

Zusammenhang räumlicher Fähigkeiten von Grundschulkindern in schriftlichen und realen Settings: Ergebnisse einer Strukturgleichungsanalyse

Räumliche Anforderungen begegnen Grundschulkindern sowohl in Form von schriftlichem und handlichem Aufgabenmaterial innerhalb der Schule als auch in Form von konkreten Orientierungsanforderungen im Realraum. Verschiedene Perspektiven mathematikdidaktischer Studien (vgl. Büchter, 2010) zu räumlichen Fähigkeiten beziehen sich vor allem auf ersteres Aufgabenmaterial, welches vom Betrachter von einem Blickpunkt aus visuell-kognitiv erfasst werden kann. Sie beziehen demnach auf so genannte *Small-Scale Fähigkeiten* (vgl. Montello, 1993). Räumliches Denken im Realraum, welcher nur von mehreren Blickpunkten aus visuell-kognitiv erfasst werden kann und somit der Bewegung des Beobachters bedarf, wurde bisher nicht berücksichtigt. Eine Ausweitung des Konstruktes Raumvorstellung um so genannte *Large-Scale Fähigkeiten* zur Bewältigung räumlicher Anforderungen in realen Settings erscheint sinnvoll.

Im Rahmen des eigenen Forschungsprojektes soll zunächst die Frage geklärt werden, wie und in welchem Maße räumliche Fähigkeiten in schriftlichen und realen Settings zusammenhängen.

Forschungsdesign

Im Rahmen eines quantitativen Forschungsansatzes wurden die beiden Konstrukte *Small-* und *Large-Scale Fähigkeiten* in zwei psychometrischen Tests operationalisiert. In einer Hauptstudie mit 254 ViertklässlerInnen an der Leuphana Universität wurden im Juni 2016 sowohl schriftliche Aufgaben in einem 45-minütigen schriftlichen Test im Klassenraum gelöst wie auch kartenbasierte Orientierungsfähigkeit in einem individuellen Test im Realraum erfasst.

Mögliche kognitive Prozesse, welche beiden Fähigkeiten gemeinsam zugrunde liegen, lassen sich aus empirischen Ergebnissen der Neuro- und differentiellen Psychologie mit erwachsenen Probanden ableiten (Zacks et al., 1999; Hegarty & Waller, 2004; Hegarty et al., 2006). Demnach besteht die innere Struktur des Konstruktes *Small-Scale Fähigkeiten* mindestens aus zwei Faktoren: *Objektbasierte Transformationen (OB)* sind vorgestellte Rotationen oder Translationen von Objekten im Bezugssystem des umgebenden Raumes, während *Transformationen der egozentrischen Perspektive (EGO)* vorgestellte Rotationen des eigenen Standpunktes erfordern. Diese beiden mentalen Transformationen lassen sich auch in räumlichen Anforder-

rungen im Realraum wiederfinden, welche ausgehend von den Bildungsstandards als kartenbezogene Orientierungsfähigkeiten konzeptualisiert wurden. Dabei kann jede mentale Anstrengung, die Ausrichtung der Karte an die Umgebung anzupassen, als *objektbasierte Transformation* gesehen werden, während Wechsel zwischen Beobachter- und Vogelperspektive *egozentrische Transformationen* darstellen.

Ergebnisse

Eine konfirmatorische Faktoranalyse des Konstruktes *Small-Scale Fähigkeiten* zeigt, dass eine empirische Trennung in zwei Faktoren *OB* und *EGO* möglich ist. Demnach lassen sich räumliche Fähigkeiten in schriftlichen Settings auch bei Kindern über zwei Arten mentaler Transformationen konzeptualisieren, die dennoch hoch korrelieren ($r=0.84$).

Eine explorative Faktoranalyse der *Large-Scale Fähigkeiten* zeigt eine empirische Trennung in drei Faktoren. Die innere Struktur von räumlichen Fähigkeiten in realen Settings besteht demnach aus dem Faktor *Umgebungswissen* (Lokalisieren von Landmarken ohne Karte), dem Faktor *Statische Transformationen Karte-Realraum* (bewegungsarme Nutzung der Karte im Realraum) und dem Faktor *Dynamische Transformationen Karte-Realraum* (räumliches Denken im Realraum bei Bewegung).

Eine anschließende Korrelationsanalyse bestätigt einen z. T. beachtlichen Zusammenhang räumlicher Fähigkeiten in schriftlichen und realen Settings. Dabei korrelieren vor allem Fähigkeiten, welche räumliches Denken mit der Karte involvieren, sehr hoch mit beiden Faktoren der *Small-Scale Fähigkeiten*. Schwache Korrelationen mit den anderen Faktoren weisen auf eine Sonderrolle der Fähigkeit *Umgebungswissen* hin. Eine Rechnung gerichteter Zusammenhänge ist Ausblick des Projektes.

Literatur

- Büchter, A. (2011). *Zur Erforschung von Mathematikleistung* (Doctoral dissertation).
- Hegarty, M., & Waller, D. (2004). A dissociation between mental rotation and perspective-taking spatial abilities. *Intelligence*, 32(2), 175-191.
- Hegarty, M., Montello, D. R., Richardson, A. E., Ishikawa, T., & Lovelace, K. (2006). Spatial abilities at different scales: Individual differences in aptitude-test performance and spatial-layout learning. *Intelligence*, 34(2), 151-176.
- Montello, D. R. (1993, September). Scale and multiple psychologies of space. In *European Conference on Spatial Information Theory* (pp. 312-321). Springer Berlin Heidelberg.
- Zacks, J., Rypma, B., Gabrieli, J. D. E., Tversky, B., & Glover, G. H. (1999). Imagined transformations of bodies: an fMRI investigation. *Neuropsychologia*, 37(9), 1029-1040.