

Inhaltsverzeichnis

Einleitung und Problemstellung		1
1	Raumvorstellungsvermögen und seine Artikulation im Primarbereich	11
1.1	Begriffliche Fassung und Relevanz von Raumvorstellungsvermögen	11
1.1.1	Ein kognitionspsychologisches Fähigkeitskonzept zum „Erkennen räumlicher Beziehungen“ am Beispiel von Würfelbauwerken	12
1.1.2	Mathematikdidaktische Sichtweisen von Raumvorstellungsvermögen zwischen Fähigkeit und Denkprozeß	23
1.1.3	Bedeutung von Geometrie und Raumvorstellungsvermögen für den Mathematikunterricht in der Grundschule	26
1.2	Kindliche Artikulation zu raumgeometrischen Problemstellungen	39
1.2.1	Codierung von Raumvorstellung dokumentiert in Kinderzeichnungen	41
1.2.2	Kindliche Raumvorstellung bei der Decodierung von Zeichnungen geometrischer Figuren	50
1.2.3	Prozesse und Strategien bei raumgeometrischen Problemstellungen	52
1.2.4	Zum Einfluß von Arbeitsumgebungen auf raumgeometrische Bearbeitungsstrategien	87
2	Visuelle Wahrnehmung und Kognitionen bei Lernprozessen	91
2.1	Das Auge als optisches System zu Wahrnehmung statischer visueller Stimuli	91
2.2	Eigenschaften und Steuerungsmechanismen von Augenbewegungen	94
2.3	Von der visuellen Wahrnehmung über Vorstellungen zu einem mentalen Modell	101
2.3.1	Wahrnehmung	101
2.3.2	Vorstellungen und mentale Repräsentationen	110
2.3.3	Mentale Modelle	121

3	Augenbewegungsanalyse im forschungsmethodologischen Kontext	131
3.1	Zur historischen Entwicklung und Funktionsweise der Augenbewegungsanalyse als Forschungsinstrument	131
3.2	Zum interpretativen Zusammenhang von Kognitionen und Augenbewegungsmustern	135
3.3	Entwicklungsbedingte Unterschiede bei räumlichen Strukturierungsprozessen	147
—	3.3.1 Entwicklung von Raumvorstellungsvermögen	148
..	3.3.2 Entwicklung von Anzahlbestimmungsprozessen - Zahlauffassung und Zählen	150
..	3.3.3 Entwicklung von visuellen Informationsverarbeitungsprozessen	156
3.4	Augenbewegungsanalyse unter mathematikdidaktischer Perspektive	164
	3.4.1 Augenbewegungen und das Lösen von Textaufgaben	164
	3.4.2 Augenbewegungen und das Lösen geometrischer Problemstellungen ...	167
4	Präsentation von Bildern zu Würfelkonfigurationen als Versuchsumgebung	183
4.1	Zielsetzungen und leitende Fragestellungen	183
4.2	Bilder zu Würfelkonfigurationen - ein repräsentatives Aufgabenbeispiel zu räumlichen Strukturierungsprozessen für den Primarbereich	185
	4.2.1 Bilder zu Würfelkonfigurationen und ihre strukturellen Charakteristika	185
	4.2.2 Die eingesetzten Aufgaben	193
	4.2.3 Die Arbeitsumgebungen	197
	4.2.4 Die Voruntersuchungen	199

5	Die Erhebungen – Hauptstudie	205
5.1	Konzeption der empirischen Erhebung	205
5.1.1	Das methodische Vorgehen	205
5.1.2	Augenbewegungsanalyse eingesetzt im Sinne rekonstruktiver und hypotheseentestender Forschung	212
5.1.3	Die Planung der Interviews im Sinne explorativer empirischer For- schung	217
5.1.3.1	Das Vor-Interview	220
5.1.3.2	Die retrospektiven Interviews	222
5.1.4	Möglichkeiten und Grenzen von Augenbewegungsregistrierung und Interviews als explorative Erhebungsmethoden	227
5.2	Versuchsdurchführung	232
5.2.1	Die beteiligten Schülerinnen und Schüler	232
5.2.2	Erhebung der Augenbewegungssequenzen	234
5.2.3	Durchführung der Interviews	240
5.3	Dokumentation, Auswertung und Interpretation	241
5.3.1	Die Augenbewegungsanalyse	242
5.3.2	Interview-Dokumentation und -Analyse	250
5.3.3	Grenzen der Interpretation	252
6	Ergebnisse - Räumliche Strukturierungsprozesse bei Grundschulern zu Bildern von Würfelkonfigurationen	261
6.1	Ein Modell räumlicher Strukturierungsprozesse zu Bildern von Würfel- konfigurationen	263
6.1.1	Fähigkeitsaspekte und ihre Beziehungen	263
6.1.2	Individuelle räumliche Strukturierungsstrategien zu Würfelkonfigura- tionsbildern bei Grundschulkindern	269

6.2	Individualität räumlicher Strukturierungsprozesse bei zweidimensionaler Darstellung von Würfelkonfigurationen	284
6.2.1	Fallstudie 1 - Antonio, ein Kind mit guten Leistungen in Mathematik	286
6.2.1.1	Einführungsinterview Antonio	286
6.2.1.2	Betrachtungsanalyse von Antonio für Set 1	289
6.2.1.3	Re-Interview - Teil Argumentieren bei Antonio für Set 1	304
6.2.1.4	Re-Interview - Teil Handlung bei Antonio für Set 1	311
6.2.1.5	Vergleich der räumlichen Strukturierung Antonios zu Bildern des Set 1 in den verschiedenen Arbeitsumgebungen ...	313
6.2.1.6	Hypothese zu Antonios räumlicher Strukturierung auf der Basis von Bildern zu Würfelkonfigurationen des Set 1	320
6.2.1.7	Betrachtungsanalyse von Antonio für Set 2	321
6.2.1.8	Re-Interview - Teil Argumentieren bei Antonio für Set 2	331
6.2.1.9	Re-Interview - Teil Handlung bei Antonio für Set 2	334
6.2.1.10	Vergleich der Strategien Antonios zu Bildern des Set 2 in den verschiedenen Arbeitsumgebungen	335
6.2.1.11	Vergleich der Strategiekomplexe zwischen den beiden Sets von Bildern zu Würfelkonfigurationen	338
6.2.2	Fallstudie 2 - Jasmin, ein Mädchen mit mittleren bis guten Leistungen in Mathematik	342
6.2.2.1	Einführungsinterview Jasmin	342
6.2.2.2	Betrachtungsanalyse von Jasmin bei Set 1	342
6.2.2.3	Re-Interview - Teil Argumentieren für Set 1: Vergleich der räumlichen Strukturierung Jasmins zu Bildern des Set 1 für Argumentation und Betrachtungsanalyse	350
6.2.2.4	Re-Interview - Teil Handlung bei Jasmin für Set 1	354
6.2.2.5	Hypothesen zu Jasmins räumlicher Strukturierungsfähigkeit auf der Basis der Ergebnisse zu Set 1	356
6.2.2.6	Betrachtungsanalyse von Jasmin für Set 2	356
6.2.2.7	Re-Interview - Teil Argumentieren für Set 2: Vergleich der räumlichen Strukturierung Jasmins zu Bildern des Set 2 für Argumentation und Betrachtungsanalyse	361
6.2.2.8	Re-Interview- Teil Handlung von Jasmin für Set 2	364
6.2.2.9	Vergleich der Strategiekomplexe zwischen den beiden Sets von Bildern zu Würfelkonfigurationen	366

6.2.3	Fallstudie 3 - Martin, ein Kind mit Lernschwierigkeiten in Mathematik	369
6.2.3.1	Einführungsgespräch Martin	369
6.2.3.2	Betrachtungsanalyse von Martin bei Set 1	370
6.2.3.3	Re-Interview - Teil Argumentieren für Set 1: Vergleich der räumlichen Strukturierung Martins zu Bildern des Set 1 für Argumentation und Betrachtungsanalyse	377
6.2.3.4	Re-Interview - Teil Handlung bei Martin für Set 1	381
6.2.3.5	Hypothesen zu Martins räumlicher Strukturierungsfähigkeit auf der Basis der Ergebnisse zu Set 1	384
6.2.3.6	Betrachtungsanalyse von Martin für Set 2	385
6.2.3.7	Re-Interview - Teil Argumentieren für Set 2: Vergleich der räumlichen Strukturierung Martins zu Bildern des Set 2 für Argumentation und Betrachtungsanalyse	393
6.2.3.8	Re-Interview- Teil Handlung von Martin für Set 2	396
6.2.3.9	Vergleich der Strategiekomplexe zwischen den beiden Sets von Bildern zu Würfelkonfigurationen	397
6.2.4	Fallstudien zu weiteren Kindern	400
6.2.4.1	Andrea – 9;8 Jahre, 3. Schuljahr	401
6.2.4.2	Sandra – 11;11 Jahre, 4. Schuljahr	410
6.2.4.3	Dennis – 8;4 Jahre, 3. Schuljahr	417
6.2.4.4	Waldemar – 9;5 Jahre, 3. Schuljahr	433
6.2.4.5	Julia – 9;2 Jahre, 3. Schuljahr	451
6.2.4.6	Alexander – 9;11 Jahre, 4. Schuljahr	468
6.2.5	Zusammenfassende Betrachtung individueller räumlicher Strukturierungsprozesse	479
7	Bewertung der Ergebnisse und Schlußfolgerungen	483
7.1	Individuelle Ausprägung von Strukturierungsstrategien bei der Auseinandersetzung mit Raumbildern	483

7.2	Schlußfolgerungen im Hinblick auf eine didaktische Bedeutung	489
7.2.1	Aufbau mentaler Beziehungen zwischen numerischen und geometrischen Aspekten räumlicher Strukturierungsprozesse	489
7.2.2	Räumliche Strukturierungsprozesse in verschiedenen Arbeitsumgebungen	493
7.3	Augenbewegungsanalysen als Methode zur Analyse von räumlichen Strukturierungsprozessen - eine mathematikdidaktische Perspektive	500
7.4	Offene Fragestellungen und Ausblick	502
7.4.1	Weitere Forschungsmöglichkeiten	503
7.4.2	Perspektiven für die Lehrerbildung	509
	Literaturverzeichnis	511