

PIELSTICKER, Felicitas
Siegen

Neue Perspektiven auf funktionales und prädiktives Denken beim Problemlösen durch fMRT-Forschung

In einer Kombination von kognitions- und neurowissenschaftlichen Zugängen sollen für die Mathematikdidaktik neue Perspektiven auf zwei verschiedene Denkstile gewonnen werden. Dabei sollen unter Nutzung von bildgebenden Verfahren (fMRT) Unterschiede in Aktivierungsmustern im Gehirn hinsichtlich eines funktionalen und eines prädikativen Problemlösens identifiziert und beschrieben werden. Der Beitrag fokussiert somit auf folgendes Ziel: Die Untersuchung soll Aufschluss darüber geben, wie sich verschiedene Denkstile in dem jeweiligen Netzwerk im Gehirn unterschiedlich niederschlagen, d.h. ob und welche Unterschiede in der Gehirnaktivierung sich für die jeweiligen Denkstile zeigen. Dabei werden Aktivierungsunterschiede im präfrontalen Kortex erwartet.

Theoretische Aspekte - knE und Denkstile

Mithilfe einer entwickelten integrativen kognitions- und neurowissenschaftlichen Erkenntnisdimension (knE) für die Mathematikdidaktik soll auf die mit fMRT erhobenen Aktivierungsmuster im Gehirn für ein funktionales und ein prädiktives Denken beim Problemlösen geschaut werden. KnE soll im Sinne eines mental-neuronalen Modells kognitive und neuronale Prozesse miteinander in Beziehung setzen. Dabei steht "k" für „kognitiv“ und wir subsumieren darunter kognitive Aktivierungsmuster, also Wissen, Reaktionen, etc. die in einer Situation beschreibbar aktiviert werden. Wird dann folglich diese Beobachtung lokal geordnet und in Theorienetze integriert, sprechen wir von kognitiven oder mentalen Modellen. Beispiele für solche kognitiven Modelle sind subjektive Erfahrungsbereiche, Grundvorstellungen o.ä.. Es geht somit um rekonstruktive Prozesse der Verhaltensbeobachtung und -Analyse von Lernenden. Mit "n" werden "neuronale" Aktivierungsmuster und daraus abgeleitete neuronale Modelle abgebildet. Diese ergeben sich aus (unter fMRT) sichtbar aktivierten Hirnarealen. Werden die Ergebnisse dieser Beobachtungen in Beziehung zueinander gesetzt, lokal geordnet, systematisiert und/oder einer Theoriebildung unterzogen – dann möchten wir von neuronalen Modellen sprechen. Werden k und n in Bezug aufeinander verwendet, sprechen wir von "Mental-Neuronalen Modellen". Mithilfe von knE schauen wir im Folgenden auf die erhobenen Daten zu Problemlöseprozessen entlang eines funktionalen und eines prädikativen Denkstils (Schwank, 2003). Natürlich gibt es weitere Denkstile (Roth, 2005), die jedoch in diesem

Beitrag nicht thematisiert werden. Der Ansatz des funktionalen und prädikativen Denkens unterscheidet zwei grundlegend unterschiedliche Herangehensweisen an Problemstellungen. Betont der eine Denkstil eine statisch-strukturelle Sicht auf Aspekte, bezieht der andere eine dynamische Sicht auf die Dinge ein (Mölle et al., 2000). Mölle et al. (2000) haben durch Untersuchungen gezeigt, dass sich beide Denkstile erfolgreich auf das mathematische Denken (insbesondere das Problemlösungsverhalten) auswirken. Bei einem prädikativen Denkstil ist das Gehirn empfänglich für Ähnlichkeit, die als Ordnungskriterium dient (Schwank, 2003). Die Systematik hinter den Denkprozessen und ihre Ordnung stehen im Vordergrund. Menschen, die Aufgaben prädikativ lösen, schauen vor allem auf konsistente Aspekte und versuchen rekonstruktiv ein Muster zu erkennen, das zur Lösung des Problems führt. Dabei spielen auch das Erkennen von Merkmalen (Farbe, Form, räumliche Orientierung, etc.) eine zentrale Rolle (Mölle et al., 2000). Weiterhin ist eine Bestimmung von Beziehungen zwischen den dargestellten Elementen (Schwank, 1996) charakteristisch für einen solchen Denkstil. Bei funktionalem Denkstil wird ein besonderes Augenmerk auf mentale Bewegungen und Konstruktionsprozesse gelegt. Es werden auch Handlungen und Wirkungen erkannt und beachtet (Schwank, 2001). Dabei stehen das mentale Konstruktionsgeschehen bzw. wie diese Konstruktionen visuell fortgesetzt werden können, im Vordergrund. Eine gute räumliche Vorstellungskraft ist von Vorteil, weil sie ermöglicht, die Bewegung von Objekten zu visualisieren (Besuden, 1984). Für einen funktionalen Denkstil werden andere Denkwerkzeuge verwendet als für prädikative kognitive Strukturen. Der Schwerpunkt liegt auf visuellen Elementen, mechanischem Denken oder motorischen Fähigkeiten (Schwank, 2003). Konstruktionschritte werden dabei als eine Art "Film" gesehen, der sich im Kopf abspielt und somit eine Dynamik besitzt, die nicht so leicht sprachlich wiedergegeben werden kann. Die Untersuchung der beiden Denkstile konzentrierte vornehmlich auf qualitative Verhaltensanalyse. Hinzu kamen Methoden wie Eye-Tracking (Schwank, 2003) und EEG (Mölle et al., 2000). In diesem Beitrag werden erste Ergebnisse einer fMRT-Untersuchung diskutiert.

Diskussion und Ergebnisse

Die auf einem Siemens 3 Tesla TIM Trio MR am Laboratory for Multimodal Neuroimaging (LMN) der Universität Marburg (Klinik für Psychiatrie, Core-Facility Brainimaging) erhobenen fMRT-Daten wurden mithilfe des Programms SPM12 (v7771, Statistical Parametric Mapping, Wellcome Trust Center for Neuroimaging, London, UK; <http://www.fil.ion.ucl.ac.uk>) aufbereitet und ausgewertet. In der Studie lösen die Teilnehmer*innen (N=19, Al-

ter 18-25, davon 11 weiblich) Problemstellungen in der Form von 22 Mustererkennungsaufgaben (Schwank 1998/2000), während sie mit fMRT untersucht werden. Dabei wurde den Teilnehmer*innen folgende Aufgabenstellung gegeben: „Gleich werden nacheinander verschiedene Serien von Figuren in einem festen Zeitfenster gezeigt. Setze die Serie sinnvoll fort: Welche Figur passt an die 9. Stelle – freie Stelle unten rechts?“ Ihre neuronalen Aktivierungsmuster während der Problemlösung werden gemessen und somit Hinweise auf Denkstile auf Neurosystemebene sichtbar. Als erster Schritt wurde das Aktivierungsmuster, welches mit der Aufgabenlösung assoziiert wird (Kontrast "Aufgabe > Kontrolle"), gemittelt über alle Teilnehmer*innen berechnet. Damit wird deutlich, welche Aktivierung generell mit der Aufgabe assoziiert ist.

Im zweiten Schritt haben wir einen Effekt für die Kontraste „funkt > prä“ als auch „prä > funkt“ ermittelt. Wir konnten lediglich für den funktionalen Denkstil („funkt > prä“) eine Mehraktivierung feststellen. Wie in unserer Hypothese angenommen, fanden wir Aktivierung im präfrontalen Kortex (insbesondere im rechten und linken SFG (superior frontal gyrus)).

Weiterhin fanden wir Aktivierungsunterschiede in folgenden Arealen, cerebral white matter, precentral gyrus, postcentral gyrus, central operculum und planum polare (rechts) und cerebral white matter, supplementary motor cortex und middle frontal gyrus (links). Die beiden betrachteten Denkstile unterscheiden sich hinsichtlich der aktivierten Hirnareale. Im Mathematikunterricht sind somit beide Denkstile (Ansprache durch die Lehrperson, mit Problemstellungen etc.) gleichermaßen zu adressieren und im Sinne der aktivierten Hirnareale anzusprechen. Wie auch bereits Schwank betont, sollten Lehrpersonen im Sinne der Denkstile sensibilisiert sein für unterschiedliche Herangehensweisen, die sowohl ein Denken mit Bestimmung von Beziehungen in Mustern, als auch ein Denken in Funktionsweisen mit Fokus auf eine (handlungsorientierte) Prozesssicht ermöglichen. Abb. 1 stellt eine erste Zusammenschau unserer Studienergebnisse im Sinne des knE-Ansatzes dar und ermöglicht eine integrative Darstellung kognitiver und neuronaler Prozesse.

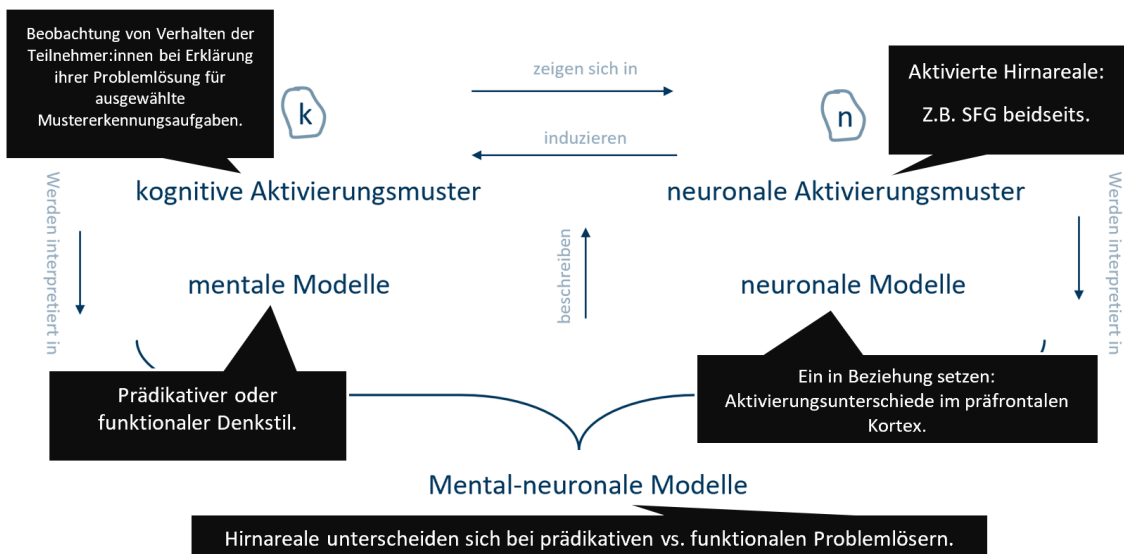


Abb 1. knE mit den Studienergebnissen

Interessant wäre es im Weiteren mithilfe von fMRT-Untersuchungsergebnissen auch Schwanks (2003) Aussage zu genderspezifischen (Aktivierungs-)Unterschieden nachzugehen.

Literatur

- Besuden, H. (1984). *Knoten, Würfel, Ornamente: Aufsätze zur Geometrie in Grund- und Hauptschulen*. Ernst Klett Verlag.
- Möller, M., Schwank, I., Marshall, L., Klöhn, A. & Born, J. (2000). Dimensional complexity and power spectral measures of the EEG during functional versus predicative problem solving. *Brain Cogn*, 44(3), 547–563. <https://doi.org/10.1006/brcg.2000.1215>
- Roth, J. (2005). *Bewegliches Denken im Mathematikunterricht. Dissertation an der bayrischen Julius-Maximilian-Universität Würzburg*. Franzbecker Verlag.
- Schwank, I. (1996). Zur Konzeption prädikativer versus funktionaler kognitiver Strukturen und ihrer Anwendung. *Zentralblatt für Didaktik der Mathematik*, 6, 168–183.
- Schwank, I. (1998/2000). *QuaDiPF - Qualitatives Diagnoseinstrument für prädikatives versus funktionales Denken. Sets A-D. - Osnabrück*. Forschungsinstitut für Mathematikdidaktik.
- Schwank, I. (2001). Analysis of eye-movements during functional versus predicative problem solving. In J. Novotna (Hrsg.), *European research in mathematics education II. Selected papers from the 2nd Conference of the European Society for the Research of Mathematics Education* (S. 489–498). Charles Universität.
- Schwank, I. (2003). Einführung in funktionales und prädikatives Denken. *Zentralblatt für Didaktik der Mathematik*, 35(3), 70–78.