

SCHINDLER, Maike, SIMON, Anna Lisa, CZIMEK, Elisabeth & ROTT, Benjamin  
Universität zu Köln

## **Geometrielernen bei Schüler\*innen im Förderschwerpunkt Lernen: Eine Eye-Tracking Studie zu Vierecken**

*Zusammenfassung.* Es gibt nur wenige Studien zum Mathematiklernen im Förderschwerpunkt (FS) Lernen, insbesondere für den Bereich der Geometrie. Im vorliegenden Beitrag wird das Identifizieren von Vierecken bei Schüler\*innen im FS Lernen thematisiert. Hierzu wurde eine Eye-Tracking Studie durchgeführt, die die Fehlerraten sowie die Vorgehensweisen beim Identifizieren von Vierecken bei Schüler\*innen im FS Lernen im Vergleich zu Schüler\*innen ohne den FS Lernen untersuchte. Dabei zeigte sich, dass die teilnehmenden Schüler\*innen im FS Lernen mehr Fehler machten und die Vierecke häufiger „auf einen Blick“ betrachteten sowie weniger häufig mehrere Teile der Figuren und ihre Eigenschaften betrachteten als Schüler\*innen ohne den FS Lernen. Die Ergebnisse der Studie deuten darauf hin, dass die teilnehmenden Schüler\*innen im FS Lernen – im Vergleich zu den Schüler\*innen ohne den FS Lernen – die Vierecke eher als Ganzes betrachteten und weniger geometrisch-analysierend voringen.

### **1. Einleitung**

Geometrie ist einer der zentralen Inhalte des Mathematiklernens in der Primar- und Sekundarstufe (KMK, 2022) und gerade für Schüler\*innen im FS Lernen von großer Bedeutung, da geometrische Inhalte zum einen für alltägliche Anforderungen bedeutsam sind und diese zum anderen für Berufsfelder zentral sind, die für Schüler\*innen im FS Lernen relevant sind (Basendowski & Werner, 2010; Hellmich, 2016). Aufgrund der hohen Bedeutung geometrischer Inhalte für Schüler\*innen im FS Lernen ist es wichtig, dass diese die geometrischen Inhalte gut durchdringen. Jedoch ist der Forschungsstand zum Geometrielernen von Schüler\*innen im FS Lernen – zu Lernständen und möglichen Bedarfen an Förderung – lückenhaft (Hellmich, 2016).

Die dargestellte Studie untersucht mit dem Erkennen von geometrischen Figuren, hier im Speziellen von Vierecken, einen fundamentalen und zentralen Inhalt der Geometrie in der Primarstufe (MSB NRW, 2021). Es wurde der Forschungsfrage nachgegangen, inwiefern sich Schüler\*innen im FS Lernen von Schüler\*innen ohne den FS Lernen im Identifizieren von Vierecken unterscheiden. Neben den Antworten der Schüler\*innen sowie den hieraus analysierten Fehlerraten wurden die Vorgehensweisen analysiert, die durch Eye-Tracking und die Analyse von Eye-Tracking Videos erfasst wurden.

## 2. Kurzer Hintergrund zu Geometrie und FS Lernen

*Geometrie.* Der Aufbau des Verständnisses geometrischer Begriffe ist ein komplexer Prozess – häufig wird jedoch zur Beschreibung vereinfachend das Stufenmodell von van Hiele (1986) genutzt: Stufe 0, das anschauungsgebundene Denken; Stufe 1, das geometrisch-analysierende Denken; Stufe 2, das geometrisch-abstrahierende Denken; sowie Stufen 3 und 4, die für diese Studie weniger relevant sind. Um das Verständnis von Kindern für geometrische Formen zu untersuchen, werden häufig Aktivitäten zur Identifizierung geometrischer Formen genutzt (Clements & Battista, 1992). Während jüngere Kinder sich beim Identifizieren geometrischer Formen an prototypischen Vorstellungen orientieren, tritt mit fortschreitender Entwicklung das eigenschaftsbasierte Beurteilen in den Vordergrund (Clements et al., 1999).

*Förderschwerpunkt Lernen.* Das Phänomen des sonderpädagogischen Förderbedarfs im FS Lernen ist nicht klar umrissen, es gibt verschiedene Definitionen und häufig ein Wechselspiel mehrerer Faktoren, die zu einem Bedarf sonderpädagogischer Förderung im FS Lernen führen. In Kürze kann skizziert werden, dass für Lernende ein Bedarf an sonderpädagogischer Förderung im FS Lernen besteht, wenn Lernschwierigkeiten vorliegen, die schwerwiegend, langdauernd und umfanglich sind (z.B. MSB NRW, 2022). Lernende im FS Lernen können Schwierigkeiten in mehreren Schulfächern haben, zeigen aber in der Regel Schwierigkeiten im Lesen, Schreiben, in Mathematik und „beim Lernen des Lernens“ (Heimlich, 2016, S. 36).

## 3. Die Studie

Insgesamt nahmen 184 Schüler\*innen zu Beginn der Klasse 5 an der Studie teil: 20 Schüler\*innen einer Förderschule mit dem FS Lernen (durchschnittliches Alter: 11;6 Jahre) und 164 Schüler\*innen einer inklusiven Gesamtschule (durchschnittliches Alter: 10;7 Jahre), die im Bildungsgang der allgemeinen Schule zielgleich unterrichtet wurden.

Die Datenerhebung fand in Einzelsitzungen in einem ruhigen Raum in den Schulen statt. Den Schüler\*innen wurden auf einem 24"-Full-HD-Bildschirm 32 Figuren präsentiert (prototypische Vierecke, nicht-prototypische Vierecke und Nicht-Vierecke, siehe Abb. 1). Sie wurden gebeten, bei jeder Figur zu beurteilen, ob es sich um ein Viereck handele, und dies je mit „ja“ oder „nein“ zu beantworten. Die Blickbewegungen wurden mit dem Eye-Tracker Tobii Pro X3-120 (120 Hz, binokular, infrarot) aufgezeichnet. Die durchschnittliche Genauigkeit in unserer Studie betrug  $0,9^\circ$ .

Aus den Antworten der Kinder wurden Fehlerraten bestimmt. Für den Gruppenvergleich wurde eine ANOVA mit Messwiederholung mit der Art der Messung (prototypische Vierecke, nicht-prototypische Vierecke, Nicht-

Vierecke) als Innersubjektfaktor und der Gruppe (mit FS Lernen, ohne FS Lernen) als Zwischensubjektfaktor durchgeführt. Aus den Blickbewegungen wurden die Vorgehensweisen bestimmt. Hierzu wurden Eye-Tracking Videos genutzt, in denen der Blick des Kindes als wandernder Punkt visualisiert wird. Für die qualitative Analyse der Videos wurde ein vorhandenes Kategoriensystem von Vorgehensweisen genutzt: (1) Erfassen „auf einen Blick“, (2) Teile der Figur betrachten, (3) die gesamte Figur betrachten. Für den Gruppenvergleich wurde ein Chi-Quadrat-Test basierend auf den Häufigkeiten der Verwendung der Vorgehensweisen durchgeführt.



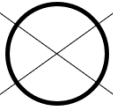

	Prototypisch	Nicht-prototypisch
Vierecke	Quadrate in prototypischer Ausrichtung 	
#	2	20
Nicht-Vierecke		
#	0	10

Abbildung 1. Auswahl an verwendeten Figuren (# : Anzahl der Items)

#### 4. Ergebnisse und Diskussion

Bei der Analyse der *Fehlerraten* zeigte sich, dass die Schüler\*innen im FS Lernen mehr Fehler machten als die Schüler\*innen ohne den FS Lernen. Die Analyse aller Figuren ergab einen signifikanten Haupteffekt der Gruppen (unabhängig von den Figurentypen). Prototypische Vierecke wurden von beiden Schüler\*innengruppen – nahezu fehlerlos – zuverlässig als Vierecke erkannt (vgl. Clemens & Battista, 1992; Tsamir et al., 2008). Beim Betrachten von nicht-prototypischen Vierecken machten hingegen beide Gruppen viele Fehler und erkannten diese nicht als Vierecke, was darauf hindeutet, dass in diesem Bereich nicht nur bei Schüler\*innen im FS Lernen Bedarfe an Förderung bestehen. Bei Nicht-Vierecken machten die Schüler\*innen mit FS Lernen jedoch eindeutig mehr Fehler und gaben häufiger an, dass es sich um Vierecke handele (ca. 26 % vs. ca. 15 %): Hier zeigten sich die größten Unterschiede zwischen Schüler\*innen mit und ohne den FS Lernen.

Die Ergebnisse bezüglich der mittels Eye-Tracking ermittelten *Vorgehensweisen* zeigen Unterschiede zwischen den Schüler\*innengruppen hinsichtlich der Vorgehensweisen bei allen Figurentypen auf. Dies schließt an frühere Studien an, die Unterschiede in den Vorgehensweisen von Lernenden im FS Lernen im Vergleich zu anderen Lernenden berichteten (z. B. Grobecker & de Lisi, 2000). Insgesamt ergab sich, dass Schüler\*innen im

FS Lernen die Figuren häufiger „auf einen Blick“ erfassten und weniger häufig Teile der Figuren betrachteten – und damit ihren Eigenschaften weniger (visuelle) Aufmerksamkeit schenkten. Dies zeigte sich sowohl für prototypische Vierecke als auch für nicht-prototypische Vierecke und Nicht-Vierecke.

Die Ergebnisse dieser Studie deuten darauf hin, dass die teilnehmenden Schüler\*innen im FS Lernen die Figuren eher nach ihrem prototypischen Aussehen urteilend als Ganzheit wahrnahmen und weniger häufig geometrisch-analysierend vorgingen sowie insgesamt weniger zuverlässig beurteilen konnten, ob es sich um ein Viereck handelte. Jedoch fiel auch den Schüler\*innen im allgemeinen Bildungsgang die Betrachtung von nicht-prototypischen Vierecken schwer, was auf Förderbedarfe vieler Schüler\*innen in diesem Bereich hindeutet – nicht nur jener im FS Lernen.

## 5. Literatur

- Basendowski, S. & Werner, B. (2010). Die unbeantwortete Frage offizieller Statistiken: Was machen Förderschülerinnen und -schüler eigentlich nach der Schule? Ergebnisse einer regionalen Verbleibsstudie von Absolventen mit sonderpädagogischem Förderbedarf Lernen. *Empirische Sonderpädagogik*, 2, 64–88.
- Clements, D. H. & Battista, M. T. (1992) Geometry and spatial reasoning. In D.A. Grouws (Hrsg.), *Handbook of Research on Mathematics Teaching and Learning* (S. 420–464). Macmillan.
- Clements, D. H., Swaminathan, S., Zeitler Hannibal, M. A., & Sarama, J. (1999). Young children's concepts of shape. *Journal for Research in Mathematics Education*, 30(2), 192–212.
- Grobecker, B. & De Lisi, R. (2000). An investigation of spatial-geometrical understanding in students with learning disabilities. *Learning Disability Quarterly*, 23(1), 7–22.
- Heimlich, U. (2016). *Pädagogik bei Lernschwierigkeiten*. UTB.
- Hellmich, F. (2016). Lehren und Lernen im Geometrieunterricht. In U. Heimlich & F. B. Wember (Hrsg.), *Didaktik des Unterrichts im Förderschwerpunkt Lernen: Ein Handbuch für Studium und Praxis* (S. 294–306). Kohlhammer.
- KMK (2022). *Bildungsstandards für das Fach Mathematik. Primarbereich*. [kmk.org/fileadmin/Dateien/veroeffentlichungen\\_beschluesse/2022/2022\\_06\\_23-Bista-Primarbereich-Mathe.pdf](https://www.kmk.org/fileadmin/Dateien/veroeffentlichungen_beschluesse/2022/2022_06_23-Bista-Primarbereich-Mathe.pdf)
- Ministerium für Schule und Bildung des Landes NRW (2022). *Verordnung über die sonderpädagogische Förderung, den Hausunterricht und die Klinikschiule (Ausbildungsordnung sonderpädagogische Förderung -AO-SF)*. [bass.schul-welt.de/6225.html](https://www.bass.schul-welt.de/6225.html)
- Ministerium für Schule und Bildung des Landes Nordrhein-Westfalen (2021). *Lehrpläne für die Primarstufe in Nordrhein-Westfalen*. [schulentwicklung.nrw.de/lehrplaene/upload/klp\\_PS/ps\\_lp\\_sammelband\\_2021\\_08\\_02.pdf](https://www.schulentwicklung.nrw.de/lehrplaene/upload/klp_PS/ps_lp_sammelband_2021_08_02.pdf)
- Tsamir, P., Tirosh, D., & Levenson, E. (2008). Intuitive nonexamples: The case of triangles. *Educational Studies in Mathematics*, 69(2), 81–95.
- van Hiele, P. M. (1986). *Structure and insight: A theory of mathematics education*. Academic Press.