalyse: Methoden, Praxis, Computerunterstützung*. Weinheim, Basel: Beltz Juventa.
- Stillman, G. (2011). Applying Metacognitive Knowledge and Strategies in Applications and Modelling Tasks at Secondary School. In G. Kaiser, W. Blum, R. Borromeo Ferri & G. A. Stillman (Hrsg.), *Trends in teaching and learning of mathematical modelling*. Dordrecht: Springer Science+Business Media B.V (S. 165–180).
- Vorhölter, K. (2018). [Conceptualization and measuring of metacognitive modelling competencies: empirical verification of theoretical assumptions](https://doi.org/10.1007/s11858-017-0909-x). *ZDM*, 50 (1-2), 343–354. <https://doi.org/10.1007/s11858-017-0909-x>.
- Weinert, F. E. (1994). Lernen lernen und das eigene Lernen verstehen. In K. Reusser & M. Reusser-Weyeneth (Hrsg.), *Verstehen: Psychologischer Prozess und didaktische Aufgabe*. Bern: Huber (183–205).