

Zählen und Rechnen mit dem ganzen Körper

Embodied Cognition und Fingerverwendung im Unterricht

Christina Konrad¹, Marlene Lindtner²

Zusammenfassung

Im vorliegenden Beitrag wird kurz erläutert, was unter Embodied Cognition verstanden wird und inwiefern körperliche Erfahrungen für Kognition relevant sind. Im Anschluss wird die besondere Bedeutung der Finger für den Aufbau von numerischen und arithmetischen Kompetenzen beleuchtet. Am Beispiel des Körperbasierten Unterrichtens und Lernens (KUL) wird dargestellt, wie die Erarbeitung des Zahlbegriffs und der Übergang vom Zählen zum Rechnen unter Nutzung des körpereigenen Arbeitsmittels „Finger“ in der Praxis gelingen kann.

1 Einleitung

„Durch Bewegung lernt man besser und vor allem nachhaltig!“ Diese Erfahrung macht jeder Mensch. Wenn wir motorische Abläufe, wie z.B. Radfahren gelernt haben, ist es so gut wie unmöglich, diese Fertigkeit je wieder zu verlernen. Denn motorische Abläufe können nicht auswendig gelernt werden, sie werden trainiert und automatisiert, sodass sie flexibel und ohne Anstrengung jederzeit abrufbar sind. Das Besondere am Lernen durch Bewegung ist, dass implizit Informationen vermittelt und gelernt werden, die verbal schlecht oder nicht fassbar bzw. vermittelbar sind.

Beim schulischen Lernen wird häufig davon ausgegangen, dass Lernen etwas rein Geistiges, vom Körper Getrenntes ist (Macedonia, 2019, S. 2). Neurowissenschaftliche Erkenntnisse zeigen jedoch, dass eine Trennung von Körper und Geist so nicht haltbar ist. Kognitive Prozesse basieren auf körperlichen Erfahrungen. Der Körper ist damit nicht nur Behälter eines denkenden Gehirns, sondern ein wesentliches Werkzeug, um relevante Informationen aufzunehmen. Der so genannte Embodied Cognition Ansatz sieht Körper und Geist als ebenbürtige Partner im Lernprozess, die einander gegenseitig bedingen. Kognition entsteht demnach in einem Zusammenspiel aus sensomotorischen Prozessen, Handlungen, Emotionen und Interozeption (Kiefer & Trumpp, 2012, S. 16), ist in hohem Maße von körperlichen Prozessen abhängig und nicht rein abstrakt bzw. amodal (Ionescu & Vasc, 2014, S. 280). Dass auch bei der Verarbeitung von abstraktem Input senso-motorische Informationen relevant sind, konnte in verschiedenen Studien gezeigt werden. Beim Betrachten von Bildern von Lebensmitteln wird beispielsweise auf gustatorische Informationen zugegriffen (Simmons et al., 2005, S. 1606) und beim Denken an ein bestimmtes Werkzeug wird die Verwendung dieses Werkzeuges innerlich simuliert (Grèzes et al., 2003). Auch beim Lesen von Buchstaben werden senso-motorische Informationen abgerufen. Obwohl beim Lesen nicht aktiv Buchstaben produziert werden, sind dabei auch die Areale aktiv, die beim Schreiben der Buchstaben aktiviert werden (James & Engelhardt, 2012, S. 39). Pulvermüller (2005, S. 578) konnte zudem zeigen, dass beim Lesen von Bewegungsverbren Bereiche aktiviert werden, die für das Ausführen der entsprechenden Handlung verantwortlich sind. Umgekehrt können semantisch passende Bewegungen das Abspeichern von Vokabeln erleichtern und führen über die dabei zusätzlichen, anreichernden senso-motorische Informationen zu einer längerfristigen Speicherung der Wörter (Macedonia & von Kriegstein, 2012, S. 406). Auch beim Lernen mathematischer Inhalte können motorische Erfahrungen effizient genutzt werden. So konnte gezeigt werden, dass aufgabenspezifische, ganzkörperliche Bewegung den Aufbau von Zahlraumvorstellung und Stellenwertverständnis unterstützt (Wunsch et al., 2020, S. 78).

Denken ist folglich ein inneres, mentales Simulieren von konkreten Erfahrungen mit Rückgriff auf sinnesspezifische, sensorisch-motorische Informationen. Welche Informationen genau abgerufen werden können, ist abhängig davon, welche konkreten Erfahrungen beim Lernen gemacht wurden (Wilson, 2002, S. 632).

¹ Private Pädagogische Hochschule der Diözese Linz
 Korrespondierende Autorin. E-Mail: christina.konrad@ph-linz.at

² Pädagogische Hochschule Kärnten - Viktor Frankl Hochschule

2 Finger als körpereigener Zugang zu Mengen, Zahlen und Operationen?

Die Arbeit mit didaktischen Arbeitsmitteln ist aus fachdidaktischer Sicht notwendiger Bestandteil des mathematischen Erstunterrichts (Boggan et al., 2010, S. 4). Finger stellen ein besonderes didaktisches Arbeitsmittel dar, da sie körpereigen sind und neben visuellen auch senso-motorische Informationen über Mengen und Operationen liefern. Neben organisatorischen Vorteilen (Flexibilität, Kosten) bieten sie eine 5er- und 10er Gliederung, die nicht-zählende Mengenerfassung ermöglicht und erlauben Handlungen zu grundlegenden Operationen (Addieren, Subtrahieren, Zerlegen, Ergänzen). Sie sind ein Werkzeug mit dem Zählfertigkeit, aber auch nicht-zählendes Rechnen durch das Bewegen von Fingersets trainiert werden kann. (Genauer bei Konrad & Lindtner, 2017b) Der Einsatz von Fingern beim Zählen und Rechnen wird aktuell viel diskutiert. Dabei wird klar, dass Zahlen nicht ausschließlich abstrakt repräsentiert sind, sondern mitunter auf senso-motorischen Erfahrungen mit den Fingern beruhen (Überblick bei: Moeller & Nuerk, 2012).

Diese Verbindung zwischen Zahlen und Fingern konnte in verschiedenen Studien belegt werden. So zeigt sich z.B., dass das sichere Benennen und Wahrnehmen von Fingern in Zusammenhang mit der Entwicklung von Rechenfertigkeit steht (Gracia-Bafalluy & Noel, 2008, S. 374). Beim Durchführen von Zähl- bzw. Zahlvergleichsaufgaben zeigen Kinder (6-12 Jahre) in denselben Hirnarealen Aktivität, wie beim Ausführen gezielter Fingerbewegungen (Krinzinger et al., 2011, S. 6). Van Rinsfeld, Hornung und Fayol (2020, S. 5) weisen darauf hin, dass insbesondere die schnelle Zuordnung von Zahlen zu Fingermustern Einfluss auf die Zahlraumvorstellung (Zuordnung von Zahlen am Zahlenstrahl im ZR 100) hat und den Zusammenhang zwischen Zählfertigkeit und Zahlenraumvorstellung mediiert. Zudem konnte ein Zusammenhang zwischen dem schnellen Zuordnen von Fingermuster zu Zahlen und Rechenfertigkeit nachgewiesen werden (Hornung et al., 2017, S. 10). In einer Längsschnittstudie (Kullberg et al., 2020, S. 168) zeigte sich, dass Kinder (5-6 Jahre), mit denen gezielt das Zeigen und Erfassen von Fingermustern geübt wurde, beim Lösen verschiedener Aufgabentypen im Zahlenraum 10 im Vergleich zur Kontrollgruppe signifikant besser abschnitten. Lehrpersonen wissen aber wenig über einen fachdidaktisch sinnvollen Einsatz von Fingern für den Aufbau von numerischem Wissen und insbesondere über den zielführenden Einsatz von Fingern beim Aufbau von arithmetischem Wissen. Finger werden im Unterricht oft nur geduldet und wenn, dann hauptsächlich zählend eingesetzt. Der rein zählende Einsatz birgt jedoch die Gefahr, dass die Kinder das Fingerzählen als Gewohnheit festigen und der Übergang zum Rechnen im Kopf nicht gelingt (Mutlu et al., 2020, S. 186). Eine nicht-zählende Finger Verwendung, bei der mit Fingermustern und Fingersets gearbeitet wird, d.h. die Fingern nicht einzeln, sondern in Gruppen bewegt werden, scheint hingegen die Ablösung vom zählenden Rechnen zu fördern und gilt als „anschauungsgebundenes Übergangsstadium zum automatisierten Abrufwissen“ (Hess, 2012, S. 117).

3 Körperbasiert Unterrichten und Lernen (KUL)

Nachdem die bedeutende Rolle des Körpers für den Aufbau von Fertigkeiten und Wissen mittlerweile mehrfach bestätigt wurde, wird der Fokus zunehmend auch auf einen gezielten, fachdidaktischen Einsatz von Bewegung im Unterricht gelegt (z.B. Andrá & Macedonia, 2020). Eine Vorreiterrolle nimmt hier unter anderem das fachdidaktische Konzept KUL (Körperbasiert Unterrichten und Lernen) ein, das Bewegung gezielt für den Aufbau von mathematischen sowie sprachlichen und schriftsprachlichen Kompetenzen nutzt (vgl. Lindtner & Konrad, 2018, S. 6). Im Folgenden soll kurz erläutert werden, wie in der Praxis der Aufbau eines tragfähigen Zahlbegriffes und von Rechenkompetenz mit dem Konzept KUL unter Nutzung des besonderen didaktischen Arbeitsmittels „Finger“ erfolgen kann. (Genauere Erläuterungen bei Konrad & Lindtner, 2017a, S. 318).

Der Aufbau des Zahlbegriffes mit KUL kann in **5 Stufen** unterteilt werden: Im ersten Schritt **(1)** wird das Vorwärtszählen trainiert und abgesichert. Dabei werden die Finger am Zahlenstrahl orientiert von links nach rechts (beginnend beim linken kleinen Finger) verwendet. Im Zählprozess wird genau darauf geachtet, dass nicht immer nur ein Finger dazugegeben wird. Stattdessen wird nach dem Hinzugeben eines Fingers jedes Mal die neu entstandene Menge aufgedrückt und mit dem passenden Zahlwort (2 Finger – Zahlwort „zwei“) durch ein gleichzeitiges Aussprechen gekoppelt. Diese motorische Handlung unterstützt das Kind dabei, seine Aufmerksamkeit weg von einem ordinalen hin zu einem kardinalen Zahlverständnis zu richten. Nach und nach wird klar, dass nicht einzelne Finger, sondern die gesamte Menge der ausgestreckten Finger die jeweiligen Zahlwörter repräsentieren. Diese Vorgehensweise wird auch beim Rückwärtszählen **(2)** eingehalten. Nachdem ein Finger eingezogen wurde, werden die übrigen Finger erneut begleitet durch das Aussprechen des jeweiligen Zahlwortes auf den Tisch aufgerückt. Die immer gleichbleibende Finger Verwendung von links nach rechts ermöglicht das Abspeichern der Fingermuster zu den Zahlwörtern. Das Zeigen dieser Fingermuster wird schließlich im dritten Schritt **(3)** gezielt trainiert. Nachdem den Kindern ein Zahlwort genannt wurde, werden

diese dazu aufgefordert, das richtige Fingermuster aufzudrücken. Dabei wird großer Wert darauf gelegt, dass immer alle Finger gleichzeitig aufgedrückt werden. Sie ermöglichen den Kindern später das nicht-zählende Rechnen (siehe „vom Zählen zum Rechnen“). Um den Unterschied zwischen kardinalem und ordinalem Zahlaspekt zu verdeutlichen, werden die beiden Zahlaspekte im vierten Schritt **(4)** schließlich gegenübergestellt (z.B. „Strecke 5 Finger aus!“ bzw. „Strecke den fünften Finger aus!“). Im fünften und somit auch letzten Schritt der Zahlbegriffsentwicklung **(5)** werden alle Möglichkeiten durcheinander (z.B. „Strecke 10 Finger aus!“, „Strecke den 3. Finger aus!“, „Strecke den 1. Finger aus!“,...) abgefragt und ausgeführt.

Die Entwicklung **vom Zählen zum Rechnen** bereitet vielen Kindern Probleme (Gaidoschik, 2010, S. 374). Gerade deshalb wird beim Erstrechnen auf eine strukturierte Vorgehensweise und eine nicht-zählende Fingerverwendung geachtet. Das wird möglich, indem vorerst nur mit kleinen zweiten Summanden bzw. kleinen Subtrahenden (2,3,4) gerechnet wird. Weil Mengen bis 4 simultan erfassbar sind und nicht abgezählt werden müssen, sind diese Rechnungen für Kinder einfacher bewältigbar (Rinkens & Eilerts, 2012, S. 268). Angenommen das Kind möchte die Rechnung „6+3“ lösen, drückt dieses zuerst das Fingermuster für sechs auf den Tisch, um anschließend drei weitere Finger gleichzeitig auszustrecken und dazu aufzudrücken. Dadurch, dass das Kind das neu entstandene Fingermuster kennt, kann es das Ergebnis sofort, ohne die Finger abzuzählen, nennen. Schritt für Schritt werden so im Zahlenraum 10 mit simultan erfassbaren 2er, 3er und 4er Bausteinen größere Mengen gebaut und damit eine Erfahrungsgrundlage für die Entwicklung des Teile-Ganze-Schemas und den relationalen Zahlbegriff gelegt. Zudem werden gerade diese Kompetenzen durch die natürliche Struktur der Finger (Subbasis 5/Basis 10) und die damit verbundenen Möglichkeiten, Mengen in Relation zu anderen Mengen zu stellen gefördert (z.B. neun ist um eins weniger als zehn, aber um vier mehr als fünf). Erfahrungen, die das Kind bereits beim Fünferübergang (z.B. 4+3) macht, können später für den Zehnerübergang genutzt werden und diesen erleichtern. Alle möglichen Rechenoperationen (Addieren, Subtrahieren, Zerlegen, Ergänzen) werden mit Hilfe der Finger erarbeitet. Mengen größer 4 werden erst nach Erarbeitung der jeweiligen Zerlegung addiert/subtrahiert, da auch für die Bewältigung des Fünferübergangs bei größeren Mengen die passende Zahlzerlegung abgerufen werden muss. Durch das gezielte Erarbeiten der Tauschaufgabe können abgesicherte Rechnungen mit kleinen Summanden bzw. Subtrahenden zudem für die Lösung von schwierigeren Aufgaben genutzt werden (z.B. $2+7 = 7+2$). Dabei sollen Kinder immer zum Nachdenken und Kommunizieren (Welche Aufgabe ist einfacher? Inwiefern unterscheiden sich die Aufgaben?) angeregt werden. Die im Zahlenraum 10 geschilderte handelnde Vorgehensweise wird auf jeden beliebig großen Zahlenraum übernommen. Dafür ist es notwendig, dass mehrere Kinder zusammenarbeiten. Arbeitet ein Kind allein, können zusätzlich zu den eigenen Fingern Zehnerbündel von z.B. Stäben als Repräsentanten für die Finger eingesetzt werden.

Beim Übergang **vom Rechnen mit Material hin zum rein mentalen Lösen** von Aufgaben kann es hilfreich sein, den Kindern die Sicht auf die Finger zu nehmen. Sie sehen dann zwar die Mengen nicht mehr, spüren diese aber und rufen in der Vorstellung das passende Bild dazu auf. Zudem können die Kinder nach und nach dazu angeregt werden, Aufgaben ohne die Finger zu lösen. Eine Verbalisierung der Handlung kann diese in die Vorstellung des Kindes rufen und das mentale Lösen von Aufgaben effizient unterstützen (z.B. 5+3, „Ich brauche eine ganze Hand und noch drei dazu, das sind acht“).

4 Fazit und Ausblick

Der Einsatz des körpereigenen Arbeitsmittels „Finger“ ermöglicht im mathematischen Erstunterricht ohne großen organisatorischen Aufwand einen besonderen und einfachen Weg, Quantitäten analog darzustellen und erleichtert den Übergang vom nicht-symbolischen zum symbolischen, kardinalen Zahlverständnis (Van Rinsveld et al., 2020, S. 6). Die Nutzung von Fingermustern und der nicht-zählende Einsatz der Finger beim Rechnen scheint relevant für den Aufbau von arithmetischem Wissen zu sein sowie den Übergang zum mentalen Rechnen zu begünstigen. Ein fachdidaktisch gut überlegter Einsatz der Finger als didaktisches Arbeitsmittel in der Praxis muss forciert werden, um die Möglichkeiten des hoch praktikablen, körpernahen didaktischen Arbeitsmittels auszuschöpfen.

Literatur

- Andrä, Christian & Macedonia, M. (Hrsg.). (2020). *Bewegtes Lernen. Handbuch für Forschung und Praxis*. Lehmanns Media.
- Boggan, M., Harper, S. & Whitmire, A. (2010). Using manipulatives to teach elementary mathematics. *Journal of instructional pedagogies*, 3, 1–10. <http://www.aabri.com/manuscripts/10451.pdf>

- Gaidoschik, M. (2010). *Wie Kinder rechnen lernen - oder auch nicht. Eine empirische Studie zur Entwicklung von Rechenstrategien im ersten Schuljahr*. Peter Lang.
- Gracia-Bafalluy, M. & Noel, M.P. (2008). Does fingertraining increase young childrens` numerical performnce? *Cortex*, 44, 368–375.
- Grèzes, J., Tucker, M., Armony, J., Ellis, R. & Passingham, R. E. (2003). Objects automatically potentiate action: An fMRI study of implicit processing. *European Journal of Neuroscience*, 17(12), 2735–2740. <https://doi.org/10.1046/j.1460-9568.2003.02695.x>
- Hess, K. (2012). *Kinder brauchen Strategien*. Klett/Kallmayer.
- Hornung, C., Martin, R. & Fayol, M. (2017). General and specific contributions of RAN to reading and arithmetic fluency in first graders: A longitudinal latent variable approach. *Frontiers in Psychology*, 8(OCT). <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2017.01746>
- Ionescu, T. & Vasc, D. (2014). Embodied Cognition: Challenges for Psychology and Education. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 128, 275–280. <https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2014.03.156>
- James, K. H. & Engelhardt, L. (2012). The effects of handwriting experience on functional brain development in pre-literate children. *Trends in Neuroscience and Education*, 1(1), 32–42. <https://doi.org/10.1016/j.tine.2012.08.001>
- Kiefer, M. & Trumpp, N. M. (2012). Embodiment theory and education: The foundations of cognition in perception and action. *Trends in Neuroscience and Education*, 1(1), 15–20. <https://doi.org/10.1016/j.tine.2012.07.002>
- Konrad, C. & Lindtner, A. (2017a). *Leitfaden für den Mathematikunterricht 1*. Trauner.
- Konrad, C. & Lindtner, M. (2017b). Fingerrechnen ≠ Fingerrechnen. *Pädagogische Horizonte*, 1, 11.
- Krinzinger, H., Koten, J. W., Horoufchin, H., Kohn, N., Arndt, D., Sahr, K., Konrad, K. & Willmes, K. (2011). The role of finger representations and saccades for number processing: An fMRI study in children. *Frontiers in Psychology*, 2(DEC), 1–12. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2011.00373>
- Kullberg, A., Björklund, C., Brkovic, I. & Runesson Kempe, U. (2020). Effects of learning addition and subtraction in preschool by making the first ten numbers and their relations visible with finger patterns. *Educational Studies in Mathematics*, 157–172. <https://doi.org/10.1007/s10649-019-09927-1>
- Lindtner, M. & Konrad, C. (2018). Unser Körper - der Schlüssel zum Erfolg? Der Embodied Cognition Ansatz als Grundlage für das Konzept KUL. *MitSprache*, 4, 5–17.
- Macedonia, M. (2019). Embodied Learning: Why at school the mind needs the body. *Frontiers in Psychology*, 10(October), 2098. <https://doi.org/10.3389/FPSYG.2019.02098>
- Macedonia, M. & von Kriegstein, K. (2012). Gestures Enhance Foreign Language Learning. *Biolinguistics*, 6(3–4), 393–416. <http://www.biolinguistics.eu/index.php/biolinguistics/article/view/248>
- Moeller, K. & Nuerk, H.-C. (2012). Zählen und Rechnen mit den Fingern: *Lernen und Lernstörungen*, 1(1), 33–53. <http://dx.doi.org/10.1024/2235-0977/a000004>
- Mutlu, Y., Akgün, L. & Akkusci, Y. E. (2020). What do teachers think about Finger-Counting? *International Journal of Curriculum and Instruction*, 12(1), 268–288. <https://doi.org/10.1080/02607476.2016.1226556>
- Pulvermüller, F. (2005). Brain mechanisms linking language and action. *Nature reviews Neuroscience*, 6, 576–582.
- Rinkens, H.-D. & Eilerts, K. (2012). Feldstudien zur Entwicklung der Rechenfertigkeit von Erstklässlern im Bereich der Addition. In *Mathematikunterricht im Kontext von Realität, Kultur und Lehrerprofessionalität. Festschrift für Gabriele Kaiser*. (S. 265–274).
- Simmons, W. K., Martin, A. & Barsalou, L. W. (2005). Pictures of appetizing foods activate gustatory cortices for taste and reward. *Cerebral Cortex*, 15(10), 1602–1608. <https://doi.org/10.1093/cercor/bhi038>
- Van Rinsveld, A., Hornung, C. & Fayol, M. (2020). Finger Rapid Automatized Naming (RAN) predicts the development of numerical representations better than finger gnosis. *Cognitive Development*, 53(November 2019), 100842. <https://doi.org/10.1016/j.cogdev.2019.100842>
- Wilson, M. (2002). Six Views of Embodied Cognition. *Psychonomic bulletin & review*, 9(4), 625–636. <http://view.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/12613670>
- Wunsch, J., Moeller, K., Nuerk, H.-C. & Dackermann, T. (2020). Ganzkörperliche Bewegung zur Unterstützung grundlegender numerischer Fähigkeiten. In Christian Andrä & M. Macedonia (Hrsg.), *Bewegtes Lernen. Handbuch für Forschung und Praxis* (S. 66–82). Lehmanns Media.