HÖLZER, Julia-Marie & VOGEL, Rose F.
Frankfurt a. M.

Bewegung des Körpers beim mathematischen Lernen im Kontext von Multimodalität

1. Multimodalität - Begriffsklärung

Geht man davon aus, dass mathematisches Lernen in der kommunikativen Auseinandersetzung (Krummheuer, 1992) mit anderen stattfindet, ist die Bedeutung des laut- und schriftsprachlichen Ausdrucks unstrittig. Jedoch muss Kommunikation von Natur aus als multimodal betrachtet werden, da diese stets mit dem Sehen, Hören, Berühren und mit motorischen Aktionen (Bewegungen, Handlungen) verbunden ist (Gallese & Lakoff, 2005, zitiert nach Arzarello, 2006).

Unter Modi werden im Folgenden Ausdrucksformen des Individuums in Interaktionsprozessen verstanden. Dazu gehören zum Beispiel Gestik, Mimik und Zeichnungen (Arzarello, 2006; Radford, 2002). Um sich auszudrücken können in den verschiedenen Modi Zeichen generiert werden. Der Begriff Zeichen meint hierbei wahrnehmbare räumlich-zeitliche Einheiten mit intentionalem Charakter (Arzarello, 2006). Das Zeichen steht in einer triadischen Beziehung mit dem vermeintlich Gemeinten (Objekt) und der Interpretation der zeichenlesenden Person (Interpretant) (Hoffman & Roth, 2004). Der Interpretant muss das vermeintlich Gemeinte nicht zwingend gleich verstehen, wie der Produzent des Zeichens (Hoffmann & Roth, 2004). Es hat sich gezeigt, dass die verschiedenen Modi sehr bedeutsam für mathematisches Lernen sind, da besonders bei Lernenden eine rege Verwendung verschiedener Modi beobachtbar ist (Huth, 2023). Möller (im Druck) nennt als Modi im Mathematikunterricht Lautsprache, Gestik, Schrift, mathematische Symbole und mathematische Bilder.

2. Bewegung als Modus?

Im Kontext der mathematikdidaktischen Forschung wurde lange Zeit schwerpunktmäßig die Lautsprache zur Rekonstruktion von mathematischen Bedeutungsaushandlungen genutzt (Krummheuer, 1992). Beispielweise erweitert Huth (2023) diese Betrachtungen durch den Modus Gesten. Gesten sind meist in "ein lautsprachliches Äußerungsereignis eingebunden" (Huth, 2023, S. 3). Dabei lassen sich in mathematischen Interaktionen auch Modusübergänge identifizieren. So kann die mathematische Auseinandersetzung zum Beispiel zunächst ausschließlich handelnd erfolgen und diese Handlung dann gestisch fortgesetzt werden (Vogel & Huth, 2020). Dies verdeutlicht, dass neben einer verschränkten Modusnutzung in der Auseinandersetzung

In: L. Schick, M. Platz & A. Lambert (Hrsg.),
Beiträge zum Mathematikunterricht 2025.
58. Jahrestagung der Gesellschaft für Didaktik der Mathematik. WTM.
https://doi.org/10.37626/GA9783959873307.0

mit mathematischen Zusammenhängen situativ (bedingt durch die Aufgabenstellung) und individuell (bedingt durch Vorlieben) auch Modi alternativ isoliert genutzt werden können, um mathematische Erkenntnisse zu gewinnen und auszudrücken. Billion (2023) fokussiert in ihren Forschungen das Handeln als einen weiteren Ausdruckmodus und beschreibt Materialhandlungen als Ausdrucksform des individuellen Lernprozesses. In Ergänzung zu diesen Forschungsarbeiten soll die Bewegung als weiterer Ausdruckmodus beschrieben werden. Es lassen sich materialgestützte (Billion, 2023) und körperzentrierte Bewegungen unterscheiden. Beide Bewegungstypen können jeweils kleinmotorisch (kleine Bewegungen in der Ebene in Form von Handlungen oder Gestik) oder großmotorisch (Bewegung des ganzen Körpers im Raum mit und ohne Gegenstände) stattfinden (Hölzer & Vogel, angenommen). Auch neuropsychologische Forschungen machen die körperlichen und multimodalen Aspekte der Kognition (Arzarello, 2006) deutlich. Danach ist konzeptuelles Wissen nach Gallese und Lakoff (2005, zitiert nach Arzarello, 2006) körperlich verankert und wird im sensorisch-motorischen System (Wahrnehmung und Bewegung) abgebildet. Das im Folgenden ausgeführte Beispiel zeigt, wie mathematische Zusammenhänge in einer Lernumgebung so gestaltet werden, dass der körperliche Ausdruck im Zentrum steht. Gleichzeitig soll deutlich werden, wie der Modus Bewegung genutzt werden kann, mathematische Konzepte der Lernenden zu rekonstruieren.

3. Rekonstruktion des mathematischen Konzepts Symmetrie aus der Bewegung

Das Beispiel wurde von Studierenden im Rahmen eines Universitätsseminars gestaltet und mit Grundschulkindern erprobt. Im Zentrum der mathematischen Lernumgebung steht das mathematische Thema der Symmetrie, das von den Studierenden so ausgestaltet wurde, dass das mathematische Thema für die Kinder körperlich erfahrbar wird. In einem leeren Raum sollen die Kinder einerseits mit Gegenständen (Stühle, Kisten, Flaschen, …) arbeiten und symmetrische Materialarrangements gestalten. Andererseits wird mit einem Klebeband eine Symmetrieachse auf dem Boden des Raumes markiert, die im Zentrum von symmetrischen Körperbewegungen der Kinder steht (siehe Bild 1 und 2) (Hölzer & Vogel, angenommen).

Im Zentrum der Analyse steht die Forschungsfrage: *Welche mathematischen Konzepte der Kinder im Kontext Symmetrie (hier die Achsenspiegelung) lassen sich mittels multimodaler Äußerungen rekonstruieren?* Auf der Grundlage eines ausführlichen Bewegungs-Transkripts wird eine Explikationsanalyse nach Mayring (2014) in der Anpassung von Vogel (2017) durchgeführt.

Durch die Kontrastierung des Referenzrahmens mit ausgewählten Transkriptstellen können die individuellen mathematischen Konzepte der Kinder herausgearbeitet werden. Zentral für den Referenzrahmen dieser Lernumgebung ist die Achsenspiegelung und ihre Eigenschaften wie Parallelentreue, Winkeltreue, Längentreue und Nicht-Orientierungstreue (Krauter & Bescherer, 2013). Diese kommen in den Bewegungen der Kinder links und rechts der aufgeklebten Symmetrieachse zum Ausdruck. Dabei generiert ein Kind eine dynamische Figur, die leicht zeitversetzt von dem anderen Kind gespiegelt aufgegriffen wird.

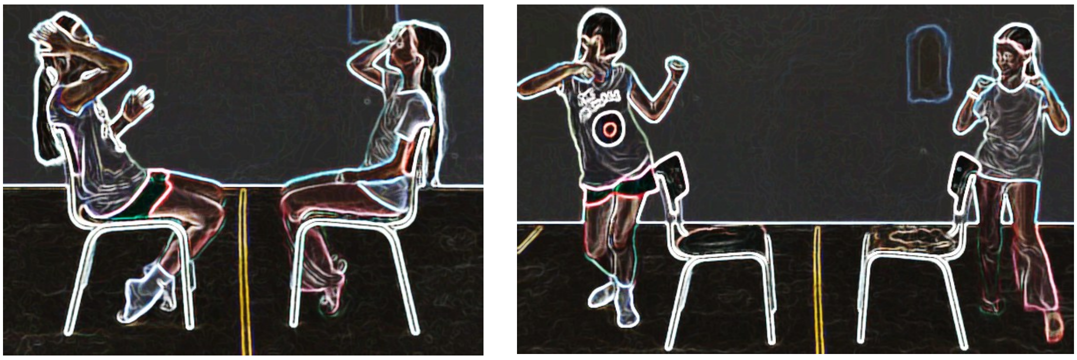

Bild 1 (links) Streichen durch das Haar, Bild 2 (rechts) tänzerische Bewegungsformen

Die für den ersten Schritt der Explikationsstelle ausgewählte Transkriptstelle beschreibt eine Bewegung, die vom linken Kind vorgegeben wird: das Streichen durch das Haar (mit der linken Hand) wird leicht zeitversetzt vom rechten Kind gespiegelt wiedergegeben als Streichen durch das Haar (mit der linken Hand). Hier wird deutlich, dass Eigenschaften wie Winkeltreue (Winkel zwischen Ober- und Unterarm) in der durch das Kind dargestellten Bildfigur aufgegriffen werden. Die Nicht-Orientierungstreue wird hier nicht berücksichtigt. Diese Eigenschaft stellt eine Herausforderung dar. Vor allem in Bewegungen des Alltags wie das Streichen durch das Haar dominiert die individuelle Händigkeit. Die mathematische Eigenschaft der Nicht-Orientierungstreue wird überlagert. Werden weitere Transkriptstellen, die in direktem Zusammenhang mit der explizierten Transkriptstelle stehen, entsprechend dem Regelwerk der Explikationsanalyse hinzugenommen, wird deutlich, dass die Kinder die Eigenschaften der Achsenspiegelung (einschl. Nicht-Orientierungstreue) in ihren Bewegungen umsetzen. Es sind hier meist keine Bewegungen des Alltags, sondern gezielt durchgeführte Bewegungen, wie z. B. das Ausstrecken eines Armes oder das in die Hände klatschen. In der weiten Explikationsanalyse (siehe Bild 2) zeigt sich diese vermutete Überlagerung ebenfalls. Es werden tänzerische Bewegungsformen vom linken Kind vorgegeben. Die Armbewegung werden vom rechten Kind symmetrisch wiedergegeben. In der Bein- und Fußstellung dominiert vermutlich die individuelle Dominanz eines Beines und überlagert die spiegelverkehrte

Nutzung des linken Beines. Im weiteren Verlauf der Erprobung zeigt sich im Sprachmodus, dass die Kinder hier eine Unstimmigkeit wahrnehmen. Das Beispiel zeigt in welche mathematischen Konzepte sich rekonstruieren lassen und wie in Lernumgebungen durch Bewegung mathematische Zusammenhänge aufgegriffen und erlebbar werden können.

Literatur

Arzarello, F. (2006). Semiosis as a multimodal process. *RELIME. Revista latinoamericana de investigación en matemática educativa*, *9*(1), 267-300.

Billion, L. K. (2023). *Mathematical learning through actions on diagrams: reconstruction of learners' interpretations when acting on digital and analogue materials in primary school.* Universitätsbibliothek Johann Christian Senckenberg. https://doi.org/10.21248/gups.79773

Hoffmann, M. H. G., & Roth, W.-M. (2004). Learning by Developing Knowledge Networks. A semiotic approach within a dialectical framework. *ZDM – Mathematics Education, 36*(6), 196–205.

Hölzer, J.-M. & Vogel, R. F. (angenommen). *Learning mathematics with body-centred and object-centred movement: Expanding Bruner´s enactive mode of representation.*

Huth M (2023). *Diagramme im Handumdrehen - der Gebrauch von Gesten beim Mathematiklernen*. Universitätsbibliothek Johann Christian Senckenberg. https://doi.org/10.21248/gups.72106

Krauter, S. & Bescherer, Ch. (2013). *Erlebnis Elementargeometrie* (2. Aufl.). Springer Spektrum. ://doi-org.proxy.ub.uni-frankfurt.de/10.1007/978-3-8274-3026-7

Krummheuer, G. (1992). *Lernen mit "Format". Elemente einer interaktionistischen Lerntheorie. Diskutiert an Beispielen mathematischen Unterrichts*. Beltz.

Mayring, P. (2014). *Qualitative content analysis: theoretical foundation, basic procedures and software solution.* Klagenfurt. https://nbn-resolving.org/urn:nbn:de:0168-ssoar-395173.

Möller, V. (im Druck). *Multimodale Rekonstruktion individueller Lehrkonzepte von Lehrpersonen. Instruktionale Erklärsituationen im authentischen Mathematikunterricht*.

Radford, L. (2002). The seen, the spoken and the written: A semiotic approach to the problem of objectification of mathematical knowledge. *For the learning of mathematics*, *22*(2), 14-23.

Krummheuer, G. (1992*). Lernen mit" Format": Elemente einer interaktionistischen Lerntheorie; diskutiert an Beispielen mathematischen Unterrichts*. Dt. Studien-Verlag.

Vogel, R. (2017). "wenn man da von oben guckt sieht das aus als ob …" - die 'Dimensionslücke' zwischen zweidimensionaler Darstellung dreidimensionaler Objekte im multimodalen Austausch. In M. Beck & R. Vogel (Hrsg.), *Geometrische Aktivitäten und Gespräche von Kindern im Blick qualitativen Forschens,* (S. 61-75). Waxmann.

Vogel, R. F. & Huth, C. M. (2020). Modusschnittstellen in mathematischen Lernprozessen. In G. Kadunz (Hrsg.), *Zeichen und Sprache im Mathematikunterricht* (S. 215-253). Springer Spektrum.