

Martin SCHNEEBERGER, Pädagogische Hochschule Bern

Diskursiver Mathematikunterricht – mathematische Probleme im adaptiven Lehrer-Schüler- bzw. Schüler-Schüler-Dialog lösen

Welches Verhalten der Lehrperson führt zu einer hohen Qualität der didaktischen Kommunikation beim mathematischen Problemlösen?

Hier ist aus Platzgründen nur das Schlusskapitel des Referats wiedergegeben. Das gesamte Referat befindet sich auf der beigelegten CD.

Die Qualität der didaktischen Kommunikation beim Problemlösen ist dann hoch:

- wenn die Lehrperson mit Scaffolding, welches eine Konkretisierung des „Prinzips der minimalen Hilfe“ (Aebli, 1976, S. 222f.) darstellt, den Übergang vom angeleiteten zum selbstgesteuerten Problemlösen stützt. Der Begriff „Scaffolding“, wie er ursprünglich im Baugewerbe verwendet wurde, bezeichnet ein temporäres Gerüst, das rund um ein zu bauendes Gebäude aufgestellt wird, damit die Handwerker sicher und ohne unnötigen Kraft- und Balancieraufwand arbeiten können. In einer ähnlichen Art und Weise meint Scaffolding im Lehr-Lernkontext eine personale oder materiale Unterstützung, die die Lehrperson den Lernenden beim Aufbau von Wissensstrukturen auf dem Weg von der Fremd- zur Selbstregulation vorübergehend bietet (Wood, Bruner & Ross, 1976). Scaffolding will Autonomie in Bezug auf kognitive und motivationale Selbstregulation fördern und versucht zwischen dem Ausmass und der Art der Hilfestellungen und der sich verändernden Autonomie der Lernenden eine optimale Passung herzustellen.

Scaffolding ist dann suboptimal oder sogar schädlich, wenn es zu unterstützend, zu direktiv, aufdringlich, überfordernd (zu hohe Erwartung an die Lernenden bei ungenügender Unterstützung), unklar (zu abstrakt oder zu vage), unsensibel (Lehrperson merkt nicht, wann sie helfen muss) oder zum falschen Zeitpunkt erfolgt (Salonen, Vauras & Efklides, 2005). Solches Verhalten von Lehrpersonen fördert die Selbstregulation der Lernenden nicht, ja kann sogar hemmend auf sie wirken.

Möglichst symmetrische, egalitäre und schwach komplementäre Formen der interpersonalen Koordination sorgen am ehesten dafür, dass die Motivation der Lernenden für Selbstregulation hoch ist und somit die Verantwortung für das Lernen schrittweise von der Lehrperson auf die Lernenden übergehen kann. Im Gegensatz dazu kann zu starke Dominanz der Lehrperson (übermässig hilfreich, zu direktiv, aufdringlich, kompetitiv = konkurrierend, zu anspruchsvolle Hilfestellungen gebend) zur Zerstörung der in-

trinsischen Motivation und der Motivation für Selbstregulation führen, was natürlich im Widerspruch steht zu den Prinzipien des Scaffolding. Problemlösefördernde Interaktionen entstehen also dann, wenn die Lehrperson beim Scaffolding ihre Aufmerksamkeit nicht nur auf die individuell-kognitiven, die interaktiven (sozio-kognitiven) und auf die identitäts- und gemeinschaftsbildenden Aspekte richtet, sondern auch auf die sozio-emotionalen.

- wenn die Lehrperson als Fachexperte, d.h. als Repräsentant des kulturell akzeptierten Wissens und als konkretes Verhaltensmodell, Tutor, Lerngerüst, Coach und Lernhelfer agiert und die Lernenden sowohl auf der fachlichen als auch auf der Lernprozess- und Interaktionsebene adaptiv unterstützt;
- wenn die Lehrperson den Dialog mit und unter Lernenden fördert, indem sie dafür sorgt, dass weniger Erklärungen abgegeben als vielmehr Fragen gestellt, Bedeutungen ausgehandelt, Hypothesen kritisiert sowie Widersprüche und Fehler diskutiert werden;
- wenn die Lehrperson auf Schülerbeiträge eingeht, also „revoicing“ betreibt (O'Connor & Michaels, 1996), d.h. die Lernenden beim Externalisieren ihrer Überlegungen, beim Vergleichen von Sichtweisen, beim Zusammenfassen und beim Artikulieren einer Position professionell unterstützt;
- wenn die Lehrperson das Gespräch zuerst öffnet und Singularität und Subjektivität zulässt, aber dann auch begrenzt, auf den Punkt bringt und Regularität anstrebt. Denn es gilt eine Balance zu finden zwischen dem Zulassen individueller „Lösungen“ und dem Erfüllen der Standards der „mathematical community“ (vgl. Reusser, 2006, S. 165f.).
- wenn die Lehrperson mit Fragen, Impulsen oder Gesichtspunkten auf der inhaltlichen Ebene Fokusbildungen ermöglichen, d.h. als „focal navigator“ wirkt und dafür sorgt, dass die Lernenden auf der meta-diskursiven Ebene vertieft und ganz in Anspruch genommen sind (Sfard, 2002; Sfard & Kieran, 2001). Beide Aspekte, der inhaltliche und der meta-diskursive, führen zu mehr Kohärenz, zu mehr Kohäsion und damit zu einer grösseren Qualität des Gesprächs;
- wenn die Lehrperson dafür sorgt, dass alle Gesprächsteilnehmer zu jeder Zeit wissen, worüber geredet wird, und davon überzeugt sind, dass sich die gleichen Begriffe auf die gleichen Sachverhalte beziehen. Denn kompatible Fokuse in einem Team sind der wichtigste Indikator für die Effektivität des Diskurses;
- wenn die Lehrperson als Fachexperte wirkt, der die Tücken des Problems kennt, als personales Problemlösegerüst (Scaffold), welches individuell abgestimmte instruktionale Hilfestellung zu geben vermag, als einfüh-

lender Dialogpartner und fachlich-pädagogischer Coach (Staub, 2004), der nicht nur zuhören, sondern die besten Kräfte der Lernenden herauszufordern versucht, als Anreger von Reflexion und Metainteraktion sowie als Quelle von Feedback;

- wenn die Lehrperson so wie Schoenfeld (1985a/b) vorschlägt als „intellectual coach“ bzw. als „roving consultant“ wirkt. Denn er weiss, dass Strategien, Heuristiken und allgemein Metakognitives nicht gelehrt, aber eingebettet in fachlichen und eben interaktiven Kontexten sehr wohl immersiv gelernt werden können. Ein guter Problemlöser wird man durch Sozialisation bzw. Enkulturation, „by becoming a member of the particular community of practice“ (Schoenfeld, 1992, p. 344). Diese soziokulturalistische Perspektive ist in der Lehr-Lernforschung theoretisch und empirisch bereits recht gut gestützt; aber in der mathematikdidaktischen Literatur ist sie noch relativ neu.

Als „intellectual coach“ bzw. als „roving consultant“ zu wirken heisst für Schoenfeld (1985a/b, 1987), den Schülern folgende drei Fragen (Schoenfeld, 1985b, p. 373f., spricht von „generic“ bzw. „executive“ questions) zu stellen:

- (1) What (exactly) are you doing (can you describe it precisely)?
- (2) Why are you doing it (how does it fit into the solution)?
- (3) How does it help you (what will you do with the outcome when you obtain it)?

Weil es für die Lernenden peinlich wäre, nicht zu wissen, was sie weshalb im Moment machen bzw. denken, beginnen sie sich vorzubereiten, indem sie u.a. über die Fragen diskutieren und sich Antworten zurechtlegen. Diese aus einer Betroffenheit abgeleitete Massnahme ist ein guter Katalysator zur Verinnerlichung dieser Fragen. Je häufiger diese Fragen laufend (im Voraus) beantwortet werden, desto mehr wird die Überwachung des Problemlösens zur Gewohnheit. Die Verinnerlichung dieser Fragen führt zu immer mehr Selbststeuerung, was zur Folge hat, dass der „roving consultant“ seine Frageaktivität (Fremdsteuerung) allmählich bis auf null reduzieren kann. Denn seine indirekte, sozial medierte Wirkung ist eingetreten: Die kooperativ problemlösenden Schüler sind „in control“ (Schoenfeld, 1985b, p. 375) und tun das, was als „metakognitive Überwachung“ bzw. als „Monitoring“ bezeichnet wird. Schoenfeld führt also die Lernenden nicht direkt, z.B. mit der Aufforderung „Du sollst deine Gedanken überwachen!“, sondern indirekt mit dem Trick der „drohenden“ Fragen zu metakognitiver Bewusstheit, was ihm laut seinen Aussagen auch gelingt.

Zusammenfassend lässt sich sagen, dass die Qualität der didaktischen Kommunikation beim Problemlösen dann hoch ist, wenn die Lehrperson über adaptive Lehrkompetenz verfügt.

Literatur

- Aebli, H. (1976⁹). *Grundformen des Lehrens: Eine Allgemeine Didaktik auf kognitionspsychologischer Grundlage*. Stuttgart: Klett.
- O'Connor, M.C. & Michaels, S. (1996). Shifting participant frameworks: orchestrating thinking practices in group discussion. In D. Hicks (Ed.), *Discourse, learning, and schooling* (pp. 63-103). Cambridge: Cambridge University Press.
- Polya, G. (1949): *Schule des Denkens*. Bern: Francke
- Reusser, K. (2006). Konstruktivismus – vom epistemologischen Leitbegriff zur Erneuerung der didaktischen Kultur. In Baer, M. et al. (Hrsg.), *Didaktik auf psychologischer Grundlage. Von Hans Aebli's kognitionspsychologischer Didaktik zur modernen Lehr-Lernforschung* (S. 151-168). Bern: hep.
- Salonen, P., Vauras, M. & Efklides, A. (2005). Social interaction - What can it tell us about metacognition and co-regulation in learning? *European Psychologist*, 10, 199-208.
- Schoenfeld, A.H. (1985a). *Mathematical problem solving*. New York: Academic Press.
- Schoenfeld, A.H. (1985b). Metacognitive and epistemological issues in mathematical understanding. In E.A. Silver (Ed.), *Teaching and learning mathematical problem solving: Multiple research perspectives*, pp. 361-379. Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum Associates.
- Schoenfeld, A.H. (1987). What's all the fuss about metacognition? In A.H. Schoenfeld (Ed.), *Cognitive science and mathematics education* (pp. 189-215). Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum Associates.
- Schoenfeld, A.H. (1992). Learning to think mathematically: problem solving, metacognition, and sense making in mathematics. In D.A. Grows (Ed.), *Handbook of research on mathematics teaching and learning* (pp. 334-370). New York: Macmillan.
- Sfard, A. & Kieran, C. (2001). Cognition as communication: Rethinking learning-by-talk through multi-faceted analysis of students' mathematical interactions. *Mind, Culture, and Activity*, 8(1), 42-76.
- Sfard, A. (2002). The interplay of intimations and implementations. Generating new discourse with new symbolic tools. *The Journal of the Learning Sciences*, 11(2&3), 319-357.
- Staub, F.C. (2004). Fachspezifisch-pädagogisches Coaching. *Zeitschrift für Erziehungswissenschaft*, 7 (Beiheft 3), 113-141.
- Wood, D., Bruner, J.S. & Ross, G. (1976). The role of tutoring in problem solving. *Journal of Child Psychology and Psychiatry*, 17, 89-100.