

Manuela HILLJE, Oldenburg

## **Wie implementieren Lehrerinnen und Lehrer kognitiv aktivierende Aufgaben in den Mathematikunterricht**

Im Rahmen der TIMSS-Video-Studie wurden drei Dimensionen von Unterrichtsqualität herausgearbeitet, die für die Entwicklung der Leistung der Schülerinnen und Schüler im Sinne eines konzeptuellen Verständnisses sowie die Motivation förderlich sind (Klieme, u.a., 2006):

- strukturierende, klare und störungspräventive Unterrichtsführung
- unterstützendes, schülerorientiertes Sozialklima
- kognitive Aktivierung, die sich z.B. durch offene Aufgaben und einen diskursiven Umgang mit Fehlern auszeichnet.

Aus Sicht der Mathematikdidaktik ist vor allem die Dimension der kognitiven Aktivierung interessant. In den Bildungsstandards heißt es zur kognitiven Aktivierung: „[...] *der Unterricht stimuliert geistige Schülertätigkeiten, ermöglicht und ermutigt selbstständiges Lernen und Arbeiten, fördert lernstrategisches Verhalten (heuristische Aktivitäten) und fordert stets ein Nachdenken über das eigene Lernen und Arbeiten heraus (metakognitive Aktivitäten)*“ (Blum u.a. 2006, S. 29).

Die COACTIV-Arbeitsgruppe hat in einem Aufgabenklassifikationsschema Kennzeichen kognitiv aktivierender Aufgaben erarbeitet (Jordan u.a., 2006). Einige dieser qualitativ unterschiedlichen Merkmale sind:

- stoffliche Verbindungen werden zur inhaltlichen Vernetzung des Unterrichts hergestellt
- früher Gelerntes wird zum kumulativen Wissensaufbau herangezogen
- außer- oder innermathematische Modellierungen werden durchgeführt
- Argumentationen und Darstellungen werden verwendet
- verschiedene Repräsentationsformen treten auf
- es wird über mathematisches Denken reflektiert
- die drei Typen mathematischer Denkweisen (prozedural-algorithmisch, begrifflich und technisch) treten im gesamten Aufgabenbestand ausgewogen auf
- es gibt mehrere mögliche Lösungswege.

Die COACTIV-Studie hat durch Analysen des Aufgabenbestandes der Lehrerinnen und Lehrer der PISA-Klassen gezeigt, dass das Vorkommen von Aufgaben mit höherem kognitiven Potenzial im Unterricht einen höhe-

ren Leistungszuwachs bewirkt. Es konnte aber auch gezeigt werden, dass im deutschen Mathematikunterricht eine ausgeprägte Einseitigkeit der Aufgabenstellung herrscht: Das kognitive Aktivierungspotenzial ist sehr niedrig und die Aufgaben sind sehr homogen, denn es findet kaum mathematisches Argumentieren statt und es werden wenig außermathematische und innermathematische Bezüge hergestellt (Kunter u.a., 2011).

Entscheidend ist aber vor allem die Art der Bearbeitung im Unterricht (Blum u.a., 2006). Hier zeigt sich kognitive Aktivierung beispielsweise durch Anregung der selbständigen Überprüfung der Gültigkeit der Lösungsvorschläge, Ermutigung zur Erläuterung unterschiedlicher Lösungswege und Förderung der kognitiven Selbstständigkeit der Lernenden (Kunter u.a., 2011).

In Einzelfallanalysen im Rahmen eines Dissertationsprojektes hat sich gezeigt, dass es einigen Lehrerinnen und Lehrern schwer fällt, eine kognitiv aktivierende Lernumgebung zu gestalten, obwohl Aufgaben mit kognitivem Aktivierungspotenzial gestellt werden. Die Lehrkräfte sollten jeweils eine Aufgabe aus einem Pool von Aufgaben, die nach oben genannten Kennzeichen zur kognitiven Aktivierung ausgewählt wurden, in den Unterricht implementieren. Im Vorfeld sollten die Lehrerinnen und Lehrer mögliche Schülerlösungen schriftlich festhalten. Die Unterrichtsstunde wurde videografiert und im Anschluss wurde ein reflektierendes, leitfadengestütztes Interview geführt.

### Die Aufgabe ‚Kreise‘

Die Aufgabe ‚Kreise‘ (Abb. 1) ist kognitiv aktivierend, da hier sowohl Verbindungen zwischen Fläche und Umfang als auch innermathematische

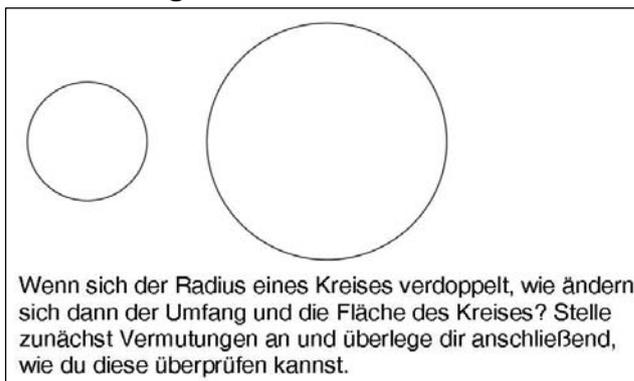


Abb. 1: Aufgabe ‚Kreise‘ (Idee aus div. Quellen)

Zusammenhänge hergestellt werden müssen, es gibt verschiedene mögliche Lösungswege und es ist vor allem begriffliches Denken erforderlich. Der Hauptschullehrer, der diese Aufgabe im Unterricht eingesetzt hat, erkannte dieses Potenzial aber kaum. Dies zeigte sich zum Beispiel an der Wahl der vorangehenden Aufgabe, in der nur der Umfang thematisiert wurde und die vom Lehrer als *indirekte Hilfestellung*<sup>1</sup> für die Aufgabe ‚Kreise‘ ange-

<sup>1</sup> Originalaussagen der Lehrkräfte sind kursiv gedruckt

dacht war. Dies könnte ein Grund dafür sein, dass weder Schüler noch Lehrer im Zusammenhang mit der Aufgabe ‚Kreise‘ die Änderung des Flächeninhalts bearbeiteten oder ansprachen. Obwohl der Lehrer im Interview äußerte, dass die Schüler so *zwei, drei Beispiele* rechnen und *Begründungen* liefern sollten, akzeptierte er im Unterricht die Schülerlösung, die anhand eines Beispiels direkt auf die Umfangsverdoppelung schließt. Es wurden keine alternativen Lösungswege besprochen und der Lehrer ging auch nicht auf die Qualität der Lösung ein, obwohl ein Schüler explizit danach fragte. Im Interview ließ der Lehrer ansatzweise erkennen, dass er das Potenzial der Aufgabe zum Vergleich mehrerer Lösungswege erkannte, da er eine weitere Lösung ansprach, die er aber nicht genau benennen konnte.

Im Unterricht blieb ein Großteil des Potenzials der Aufgabe ungenutzt.

### Die Aufgabe ‚Zimmermann‘

Die Aufgabe ‚Zimmermann‘ (Abb. 2) ist kognitiv aktivierend, da hier z.B. verschiedene Figuren miteinander verglichen werden müssen. Es gibt verschiedene Lösungswege, insbesondere müssen die einzelnen Teilaufgaben auf unterschiedliche Arten gelöst werden, wobei teilweise ein innermathematischer Problemlöseprozess nötig ist. Außerdem ist vor allem begriffliches Denken erforderlich.

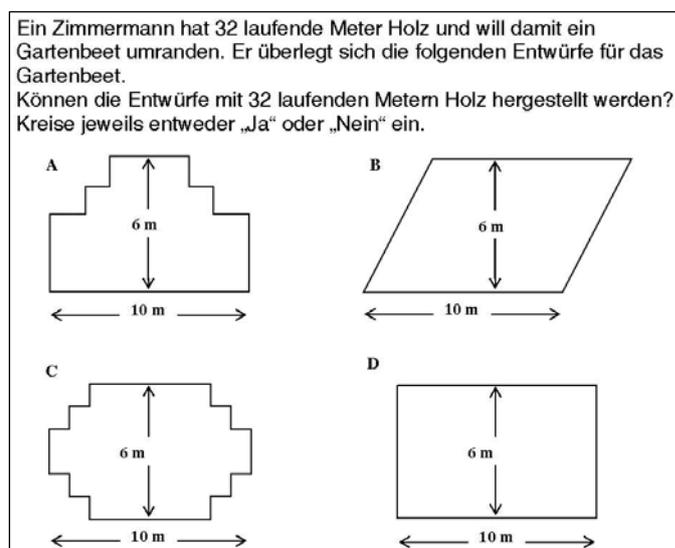


Abb. 2: Aufgabe ‚Zimmermann‘ (Quelle: PISA 2003)

Die Hauptschullehrerin, die diese Aufgabe im Unterricht eingesetzt hat, erkannte zwar das Potenzial der Aufgabe, setzte dies aber nicht im Unterricht um. Dies zeigte sich beispielsweise im Interview, da sie erkannte, dass die Aufgabe ‚Zimmermann‘ von den anderen Aufgaben, die sie gestellt hat, *abweicht*. Diese sind sehr prozedural geprägt und fordern *stumpfes Rechnen*. Die Lehrerin er-

kannte den bei der Aufgabe ‚Zimmermann‘ nötigen innermathematischen Problemlöseprozess, bei dem die Schülerinnen und Schüler *um die Ecke denken* müssen. Außerdem erkannte sie die mögliche Vernetzung von Wissen und beschrieb verschiedene Lösungswege.

Im Unterricht legte die Lehrerin allerdings einen Fokus auf die Erstellung eines Arbeitsplanes nach folgendem Schema: Flächen – Formeln – Maße –

Rechnung – Kosten. Dieser wurde in den vergangenen Stunden mit den Schülerinnen und Schülern erarbeitet und stellt ein *Raster dar, an dem sie sich langhangeln können*. Allerdings wurde dieser Arbeitsplan nicht individuell an die Aufgaben angepasst, sondern immer in dieser standardisierten Form verwendet. Auch bei der Aufgabe ‚Zimmermann‘ drängte die Lehrerin die Schülerinnen und Schüler immer wieder zur Anwendung des Arbeitsplanes. Dies führte dazu, dass die Lernenden zwanghaft versuchten, die Umfänge zu berechnen, indem sie z.B. bei Figur A den einzelnen Teilstücken Maße zuordneten und durch „herumlaufen“ die einzelnen Teilstücke addierten. Sie wendeten hierbei keine Strategien an, die Ihnen die Rechnung vereinfachen könnten und wurden auch von der Lehrerin nicht zur Reflexion des Lösungsweges angeregt. Desweiteren gab die Lehrerin sehr viel Hilfestellung bis hin zur Erklärung des kompletten Lösungsweges ohne Schülerbeteiligung.

Das Potenzial der Aufgabe blieb auch hier weitgehend ungenutzt.

Dies sind zwar nur zwei kleine Einblicke in die Unterrichtspraxis, aber sie zeigen ein mögliches Problem: Auch wenn Lehrerinnen und Lehrer das kognitive Aktivierungspotenzial von Aufgaben erkennen, setzen sie diese Erkenntnisse nicht unbedingt in die Gestaltung des Unterrichts um.

Es gilt diese Zusammenhänge weiter zu untersuchen und daraus Konsequenzen für die Lehrerbildung zu ziehen.

## **Literatur**

- Blum, W., Drüke-Noe, C., Hartung, R. & Köller, O. (2006). Bildungsstandards Mathematik: konkret – Sekundarstufe I : Aufgabenbeispiele, Unterrichts Anregungen, Fortbildungsideen. Berlin: Cornelsen Scriptor.
- Jordan, A., Ross, N., Krauss, S. Baumert, J., Blum, W., Neubrand, M., Löwen, K., Brunner, M. & Kunter, M. (2006). Klassifikationsschema für Mathematikaufgaben: Dokumentation der Aufgabenkategorisierung im COACTIV-Projekt. Berlin: Max-Planck-Institut für Bildungsforschung.
- Klieme, E., Lipowsky, F., Rakoczy, K. & Ratzka, N. (2006). Qualitätsdimensionen und Wirksamkeit von Mathematikunterricht. Theoretische Grundlagen und ausgewählte Ergebnisse des Projekts "Pythagoras". In Prenzel, M. Allolio-Näcke, L. (Hrsg.), Untersuchungen zur Bildungsqualität von Schule - Abschlussbericht des DFG-Schwerpunktprogramms (S. 127-146). Münster: Waxmann.
- Kunter, M., Baumert, J., Blum, W., Klusmann, U., Krauss, S. & Neubrand, M. (Hrsg.) (2011): Professionelle Kompetenz von Lehrkräften - Ergebnisse des Forschungsprogramms COACTIV. Münster: Waxmann.