

## **Strategien von Lernenden zur Bewältigung räumlich-verbaler Anforderungen**

In einer empirischen Studie über die Beziehung zwischen Sprache und Raumvorstellung wurde untersucht, wie Lernende räumlich-verbale Anforderungen bewältigen. In dieser Studie wurden Lernende der 5. Jahrgangsstufe bei der Lösung einer räumlichen Aufgabe im Rekonstruktionsversuch betrachtet. Im Fokus stand die Verbalisierung des räumlichen Denkens und die dabei beobachteten Strategien, die die Lernenden im räumlichen Diskurs entwickeln und anwenden.

### **Vorhaben**

Die für diesen Beitrag betrachtete Forschungsfrage ist, welche Strategien Lernende entwickeln und einsetzen, um verbal-räumliche Anforderungen zu bewältigen. In zahlreichen Studien über Raumvorstellung wurde räumliches Vorstellungsvermögen nur mithilfe von schriftlichen Tests untersucht, wobei die Externalisierung der räumlichen Gedanken von Lernenden durch Sprache meist nicht im Vordergrund stand. In diesem Beitrag soll die Verwendung der räumlichen Sprache im Diskurs der Lernenden beim Lösen solcher Anforderungen untersucht werden, um Erkenntnisse über die Herangehensweise der Lernenden zu gewinnen.

### **Ausgewählte theoretische Grundlagen**

Laut Pinkernell (2003) umfasst Raumvorstellung die Fähigkeiten mit räumlichen Objekten im Raum zu operieren. Diese Fähigkeiten werden in drei Komponenten unterteilt (Pinkernell 2003): Räumlich-visuelles Operieren (mentales und reales Handeln im Raum), Geometrisches Denken (Reduktion des räumlichen Wissens auf geometrisches Wissen) und Visualisierungskompetenzen (u.a. Konstruktion und Interpretation der Darstellungsformen von räumlichen Objekten).

Sprache kann eine wichtige Rolle beim Kommunizieren des räumlichen Wissens und bei der Konstruktion räumlichen oder geometrischen Wissens spielen (Maier & Schweiger 1999). Die Verwendung von Sprache um räumliche Objekte, deren räumliche Lage und räumliche Beziehungen zu beschreiben, ist unter dem Begriff der räumlichen Sprache bekannt. Nach Levinson (1996) sollten Forschende die räumliche Sprache von Lernenden analysieren, um Erkenntnisse über deren räumliches Wissen zu gewinnen.

Neben der räumlichen Sprache werden auch die Strategien betrachtet. Dabei bezeichnet eine Strategie eine Herangehensweise, die zielorientiert und flexibel im Problemlöseprozess eingesetzt wird (Fülöp 2015). Beim Lösen von Raumvorstellungsaufgaben spielt die Unterscheidung zwischen

zwei Strategiegruppen, die analytischen (*part approach*) und die holistischen (*whole approach*) Strategien (Barrat 1953) eine bedeutsame Rolle. Jedoch ist diese Unterscheidung nicht ausreichend, um die individuellen Schülerstrategien zum Lösen von Raumvorstellungsaufgaben ausführlich zu beschreiben.

## **Methode**

Basierend auf den oben genannten theoretischen Grundlagen über Raumvorstellung und Sprache, wurde der Rekonstruktionsversuch als Erhebungsmethode für die qualitative Studie ausgewählt. Im Rekonstruktionsversuch kommunizieren zwei Lernende in einer Rücken-an-Rücken Sitzkonstellation miteinander. Sie verfolgen das Ziel, eine vom Lehrenden entwickelte Aufgabe gemeinsam zu lösen. Den Lernenden werden zwei Rollen zugeteilt: der Beschreibende und der Nachbauender. Der Beschreibende kommuniziert die erforderlichen Schritte dem Nachbauenden, der diese interpretiert und mithilfe von Materialien (Steckwürfeln) nachbauen soll, wie aus der folgenden Aufgabeninstruktion ersichtlich ist:



**Abb. 1:**  
**Objekt A**

*„In diesem Experiment erhältst du [Beschreibender] ein Objekt aus Steckwürfeln. Du [Beschreibender] musst ihm/ihr [Nachbauender] Anweisungen geben, wie er/sie [Nachbauender] diesen wiederbauen kann. Die Farbe der Steckwürfel spielt keine Rolle, und während der Beschreibung darfst du [Nachbauender] das Objekt anfassen und bewegen, aber die Struktur muss unverändert bleiben. Am Ende sollte das Nachgebaute mit dem Beschriebenen identisch sein“.*



**Abb. 2:**  
**Objekt B**

Diese Aufgabe wurde mit zwei verschiedenen räumlichen Objekten aus Steckwürfeln (Objekte A und B, vgl. Abb. 1 und Abb. 2) durchgeführt. Bei der Zusammensetzung dieser Objekte wurde auf verschiedene Kriterien geachtet. Vor allem sollen die räumlichen Objekte das räumliche Wissen der Lernenden aktivieren, das Beschreiben entlang der drei Dimensionen (horizontal, vertikal, und frontal) fördern und verschiedene Zerlegungsmöglichkeiten ermöglichen.

## **Datenerhebung und Stichprobe**

32 Lernende der 5. Jahrgangsstufe (Real-, Haupt- und Gesamtschulen) haben an dieser Studie teilgenommen. Die Stichprobe bestand aus 16 Beschreibenden und 16 Nachbauenden. Dadurch, dass die Beschreibungsstrategien ein Fokus dieser Studie sind, wurden insbesondere zwei Faktoren bei der Auswahl der Beschreibenden berücksichtigt: Räumliches Vorstellungsvermögen und sprachliche Kenntnisse, die mit Hilfe von schriftlichen Tests erfasst wurden. Dementsprechend wurde die Stichprobe nach theoretischem Sampling, wie in Tab. 1 visualisiert wird, gebildet.

	<i>Sprachlich stark</i>	<i>Sprachlich schwach</i>
<b>Raumvorstellungsstark</b>	4 Beschreibende	4 Beschreibende
<b>Raumvorstellungsschwach</b>	4 Beschreibende	4 Beschreibende

**Tab. 1: Stichprobenbildung nach theoretischem Sampling**

## **Ergebnisse**

Bei einer qualitativ interpretativen Analyse der räumlichen Sprache von Lernenden beim Lösen der verbal-räumlichen Aufgaben wurden verschiedene Strategien festgestellt. Um räumliche Eigenschaften von räumlichen Objekten zu beschreiben, haben Lernende räumliche Metapher angewendet. Räumliche Metaphern sind Werkzeuge zur Übertragung von Eigenschaften von einem Phänomen, was nicht aus dem räumlichen Kontext des Problems stammt, zu einem räumlichen Objekt. Beispiele von räumlichen Metaphern und ein ausführliches Modell zu deren Klassifizierung finden sich in Mizzi (2017).

Eine zweite Strategie ist die Zerlegung des räumlichen Objekts in verschiedene Teile, um dessen Beschreibung zu vereinfachen. Die Art der Zerlegung der räumlichen Objekte kann auch anhand einer Analyse der räumlichen Sprache rekonstruiert werden, da zu beobachten ist, dass Lernende den einzelnen Teilen des Objektes im Diskurs besondere Namen (z.B. zwei „Treppen“ für die Zerlegung von Objekt A) zuordnen.

Eine weitere Strategie ist das Zusammenbauen von einzelnen Teilen, in die das Objekt nach Anwendung der zweiten Strategie zerlegt wurde. Insbesondere erfordert diese Strategie einen Fokus auf die räumliche Beziehung zwischen den einzelnen Teilen. Obwohl die beiden Strategien Zerlegung und Zusammenbauen eng gekoppelt sind, werden diese dennoch als unterschiedliche Strategien betrachtet, da manche Lernende das Zusammenbauen nach Anwendung der Zerlegungsstrategie während des LöSENS der Raumvorstellungsaufgabe nicht beschrieben haben.

In der vierten Strategie handelt es sich um die im räumlichen Diskurs beschriebene Rotation von einzelnen Teilen der räumlichen Objekte. Diese Strategie wurde eingesetzt um die räumliche Lage der räumlichen Objekte zu ändern.

Die fünfte und sechste Strategie sind Kontrollstrategien, die eingesetzt wurden, um den Beschreibungsprozess zu regulieren und zu kontrollieren. Die Verwendung dieser Strategien ist gekennzeichnet durch die Nachfrage nach Rückmeldung seitens des Nachbauenden gekennzeichnet. In der Kontrollstrategie, „Steckwürfelkontrolle“, fordert der Beschreibende den

Nachbauenden auf, die Anzahl der Steckwürfel eines nachgebauten Objektes zu nennen. In der zweiten Kontrollstrategie, der „Strukturkontrolle“, beauftragt der Beschreibende dem Nachbauenden die Struktur des nachgebauten Objektes zu beschreiben, um den Lösungsprozess zu regulieren.

Die sechs identifizierten Strategien lassen sich mithilfe von Barrats (1953) Strategiegruppen kategorisieren. Die Strategien „räumliche Metaphern“ und die zwei Kontrollstrategien können als analytische Strategien aufgefasst werden, da sie auf bestimmte räumliche Eigenschaften der Objekte fokussieren. Die Strategien, „Zerlegen“, „Zusammenbauen“ und „Drehen“ hingegen weisen auf eine holistische Herangehensweise hin, da die Objekte von Lernenden bei Anwendung dieser Strategien ganzheitlich manipuliert werden.

### **Schlussfolgerung**

Diese Ergebnisse der Studie haben gezeigt, dass Lernende der 5. Jahrgangsstufe verschiedene Strategien beim Lösen von räumlich-verbale Problemen entwickeln und anwenden. Die identifizierten Strategien lassen sich auch mithilfe von Barrats (1953) Strategiegruppen klassifizieren, aber nicht ersetzen. Insbesondere wurde gezeigt, dass Sprache ein wichtiges Medium ist, nicht nur um die Strategien der Lernenden zu identifizieren, sondern auch um Einblicke in das räumliche Denken der Lernenden während des Lösen räumlich-verbaler Aufgaben zu erhalten.

### **Literatur**

- Barrat, E. S. (1953): An analysis of verbal reports of solving spatial problems as aid in defining spatial factors. *Journal of Psychology*, 36, 17-25.
- Fülöp, E. (2015): Teaching problem-solving strategies in Mathematics. *Lumat 3 (1)*, 37-54.
- Levinson, S. C. (1996): Language and Space. *Annual Review of Anthropology*, Vol. 25, 353-382.
- Maier, H. & Schweiger, F. (1999): *Mathematik und Sprache. Zum Verstehen und Verwenden der Fachsprache im Unterricht*. Wien: öbv & hpt.
- Mizzi, A. (2017, im Druck). On the nature of spatial metaphors. Dimensions of spatial metaphors and their use among fifth graders. *Proceedings of CERME 10*. Dublin, Irland.
- Pinkernell, G. (2003): *Räumliches Vorstellungsvermögen im Geometrieunterricht: Eine didaktische Analyse mit Fallstudien*. Hildesheim: Franzbecker.