

Elisabeth MANTEL, Kristina Anna BINDER, Erfurt

## **Erfassung räumlicher Fähigkeiten im Grundschulalter**

Das räumliche Vorstellungsvermögen bezeichnet eine Komponente mathematischen Denkens und ist zugleich wesentliche Grundlage für das Geometriernen (Besuden 1999, Devlin 2003). Entsprechend gehört die Förderung des räumlichen Vorstellungsvermögens zu den zentralen Zielen im Mathematikunterricht der Grundschule (Bildungsstandards 2004) und wird in der Geometriedidaktik für den Primarbereich als besonders wichtige Aufgabe angesehen. In der mathematikdidaktischen Fachliteratur besteht weitestgehend Konsens darüber, dass eine Thematisierung im Unterricht die entsprechenden räumlichen Kompetenzen verbessert. Eine angemessene Förderung in den ersten vier Jahrgangsstufen erscheint aber gerade auch deshalb von Bedeutung, da das Grundschulalter eine sensible Phase in der Entwicklung des Raumvorstellungsvermögens darstellt (Maier 1996).

### **Theoretischer Hintergrund**

Unter räumlichem Vorstellungsvermögen wird allgemein die Fähigkeit verstanden „in der Vorstellung räumlich zu sehen und zu denken.“ (Maier 1999, S. 14). Besuden (1984, S. 70) beschreibt Raumvorstellungsvermögen als eine Gruppe von Fähigkeiten, „die nötig sind, um im zwei- und dreidimensionalen Raum handeln zu können“, sei es in der Wirklichkeit oder in der Vorstellung. Dabei werden die Begriffe *räumliches Vorstellungsvermögen*, *Raumvorstellung* und *räumliches Denken* in der deutschen Fachliteratur häufig synonym verwendet. Im angelsächsischen Sprachraum bezeichnen die Begriffe *spatial abilities* und *spatial thinking* die auf den Raum bezogenen Fähigkeiten. In der psychologischen Forschungsliteratur sind weiterhin *Repräsentation*, *Visualisierung* oder *Veranschaulichung* als Termini zu finden. Räumliches Vorstellungsvermögen wird in den nachstehenden Studien nach dem Strukturmodell von Maier (1999) mit den fünf Teilkomponenten *Veranschaulichung*, *mentale Rotation*, *räumliche Beziehungen*, *räumliche Wahrnehmung* und *räumliche Orientierung* definiert.

In diesem Beitrag werden zwei Forschungsprojekte beschrieben, welche die Fähigkeiten von Grundschulkindern zu *räumlichen Beziehungen* und *Veranschaulichung* betrachten.

### **Zum Forschungsprojekt „Lagebeziehungen“**

Wie gehen Kinder im Alter von 5 bis 10 Jahren mit Lagebeziehungs begriffen und Lageeigenschaften um? Diese Frage soll in einem Forschungsprojekt näher untersucht werden.

Motivation zu diesem Forschungsprojekt sind Beobachtungen im Grundschulunterricht Mathematik. Im Anfangsunterricht sollen Kinder eine Spielfigur auf ein Spielfeld (3 x 3 Felder) „unten rechts“ setzen, einige möchten die Spielfigur unter den Tisch platzieren. Zweitklässler sind nicht sicher, welche Ansicht „vorn“ ist, wenn sie am Gruppentisch arbeiten und Würfelgebäude vor ihnen stehen. Diese und ähnliche Beobachtungen decken sich mit aktuellen Forschungsergebnissen, z.B. können 38% der Schulanfänger Lagebeziehungen wie „rechts unten“ nicht bestimmen (Janzen 2011).

Was genau gehört zu den Lagebeziehungen? Oben – unten, vorn – hinten, rechts – links gehören ebenso dazu wie neben, zwischen, gegenüber, benachbart etc. Alle genannten Begriffe sind Orientierungsbegriffe, die bis zum Ende der zweiten Klasse im Geometrieunterricht verwendet werden (Senftleben 2008, Franke 2007).

Das Erkennen räumlicher Beziehungen wird schon im Anfangsunterricht gefordert (Lorenz 2011). Die Rechts-Links-Orientierung spielt dabei aufgrund unseres Körperbaus eine besondere Rolle (Franke 2007, Besuden 1999, Besuden 1990).

Schwierigkeiten kann ebenfalls das Bezugssystem bereiten: Handelt es sich um ein objektives oder ein relatives Bezugssystem? Absolute Bezugssysteme verwenden beispielsweise Himmelsrichtungen zur Orientierung. Die oben genannten Orientierungsbegriffe beziehen sich jedoch immer auf ein relatives Bezugssystem. Welches Bezugssystem wird im gegebenen Kontext vom Kind verwendet? Erschwert wird die Situation, wenn Raumkonfigurationen und ebene Darstellungen gemeinsam verwendet werden. Dann ist ein ständiges Wechseln der Bezugssysteme notwendig.

Eine Vorstudie wurde 2011 mit 21 Kindern (davon 9 Mädchen) im Alter von 6 bis 10 Jahren durchgeführt. Die Aufgabe des Kindes war es, nach einer vorgegebenen verbalen Beschreibung des Versuchsleiters die entsprechenden Gebäude auf den beschriebenen Platz zu stellen. Es standen 9 oder 16 Quadratfelder und 8 oder 12 farbige Zirkuswagen zur Verfügung.

Die Auswertung der Vorstudie ist derzeit noch nicht abgeschlossen, es zeigen sich Rechts-Links-Verwechslungen, aber auch Beispiele, die auf Unklarheiten hinsichtlich des Bezugssystems hinweisen.

### **Zum Forschungsprojekt „Geometrie und Raumvorstellung“**

Aktuelle Studien zum räumlichen Vorstellungsvermögen von Kindern zeigen, dass bereits Schulanfänger und Schulanfängerinnen Aufgaben mit räumlichen Anforderungen erfolgreich bearbeiten können. Betrachtet man

die Ergebnisse differenziert, lassen sich zum Teil bemerkenswerte Leistungen bei einzelnen Aufgabentypen zur Raumvorstellung dokumentieren (Lüthje 2010, Höglinger & Senftleben 1997). Bezogen auf die Lösungsraten bei den Testaufgaben ist jedoch ein spezifischer Einfluss aufgabenrelevanter Merkmale festzustellen (Lüthje 2010, Grüßing 2002). Für die Unterrichtspraxis ist daher von Interesse, wie Kinder im Grundschulalter diese raumbezogenen Aufgabenformate bearbeiten und welche Faktoren die Aufgabenbearbeitung beeinflussen. Die oben angeführten Forschungsstudien geben einen Hinweis darauf, dass die Wahl einer adäquaten Bearbeitungsstrategie dabei eine zentrale Rolle spielt. In den vorliegenden Studien wurde bislang jedoch nicht untersucht, welche Bedeutung das Wissen um geometrische Eigenschaften im Bearbeitungsprozess hat. Mit dieser Frage beschäftigt sich das hier vorgestellte Forschungsprojekt.

Um Aufschluss über die Bedeutung des Begriffswissens bei verschiedenen Aufgabentypen zur Raumvorstellung zu gewinnen, wurde eine erste Interviewstudie mit 34 Vorschulkindern durchgeführt. Dabei wurde jedes Kind zu seinen Vorgehensweisen bei der Aufgabenbearbeitung befragt. Die Kinder waren im Durchschnitt 5,4 Jahre alt.

Bei der Testaufgabe zu *mentaler Rotation* wurden drei Würfelkonfigurationen als massives Modell aus jeweils fünf einfachen Holzwürfeln vor das Kind auf den Tisch gelegt. Der Auftrag an das Kind war es, aus dieser Auswahl von Würfelkonfigurationen das Modell zu bestimmen, das mit der Ausgangsfigur übereinstimmt. Im Interview begründet Benjamin seine Lösung, indem er zunächst auf die entsprechenden Konfigurationen zeigt und diese im Anschluss nebeneinander legt. Mit der Handbewegung veranschaulicht Benjamin sein gedankliches Vorgehen (Reinhold 2007). Zu beobachten ist weiterhin, dass Benjamin bei der verbalen Beschreibung seines Lösungswegs die Begriffe „oben“, „unten“ und „anders herum“ verwendet. Darüber hinaus ist Benjamin das einzige Kind, das diese Orientierungsbegriffe verwendet und gleichzeitig die Richtigkeit seiner Lösungen anhand von Kippbewegungen am Material verifiziert. Inwieweit diese Vorgehensweise von Benjamin bei der Aufgabenbearbeitung in Zusammenhang mit dem Begriffswissen steht, bleibt weiterführend noch zu untersuchen.

### **Zusammenfassung und Ausblick**

In den beiden Forschungsprojekten besteht eine grundlegende Herausforderung darin, die Denkprozesse von jüngeren Kindern angemessen nachvollziehen und beschreiben zu können. Auf der Basis der bislang in den Vorstudien gewonnenen Ergebnisse erscheint es daher notwendig, Sprache und

non-verbale Handlungen als Kommunikationsmittel einzubeziehen und Kinder ihre Lösungswege auch begründen zu lassen.

## Literatur

- Besuden (1984): Knoten, Würfel, Ornamente. Aufsätze zur Geometrie in Grund- und Hauptschule. Stuttgart. Klett.
- Besuden, H. (1990): Räumliche Orientierung: Die rechts/links-Beziehung.  
In: Mathematik in der Schule, 7/8, 461-474
- Besuden, H. (1999): Raumvorstellung und Geometrieverständnis. Oldenburg.
- Devlin, K. (2003). Das Mathe-Gen. München. Deutscher Taschenbuch Verlag.
- Franke, M. (2007): Didaktik der Geometrie. Heidelberg. Spektrum.
- Grüßing, M. (2002): Wieviel Raumvorstellung braucht man für Raumvorstellungsaufgaben? In: ZDM, 34 (2), 37-45.
- Höglinger, S. & Senftleben, H.-G. (1997): Schulanfänger lösen geometrische Aufgaben.  
In: Grundschulunterricht, 5, 36-39.
- Lorenz, J. H. (2011): Was muss jedes Kind können? In: Grundschule, 1, 9-13.
- Lüthje, T. (2010): Das räumliche Vorstellungsvermögen von Kindern im Vorschulalter.
- Maier, P. H. (1996): Volumen und Oberfläche. In: mathematik lehren, 77, S. 14-16.
- Maier, P. H. (1999): Räumliches Vorstellungsvermögen. Frankfurt/M., Peter Lang.
- Jansen, P. (2011): Vielschwimmer und Mathecracks. In: Grundschule, 10, 34-37.
- Reinhold, S. (2007): Mentale Rotation von Würfelkonfigurationen – theoretischer Abriss, mathematikdidaktische Perspektive und Analysen zu Strategien von Grundschulkindern in einer konstruktiven Arbeitsumgebung. Dissertation. Hannover.
- Senftleben, H.-G. (2008): Geometrische Figuren exakt beschreiben. In: Grundschule Mathematik, 18, 36-39.