

# Inhaltsverzeichnis

<b>Vorwort des Autors</b>	<b>3</b>	
<b>I</b>	<b>Problemstellung</b>	<b>17</b>
1	Eingrenzung des Forschungsgegenstandes	17
2	Aufbau der Arbeit	21
<b>II</b>	<b>Allgemeine theoretische Grundlagen</b>	<b>23</b>
<b>3</b>	<b>Eine Strukturierung bewegungsrelevanter interner Repräsentationen</b>	<b>23</b>
3.1	Theoretisches Bewegungswissen	24
3.2	Exekutiv-prozedurales Bewegungswissen	25
3.3	Präskriptives Bewegungswissen	26
3.4	Interpretatives Bewegungswissen	27
3.5	Interaktionen der Wissensstrukturen	28
3.6	Durch visuelle Fremdinformation beeinflussbare Strukturen des Bewegungswissens – Genese theoretischen und präskriptiven Wissens kinematischer Bewegungsmerkmale	29
<b>4</b>	<b>Eine theoretische Modellierung des visuomotorischen Imitationslernens</b>	<b>31</b>
4.1	Kognitiv-konzeptbildende Teilprozesse des Modelllernens	32
4.1.1	Aufmerksamkeitsprozesse	33
4.1.2	Gedächtnisprozesse	34
4.2	Motorisch-adaptive Teilprozesse des Modelllernens	35
4.3	Selektive Aufmerksamkeit – Grenzen der Informationsaufnahme	38
4.3.1	Aufmerksamkeit als limitierte Ressource(n)	39
4.3.2	Ebene(n) der Informationsselektion	40
4.3.3	Modelle zur Aufmerksamkeitsorientierung	41
4.3.4	Regulierung der Aufmerksamkeitsorientierung – Top-Down- und Bottom-Up-Prozesse	42

4.3.5	Neuronale Organisation der Aufmerksamkeitsprozesse	44
<b>5</b>	<b>Neurophysio- und neuropsychologische Grundlagen der visuellen Informationsverarbeitung – Vom Lichtwellenmuster zum Perzept</b>	<b>45</b>
5.1	Von der Sensorik zu zentralen Verarbeitungsinstanzen	46
5.2	Weiterverarbeitung visueller Afferenzen im zentralen Nervensystem	48
5.2.1	Corpus geniculatum laterale	48
5.2.2	Primärer visueller Kortex (Area Striata)	50
5.2.3	Extrastriäre Weiterverarbeitung	51
5.2.4	Zwei visuelle Systeme – Dorsaler und ventraler Verarbeitungsstrom und ihre Bedeutung	52
5.2.5	Verarbeitung in Abhängigkeit von der Intention der Bewegungsbeobachtung	59
5.3	Tiefenwahrnehmung	59
5.3.1	Okulomotorische Tiefenkriterien	60
5.3.2	Querdisparation und stereoskopisches Sehen	60
5.3.3	Monokulare Tiefenkriterien	61
5.3.4	Bewegungsinduzierte Tiefenkriterien	62
5.4	Wie werden aus visuellen Perzepten und bildlichen Repräsentationen motorische Realisierungen generiert? – Das visuomotorische Korrespondenzproblem	63
5.4.1	Ideomotorischer Ansatz des „Common Coding“	63
5.4.2	Der ideomotorische Ansatz des „Associative Sequence Learning“	66
5.4.3	Zwei Prozesswege der Imitation (Rumiati & Tessari, 2002) und egozentrisch räumliche Referenzsysteme (Colby, 1998)	67
5.4.4	Mirror-Neurone – Neuronale Korrelate des visuomotorischen Korrespondenzproblems?	69
5.4.4.1	Funktionen der Mirror-Neuronen-Systeme	70
5.4.4.2	Die Rolle der Mirror-Neuronen beim Neulernen von Bewegungen	72

---

5.4.4.3	Zur „Ebenmäßigkeit“ und Perspektivenabhängigkeit der „Spiegel“ der Mirror-Neuronen-Systeme	73
5.4.5	Zusammenfassung der verschiedenen Ansätze zum Korrespondenzproblem	73
III	<b>Spezielle hypothesengenerierende theoretische Grundlagen und Befunde</b>	<b>75</b>
6	<b>Effekte verschiedener Darstellungsperspektiven auf die visuelle Informationsverarbeitung</b>	<b>75</b>
6.1	Zum Einfluss der Darstellungsperspektive auf die Wahrnehmung statischer und dynamischer nicht-humanoider Stimuli	76
6.1.1	Zum Einfluss der perspektivenabhängigen Wahrnehmungsexpertise auf die Wahrnehmung von nicht-humanoiden Stimuli	76
6.1.2	Zum Einfluss der Stereopsis auf die Wahrnehmung von Objekten	79
6.1.3	Zum Einfluss der Disparität charakteristischer Objektebenen und der Bildebene auf die Klassifizierung statischer nicht-humanoider Stimuli	79
6.1.4	Zum Einfluss der Disparität der Ebene der Bewegungstrajektorie und der Bildebene auf die Klassifizierung dynamischer, nicht-humanoider Stimuli	81
6.1.5	Transfer der Befunde zur Objektwahrnehmung auf das visuomotorische Imitationslernen	82
6.2	Zum Einfluss der Darstellungsperspektive auf die Wahrnehmung und Imitation menschlicher Posturen und Bewegungen	84
6.2.1	Effekte verschiedener Darstellungsperspektiven auf die Klassifizierung menschlicher Posturen und Bewegung	84
6.2.2	Effekte verschiedener Darstellungsperspektiven auf das Blickverhalten des Betrachters	89
6.2.3	Zum Einfluss der Stereopsis auf visuomotorische Imitationsleistungen	90
6.2.4	Zum Einfluss verschiedener Darstellungsperspektiven auf die visuomotorische Imitationsleistung nach dynamischen Bildschirminstruktionen	90

<b>7</b>	<b>Modell-Betrachter-Disparität und Mentale Rotation – Theoretische Hintergründe und empirische Befunde</b>	<b>95</b>
7.1	Mentale Rotation und Objektdiskrimination	95
7.2	Mentale Rotation bei humanoiden Stimuli	96
7.3	Mentale Rotation und die Interferenz mit Bewegungsplanungsprozessen	99
7.4	Mentale Rotation und visuomotorisches Imitationslernen	100
7.4.1	Vorüberlegungen zur Übertragbarkeit des Mental-Rotation-Paradigmas auf visuo-motorische Imitationslernprozesse	100
7.4.2	Effekte unterschiedlicher Modell-Betrachter-Disparität auf Imitationsleistungen	103
7.4.3	Differentielle neuronale Aktivierung bei unterschiedlicher Modell-Betrachter-Disparität – Mentale Rotation und ideomotorische Prozesse	105
7.4.4	Modell-Betrachter-Disparität und Vorerfahrung	107
7.5	Mentale Rotation – Zusammenfassung der wichtigsten Befunde	108
<b>8</b>	<b>Zum Einsatz multipler Darstellungsperspektiven beim visuomotorischen Imitationslernen</b>	<b>109</b>
8.1	Befundlage zur Verwendung multipler vs. einzelner Darstellungsperspektiven beim Imitationslernen von Bewegungen	109
8.2	Erklärungsansätze für mögliche Vorteile multipler gegenüber einzelner Darstellungsperspektiven beim visuomotorischen Imitationslernen	110
8.2.1	Wahrnehmungspsychologischer Ansatz zur Erklärung von möglichen Lernleistungsvorteilen durch die Verwendung multipler Darstellungsperspektiven	110
8.2.2	Kontext-Interferenz-Effekte bei der Verwendung multipler Rückmeldegrößen beim motorischen Lernen	111
8.2.2.1	Erklärungsansätze des Kontext-Interferenz-Paradigmas	112
8.2.2.2	Befundlage zum Kontext-Interferenz-Paradigma im Zusammenhang mit multiplen Feedbackaspekten	113
8.2.3	Theorie der verbesserten Gedächtniskonsolidierung durch Integration multipler externaler Repräsentationen (MERs)	115

---

8.2.3.1	Ergänzende Funktionsweise – Complementary Roles	117
8.2.3.2	Einschränkende Funktionsweise – Constrain Interpretation	117
8.2.3.3	Abstrahierende Funktionsweise – Construct Deeper Understanding	118
8.2.3.4	Befundlage zum Ansatz der multiplen externalen Repräsentationen	119
8.2.3.5	Problempunkte bei multiplen externalen Repräsentationen	119
<b>9</b>	<b>Zum Einfluss selbstkontrollierten Übens beim visuo-motorischen Imitationslernen</b>	<b>121</b>
9.1	Effekte selbstkontrollierten Übens	122
9.1.1	Effekte der Selbstkontrolle über Häufigkeit und zeitliche Platzierung von Fremdinformation	122
9.1.2	Effekte der Selbstkontrolle über den Einsatz von lernunterstützenden Hilfsmitteln	124
9.1.3	Effekte der Selbstkontrolle über die Übungsaufgabenauswahl und -reihenfolge	125
9.1.4	Effekte der Selbstkontrolle über den Inhalt der Fremdinformation	126
9.1.5	Resümee zu den Effekten selbstkontrollierten Übens	126
9.2	Erklärungsansätze für die Effekte selbstkontrollierten Übens	127
9.2.1	Motivationale Erklärungsansätze	127
9.2.2	Kognitive und motorische Erklärungsansätze	128
9.2.3	Erklärungsansatz für den verzögerten Effekt selbstkontrollierten Übens	131
<b>10</b>	<b>Ableitung allgemeiner Forschungshypothesen</b>	<b>133</b>
10.1	Zur Bild-Bewegungsebenen-Disparität – FH.1	133
10.2	Zur Verwendung multipler Darstellungsperspektiven – FH.2	134
10.3	Zur Selbstkontrolle des Lernenden über die Perspektivenauswahl und Reihenfolge – FH.3	135
10.4	Zur Modell-Betrachter-Disparität bei visuo-motorischen Imitationsprozessen – FH.4	136

---

<b>11</b>	<b>Grundlegende Überlegungen zur experimentellen Strategie und den methodischen Vorgehensweisen</b>	<b>137</b>
11.1	Zur Auswahl des Lernsettings	137
11.2	Zur Auswahl der Lernaufgaben	138
11.3	Zur Methodik der Versuchsgruppeneinteilung	140
11.4	Zur Methodik der Leistungserfassung	140
11.5	Statistische Auswertung	143
11.5.1	Verfahren zur Hypothesenprüfung	143
11.5.2	Adjustierung für multiples Testen	144
11.5.3	Effektstärken	144
11.5.4	Exkurs zur Verletzung von Anwendungsvoraussetzungen	145
<b>IV</b>	<b>Experimentelle Untersuchungen</b>	<b>147</b>
<b>12</b>	<b>Experiment 1 – Zur Disparität zwischen Bild- und Bewegungsebene beim Erlernen einer Armbewegung</b>	<b>147</b>
12.1	Methode – Experiment 1	147
12.1.1	Untersuchungsziel- und designskizze	147
12.1.2	Lernaufgabe	147
12.1.3	Versuchsaufbau	150
12.1.4	Abhängige Variablen	151
12.1.5	Unabhängige Variable	152
12.1.6	Fremdinformationsmaterial	153
12.1.7	Versuchsablauf	154
12.1.8	Stichprobe und Versuchsgruppenzuordnung	155
12.1.9	Datenerhebung	156
12.1.9.1	Messtechnische Erfassung der Kriteriumsbeziehung	156
12.1.9.2	Fragebögen	158
12.1.10	Operationalisierte Forschungshypothesen	158
12.1.11	Methodik der statistischen Überprüfung der Hypothesen	159
12.2	Ergebnisse – Experiment 1	160

---

12.2.1	Ergebnisse zum Vergleich einzelner Perspektiven mit unterschiedlicher Bild-Bewegungsebenen-Disparität (Experiment 1a)	160
12.2.2	Ergebnisse zum Vergleich einzelner vs. multipler Perspektiven mit unterschiedlicher Bild-Bewegungsebenen-Disparität (Experiment 1b)	165
12.3	Diskussion – Experiment 1	170
12.3.1	Diskussion zum Einfluss einzelner Perspektiven unterschiedlicher Bild-Bewegungsebenen-Disparität (Experiment 1a)	mit 170
12.3.2	Diskussion zum Einfluss einzelner vs. multipler Perspektiven mit unterschiedlicher Bild-Bewegungsebenen-Disparität (Experiment 1b)	173
12.3.3	Ergänzende Befunde zur Aneignungsphase	174
13	<b>Experiment 2 – Zur Disparität zwischen Bild- und Bewegungsebene beim Erlernen einer Drehsprungbewegung</b>	<b>177</b>
13.1	Methode – Experiment 2	177
13.1.1	Untersuchungsziel und -designskizze	177
13.1.2	Lernaufgabe	178
13.1.3	Versuchsaufbau	179
13.1.4	Abhängige Variablen	179
13.1.4.1	Auswertungsmethodik der abhängigen Variable Drehwinkel	180
13.1.4.2	Auswertungsmethodik der abhängigen Variable Bewegungsform	180
13.1.5	Methodische Probleme von Expertenratings	181
13.1.5.1	Messtheoretische Probleme von Rating-Skalen	181
13.1.5.2	Zur Problematik der Eindimensionalität von Ratingskalen	182
13.1.5.3	Anzahl der Skalenstufen	183
13.1.5.4	Urteilsfehler bei Ratingverfahren	183
13.1.5.5	Intuitive vs. konzeptorientierte Ratingverfahren	186
13.1.6	Das Drehsprung-Rating-Verfahren	187

---

13.1.6.1	Konstruktion der Example-Anchored-Rating-Scale für den Drehsprung	188
13.1.6.2	Ablauf des Experten-Ratings	189
13.1.6.3	Reliabilitätsprüfung des Experten-Ratings	191
13.1.7	Unabhängige Variable	194
13.1.8	Fremdinformationsmaterial	195
13.1.9	Versuchsablauf	196
13.1.10	Stichprobe und Versuchsgruppenzuordnung	199
13.1.11	Operationalisierte Forschungshypothesen	199
13.1.11.1	Operationalisierte Forschungshypothesen zu FH.1	199
13.1.11.2	Operationalisierte Forschungshypothesen zur FH.2	200
13.1.11.3	Operationalisierte Forschungshypothesen zur FH.3	201
13.1.12	Statistische Auswertung	201
13.1.13	Fehlende Daten	202
13.2	Ergebnisse	203
13.2.1	Ergebnisse zu den Verlaufsmerkmalen	203
13.2.1.1	Ergebnisse zum Einfluss einzelner Perspektiven mit unterschiedlicher Bild-Bewegungsebenen-Disparität (Experiment 2a) – Rating-Score zur Horizontalebene	203
13.2.1.2	Ergebnisse zum Einfluss einzelner Perspektiven mit unterschiedlicher Bild-Bewegungsebenen-Disparität (Experiment 2a) – Rating-Score zur Sagittalebene	205
13.2.1.3	Ergebnisse zum Einfluss einzelner vs. multipler Perspektiven mit unterschiedlicher Bild-Bewegungsebenen-Disparität (Experiment 2b) – Rating-Score	206
13.2.1.4	Ergebnisse zum Einfluss der Selbstkontrolle bei der Perspektivenwahl (Experiment 2c) – Rating-Score	210
13.2.2	Ergebnisse zum Drehwinkel	214
13.2.2.1	Ergebnisse zum Einfluss einzelner Perspektiven mit unterschiedlicher Bild-Bewegungsebenen-Disparität (Experiment 2a) – Drehwinkel	214



---

13.2.2.2	Ergebnisse zum Einfluss einzelner vs. multipler Perspektiven mit unterschiedlicher Bild-Bewegungsebenen-Disparität (Experiment 2b) – Drehwinkel	216
13.2.2.3	Ergebnisse zum Einfluss der Selbstkontrolle der Perspektivenwahl (Experiment 2c) – Drehwinkel	218
13.2.3	Weitere Ergebnisse	220
13.2.3.1	Ergebnisse zur Wahl der Perspektive	220
13.2.3.2	Ergebnisse zum allgemeinen Lernverlauf und Vergleich mit der Kontrollgruppe – Rating-Score	221
13.2.3.3	Ergebnisse zum allgemeinen Lernverlauf und Vergleich mit der Kontrollgruppe – Drehwinkel	223
13.2.3.4	Wechselhäufigkeit der Perspektive in VG Multi SC	224
13.2.3.5	Ergebnisse zur Aufmerksamkeitsfokussierung	226
13.3	Diskussion – Experiment 2	228
13.3.1	Diskussion der Ergebnisse zum Einfluss einzelner Perspektiven mit unterschiedlicher Bild-Bewegungsebenen-Disparität (Experiment 2a)	228
13.3.2	Diskussion der Ergebnisse zum Einfluss einzelner vs. multipler Perspektiven mit unterschiedlicher Bild-Bewegungsebenen-Disparität (Experiment 2b)	231
13.3.2.1	Diskussion der Ergebnisse zur Verlaufsoptimierung	231
13.3.2.2	Diskussion der Ergebnisse zur Ergebnismaximierung	233
13.3.3	Diskussion der Ergebnisse zum Einfluss der Selbstkontrolle der Perspektivenwahl (Experiment 2c)	235
13.3.3.1	Diskussion der Ergebnisse zur Verlaufsoptimierung	235
13.3.3.2	Diskussion der Ergebnisse zur Ergebnismaximierung	239
13.3.4	Diskussion des allgemeinen Lernverlaufs und Vergleich mit der Kontrollgruppe	241
13.3.5	Diskussion zur Wahl der Perspektive	245

---

<b>14</b>	<b>Experiment 3 – Zu den Effekten der Modell-Betrachter-Disparität bei der Imitation einer Ellenbogenextensions-/flexionsbewegung</b>	<b>247</b>
14.1	Methode – Experiment 3	247
14.1.1	Untersuchungsziel und -design	247
14.1.2	Aufgabe	248
14.1.3	Versuchsaufbau und Messmethodik	250
14.1.4	Abhängige Variablen	251
14.1.5	Unabhängige Variable und Stimulusmaterial	252
14.1.6	Versuchsablauf	253
14.1.7	Stichprobe	255
14.1.8	Operationalisierte Forschungshypothesen	255
14.1.9	Statistische Auswertung	256
14.2	Ergebnisse – Experiment 3	257
14.2.1	Ergebnisse zur abhängigen Variable „AE-Amplitude“	257
14.2.2	Ergebnisse zur abhängigen Variable „RMSE- $\omega$ “	259
14.3	Diskussion – Experiment 3	263
14.3.1	Diskussion zum Einfluss der Modell-Betrachter-Disparität	263
14.3.2	Diskussion zum Einfluss der Aufgabenkomplexität auf die Effekte unterschiedlicher Modell-Betrachter-Disparitäten	269
14.3.3	Diskussion zu den Ergebnissen der Antwortzeit	271
14.3.4	Diskussion zur Interaktion zwischen Orientierung und Untersuchungseinheit	273
14.3.5	Diskussion zur Rotationsrichtung des Stimulusmaterials	275
14.3.6	Einordnung der Ergebnisse von Experiment 3 in die bisherige Befundlage	275

---

<b>V</b>	<b>Zusammenfassung und Ausblick</b>	<b>277</b>
<b>15</b>	<b>Zusammenfassung</b>	<b>277</b>
15.1	Allgemeine theoretische Grundlagen	277
15.2	Zusammenfassung zur Bild-Bewegungsebenen-Disparität	279
15.3	Zusammenfassung zur Verwendung multipler Darstellungsperspektiven	282
15.4	Zusammenfassung zur Selbstkontrolle über die Darstellungsperspektive	285
15.5	Zusammenfassung zur Modell-Betrachter-Disparität	288
<b>16</b>	<b>Fazit und Ausblick auf zukünftige Forschungsarbeiten</b>	<b>291</b>
	<b>Anhang</b>	<b>295</b>
<b>I</b>	<b>Experimentelles Material</b>	<b>295</b>
<b>II</b>	<b>Prüfung der Voraussetzungen für die Anwendung der statistischen Verfahren</b>	<b>314</b>
<b>III</b>	<b>Statistische Ergänzungen zu den Ergebnissen</b>	<b>338</b>
	<b>Abkürzungsverzeichnis</b>	<b>341</b>
	<b>Tabellenverzeichnis</b>	<b>345</b>
	<b>Abbildungsverzeichnis</b>	<b>349</b>
	<b>Literaturverzeichnis</b>	<b>355</b>