

# Anbahnung räumlicher Orientierung durch den Nachbau einer detailgetreuen Modelllandschaft

Andreas Groos<sup>1</sup>, Florian Röser<sup>2</sup> & Kai Hamburger<sup>2ψ</sup>

<sup>1</sup> Universität Koblenz-Landau

<sup>2</sup> Justus-Liebig-Universität Gießen

## Zusammenfassung

Räumliche Orientierungsfähigkeit ist eine Grundkompetenz des Alltags. Sie ermöglicht uns, die Lage von mehreren Objekten in Bezug zu uns selbst und zueinander zu setzen. Die Entwicklung des räumlichen Denkens (Raumkognition) und Aneignung räumlichen Wissens wird bislang kontrovers diskutiert. In Anlehnung an das Stufenmodell von Piaget und Inhelder (1967) wurden in der vorliegenden Studie acht Kinder einer Förderschule (Förderschwerpunkt Lernen) getestet. Dabei wurde untersucht, ob Kinder mithilfe eines dreidimensionalen Landschaftsmodells örtliche Gegebenheiten effektiver lernen als bei direkter Exposition. Hierzu wurden eine Lerngruppe (Lernen am Modell) und eine Explorationsgruppe (direktes Lernen in der Umgebung) mit verschiedenen räumlichen Aufgaben konfrontiert (Navigation, Überblickswissen, Landmarkenwissen). Die Ergebnisse zeigen, dass das Lernen am detailgetreuen Modell durchaus zur Anbahnung räumlichen Wissens geeignet ist. Letztendlich zeigte sich sogar, dass sich Kinder mithilfe dieser Methode noch effektiver Raumwissen und Lagebeziehungen eines begrenzten Geländes aneignen können als in der realen Umgebung. Mögliche Weiterentwicklungen und Anwendungen dieser Befunde werden diskutiert.

**Stichwörter:** Raumkognition; Navigation; Landmarken; Lernen am Modell

---

<sup>ψ</sup> Kontakt: Dr. Kai Hamburger, Allgemeine Psychologie und Kognitionsforschung  
Justus-Liebig-Universität, Otto-Behaghel-Str. 10F, 35394 Gießen  
e-mail: [kai.hamburger@psychol.uni-giessen.de](mailto:kai.hamburger@psychol.uni-giessen.de), URL: [www.uni-giessen.de/cms/cognition/hamburger](http://www.uni-giessen.de/cms/cognition/hamburger)

Um im zwei- und dreidimensionalen Raum sowohl in der Vorstellung als auch in der Realität handeln zu können, benötigt man die Fähigkeit zur räumlichen Vorstellung. Hierzu ist es notwendig, räumliche Gegenstände und Beziehungen durch verschiedene Sinnesorgane zu erfassen. Als Grundkompetenz in der Schule ist räumliche Vorstellung und Orientierung bedeutsam für jedwede Fortbewegung, bei der sich Personen richtungsbezogen bewegen und auf ständig wechselnde räumliche Gegebenheiten reagieren müssen. Raumorientierung ist aber auch für Steuerung, Zielorientierung und Abstandsicherung im Straßenverkehr sowie für kognitive Prozesse wie Lesen, Rechnen, Schreiben und Zeichnen von großer Bedeutung (vgl. Kästner, 2004). Auch die Deutsche Gesellschaft für Geographie sowie der Verband Deutscher Schulgeographen, Erarbeiter der Bildungsstandards im Fach Geographie für den mittleren Schulabschluss, weisen auf die Bedeutung der räumlichen Orientierung hin. So ist geometrisches Basiswissen wichtig, um geometrische Flächen oder Volumina von Körpern zu bestimmen, aber es hilft dem Individuum auch beim Identifizieren von Wegstrecken und bei der Zuordnung von Lagebeziehungen in der Umwelt. Hierbei bilden sechs eng verzahnte Kompetenzbereiche die geographischen Gesamtkompetenzen, wobei der räumlichen Orientierung bzw. der Orientierung im Realraum eine besondere Bedeutung zukommt (vgl. Herzig, 2008).

Es existieren zahlreiche Modelle zur Entwicklung der räumlichen Orientierung. Eines der bekanntesten ist das Stufenmodell zur kognitiven Entwicklung von Piaget und Inhelder (1967). An dieses Modell angelehnt, vertreten auch Siegel und White (1975) eine konstruktivistische Sichtweise und postulieren ebenfalls ein Stufenmodell zur räumlichen Repräsentation. Danach durchläuft ein Individuum drei qualitativ unterschiedliche, aufeinander aufbauende Stufen zum Erwerb räumlichen Wissens. Die erste und einfachste Form der Repräsentation wird als Landmarkenwissen bezeichnet. Hieraus entsteht das Routenwissen, aus dem sich wiederum das Überblickswissen konstituieren kann (Siegel & White, 1975).

Den phänomenologischen Studien Piagets zufolge vollzieht sich die kognitive Entwicklung in vier Stadien. Diese sind die sensumotorische Entwicklung, das prä-operationale und konkret-operationale Denken sowie das Stadium der formalen Operation. Die räumliche Beziehung wird folglich Schritt für Schritt aufgebaut; d. h. das Kind empfängt diese nicht passiv aus der Wahrnehmung der Dinge im Raum. Sie werden vielmehr aktiv als kognitive Operationen aufgebaut, kontinuierlich entwickelt und qualitativ verändert (vgl. Berk, 2005). Auch das Modell von Siegel und White zur Entwicklung des Raumkonzepts basiert auf den Annahmen Piagets. Hauptpunkte sind die Organisation und Entwicklung psychologischer Systeme, welche die Lösung räumlicher Probleme ermöglichen (vgl. Lehnung, 2000). Ihrer Ansicht nach erfolgt die Kindesentwicklung durch differenzierte Wahrnehmung. Dabei ist es von Bedeutung, dass sie ein Vorstellungsvermögen (Konzept) von *Raum* entwickeln und dieses auch ausbilden (Siegel & White, 1975). Menschen können sich demnach im Raum orientieren, weil sie über mentale Landkarten bzw. räumliche Repräsentationen verfügen (vgl. Lehnung, 2000).

Spencer und Blades (2006) präzisieren das Modell von Siegel und White, wonach sich Raumorientierung durch zwei voneinander unabhängig arbeitende Verarbeitungssysteme entwickelt. Wegwissen baut sich als aufeinander aufbauendes Lernen von Landmarken und Richtungswechseln auf, das innerhalb eines Streckenverlaufes erlernt wird. Überblickswissen hingegen wird durch in Bezug setzen von räumlichen Merkmalen und Relationen angeeignet (Spencer & Blades, 2006). Kitchin und Blades (2002) postulieren u. a. eine Theorie des primären Lernens, wonach Wegwissen immer davon abhängig ist, wie gut man sich an gesehene Objekte und Wege der Vergangenheit erinnern kann. Dies ähnelt einer Bildfolge, bei der man sich an alle gesehenen Bilder erinnern und diese in einer schlüssigen Reihenfolge abrufen kann. Wegwissen (Routenwissen) kann so als geordnete Reihenfolge abgerufen, übertragen und angewandt werden (vgl. Dierking & Dierking, 2009). In diesem Zusammenhang geht sekundäres Lernen hingegen davon aus, dass Wegwissen auch dann aufgebaut werden kann, wenn die Person nicht im Kontakt mit der Umwelt steht, sondern diese Informationen durch Kartenmaterial erhält. So ist es möglich, Informationen über einen konkreten Raum zu erhalten, ohne mit diesem in unmittelbarem Kontakt zu stehen. Durch die grafische Darstellung einer Karte –im vorliegenden Fall einem Klostermodell– erhält der Betrachter Informationen von Streckennetzen, Wegen, Kreuzungen oder charakteristischen Landmarkenpositionen und -informationen.

## **Fragestellung**

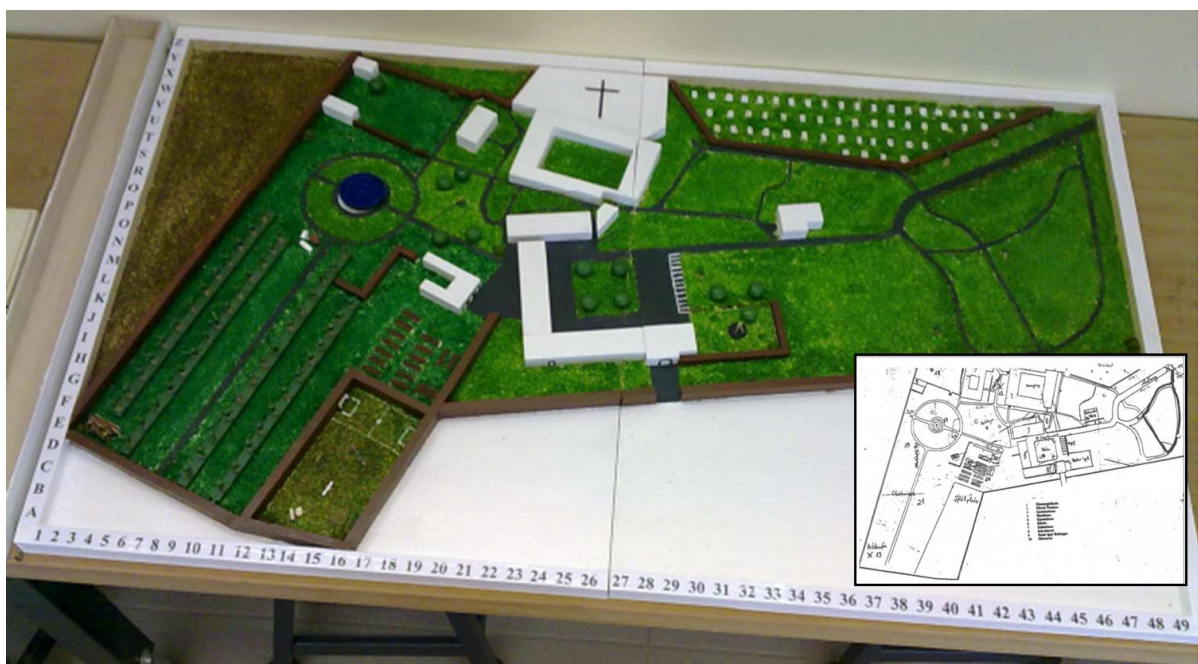
Mit der aktuellen Studie wurden zwei Hauptziele verfolgt: Erlernen Kinder (Lerngruppe) eine bestimmte Umgebung effizienter durch den spielerischen Umgang mithilfe eines detail- und geländegetreuen Modellnachbaus, als Kinder (Explorationsgruppe) die dieses Gelände einmal wöchentlich real aufsuchen? Zum anderen war von Interesse, welche der beiden Probandengruppen eine bessere räumliche Repräsentation der Umgebung im Langzeitgedächtnis vorweisen konnte.

## **Methode**

Die Untersuchung wurde mit einer Lern- und einer Explorationsgruppe durchgeführt. Die Teilnehmer der Lerngruppe entstammten den Jahrgängen 1997-98 (Jahrgangsstufe 5/6) und die Explorationsgruppe den Jahrgängen 1995-98 (Stufe 7).

Im Rahmen dieser Untersuchung nutzte die Lerngruppe ein detailgetreues Modell des Klostergeländes St. Matthias (Trier). Den vier Schülern der Lerngruppe, denen das Areal der Benediktinerabtei völlig unbekannt war, wurden innerhalb von vier Wochen in jeweils acht Sitzungen für die Dauer von 25 Minuten, die Örtlichkeiten des Klostergeländes anhand des Modells erklärt (Abbildung 1). Dabei lernten die Kinder in den ersten vier Sitzungen durch ständiges Wiederholen, sich die Lage der Gebäude, Wege und Landmarken des Modells zu merken. In den folgenden vier Sitzungen wurden Imaginationsfragestellungen

verwendet. Hierbei versuchte jeweils ein Kind der Gruppe im Wechsel mit verschlossenen Augen vorgegebene Punkte auf möglichst kürzestem Weg durch genaue Routenbeschreibung zu erreichen und die auf dem Weg liegenden Landmarken zu benennen. Die übrige Gruppe überprüfte während der Beschreibung des Weges deren Richtigkeit. Am abschließenden Untersuchungstag waren drei Punkte (Tor, Steintreppe, Holzhaufen) sowohl von der Lern- als auch der Explorationsgruppe auf dem Klostergelände zu finden (Routenwissen). Anschließend wurde das erworbene Landmarken- und Überblickswissen abgefragt. Hierzu sollten auf einen Blanko-Grundriss des Klostergeländes in DIN A4 Format die Gebäude, Wege und sonstige auffällige Objekte möglichst genau platziert und eingezeichnet werden.

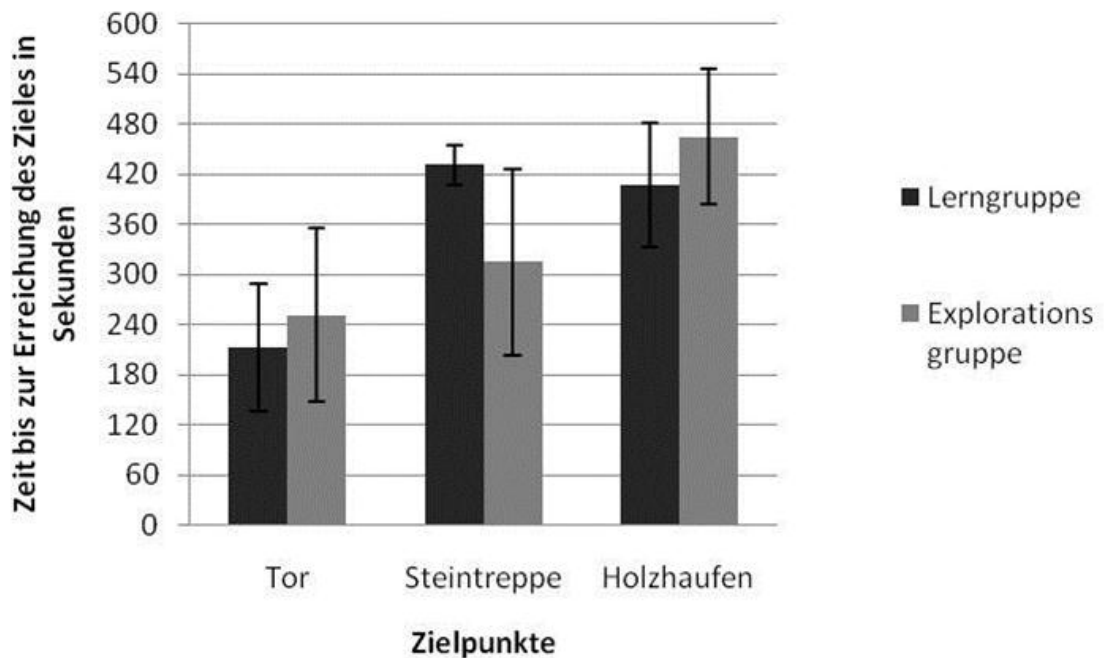


**Abbildung 1:** Ansicht des dreidimensionalen Modells inklusive Grundrisszeichnung des Klostergeländes.

## Ergebnisse und Diskussion

### *Routennutzung*

Die Eingangshypothese lautete, dass die Kinder der Lerngruppe die vorgegebenen Punkte im realen Raum besser und schneller finden würden, als die der Explorationsgruppe. Hier zeigt sich ein leichter Vorteil in der benötigten Zeit für die Lerngruppe bei zwei der drei Ziele (Abbildung 2).



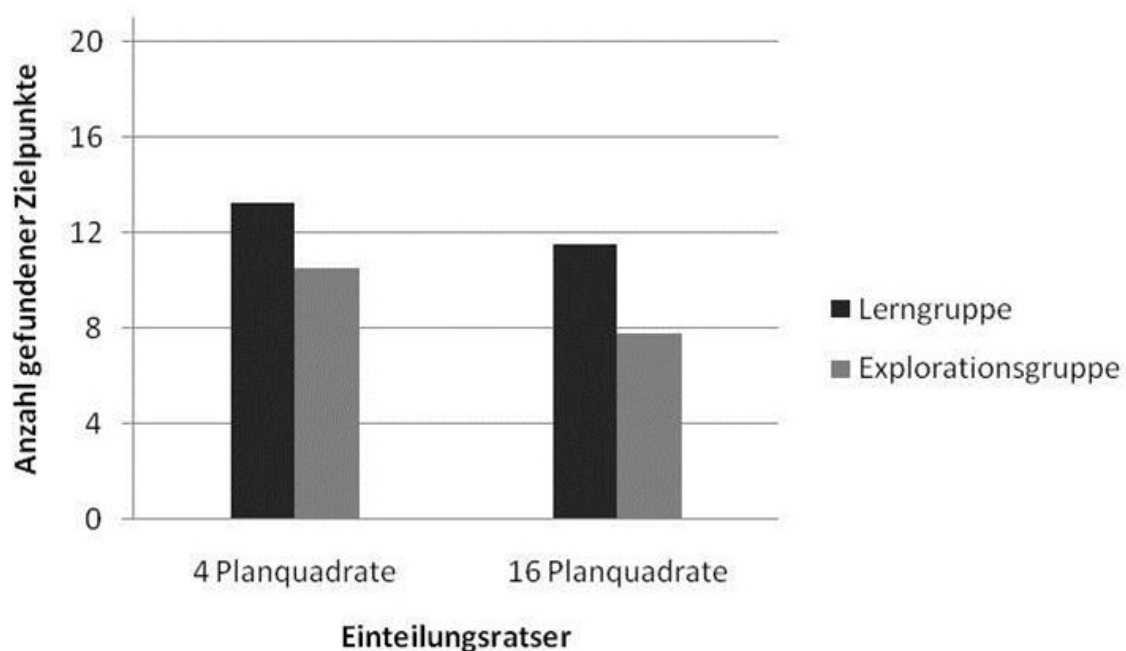
**Abbildung 2:** Ergebnisse im Navigationsexperiment. Abgebildet sind die Navigationszeiten vom Ausgangspunkt zum jeweiligen Zielpunkt.

Für die Effizienz der Routennutzung wurde eine Bewertungsskala erstellt, die es ermöglichte, die benutzten Wege und das Abweichen von der optimalen Route zu bewerten. Dabei wurden verschiedenen Leistungen unterschiedliche Scores zugewiesen: „Finden des vorgegebenen Ziels“ 5 Punkte, „Auffinden der Ziele auf direktem Weg“ 2 Punkte, „Einschlagen der korrekten Route am Start“ 1 Punkt. Negative Leistungen wurden beim „Abweichen vom korrekten Pfad nach Einschlagen der korrekten Route“ mit -0,5 Punkten sowie das „Einschlagen der falschen Route am Start“ mit -2 Punkten bewertet. Dieses Punktesystem ermöglicht gezielte Aussagen bezüglich der erbrachten Navigationsleistungen. Es geht also nicht um ein einfaches richtig oder falsch Kriterium, sondern auch korrekte Teilleistungen werden berücksichtigt. Nach diesem Bewertungssystem weißt die Lerngruppe eine um 20% höhere Navigationsleistung als die Explorationsgruppe auf. Demnach zeigen auch diese Ergebnisse, dass das Lernen mittels eines Modells sehr gut zur Anbahnung räumlichen Wissens geeignet zu sein scheint, da auch hier die mittlere Leistung der Lerngruppe besser ausfiel als die der Explorationsgruppe.

#### *Detailgetreue Skizzierung der Klosteranlage*

Es wurde weiterhin die Hypothese aufgestellt, dass die Kinder der Lerngruppe an Hand des Modells, räumliche Gegebenheiten in einer Skizze detailgetreuer wiedergeben können sollten als die Explorationsgruppe, die seit einem halben Jahr wöchentlich für zwei Stunden die Klosteranlage durch direkte Exploration kennengelernt hat. Die Auswertung der

Zeichnungen erfolgte durch Einteilung des Grundrisses in vier und 16 Planquadrate. Für jede korrekt platzierte Landmarke (Gebäude, Brunnen, etc.) gab es 1 Punkt. Die hieraus ermittelten Ergebnisse zeigten bei Einteilung in vier Planquadrate einen Mittelwert von 13,25 Punkten bei der Lerngruppe (durchschnittlich 13 korrekt wiedergegebene Objekte) und 10,5 Punkte bei der Explorationsgruppe. Bei Einteilung in 16 Planquadrate ergab sich eine Punkteverteilung von 11,5 Punkten bei den Lern- und 7,75 Punkte bei den Explorationsprobanden (Abbildung 3). Somit waren die Platzierungen der Lerngruppe bei der feineren Auflösung um 20% schlechter, während die Explorationsgruppe einen deutlicheren Leistungsabfall bei detaillierterer Ansicht der Ergebnisse von 32% aufwies. Diese Ergebnisse unterstreichen die Annahme, dass Kindern denen Landmarken und einzelne Segmente in einem dreidimensionalen Lernsetting vorgegeben wurden, einen Vorteil gegenüber denjenigen aufweisen, die die Umwelt zuvor „erlebt“ haben, obwohl ihnen jegliche direkte Erfahrung und Interaktion mit der Umgebung bislang fehlte.



**Abbildung 3:** Ergebnisse der detailgetreuen Skizzen. Anzahl der korrekt eingezeichneten Zielpunkte in Abhängigkeit von Testgruppe und Einteilung des Geländes in Planquadrate.

### Allgemeine Diskussion

Ziel der Untersuchung war es herauszufinden, ob eine bestimmte Umgebung effizient mittels eines dreidimensionalen Modellnachbaus gelernt werden kann. In der Tat zeigten sich Leistungsvorteile für die Lerngruppe. Bemerkenswert ist noch, dass die beiden Gruppen annähernd gleich viel Zeit für die Navigationsaufgaben benötigten, die Lerngruppe

jedoch deutlich besser abschnitt. Dabei ist zu bedenken, dass die Kinder mit Modell die gelernten Informationen über diese Umwelt erst noch aus ihrer rein mentalen Repräsentation (+Modell) für die tatsächliche Navigation transformieren mussten. Für die Bewertung der Routennutzung im Klostergelände war von zentraler Bedeutung, welche Wege und Landmarken sich die Kinder der Lerngruppe während der Übungsphasen gemerkt und welche sie dann in den „Wegfindeprozess“ einbezogen haben. Zwar erreichte ein Kind der Explorationsgruppe die maximale Punktzahl, allerdings muss hierbei berücksichtigt werden, dass dieses Kind mit einem Alter von über 15 Jahren das älteste Kind der gesamten Studie war und das Gelände aufgrund einer Klassenwiederholung bereits länger kannte als dessen Mitschüler. Trotz dieses Ausreißers erbrachte die Lerngruppe insgesamt eine deutlich höhere Leistung als die Explorationsgruppe, was vermuten lässt, dass bei gleichem Alter und gleicher Erfahrung deren Defizite noch deutlicher zu Tage treten sollten. Die angefertigten Skizzen zeigten, dass auch hier die Lerngruppe einen deutlichen Leistungsvorteil aufwies, was zuvor so nicht erwartet wurde. Dem Modell von Siegel und White (1975) zufolge hätte es einen solchen Vorteil nicht unbedingt geben sollen, da sie davon ausgingen, dass räumliche Information in hierarchischer Abfolge, von Landmarkenwissen über Routenwissen hin zu Überblickswissen, angeeignet wird und ein Lernen in nur wenigen Sitzungen dafür nicht ausreichen sollte. Es spricht also vieles dafür, dass wir auch mit wenig Erfahrung in der Lage sind, uns Überblickswissen anzueignen, welches für die Navigation bestens geeignet erscheint. Diese Befunde stehen im Einklang mit den Ergebnissen von Ishikawa und Montello (2006), die zeigten, dass auch nach einmaliger Informationspräsentation Überblickswissen erfolgreich aufgebaut werden kann. Allerdings muss berücksichtigt werden, dass die Kinder der Lerngruppe die Klosteranlage durch die Übungsphasen am Modell sehr genau kennengelernt haben. Den Explorationsprobanden scheint die Transferleistung auf die zweidimensionale symbolische Ebene –vielleicht auch durch den stark verkleinerten Grundriss– schwer gefallen zu sein. Zudem können wir das räumliche Wissen der Explorationsgruppe nicht genau kontrollieren, da sie nicht explizit gelernt haben, also vorab instruiert wurden, wie dies bei der Lerngruppe der Fall war. Dies müsste in zukünftigen Untersuchungen berücksichtigt werden. Darüber hinaus steht zu vermuten, dass die Schüler der Lerngruppe einen besseren Zugang und Umgang zu Modellen und Karten erlernt haben als die Explorationsgruppe. Dies müsste in späteren Untersuchungen spezifisch ermittelt werden.

Natürlich ist diese Studie nicht frei von Kritik. So war es aufgrund der vorgegebenen Jahrgangsstufen für das Arbeiten im Kloster nicht möglich, gleiche Altersgruppen heranzuziehen. Vor diesem Hintergrund erscheinen die gefundenen Ergebnisse allerdings umso eindrucksvoller, da die Kinder der Explorationsgruppe im Durchschnitt sogar fast ein Jahr älter waren als die Lerngruppe. In zukünftigen Studien sollten daher Alter, Erfahrung, etc. besser kontrolliert werden (auch eine größere Stichprobe ist nötig).

Nichtsdestotrotz ermöglichen der aktuelle Versuchsaufbau und die zugehörigen Aufgaben wertvolle Einblicke, wie räumliches Wissen (Landmarken-, Routen-, Überblickswissen) mit geringem Aufwand und Spaß effizient vermittelt werden kann.

Unsere Ergebnisse bekräftigen somit die Überlegung, ähnlich gestaltete Modelle, beispielsweise im Rahmen des Geometrie- oder Arbeitslehreunterrichtes zu nutzen, um räumliches Vorstellungsvermögen zu trainieren und die Aneignung räumlichen Wissens zu erleichtern. Abschließend lässt sich festhalten, dass Kinder in der Lage sind, räumliches Wissen effizient mithilfe eines dreidimensionalen Modells zu erwerben und sie dabei nicht auf das direkte Erleben dieser Umwelt (Exploration) angewiesen sind. Somit wäre für den zukünftigen Förderunterricht (und auch die Regelschule) zu überlegen, solche Lernmodelle für den Erwerb räumlichen Wissens gezielt zu erarbeiten, zu evaluieren und in der Praxis einzusetzen. Mit der vorliegenden Studie haben wir einen ersten Schritt in diese Richtung unternommen und aufgezeigt, wie so etwas zukünftig umgesetzt werden könnte.

## Danksagung

Diese Arbeit wurde durch die Deutsche Forschungsgemeinschaft (DFG–HA5954/1-1) unterstützt.

## Literatur

- Berk, L. (2005). *Entwicklungspsychologie*. München: Pearson Studium.
- Dierking, A., & Dierking, M. (2009). *Lost Person Behavior*. Diplomarbeit. Universität der Bundeswehr Hamburg. Verfügbar unter: <http://www2.hsuhh.de/psyifk/mm/downloads/2009dierkingx2.pdf> [12.09.2010]
- Herzig, R., (2008). Bildungsstandards Geographie. *Geographie aktuell*, 2008 (4), 27-30.
- Ishikawa, T., & Montello, D. R. (2006). Spatial knowledge acquisition from direct experience in the environment: Individual differences in the development of metric knowledge and the integration of separately learned places. *Cognitive Psychology*, 52, 93-129.
- Kästner, A.(2004). Körperschemaerfahrung. *Grundschulmagazin*, 2004 (4), 19-20.
- Kitchin, R., & Blades, M. (2002). *The Cognition of Geographic Space*. London/New York: I. B. Tauris Publishers.
- Lehnung, M. (2000). *Die Entwicklung räumlicher Repräsentationen bei Kindern im Vorschul- und Schulalter und ihre Beeinträchtigung durch Schädel-Hirn Traumata*. München: Herbert Utz Verlag.
- Piaget, J., & Inhelder, B. (1967). *The Child's Conception of Space*. New York: Norton.
- Siegel, A.W., White, S.H. (1975). The development of spatial representations of large-scale environments. In: H. W. Reese (Hrsg.) *Advances In Child Development And Behavior* (S. 9-48). New York: Academic Press, INC.
- Spencer, Ch., Blades, M. (2006). *Children and their environments. Learning, using and designing spaces*. Cambridge: University Press.