

Christina M. KRAUSE, Essen

Hände hoch! – Ergebnisse einer empirischen Studie zur Rolle von Gesten in sozialen mathematischen Erkenntnisprozessen

Prozesse der Konstruktion mathematischen Wissens in sozialer Interaktion lassen sich nach Bikner-Ahsbahs durch die drei kollektiven epistemischen Handlungen des *Sammelns* mathematischer Einheiten, des *Verknüpfens* dieser Einheiten, und des *Sehens* mathematischer *Strukturen* beschreiben (*SVSt-Modell*, Bikner-Ahsbahs, 2005). Bisher wurden solche epistemischen Prozesse vor allem auf Basis sprachlicher Äußerungen untersucht. Soziale Interaktionen bestehen jedoch aus weitaus mehr als nur aus Sprache allein. Eine Berücksichtigung der nicht-sprachlichen Mittel kann somit zu einem besseren Verständnis sozialer Lernprozesse führen. Gesten scheinen eine besondere Rolle spielen, wenn mathematisches Wissen noch nicht explizit zugänglich ist (siehe z.B. Arzarello & Edwards, 2005). Diesem Ansatz folgend beschäftigte sich das hier vorgestellte Promotionsprojekte (gefördert von der Zentralen Forschungsförderung der Universität Bremen) mit der Frage, wie Gesten zu Prozessen mathematischer Wissenskonstruktion in sozialer Interaktion beitragen können, um Bikner-Ahsbahs' bestehende Theorie epistemischer Prozesse um eine semiotische Perspektive zu erweitern. Dieser Beitrag stellt einige Ergebnisse des Projektes zusammengefasst dar. Es wurden folgende Teilfragen gestellt:

- Wie tragen Gesten in sozialen Prozessen mathematischer Wissenskonstruktion dazu bei mathematische Objekte darzustellen? Wie spielen sie hierbei mit Sprache und Inskriptionen zusammen?
- Wie tragen Gesten dazu bei epistemisch zu handeln? Welche förderlichen Arten des Gestengebrauchs lassen sich feststellen?

1. Gesten und ihre Verortung im multimodalen Rahmen

Als Gesten verstehe ich „spontane, redegleitende Bewegungen der Hände und Arme“ (McNeill, 1992, S. 37), die “eher dem Zwecke des Ausdrucks als einem praktischen Ziel dienen” (Kendon, 2004, S. 15). Die Betrachtung der Gesten im Semiotischen Bündel (Arzarello, 2006) bettet den Gestengebrauch in einen multimodalen Rahmen, in dem sowohl synchrone, als auch diachrone Beziehungen des Zusammenspiels und der Entwicklung semiotischer Ressourcen unterschiedlicher Art berücksichtigt werden. Hierdurch kann die mathematische Bedeutung der Gesten im Kontext erschlossen werden.

2. Methoden der Studie

Der Studie liegen Daten aus dem Projekt „Effective knowledge construction in interest-dense situations“ (gefördert von der German-Israeli-Foundation) zugrunde. Drei leistungsstarke SchülerInnenpaare lösten jeweils drei Aufgaben, die sich sowohl in der mathematischen Thematik, wie auch in der Vielfalt der vorgegebenen Repräsentationen unterscheiden: Eine geometrisch-algebraische Aufgabe beschäftigt sich mit der Parabel als geometrischem Ort. Neben einer nach Anweisung zu erstellenden Faltpäsentation wird hierfür eine variierbare GeoGebra-Umgebung gegeben, sowie ein Ausdruck einer möglichen, fixierten Situation aus dieser GeoGebra-Umgebung (siehe (Krause & Bikner-Ahsbahr, 2012) für eine genaue Beschreibung der Aufgabe). In einer arithmetisch-algebraischen Aufgabe soll der Grenzwert für eine durch einen Kettenbruch definierten Folge gefunden werden (siehe Behrens, Krause & Bikner-Ahsbahr, 2014). In einer weiteren Aufgabe wird nach einer Entscheidungsstrategie gefragt, die induktiv aus einer verbal beschriebenen Situation gefolgert wird.

Alle Bearbeitungen wurden aus drei Perspektiven videographiert. Hierdurch wurden sowohl der Gebrauch von Inskriptionen und der GeoGebra-Umgebung, wie auch der Gestengebrauch der Schüler festgehalten. Auf Basis dieser Videodaten wurden Transkripte erstellt, die verbale Äußerungen wie non-verbale Handlungen enthalten.

Aus den neun Datensätzen wurden fünf Datensätze ausgewählt: Aufgrund der stark graphisch geprägten Lernumgebung wurde bei der Parabel-Aufgabe ein Umgang mit Gesten erwartet. Um individuelle Unterschiede im Gestengebrauch einzubeziehen, wurden die Bearbeitungen dieser Aufgabe aller drei Schülerpaare untersucht. Um aufgabenübergreifende Besonderheiten des Gestengebrauchs zu erkunden, wurde ein Schülerpaar ausgewählt. Dieses Schülerpaar löste die Aufgaben trotz längerer Sprechpausen schneller als die anderen. Außerdem fiel es dadurch auf, dass eine Schülerin viele und ‚große‘, die andere wenige, jedoch effektive Gesten machte.

Die Analyse der Daten erfolgte interpretativ in mehreren Schritten: Auf Basis einer sprachbasierten Rekonstruktion der epistemischen Prozesse nach dem SVSt-Modell wurden Episoden bestimmt, in denen der Gesprächsverlauf *um Situationen des Struktursehens abgeschlossen* ist (epistemisch-dichte Episoden). Die in diesen Episoden auftretenden Gesten wurden nach synchronen und diachronen Aspekten im Semiotischen Bündel analysiert. Hieran anschließend erfolgte die Rekonstruktion und Kodierung von Funktionen von Gesten zur Beantwortung der Forschungsfragen und eine erneute Rekonstruktion der epistemischen Prozesse innerhalb der epistemisch-dichten Situationen unter Einbezug der Gesten als Teil multi-

modaler Äußerungen. Abschließend wurden Theorie-erweiternde Hypothesen durch Vergleiche der Ergebnisse gebildet, einerseits zu den Bearbeitungen *einer* Aufgabe durch *verschiedene* Schülerpaare, andererseits zu den Bearbeitungen *verschiedener* Aufgaben durch *ein* Schülerpaar.

3. Ergebnisse, Fazit und Ausblick

Die Ergebnisse zeigen, wie vielfältig Gesten zu epistemischen Prozessen in sozialer Interaktion beitragen können:

In der sozialen Interaktion wird das mathematische Objekt durch den Gebrauch von Gesten geformt, indem diese gewisse **Binnenfunktionen** erfüllen. So können Gesten die sprachliche Äußerung hinsichtlich der Aspekte des ‚Wo‘, des ‚Was‘ und/oder des ‚Wie‘ *spezifizieren* und *Relationen* visualisieren und konkretisieren. Dies geschieht auf drei räumlich unterscheidbaren Referenzebenen, auf denen die Geste unterschiedlich stark mit einer Inskription zusammenspielt. Auf der *ersten Ebene* bezieht sich die indexikalische Referenz der Geste durch Zeigen auf eine konkrete Inskription. Auf *Ebene 2* werden Gesten flüchtig in eine bestehende Inskription integriert und zeigen hierdurch Mögliches auf. Losgelöst von einem fixierten Interpretationsrahmen können Gesten auf *Ebene 3* frei auf mathematische Ideen verweisen. Hierzu werden die Gesten im Gestenraum, dem ‚Raum in der Luft zwischen Schultern und Hüfte‘ (McNeill, 1992, S. 86) ausgeführt.

Gesten erfüllen eine **epistemische Funktion**, wenn sie die Ausführung einer epistemischen Handlung direkt beeinflussen. Hierbei wurden zwei Arten epistemischer Funktionen herausgearbeitet: (i) *Ausformende* Funktionen beziehen sich auf die Darstellung des mathematischen Objektes, das in eine epistemische Handlung eingebunden ist: Durch *Auslagern*, *Pikturisieren*, *Extrahieren* und *Illustrieren eines allgemeinen Aspekts* können visuelle Zugänge zu diesem Objekt geschaffen, und hierdurch epistemische Handlungen gefördert werden. (ii) *Ausführende* Funktionen beziehen sich auf die Ausführung einer epistemischen Handlung: *Fokussieren*, *Exemplifizieren*, *Präzisieren*, *Kontrastieren*, *Verkleben* und *Strukturieren des sprachlichen Diskurses*. Die Auswirkung des visuellen Zugangs, der durch die Geste geschaffen wird, ist hier gerichtet auf eine Erkenntnishandlung.

Gesten beeinflussen den epistemischen Prozess in größerem Ausmaß als bisher angenommen: Sie können epistemische Handlungen nicht nur vorbereiten und unterstützen; sie realisieren sie sogar. Dies kann als Erklärung dienen, wenn Struktursehen spontan aufzutreten scheint, und gibt Aufschluss über den nicht-sprachlichen Beitrag zu epistemischen Handlungen.

Insgesamt erscheint der Gestengebrauch – und auch der hiermit einhergehende Effekt auf den epistemischen Prozess – eher von der Aufgabe ge-

prägt zu sein als von den Individuen. Sowohl die Art und das Ausmaß der gestisch beigetragenen Information und der in Geste realisierten epistemischen Handlungen, wie auch die im Prozess zu ‚non-verbale(n) Begriffen‘ sozial konventionalisierten Gesten unterscheiden sich merklich stärker zwischen den Aufgaben als zwischen den Schülerpaaren. Alle drei Aspekte scheinen zu einem gewissen Maße in der Aufgabe angelegt zu sein.

Die Studie hat gezeigt, dass der Einsatz von Gesten einen nicht zu vernachlässigenden Teil sozialer epistemischer Prozesse ausmacht. Sie gibt außerdem Hinweise darauf, dass Gesten auch im Klassenraum als didaktisches Mittel genutzt werden können: Sie können beispielsweise ein Potential für Struktursehen offenbaren, auf das der Lehrer eingehen kann. So können epistemische Funktionen von Gesten auch gezielt eingesetzt werden um kollektive Erkenntnisprozesse zu katalysieren. Außerdem können Gesten als Teil einer ‚Sprache des Verstehens‘ angesehen werden, die eine Ausdrucksmöglichkeit bietet, bevor Wissen konkret fassbar ist. So wird eine Sensibilisierung für den Gebrauch und die Beachtung von Gesten im Klassenraum vor allem im Kontext inklusiven Unterrichts vorgeschlagen, wie auch im Hinblick auf Mehrsprachigkeit im Mathematikunterricht.

Literatur

- Arzarello, F. (2006). Semiosis as a multimodal process. *Revista Latinoamericana de Investigacion en Matemática Educativa*, Numero Especial, 267-299.
- Arzarello, F., & Edwards, L. (2005). Gesture and the Construction of mathematical meaning (RF 2). In H. L. Chick, & J. L. Vincent (Hrsg.), *Proceedings of the 29th Conference of the PME, 1*, (S. 122-145). Seoul, Korea: The Korea Society of ESM.
- Behrens, D., Krause, C. M., & Bikner-Ahsbahr, A. (2014). "Ich zeig' uns was, was du nicht siehst" - Zur epistemischen Rolle von Gesten. In J. Roth, & J. Ames (Eds.), *Beiträge zum Mathematikunterricht. Vorträge auf der 48. Jahrestagung der GDM 2014 in Münster* (S. 149-152). Münster: WTM Verlag.
- Bikner-Ahsbahr, A. (2005). *Mathematikinteresse zwischen Subjekt und Situation. Theorie interessendichter Situationen – Baustein für eine mathematikdidaktische Interessentheorie*. Hildesheim, Berlin: Franzbecker.
- Kendon, A. (2004). *Gesture: Visible action as utterance*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Krause, C. M. & Bikner-Ahsbahr, A. (2012). Modes of sign use in epistemic processes. In: Tso, T.Y. (Hrsg.). *Proceedings of the 36th Conference of the International Group for Psychology in Mathematics Education*, 3 (S. 19 – 26), Taipei, Taiwan: PME.
- McNeill, D. (1992). *Hand and mind: What gestures reveal about thought*. Chicago: University of Chicago Press.