

Thomas DRESLER, Tübingen, Silke M. BIECK, Tübingen,  
Johannes BLÖCHLE, Tübingen & Korbinian MÖLLER, Tübingen

## **Neurowissenschaftliche Perspektiven auf Bruchzahlen – Möglichkeiten im Rahmen eines interdisz. Vorgehens**

### **Einleitung**

In den letzten Jahrzehnten haben die rasante Entwicklung und Verbreitung neurowissenschaftlicher Methoden die klinische und wissenschaftliche Forschungslandschaft stark verändert. So konnten vielfältige Erkenntnisse darüber gewonnen werden, wie das menschliche Gehirn aufgebaut ist und funktioniert; sowohl bei gesunden Personen, als auch bei Personen mit bestimmten somatischen Erkrankungen und psychischen Störungen. Diese Erkenntnisse waren für bestimmte Disziplinen, wie beispielsweise die Neurologie, von großer Bedeutung, da hierdurch verschiedene diagnostische Fragestellungen besser beantwortet werden konnten. Für andere Disziplinen, wie beispielsweise die Bildungs- und Erziehungswissenschaften oder die Didaktik, schienen diese Erkenntnisse zunächst eher nicht von großer Bedeutung zu sein. Im Rahmen verschiedener interdisziplinärer, teils groß angelegter Forschungsinitiativen (z. B. Lehr-Lern-Forschung unter neurowissenschaftlicher Perspektive [NIL] vom BMBF) kam es jedoch zu ersten Annäherungen von Bildungs- und Neurowissenschaften. Bei dieser Annäherung kam es mitunter zu hitzigen, teils kontrovers geführten Debatten über Möglichkeiten und Nutzen neurowissenschaftlicher Erkenntnisse für die Bildungsforschung und -praxis. Es wurden mitunter Versprechungen gemacht, die in einer solchen Form natürlich nicht einzulösen waren. Dennoch konnten einige Projekte (z. B. Dresler et al., 2009; Obersteiner et al., 2010) dazu beitragen, eine langsame Annäherung zu ermöglichen, wobei grundlegende Probleme erkannt wurden (vgl. Willingham, 2009).

### **Educational Neuroscience als interdisziplinäres Forschungsgebiet**

Heute wird unter dem Begriff „Educational Neuroscience“ ein interdisziplinärereres Forschungsgebiet verstanden, in dem auch neurowissenschaftliche Methoden verwendet werden, um Fragestellungen aus dem Bildungsbereich zu untersuchen. Im Bereich der Lernstörungen bzw. -schwierigkeiten konnten Studienergebnisse bereits zu relevanten diagnostischen und theoretisch-konzeptionellen Neubewertungen führen (vgl. Dresler et al., 2018). Auch therapeutische Ansätze, beispielsweise durch Neurostimulationsverfahren, wurden hierbei entwickelt und teilweise erfolgreich angewandt (z. B. Schröder et al., 2017). Diese Ansätze betreffen zumeist allerdings eher

klinisch-relevante Fragestellungen, die nur einen Teil der Schülerinnen und Schüler betreffen. Mit dem Bildungsalltag haben sie bislang jedoch noch wenig zu tun. So untersuchten viele Studien zwar bildungsrelevante Fähigkeiten (z.B. Zahlenverarbeitung und Rechnen), aber meist in einer Spezifität und auf einem Auflösungsgrad, die im Unterricht kaum eine Rolle spielen dürften. Dadurch konnten zwar relevante Prozesse und auch deren neuronale Korrelate aufgedeckt werden (z. B. Grabner et al., 2009). Jedoch ist dieses Wissen für Lehrende meist kaum unmittelbar anwendbar. Hierzu bedarf es weiterer interdisziplinärer Zusammenarbeit. Ein Forschungsgebiet, das sich in den letzten Jahren vermehrt als interdisziplinäres Forschungsthema herauskristallisiert hat, ist die Bruchverarbeitung und das Verständnis von Brüchen.

### **Brüche als interdisziplinäres Forschungsthema**

Brüche spielen im alltäglichen Leben eine wichtige Rolle. Sei es die Verwendung einer  $\frac{3}{4}$  Tasse Mehl beim Backen, das Aufteilen des resultierenden Kuchens in 16 gleiche Stücke oder das Annehmen einer Halbtagsstelle. Interessanterweise haben viele Schülerinnen und Schüler, aber auch Erwachsene, teils große Probleme Brüche zu verstehen (z. B. Carpenter et al., 1981). Diese Problematik beschäftigt nicht nur Didaktiker und Bildungsforscher, sondern auch Psychologen und Neurowissenschaftler. Hier könnte es für die didaktische Herausforderung der Vermittlung von Brüchen sinnvoll sein, mit den Ergebnissen neurowissenschaftlicher Methoden mögliche Grundlagen dieser Schwierigkeiten zu erforschen. Zurzeit gibt es nur wenige neurokognitive Studien, die die neuronalen Grundlagen der Verarbeitung von Proportionen (z.B. Punkt- und Linienverhältnisse) sowie von symbolischen Brüchen und Bruchzahlen-Wörtern untersuchen (z. B. Ischebeck et al., 2010; Ischebeck, Schocke & Delazer, 2009; Jacob & Nieder, 2009a, 2009b; Mock et al., 2018, 2019). Diese Studien deuten jedoch darauf hin, dass ein Schlüsselareal für die Verarbeitung von ganzen Zahlen im parietalen Kortex, der sogenannte intraparietale Sulcus (IPS), auch für die Verarbeitung von Brüchen und Proportionen eine entscheidende Rolle spielen könnte. Aufgrund der begrenzten Anzahl verfügbarer Studien scheinen jedoch eindeutige Schlussfolgerungen verfrüht. Zusätzlich beschränken sich diese Studien nur auf erwachsene Probanden, so dass unklar ist, wie sich das Bruchverständnis und die Bruchverarbeitung neuronal bei Kindern entwickelt. Ein solches Wissen könnte zur Aufklärung der Problematik von Brüchen beitragen. Auch könnte beantwortet werden, was so besonders an Brüchen ist. Warum gibt es hierbei mehr Probleme als bei anderen Aufgaben? Verarbeitet das Gehirn Brüche eventuell völlig anders? Wenn ja, wie lassen sich diese Erkenntnisse für Schülerinnen und Schüler nutzen? Hier scheint ein interdisziplinärer Ansatz

zwischen Mathematikdidaktik, Kognitiver Psychologie und Neurowissenschaft spezifisch geeignet (vgl. Obersteiner et al., 2019).

## Ausblick

Um einige der oben aufgeworfenen Fragen beantworten zu können, werden in einem von der Deutschen Forschungsgemeinschaft geförderten interdisziplinären Projekt an der Pädagogische Hochschule Freiburg und der Universität Tübingen die neuronalen Korrelate der Verarbeitung von Brüchen bei Schülerinnen und Schülern der 6. Klassenstufe bzgl. ihres Bruchzahlverständnisses sowohl vor, als auch nach einer gezielten Förderung von Größenvorstellungen zu Brüchen untersucht.

## Literatur

- Carpenter, T. P., Corbitt, M. K., Kepner, H. S., Lindquist, M. M. & Reys, R. E. (1981). *Results from the second mathematics assessment of the National Assessment of Educational Progress*. Washington, DC: National Council of Teachers of Mathematics.
- Dresler, T., Bugden, S., Gouet, C., Lallier, M., Oliveira, D., Pinheiro-Chagas, P., Pires, A. C., Wang, Y., Zugarramurdi, C. & Weissheimer, J. (2018). A Translational Framework of Educational Neuroscience in Learning Disorders. *Frontiers in Integrative Neuroscience*, 12, 25.
- Dresler, T., Obersteiner, A., Schecklmann, M., Vogel, A. C. M., Ehlis, A.-C., Richter, M. M., Plichta, M. M., Reiss, K., Pekrun, R. & Fallgatter, A. J. (2009). Arithmetic tasks in different formats and their influence on behavior and brain oxygenation as assessed with near-infrared spectroscopy (NIRS): a study involving primary and secondary school children. *Journal of Neural Transmission*, 116(12), 1689–1700.
- Grabner, R. H., Ansari, D., Koschutnig, K., Reishofer, G., Ebner, F. & Neuper, C. (2009). To retrieve or to calculate? Left angular gyrus mediates the retrieval of arithmetic facts during problem solving. *Neuropsychologia*, 47, 604–608.
- Ischebeck, A., Koschutnig, K., Reishofer, G., Butterworth, B., Neuper, C. & Ebner, F. (2010). Processing fractions and proportions: An fMRI study. *International Journal of Psychophysiology*, 77(3), 227.
- Ischebeck, A., Schocke, M. & Delazer, M. (2009). The processing and representation of fractions within the brain: An fMRI investigation. *NeuroImage*, 47(1), 403–413.
- Jacob, S. N. & Nieder, A. (2009a). Notation-independent representation of fractions in the human parietal cortex. *The Journal of Neuroscience*, 29(14), 4652–4657.
- Jacob, S. N. & Nieder, A. (2009b). Tuning to non-symbolic proportions in the human frontoparietal cortex. *European Journal of Neuroscience*, 30(7), 1432–1442.
- Mock, J., Huber, S., Bloechle, J., Bahnmueller, J., Moeller, K. & Klein, E. (2019). Processing symbolic and non-symbolic proportions: Domain-specific numerical and domain-general processes in intraparietal cortex. *Brain Research*. 1714, 133–146.
- Mock, J., Huber, S., Bloechle, J., Dietrich, J. F., Bahnmueller, J., Rennig, J., Klein, E. & Moeller, K. (2018). Magnitude processing of symbolic and non-symbolic proportions: an fMRI study. *Behavioral and Brain Functions*, 14(1), 9.

- Obersteiner, A., Dresler, T., Reiss, K., Vogel, A. C. M., Pekrun, R. & Fallgatter, A. J. (2010). Bringing brain imaging to the school to assess arithmetic problem solving. Chances and limitations in combining educational and neuroscientific research. *ZDM. The International Journal of Mathematics Education*, 42(6), 541–554.
- Obersteiner, A., Dresler, T., Bieck, S. M. & Moeller, K. (2019). Understanding Fractions: Integrating Results from Mathematics Education, Cognitive Psychology, and Neuroscience. In A. Norton & M. W. Alibali (Hrsg.), *Constructing Number: Merging Perspectives from Psychology and Mathematics Education* (S. 135–162), New York: Springer.
- Schroeder, P., Dresler, T., Bahnmueller, J., Artemenko, C., Cohen Kadosh, R. & Nuerk, H.-C. (2017). Cognitive enhancement of numerical and arithmetic capabilities: A short mini review of available transcranial electric stimulation studies. *Journal of Cognitive Enhancement*, 1, 39–47.
- Willingham, D. (2009). Three problems in the marriage of science and education. *Cortex*, 45, 544–545.