



## Arbeitsgruppe Geometrie

Koordination: Carla Merschmeyer-Brüwer, Simone Reinhold  
und Elisabeth Unterhauser

[c.merschmeyer-bruewer@tu-bs.de](mailto:c.merschmeyer-bruewer@tu-bs.de) [simone.reinhold@uni-leipzig.de](mailto:simone.reinhold@uni-leipzig.de)  
[elisabeth.unterhauser@uni-osnabrueck.de](mailto:elisabeth.unterhauser@uni-osnabrueck.de)

Beitrag I: Donatus Coerdts

[donatus.coerdts@uni-bielefeld.de](mailto:donatus.coerdts@uni-bielefeld.de)

### Entwicklung und Erprobung eines diagnostischen Interviews zur Erhebung geometrischer Fähigkeiten zum Schulanfang

Während diagnostische Verfahren zur Erhebung geometrischer Fähigkeiten zum Schulanfang mithilfe von Paper-Pencil-Tests bereits erprobt sind, fehlt es an Verfahren, die „durch Bilder und Material handlungsgestützte Ausdrucksmöglichkeiten“ (Benz et al., 2015) anbieten. Ziel der hier berichteten Studie ist die Entwicklung eines handlungsbasierten und materialgestützten Erhebungsinstruments, um einen Beitrag dazu zu leisten, diese Lücke zu schließen. Anschließend an die Darstellung der theoretischen Grundlagen werden im Folgenden auch erste Ergebnisse in Bezug auf die Analyse der Items sowie auf die Dimensionalität des Interviews vorgestellt.

#### 1 Testentwicklung des SpaCE3 (Spatial Competences in Elementary Early Education)

Die hier dargestellte Arbeit zielt in Form eines halbstandardisierten Interviews, wie das ElementarMathematische BasisInterview (EMBI) *Zahlen und Operationen*, auf eine handlungsleitende Diagnostik (vgl. Flottmann et al., 2021), welche die Grundlage für individuelle Förderansätze liefern soll. Nach Eid und Schmidt (2014) ist der erste Schritt der Testentwicklung die Festlegung des zu erfassenden Konstruktes. Franke und Reinhold (2016) stellen zur Diagnostik geometrischer Fähigkeiten drei Bereiche (siehe Abb. 1) heraus, an denen sich die Entwicklung des Interviews orientiert: *Geometrisches Begriffswissen* (1) umfasst die Bezeichnung grundschulrelevanter geometrischer Figuren (z. B. Kreis, Dreieck).

*Räumliches Wahrnehmungsvermögen* (2) wird ursprünglich nach Frostig und in der deutschen Übersetzung und Weiterentwicklung von Büttner (2021) in insgesamt sieben Subfaktoren untergliedert. *Räumliches Vorstellungsvermögen* (3) umfasst unter Bezugnahme auf die Reanalyse von Lohman (1979), in der sich die von Thurstone entwickelte Drei-Faktoren-Struktur als plausibel herausgestellt hat, demnach drei Subfaktoren.

Geometrisches Begriffswissen	Räumliches Wahrnehmungsvermögen	Räumliches Vorstellungsvermögen
- Formenkenntnis	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Auge-Hand-Koordination</li> <li>- Abzeichnen</li> <li>- Figur-Grund Unterscheidung</li> <li>- Gestaltschließen</li> <li>- Formkonstanz</li> <li>- Lage im Raum</li> <li>- Räumliche Beziehungen (real)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Räumliche Beziehungen (mental)</li> <li>- Räumliche Veranschaulichung</li> <li>- Räumliche Orientierung</li> </ul>

Abb. 1 Theoretische Zuordnung der Subfaktoren zu den 3 Bereichen geometrischer Fähigkeiten

Nach der Festlegung des theoretischen Konstruktes mit insgesamt 11 Subfaktoren wurden Items generiert, welche die Fähigkeiten von Kindern im Übergang von der Kita in die Grundschule erfassen sollen. Jedoch besteht aufgrund der nicht immer überschneidungsfreien geometrischen (hier genauer: räumlich-visuellen) Subfaktoren die Schwierigkeit, diese trennscharf zu erfassen. Franke und Reinhold (2016, S. 40) betonen jedoch, dass „eine theoretische Differenzierung – beispielsweise bei der Beobachtung von Kindern im Anfangsunterricht – zu einer Ausrichtung der Aufmerksamkeit auf Teilbereiche, die ggf. gezielter Förderung bedürfen“ dennoch hilfreich ist.

Die Item-Generierung erfolgte nach der Top-down-orientierten Vorgehensweise (vgl. Bühner, 2021). Innerhalb dieses Vorgehens wurde zum einen die Methode des erfahrungsgeleitet-intuitiven Ansatzes als auch die Analyse von Testverfahren mit räumlich-visuellen Aufgaben angewandt. Aus dem so generierten Itempool entstand ein Testentwurf, der in den nächsten beiden Phasen des Entwicklungsprozesses

nach Moosbrugger und Kelava (2020) sowohl qualitativen Verständlichkeitsanalysen als auch statistischen Item-Analysen unterzogen wurde. Die drei Erprobungen jeweils zum Schulstart 2019, 2020 und 2021 fanden mit insgesamt  $N = 157$  Kindern statt und zielten ausschließlich auf Optimierungen des Interviews ab. Die revidierte Interviewversion wurde von Mai bis Juli 2022 in der ersten Phase der Hauptstudie mit  $N = 195$  Kindern aus dem vorschulischen Bereich erprobt. Neben der Itemanalyse lag der Fokus auf der Bestimmung der Dimensionalität.

In der zweiten Phase der Hauptstudie wird das Interview mit  $N = 150$  SchulanfängerInnen zu Beginn des Schuljahrs 2022/23 durchgeführt.

## **2 Erste Ergebnisse**

Die Ergebnisse beziehen sich zum einen auf die Qualität der Items, wobei hier die wichtigsten Kennwerte (Item-Schwierigkeit und Item-Trennschärfe) beleuchtet werden sollen (Schmidt-Atzert, 2012). Zum anderen können aufgrund der explorativen Faktorenanalyse erste Aussagen zur Dimensionalität getroffen werden.

Die Itemschwierigkeiten belegen die Differenzierung in verschiedene Schwierigkeiten der Teilaufgaben, wie sie in der Item-Generierung beabsichtigt wurde. Die Spanne der Trennschärfen geht von .130 bis .527 mit einem Mittelwert von .33. Diese Spanne war aufgrund der differenzierten Items zu erwarten, da „heterogene, vielschichtige Merkmale [...] moderate Trennschärfen“ verlangen (ebd.). Die Struktur des diagnostischen Interviews zur Erhebung räumlich-visueller Fähigkeiten wurde mithilfe der explorativen Faktorenanalyse geprüft. Sowohl der Bartlett-Test ( $\text{Chi-Quadrat} (1225) = 3439,974, p < 001$ ) als auch das Kaier-Meyer-Olkin Measure of Sampling Adequacy ( $\text{KMO} = .703$ ) zeigen, dass sich die Variablen für eine Faktorenanalyse eignen. Es wurde eine Maximum-Likelihood-Analyse mit Varimax-Rotation durchgeführt. Diese weist auf das Vorliegen von 17 Faktoren mit Eigenwerten größer als 1.0 hin, welche 54,09% der Gesamtvarianz erklären. Die Faktoren, auf die lediglich differenzierende Teilaufgaben eines Items laden, werden entsprechend zusammengefasst. Dadurch ergeben sich insgesamt 11 Faktoren, welche mit zwei Ausnahmen den oben genannten Subfaktoren (s. Abb. 1) entsprechen. Zum einen werden für

den Subfaktor „*Räumliche Beziehungen (real)*“ zwei Faktoren extrahiert („*Gleiche Figur wiedererkennen*“ und „*Muster*“). Zum anderen lädt das Item zur „*Wahrnehmungskonstanz*“ nicht auf einen eigenen Faktor, sondern mit einer schwachen Ladung (.197) auf den Faktor „*Formenkenntnis*“. Dieses Ergebnis deutet darauf hin, dass Kinder im vorschulischen Bereich die geometrischen Figuren mithilfe bestimmter Eigenschaften (z. B. „vier Ecken“) sortieren, anstatt diese als „gleichartig“ wahrzunehmen.

Sobald die Daten der zweiten Phase der Hauptstudie erhoben sind, wird mithilfe einer weiteren Item-Analyse und einer konfirmatorischen Faktorenanalyse das Testinstrument erneut überarbeitet, sodass die Endversion des Interviews SpACE<sup>3</sup> entsteht. Eine abschließende Normierung ermöglicht die Bewertung von Einzelpersonen.

## Literatur

- Benz, C., Peter-Koop, A. & Grüßing, M. (2014). *Frühe mathematische Bildung: Mathematiklernen der Drei- bis Achtjährigen*. Springer.
- Bühner, M. (2021). *Einführung in die Test- und Fragebogenkonstruktion*. Pearson.
- Büttner, G., Dacheneder, W., Müller, C., Schneider, W. & Hasselhorn, M. (2021). *FEW-3: Frostigs Entwicklungstest der visuellen Wahrnehmung-3*. Hogrefe.
- Eid, M. & Schmidt, K. (2014). *Testtheorie und Testkonstruktion*. Hogrefe.
- Flottmann, N., Streit-Lehmann, J. & Peter-Koop, A. (2021). *ElementarMathematisches BasisInterview*. Mildenerberger.
- Franke, M. & Reinhold, S. (2016). *Didaktik der Geometrie in der Grundschule* (3. Auflage). Springer.
- Lohman, D. F. (1979). *Spatial ability: A review and reanalysis of the correlational literature*. Technical report no. 8 aptitude research project school of education stanford university.
- Moosbrugger, H. & Kelava, A. (Hrsg.) (2020). *Testtheorie und Fragebogenkonstruktion*. (3. Auflage). Springer.
- Schmidt-Atzert, L., Amelang, M. (2012). *Psychologische Diagnostik*. Springer.