



Sportwissenschaft

Aufmerksamkeitsfokus und visuelle Selektion im Sport

Inaugural-Dissertation
zur Erlangung des Doktorgrades
der
Philosophischen Fakultät
der Westfälischen Wilhelms-Universität
zu
Münster (Westf.)
vorgelegt von
Rouwen Cañal Bruland
aus Münster
(2007)

Tag der mündlichen Prüfung: 17.12.2007

Dekan: Prof. Dr. Dr. h.c. Wichard Woyke

Referent: Prof. Dr. Bernd Strauß

Korreferent: Prof. Dr. Michael Krüger

Inhaltsverzeichnis

Abbildungsverzeichnis	8
Tabellenverzeichnis	10
1. Einleitung	11
2. Visuelle Aufmerksamkeit im Sport	15
2.1 Facetten visueller Aufmerksamkeit	15
2.2 Selektion von Informationen	19
2.3 Modelle visueller Aufmerksamkeit	22
2.3.1 Die <i>Spotlight</i> -Metapher	22
2.3.2 Die <i>Zoom-Lens</i> Metapher	23
2.3.3 Das Gradientenmodell	24
3. Methoden der visuellen Aufmerksamkeitsforschung	26
3.1 Variablen	27
3.1.1 Der Expertisefaktor	27
3.1.2 Sportartunspezifisch vs. sportartspezifisch	28
3.2 Techniken	30
3.2.1 Blickbewegungsregistrierung	30
3.2.2 <i>temporal occlusion</i> Technik (Die zeitliche Verschluss-technik)	35
3.2.3 <i>spatial occlusion</i> Technik (Die räumliche Verdeckungstechnik)	39
3.2.4 <i>Pointlight</i> -Animationen	44
3.2.5 <i>Cueing</i>	49
3.2.5.1 Das Hinweisreizparadigma (<i>cueing paradigm</i>)	50
3.2.5.2 <i>Flicker-Cueing</i>	56
4. Instruktion und Training	62
4.1 Instruktionen – Lenkung der Aufmerksamkeit	62
4.1.1 Explizite vs. implizite Instruktionsformen	64
4.1.2 Verbale vs. visuelle Instruktionsformen	67
4.2 Visuelle Aufmerksamkeitslenkung in videobasierten Trainings	68
4.2.1 Videobasiertes Training	69
4.2.2 Allgemeine videobasierte Trainings	70

4.2.3	Sportartspezifische videobasierte Trainings	70
4.2.4	Methodische Überlegungen zu videobasierten Trainings.....	72
4.2.5	Implementierung visueller Hinweisreize zur Lenkung visueller Aufmerksamkeit	75
5.	Fragestellungen	78
6.	Experiment 1.1	83
6.1	Versuchsplanung	83
6.2	Stichprobe	84
6.3	Vorbereitung des Stimulusmaterials	84
6.3.1	Hinweisreize.....	84
6.3.2	Zielreize	86
6.4	Programmierung des Experiments.....	87
6.5	Variablen.....	88
6.6	Versuchsdurchführung	89
6.6.1	Versuchsablauf.....	89
6.6.2	Instruktion	90
6.7	Empirische Vorhersagen (A_1 und A_2).....	91
6.8	Ergebnisse	92
6.8.1	Prüfung der empirischen Vorhersage A_1	92
6.8.2	Prüfung der empirischen Vorhersage A_2	93
6.9	Diskussion.....	95
7.	Experiment 1.2	100
7.1	Versuchsplanung	100
7.2	Stichprobe	100
7.3	Vorbereitung des Stimulusmaterials	101
7.3.1	Hinweisreize.....	101
7.3.2	Zielreize	101
7.4	Programmierung des Experiments.....	103
7.5	Variablen.....	104
7.6	Versuchsdurchführung	105
7.6.1	Versuchsablauf.....	105

7.6.2	Instruktion	105
7.7	Empirische Vorhersagen (A₃, A₄ und A_{4'})	105
7.8	Ergebnisse	106
7.8.1	Prüfung der empirischen Vorhersage A ₃	107
7.8.2	Prüfung der empirischen Vorhersagen A ₄ und A _{4'}	108
7.9	Diskussion.....	110
8.	Experiment 1.3	114
8.1	Versuchsplanung	114
8.2	Stichprobe	115
8.3	Vorbereitung des Stimulusmaterials	115
8.3.1	Hinweisreize.....	115
8.3.2	Zielreize	116
8.4	Programmierung des Experiments.....	117
8.5	Variablen.....	117
8.6	Versuchsdurchführung	118
8.6.1	Versuchsablauf.....	118
8.6.2	Instruktion	118
8.7	Empirische Vorhersagen (A ₅ , A ₆ und A ₇)	118
8.8	Ergebnisse	119
8.8.1	Prüfung der empirischen Vorhersage A ₅	119
8.8.2	Prüfung der empirischen Vorhersage A ₆	121
8.8.3	Prüfung der empirischen Vorhersage A ₇	123
8.9	Diskussion.....	123
9.	Experiment 2	125
9.1	Versuchsplanung	125
9.2	Stichprobe	126
9.3	Vorbereitung des Stimulusmaterials	127
9.4	Programmierung des Experiments.....	128
9.5	Variablen.....	129
9.6	Versuchsdurchführung	129
9.6.1	Versuchsablauf.....	129
9.6.2	Instruktion	130

9.7	Empirische Vorhersagen (B₁, B₂ und B₃)	131
9.8	Ergebnisse	133
9.8.1	Prüfung der empirischen Vorhersage B₁	133
9.8.1.1	Analyse der 3-gegen-2 Situationen	133
9.8.1.2	Analyse der 1-gegen-1 Situationen	135
9.8.1.3	Schlussfolgerungen für die empirische Vorhersage B ₁	137
9.8.2	Prüfung der empirischen Vorhersage B₂	138
9.8.3	Prüfung der empirischen Vorhersage B₃	140
9.8.3.1	Analyse der 3-gegen-2 Situationen	140
9.8.3.2	Analyse der 1-gegen-1 Situationen	141
9.8.3.3	Schlussfolgerungen für die empirische Vorhersage B ₃	142
9.9	Diskussion	142
10.	Experiment 3	147
10.1	Versuchsplanung	147
10.2	Stichprobe	148
10.3	Vorbereitung des Stimulusmaterials	148
10.4	Programmierung des Experiments	149
10.5	Variablen	150
10.6	Versuchsdurchführung	150
10.6.1	Versuchsablauf	150
10.6.2	Instruktion	151
10.7	Empirische Vorhersage (C)	152
10.8	Ergebnisse	152
10.8.1	Prüfung der empirischen Vorhersage C – Analyse der Antwortzeiten ...	153
10.8.2	Prüfung der empirischen Vorhersage C – Analyse der Anzahl richtiger Antworten	154
10.9	Diskussion	155
11.	Zusammenfassende Diskussion	159
12.	Zusammenfassung	164
	Literaturverzeichnis	167
	Anhang	183

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1. Selektion von Informationen in Entscheidungsprozessen (aus Moran & Summers, 2004, S. 104).....	19
Abbildung 2. Das Hinweisreizparadigma nach Posner in einem Experiment mit zentralen Hinweisreizen (modifiziert nach Gazzaniga, Ivry & Mangun, 2002, S. 252).....	51
Abbildung 3. Lernverlaufskurven der Novizen (modifiziert nach Hagemann et al., 2006, S. 152).....	76
Abbildung 4. Horizontaler und vertikaler Blickwinkel der Versuchspersonen.....	85
Abbildung 5. Ablauf eines Trials.....	89
Abbildung 6. Instruktion durch das Programm.	91
Abbildung 7. Antwortzeiten über die sechs Hinweisreizbedingungen.....	93
Abbildung 8. Antwortzeiten der drei kleineren Hinweisreize über die sechs Hinweisreizorte.....	94
Abbildung 9. Typische 3-gegen-2 Entscheidung (richtige Antwort: links).....	102
Abbildung 10. Antwortzeiten über die sechs Hinweisreizbedingungen.....	107
Abbildung 11. Antwortzeiten der drei kleineren Hinweisreize über die fünf Hinweisreizorte.....	108
Abbildung 12. Antwortzeiten über die drei Hinweisreizpositionen.	109
Abbildung 13. Beispiel für validen Hinweisreiz im Experiment 1.3 (der gesamte zeitliche Ablauf ist analog zu den Exp. 1.1 und 1.2, vgl. Abbildung 5).....	116
Abbildung 14. Reaktionszeitunterschiede bei validen und invaliden (bez. Hemisphäre) Hinweisreizen.	120
Abbildung 15. Reaktionszeitunterschiede für die Hinweisreiz-Zielreiz-Trichotomie.....	121
Abbildung 16. Reaktionszeitunterschiede für die Hinweisreiz-Zielreiz-Einzelbedingungen.	122
Abbildung 17. Exzentrizitätseffekt.....	123
Abbildung 18. Frame aus einer 3-gegen-2 Videosequenz mit Flicker Cue auf dem zentralen Angreifer (alle 200 ms; zur besseren Visualisierung wird hier ein nicht-transparenter Cue abgebildet).....	128
Abbildung 19. Antwortzeiten der visuell und verbal instruierten Gruppen in 3-gegen-2 Situationen.	134
Abbildung 20. Antwortrichtigkeit der visuell und verbal instruierten Gruppen in 3-gegen-2 Situationen.....	135
Abbildung 21. Antwortzeiten der visuell und verbal instruierten Gruppen in 1-gegen-1 Situationen.	136

Abbildung 22. Antwortrichtigkeit der visuell und verbal instruierten Gruppen in 1-gegen-1 Situationen.....	137
Abbildung 23. Antwortzeiten kongruenter und inkongruenter Instruktionen über die drei Bedingungen.....	138
Abbildung 24. Antwortzeiten visuell und verbal instruierter kongruenter und inkongruenter Aufmerksamkeitslenkungen über die drei Bedingungen.	139
Abbildung 25. Antwortzeiten auf die drei unterschiedlichen Aufmerksamkeitsgrößen in 3-gegen-2 Situationen getrennt nach Instruktionsform.	141
Abbildung 26. Antwortzeiten auf die drei unterschiedlichen Aufmerksamkeitsgrößen in 1-gegen-1 Situationen getrennt nach Instruktionsform.	141
Abbildung 27. Antwortzeiten der vier Gruppen über die drei Messzeitpunkte.....	153
Abbildung 28. Anzahl richtiger Antworten der vier Gruppen über die drei Messzeitpunkte.	155

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1.	Instruktionsformen (modifiziert nach Hänsel, 2006, S. 67).	63
Tabelle 2.	Das Spektrum expliziter bis impliziter Instruktionen (aus Jackson und Farrow, 2005, S. 315).	66
Tabelle 3.	Übersicht der Experimente	80
Tabelle 4.	Durchschnittliche Antwortzeiten (richtiger Entscheidungen) über die sechs Hinweisreizbedingungen.....	183
Tabelle 5.	Durchschnittliche Antwortzeiten (richtiger Entscheidungen) der drei kleineren Hinweisreize über die sechs Hinweisreizorte.	183
Tabelle 6.	Durchschnittliche Antwortzeiten (richtiger Entscheidungen) über die sechs Hinweisreizbedingungen.....	184
Tabelle 7.	Durchschnittliche Antwortzeiten der drei kleineren Hinweisreize über die fünf Hinweisreizorte.	184
Tabelle 8.	Durchschnittliche Reaktionszeiten bei validen und invaliden (bez. Hemisphäre) Hinweisreizen.....	185
Tabelle 9.	Durchschnittliche Reaktionszeiten für die Hinweisreiz-Zielreiz-Größenverhältnisse.	185
Tabelle 10.	Durchschnittliche Antwortzeiten der visuell und verbal instruierten Gruppen in 3-gegen-2 Situationen.....	186
Tabelle 11.	Durchschnittliche Antwortrichtigkeit der visuell und verbal instruierten Gruppen in 3-gegen-2 Situationen.....	187
Tabelle 12.	Durchschnittliche Antwortzeiten der visuell und verbal instruierten Gruppen in 1-gegen-1 Situationen.....	188
Tabelle 13.	Durchschnittliche Antwortrichtigkeit der visuell und verbal instruierten Gruppen in 1-gegen-1 Situationen.....	189
Tabelle 14.	Durchschnittliche Antwortzeiten kongruenter und inkongruenter Instruktionen über die drei Bedingungen.	190
Tabelle 15.	Durchschnittliche Antwortzeiten auf die drei unterschiedlichen Aufmerksamkeitsgrößen in 3-gegen-2 Situationen getrennt nach Instruktionsform.	190
Tabelle 16.	Durchschnittliche Antwortzeiten auf die drei unterschiedlichen Aufmerksamkeitsgrößen in 1-gegen-1 Situationen getrennt nach Instruktionsform.	191
Tabelle 17.	Durchschnittliche Antwortzeiten und Anzahl korrekter Antworten über die drei Messzeitpunkte.	191

1. Einleitung

In sport, nothing can be more important than paying attention
(Cox, 2002, S. 132)

In interaktiven Sportspielen wie z. B. Basketball, Handball, Hockey und Fußball stehen die Athletinnen und Athleten ständig unter Druck, in kurzer Zeit die richtigen Entscheidungen zu treffen. Dieser Zeitdruck resultiert hauptsächlich daraus, dass Gegenspielerinnen und -spieler versuchen zu verhindern, dass z. B. im Basketball der Ball erfolgreich in den Korb geworfen, im Handball ein Tempogegenstoß gezielt eingeleitet oder im Hockey und Fußball ein Pass zu einer gut positionierten Mitspielerin bzw. einem gut positionierten Mitspieler gespielt wird. In diesen Spiel- und Entscheidungssituationen reicht es oftmals nicht aus, auf die Aktionen des Gegners zu reagieren. Es ist notwendig, die wesentlichen Informationen für die Vorhersage z. B. der Passrichtung der Gegenspielerin bzw. des Gegenspielers frühzeitig zu erkennen und diese in die eigene Handlungsplanung zu integrieren, um erfolgreich zu handeln. Cox (2002) unterstreicht, dass Aufmerksamkeit für erfolgreiches Entscheiden und Handeln im Sport eine herausragende Rolle spielt (siehe auch Abernethy, 2001).

Nach Moran und Summers (2004) hat Aufmerksamkeit im Sport drei primäre Bedeutungen. Erstens kann Aufmerksamkeit sich auf die bewusste Fokussierung z. B. auf die Anweisungen von Trainerinnen und Trainern beziehen. Zweitens kann Aufmerksamkeit auf mehrere Aufgaben verteilt werden, um z. B. in den Sportsportarten während des Balldribblings nach geeigneten Anspielmöglichkeiten zu suchen. Drittens bezieht sich Aufmerksamkeit auf die selektive Auswahl relevanter Informationen, um z. B. so schnell wie möglich die Lücke für einen Pass zu einer Mitspielerin bzw. einem Mitspieler zu antizipieren. Dabei liegt der dritten Bedeutung die Annahme zugrunde, dass es in verschiedenen Situationen im Sport einerseits Informationen gibt, die sowohl für die Entscheidungsgenerierung als auch die Handlungsplanung irrelevant sind, und andererseits Informationen existieren, deren Verarbeitung für eine situationsadäquate Entscheidung von besonderer Bedeutung sind.

In Anlehnung an die dritte Bedeutung von Aufmerksamkeit nach Moran und Summers (2004) zeigen zahlreiche Studien, dass vor allem die Ausrichtung der visuellen Auf-

merksamkeit im Sportspiel einen leistungslimitierenden Charakter in derartigen Entscheidungssituationen hat (für einen Überblick, vgl. A. M. Williams, Davids & Williams, 1999). Visuelle Aufmerksamkeit dient dazu, die für die Entscheidung relevanten Informationen visuell aufzufinden und zu verarbeiten. Aus kognitionspsychologischer Perspektive besteht die Notwendigkeit dieser Selektion darin, dass aufgrund einer begrenzten Verarbeitungskapazität nicht alle sensorischen Informationen gleichzeitig aufgenommen und verarbeitet werden können (vgl. Broadbent, 1958; Treisman, 1964). Das bedeutet, dass visuelle Aufmerksamkeit einerseits der Selektion relevanter Informationen und andererseits der Deselektion irrelevanter Informationen dient. Diese Selektion ermöglicht die Generierung einer situationsadäquaten Entscheidung (Tenenbaum, 2003).

Da visuelle Aufmerksamkeit vor allem der Auswahl relevanter Informationen sowohl für die Entscheidungsgenerierung als auch die Handlungsplanung dient, stellt sich die Frage, welche Informationen in den verschiedenen Situationen im Sport relevant und welche unbedeutend sind. Diese Frage hat im Rahmen der sportpsychologischen visuellen Wahrnehmungs- und Aufmerksamkeitsforschung zu zahlreichen Studien in verschiedenen Sportarten geführt (für einen Überblick, vgl. Abernethy, 2001; A. M. Williams et al., 1999). Dabei nutzen diese Studien unterschiedliche Techniken und Methoden. Zu diesen Methoden gehören sowohl die Blickbewegungsregistrierung und *Pointlight*-Animationen, die *temporal* und *spatial occlusion* Techniken als auch *Cueing*-Techniken wie das Hinweisreizparadigma und das *Flicker Cueing*. Ein wesentliches Ziel dieser Arbeit besteht in der theoretischen Diskussion des Erkenntnisgewinns dieser Techniken für die visuelle Aufmerksamkeitsforschung im Sport. Dabei wird gezeigt werden, dass bisher auf der Grundlage dieser Methoden keine Studie in der Lage gewesen ist, weder die Ausrichtung noch die adäquate Größe des visuellen Aufmerksamkeitsfokus in sportartspezifischen Entscheidungssituationen zu messen. Aus dieser Erkenntnis leitet sich die erste, technisch-methodisch motivierte Fragestellung der vorliegenden Arbeit ab. Im empirischen Teil der Arbeit soll experimentell geprüft werden, ob auf der Grundlage des Hinweisreizparadigmas sowohl die Ausrichtung als auch die Größe des visuellen Aufmerksamkeitsfokus in sportartspezifischen Situationen gemessen werden kann. Neben dieser ersten, technisch-methodisch orientierten Fragestellung liegt dieser Arbeit auch ein inhaltlich-theoretisches Erkenntnisinteresse zugrunde.

Wie in der ersten Bedeutung der Aufmerksamkeit nach Moran und Summers (2004) zum Ausdruck kommt, spielt Aufmerksamkeit ebenfalls in Vermittlungsprozessen im Sport eine zentrale Rolle. Die visuelle Aufmerksamkeitsforschung liefert in diesem Kontext wesentliche Erkenntnisse für zielgerichtete situationsspezifische Instruktionen im Sport. Instruktionen dienen in diesem Zusammenhang der Lenkung der Aufmerksamkeit des Lernenden auf spezifische Informationen, um Leistungsverbesserungen herbeizuführen und den Lernprozess zu beschleunigen. Neben verbalen Instruktionen, die als Methode der Wahl sowohl im Training als auch im Wettkampf fungieren, scheinen aber auch visuelle Instruktionen eingesetzt werden zu können, um die Aufmerksamkeit der Lernenden bzw. der Trainierenden erfolgreich auf relevante Merkmale zu lenken (z. B. Kirlik, Walker, Fisk & Nagel, 1996). In diesem Zusammenhang deuten erste Studien an, dass einerseits implizite Formen der Aufmerksamkeitslenkung Vorteile gegenüber expliziten Instruktionsformen haben (für einen Überblick, vgl. Farrow & Abernethy, 2002) und andererseits visuelle Formen der Aufmerksamkeitslenkung eine vielversprechende Methode in Entscheidungssituationen darstellen (Hagemann, Strauß & Cañal-Bruland, 2006). Das zweite Ziel der vorliegenden Arbeit besteht deshalb darin zu überprüfen, ob visuelle Aufmerksamkeitslenkung durch *Flicker Cueing* im Vergleich zu verbalen Instruktionen in sportartspezifischen Entscheidungssituationen positive Effekte auf die Entscheidungsleistungen zeigen. Diese Frage ist zum einen inhaltlich-theoretisch motiviert und hat zum anderen einen anwendungsorientierten Charakter, da die Ergebnisse dieser Untersuchung Implikationen für die Trainingspraxis vermuten lassen.

Visuelle Aufmerksamkeitslenkung findet insbesondere in sportartspezifischen videobasierten Simulationstrainings Anwendung (vgl. Cañal-Bruland, Hagemann & Strauß, 2007). Der Nutzen dieser sportartspezifischen Trainingsform ist empirisch vielfach belegt (A. M. Williams & Grant, 1999). Das dritte Ziel dieser Studie besteht darin zu untersuchen, ob auf der Grundlage der *Flicker Cueing* Technik positive Lerneffekte bez. einer adäquaten Ausrichtung visueller Aufmerksamkeit in sportartspezifischen Entscheidungsprozessen erzielt werden können. Diese dritte ebenfalls inhaltlich-theoretisch motivierte Fragestellung wird im empirischen Teil im Rahmen eines Lernexperiments überprüft.

Die Arbeit beginnt im Folgenden mit einer einleitenden Darstellung der Facetten visueller Aufmerksamkeit. Dies schließt sowohl die Erörterung der Selektionsfunktion von Aufmerksamkeit als auch die Präsentation der Modelle visueller Aufmerksamkeit ein (Kapitel 2). Anschließend werden die bisher in der visuellen Aufmerksamkeitsforschung im Sport eingesetzten Methoden sowie deren Erkenntnisgewinn für die sportpsychologische Aufmerksamkeitsforschung diskutiert (Kapitel 3). Im Anschluss daran werden einerseits der Einfluss unterschiedlicher Instruktionsformen auf Entscheidungsleistungen im Sport erläutert und andererseits die Effekte videobasierter Trainingsformen mit visueller Aufmerksamkeitslenkung auf sportartspezifische Entscheidungsleistungen thematisiert (Kapitel 4). Aus dem theoretischen Teil leiten sich drei übergeordnete Fragestellungen ab (Kapitel 5), die zum einen technisch-methodisch motiviert sind (Fragestellung A) und zum anderen auf einem inhaltlich-theoretischen Erkenntnisinteresse beruhen (Fragestellungen B und C). Im empirischen Teil werden diese Fragestellungen analog in drei übergeordneten Experimenten in empirische Vorhersagen überführt und überprüft (Kapitel 6 - 10). Eine zusammenfassende Diskussion dient der übergreifenden Einordnung und Erörterung der Ergebnisse der einzelnen Experimente (Kapitel 11). Eine Zusammenfassung schließt den Rahmen der vorliegenden Arbeit (Kapitel 12).

2. Visuelle Aufmerksamkeit im Sport

2.1 Facetten visueller Aufmerksamkeit

Dass visuelle Aufmerksamkeitsprozesse im Sport eine besondere Bedeutung haben, verdeutlicht Neumaier (1979, S. 57), indem er hervorhebt, dass der Erfolg der motorischen Reaktion von Athletinnen und Athleten davon abhängt, „mit den Augen die entscheidenden Informationsträger schnell aufzufinden und zu fixieren, um die ausschlaggebenden Informationen ohne vermeidbare Zeitverzögerung aufnehmen und verarbeiten zu können [...]“. Da mit steigendem Spielniveau vor allem die Spielgeschwindigkeit z. B. in den Rückschlagsportarten und Spielsportarten zunimmt, wächst der Druck auf die Athletinnen und Athleten, innerhalb sehr kurzer Zeit die wesentlichen Informationen zur erfolgreichen Bewältigung der Situation zu extrahieren.

Deshalb stellen effiziente visuelle Aufmerksamkeitsprozesse eine wesentliche kognitive Voraussetzung für erfolgreiche Leistungen im Sport dar. Insbesondere in den „open skill“ Sportarten (Poulton, 1957; A. M. Williams et al., 1999), d. h. den Ballsportarten und Sportspielen, die sich durch ständig verändernde Umweltaforderungen auszeichnen, hat die flexible Ausrichtung der Aufmerksamkeit leistungsdeterminierenden Charakter (Moran & Summers, 2004; Pesce Anzeneder, Bösel, Kortmann & Mücke, 1998).

In den komplexen Sportspielen müssen eine Reihe unterschiedlicher Faktoren für das Generieren motorischer und taktischer Entscheidungen beachtet werden. Dazu zählen u. a. der Ball, die Mitspielerinnen bzw. Mitspieler und Gegnerinnen und Gegner sowie das relativ weite, aber räumlich begrenzte Spielfeld (z. B. Konzag, 1981; Pesce Anzeneder et al., 1998). Dabei leitet sich die notwendige Ausrichtung der Aufmerksamkeit aus dem situativen Bezugsverhältnis der unterschiedlichen Einflussfaktoren unter Berücksichtigung der Handlungsaufgabe der Sportlerin bzw. des Sportlers ab.

Wie Konzag (1981) und Maxeiner (1988) treffend beschreiben, bedarf es innerhalb der Spiel- bzw. Ballsportarten aufgrund der Vielzahl sowie der Variabilität der benannten Faktoren eines weiten Aufmerksamkeitsumfangs. Der weite Aufmerksamkeitsumfang dient der Verteilung der Aufmerksamkeitsressourcen auf mehrere Objekte bzw. Hand-

lungen. Aspekte wie Spielübersicht oder das Spiel ohne Ball setzen diese *Distributionsfähigkeit*¹ voraus (z. B. Konzag, 1991b).

Ebenso von Bedeutung sind Spielszenen, in denen die Aufmerksamkeit auf eine präzise Zielhandlung konzentriert werden muss. In diesem Fall dient der enge Aufmerksamkeitsfokus der Konzentration auf ein Objekt bzw. eine Handlung unter Ausschaltung anderer Störfaktoren. Bei einem Strafstoß oder einer 1-gegen-1 Situation ist diese *Konzentrationsfähigkeit* leistungslimitierend (u. a. Maxeiner, 1988).

Ein grundlegendes Merkmal der Sportspiele besteht zusätzlich in dem ständigen Wechsel zwischen Anforderungen, die eine Verteilung der Aufmerksamkeit notwendig machen oder die Konzentration der Aufmerksamkeit erfordern. Deshalb spielt nach Konzag (1981, 1991b) die *Umschaltfähigkeit*² eine bedeutende Rolle. Erst diese Fähigkeit ermöglicht Sportlerinnen und Sportlern den schnellen Wechsel zwischen verteilter und konzentrierter Aufmerksamkeit und die flexible Ausrichtung der Aufmerksamkeit zwischen verschiedenen Merkmalen (Ball, eigene Bewegung etc.).

Die Fähigkeit, die Konzag als *Umschaltfähigkeit* bezeichnet, wird ebenfalls vor dem Hintergrund der sogenannten *attentional flexibility*³ (Flexibilität der Aufmerksamkeit) diskutiert (vgl. z. B. Castiello & Umiltà, 1992; Nougier, Ripoll & Stein, 1989; Nougier & Rossi, 1999). Allerdings werden unter dem Konzept Flexibilität der Aufmerksamkeit mindestens drei verschiedene Fähigkeiten gefasst, die alle für Aufmerksamkeitsprozesse im Sportspiel eine bedeutende Rolle spielen.

Ursprünglich ist die Aufmerksamkeitsflexibilität als die Fähigkeit definiert, die Aufmerksamkeit schnell von einem Ort an einen anderen zu lenken (Keele & Hawkins,

¹ Sowohl die Distributionsfähigkeit als auch die Konzentrations- und Umschaltfähigkeit setzen ein einheitliches Verständnis des Fähigkeitsbegriffs voraus. Fähigkeiten werden im Folgenden verstanden als „die mehr oder weniger spezifischen qualitativen Voraussetzungen für hier und jetzt gezeigte Leistungen, ungeachtet dessen, ob sie auf Erziehung/ Übung oder auf Anlagen [...] zurückzuführen sind“ (Fröhlich, 2000, S. 174).

² Da sich in der englischsprachigen Literatur, die von Konzag nicht berücksichtigt wird, der Begriff *attentional flexibility* (Eriksen & Yeh, 1985; Keele & Hawkins, 1982; Nettleton, 1986) durchgesetzt hat, wird auch in der deutschsprachigen Literatur vermehrt von der Flexibilität der Aufmerksamkeit bzw. der attentionalen Flexibilität gesprochen (vgl. Cañal-Bruland, 2007).

³ *Attentional flexibility* wird nach Keele und Hawkins (1982, S. 11) als eine „general ability“ bezeichnet. „Ability“ ist im APA Dictionary of Psychology definiert als „competence or capacity to perform a physical or mental act. Ability may be either innate or acquired by education and practice“ (VandenBos, 2006, S. 2). Damit liegt der *attentional flexibility* nahezu das gleiche Verständnis des Fähigkeitsbegriffs zugrunde wie z. B. der Umschaltfähigkeit nach Konzag (1991b, vgl. Fußnote 1).

1982). Dies würde z. B. im Fußball die Fähigkeit bedeuten, den Aufmerksamkeitsfokus schnell von einer anspielbereiten Mitspielerin bzw. einem anspielbereiten Mitspieler auf eine unmittelbar angreifende Gegenspielerin bzw. einen unmittelbar angreifenden Gegenspieler zu richten. Eriksen und Yeh (1985) interpretieren Aufmerksamkeitsflexibilität als die Fähigkeit, die Größe bzw. den Umfang des visuellen Aufmerksamkeitsfokus – von einem engen, konzentrierten zu einem weiten, verteilten Fokus und umgekehrt – zu variieren. Nach diesem Verständnis geht es somit nicht um eine schnelle räumliche Verschiebung des Aufmerksamkeitsfokus, sondern um die Fähigkeit, die Größe des Aufmerksamkeitsfokus durch *Zooming*-Effekte zu variieren. Auch diese Situation lässt sich an einem sportartspezifischen Beispiel verdeutlichen. Wenn Torhüterinnen und Torhüter beim Elfmeter ihren visuellen Aufmerksamkeitsfokus z. B. auf die Hüfte der anlaufenden Schützinnen und Schützen richten, können sie diesen Fokus einerseits auf die Hüfte konzentrieren und andere Informationen für die Entscheidung, wohin die Schützin bzw. der Schütze den Ball platzieren wird, ignorieren. Andererseits können sie bei der gleichen räumlichen Ausrichtung des Fokus einen größeren Aufmerksamkeitsfokus applizieren, um zum einen die fokalen⁴ Informationen der Hüfte und zum anderen die peripheren Informationen des Standbeines oder der Schulter der Schützinnen und Schützen ebenfalls in ihre Entscheidungen mit einfließen zu lassen.

Den beiden ersten Interpretationen der Flexibilität des Aufmerksamkeitsfokus liegen unterschiedliche theoretische Modelle visueller Aufmerksamkeit zugrunde, die an späterer Stelle vertieft werden (vgl. Kapitel 2.3).

Eine dritte Interpretation beschreibt Aufmerksamkeitsflexibilität als die Fähigkeit, Aufmerksamkeit selektiv auf spezifische Stimuli zu richten (Nettleton, 1986). Diese Interpretation von Aufmerksamkeitsflexibilität schließt die beiden vorherigen Interpretationen nicht aus, zielt allerdings weniger auf die räumliche Umorientierung des Aufmerksamkeitsfokus oder die Möglichkeit der Anpassung der Größe des Aufmerksam-

⁴ Unter fokal werden hier foveal wahrgenommene Informationen verstanden. Die Fovea centralis (Sehgrube) ist ein kleiner Bereich der Retina (Netzhaut), der aufgrund der höchsten Zapfendichte den Bereich des schärfsten Sehens darstellt. Die Fovea macht ungefähr 2° des Gesichtsfeldes aus. Die Dichte der Zapfen (cones) nimmt im Gegensatz zur relativen Dichte der Stäbchen (rods) mit zunehmender Entfernung vom Fixationsort (Fovea centralis) ab (für eine vertiefende Lektüre empfiehlt sich Kandel, Schwartz & Jessell, 1995). Bei einer Verarbeitung von Informationen bis zu ca. 5° des Gesichtsfeldes spricht man von parafovealem Sehen. Eine darüber hinausgehende visuelle Informationsaufnahme wird als peripheres Sehen bezeichnet.

keitsfokus ab, sondern hebt die Bedeutung des Informationsgehaltes bestimmter Umweltmerkmale hervor. An dem vorherigen sportartspezifischen Beispiel verdeutlicht bedeutet das, dass Torhüterinnen und Torhüter ihre visuelle Aufmerksamkeit selektiv auf die Hüfte richten können, wenn sie diese für eine wichtige Informationsquelle für die Vorhersage der Schussrichtung halten.

Neben der räumlichen Fokussierung, der Größe des Aufmerksamkeitsfokus und der Ausrichtung auf spezifische informationstragende Merkmale, ist auch die Aufmerksamkeitsintensität variabel. Pesce Anzeneder et al. (1998) heben diesbezüglich hervor, dass die Aufmerksamkeitsintensität an die situativen Anforderungen angepasst werden muss. Maxeiner (1988) unterstreicht deshalb neben der Distribution und Konzentration im Gegensatz zu Konzag als dritte wesentliche Form der Aufmerksamkeit nicht die Flexibilität bzw. das Umschalten sondern die Vigilanz. Als Vigilanz definiert Maxeiner eine dauerhafte Aufmerksamkeitsbereitschaft, die situationsabhängig in der Intensität variiert.

Nach Nougier et al. (1989) ist die flexible Anpassung der Intensität zwar ebenfalls wichtig, allerdings heben sie das räumliche Umschalten der Richtung der Aufmerksamkeit als wesentlichen kognitiven Faktor für herausragende sportliche Leistungen hervor (vgl. auch Castiello & Umiltà, 1992).

Zusammenfassend lässt sich festhalten, dass sowohl die Flexibilität der Aufmerksamkeit als auch „eine gut ausgeprägte Konzentrationsfähigkeit und insbesondere Distributionsfähigkeit [...] unabdingbare Voraussetzungen für das Herausfiltern der relevanten informationstragenden Elemente des komplexen und schnell ablaufenden Spielgeschehens“ (Neumaier, 1984, S. 178) sind. Um sowohl im Training als auch im Wettkampf handlungsfähig zu sein, stellt die Flexibilität der Aufmerksamkeit eine unabdingbare Notwendigkeit dar (Konzag, 1981, 1991a, 1991b). Dabei ist erfolgreiches sportliches Handeln nur dann möglich, wenn die Aufmerksamkeit auf aufgabenrelevante Merkmale gerichtet wird (z. B. Abernethy, 2001). Aufgrund der Menge und Komplexität von Informationen im Sportspiel dient die Aufmerksamkeit der Auswahl bzw. Selektion dieser Merkmale.

2.2 Selektion von Informationen

Es ist evident, dass bei der Menge der über die Sinnesorgane gleichzeitig aufgenommenen Reize (z. B. auditive, taktile, visuelle etc.) nicht alle eingehenden Informationen in gleichem Maße bewusst wahrgenommen werden (vgl. Abbildung 1). Die Auswahl eines Ausschnitts dieser Informationen ist erforderlich, um entscheidungs- und handlungsfähig zu sein. Das heißt, dass die für die geplante Handlung relevanten Informationen selektiert werden müssen, um möglichst effizient reagieren zu können.

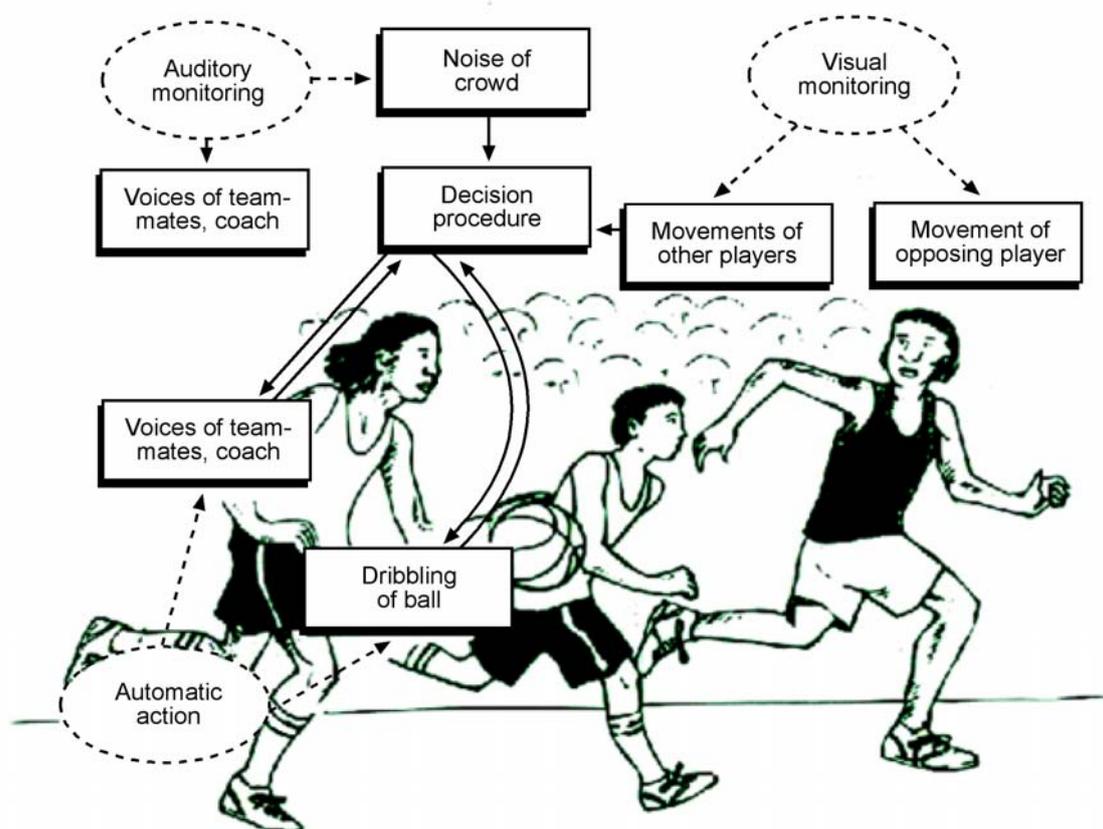


Abbildung 1. *Selektion von Informationen in Entscheidungsprozessen (aus Moran & Summers, 2004, S. 104)*

Selbst innerhalb eines sensorischen Bereichs, wie z. B. der visuellen Informationsaufnahme, sind die Sportspielerinnen und Sportspieler aufgrund der limitierten Verarbeitungskapazität gezwungen, ihre Aufmerksamkeit auf aufgabenrelevante Informationen zu richten und gegenüber irrelevanten Informationen abzuschirmen. Die Abbildung 1 deutet an, dass der dribbelnde Spieler das Verhalten seiner Mitspieler sowie seiner Ge-

genspieler visuell verarbeiten muss (*visual monitoring*), um diese Informationen in seine Entscheidung, ob er beispielsweise den Ball auf den Korb wirft, oder zu einem seiner besser positionierten Mitspieler passt, zu integrieren. Dabei strömen über den visuellen Kanal eine Vielzahl sensorischer Informationen ein. Auf einer Makroebene ist evident, dass zahlreiche visuelle Informationen wie z. B. fahnenschwenkende Zuschauerinnen und Zuschauer zwar ebenfalls sensorisch repräsentiert werden, aber eindeutig keine Relevanz für die Entscheidung haben. Aber auch auf der Mikroebene sind Selektionsprozesse notwendig, um z. B. relevante kinematische Informationen der gegnerischen Bewegung frühzeitig verarbeiten zu können (vgl. z. B. Abernethy, 1993; Huys et al., in revision; Ward, Williams & Bennett, 2002).

Wie Aufmerksamkeit zur Selektion von Informationen beiträgt, wird in der Forschung zur selektiven Aufmerksamkeit untersucht. Dabei sind insbesondere seit den 50er Jahren verschiedene theoretische Ansätze und Paradigmen entwickelt worden, die nach wie vor als Grundlage moderner Ansätze dienen (vertiefend dazu Driver, 2001; H. J. Müller & Krummenacher, 2002; Pashler, 1996). Eine hervorgehobene Bedeutung kommt in diesem Zusammenhang Arbeiten von Broadbent (1954), Treisman (1964) und Deutsch und Deutsch (1963) zu, die auf der Basis experimenteller Studien Theorien entwickelten, die die Grundlage für theoretische Diskussionen und empirische Ideengebung waren und immer noch sind.

Nach Broadbent (1954, 1958) werden über verschiedene Eingangskanäle gleichzeitig eingehende Reize parallel sensorisch gespeichert. Aus diesem Speicher werden einzelne Reize aufgrund ihrer physikalischen Eigenschaften (z. B. auditiv) selektiert bzw. herausgefiltert und der weiteren Verarbeitung zugänglich gemacht. Andere Reize werden abgeblockt (Stichwort "bottleneck", vgl. Driver, 2001) und verbleiben zunächst im Speicher. Die Filterung ist aufgrund der Annahme eines kapazitätslimitierten, strikt seriellen Verarbeitungssystems unumgänglich (vgl. auch Welford, 1952). Durchlaufen Informationen dieses Verarbeitungssystem können sie im Langzeitgedächtnis gespeichert werden. Der Filtertheorie zufolge werden Informationen schon sehr früh aufgrund ihrer physikalischen Reizeigenschaften selektiert (*early selection*). Nach dem Alles-oder-nichts-Prinzip erfolgt dann die Weiterleitung von Reizinformationen.

Treismans (1964) Attenuations-Theorie geht im Gegensatz zur Filtertheorie davon aus, dass Reize bzw. Informationen, die über nicht beachtete Kanäle wahrgenommen werden, nicht direkt deselektiert, sondern in abgeschwächter Form verarbeitet werden. Einen Befund für die Annahme, dass die Weiterleitung der Reize nicht nach dem Alles-oder-nichts-Prinzip erfolgt, lieferte Moray (1959), indem er zeigte, dass ein Drittel der Versuchspersonen (Vpn) seiner Untersuchung den eigenen Namen im nicht beachteten Kanal entdeckte. Daraus schließt Treisman, dass die eingehenden Informationen parallel über alle Kanäle aufgenommen werden. Ein Attenuatorenmechanismus regelt nach Treisman, welche Informationen in stärkerem bzw. schwächerem Maße höheren Verarbeitungsprozessen zugeführt werden (Mehr-oder-weniger-Prinzip). Eine Gemeinsamkeit zur Filtertheorie stellt die relativ frühe perzeptive Selektion dar.

In der letztgenannten Gemeinsamkeit der Filter- und der Attenuations-Theorie besteht der deutliche Gegensatz zur Theorie der „späten“ Selektion nach Deutsch und Deutsch (1963). Wie der Name der Theorie verdeutlicht, gehen Deutsch und Deutsch nicht von einer frühen Selektion auf perzeptiver Ebene, sondern von einer späten Selektion in den höheren Verarbeitungsprozessen aus (*late selection*). In diesen Verarbeitungsprozessen z. B. zur Einleitung einer motorischen Aktion werden dann nur diejenigen Informationen weiterverarbeitet, die für die Aufgabe relevant sind. Bis zu dieser Selektion werden alle eingehenden Reize parallel bis zum höheren Verarbeitungssystem übertragen. Diese Theorie setzt somit einerseits eine größere Aufnahmekapazität der höheren Verarbeitungsstufen voraus und erfordert andererseits eine nicht seriell, sondern parallel vergleichende Verarbeitungsinstanz der Eingangsreize hinsichtlich ihrer Relevanz für die zu lösende Aufgabe.

Neumann (1992) argumentiert jedoch auf überzeugende Art und Weise, dass diese Theorien, z. B. die Filtertheorie von Broadbent (1958), mit dem Ziel der Beschreibung einer einheitlichen Aufmerksamkeitstheorie ihre empirischen Befunde übergeneralisiert haben. Vor diesem Hintergrund ist auch zu verstehen, dass insbesondere Aufmerksamkeitsforscherinnen und -forscher der Meinung sind, dass bis heute keine zufriedenstellende Definition der Aufmerksamkeit existiert (vgl. für visuelle Aufmerksamkeit z. B. Wolfe & Horowitz, 2004).

Neumann kommt zu dem Schluss, dass es sinnvoller ist, lokale Modelle der Aufmerksamkeit zu untersuchen und deren Befunde aus verschiedenen Disziplinen zusammenzuführen (vertikale Integration). Als lokales Modell versteht Neumann z. B. die Mechanismen der sensorischen visuellen Aufmerksamkeit. Demnach sind die Untersuchungen Broadbents' nicht als *das* Modell der Aufmerksamkeit zu verstehen, sondern als lokales Modell für selektive Aufmerksamkeitsmechanismen beim Sprachverstehen (Neumann, Van der Heijden & Allport, 1986). Eine horizontale Integration der lokalen Modelle zu einer einheitlichen Aufmerksamkeitstheorie ist nach Neumann in Zukunft vielleicht einmal möglich, kann aber nicht der Ausgangspunkt zur Erforschung von Aufmerksamkeitsprozessen sein. In Anlehnung an diese Forderung wird im Folgenden ausschließlich Bezug auf das lokale Modell visueller Aufmerksamkeit genommen. Die zentrale Frage vor dem theoretischen Hintergrund dieser Arbeit ist, wie der visuelle Aufmerksamkeitsfokus zur Selektion in Informationsverarbeitungsprozessen beiträgt. Im Folgenden werden ausgehend von der *Spotlight*-Metapher die drei primär diskutierten Modelle des visuellen Aufmerksamkeitsfokus gegenübergestellt. Dabei wird stets versucht, die Modelle anhand von sportorientierten Beispielen zu verdeutlichen.

2.3 Modelle visueller Aufmerksamkeit

In der Forschung zur selektiven visuellen Aufmerksamkeit gibt es bez. der Ausrichtung des visuell-räumlichen Aufmerksamkeitsfokus auf spezifische Orte im Blickfeld primär drei unterschiedliche Theorien:

Dazu zählen die *Spotlight*-Metapher (Posner, 1980), die *Zoom-Lens* Metapher (Eriksen & St. James, 1986; Eriksen & Yeh, 1985) und die Gradiententheorie des Aufmerksamkeitsfokus (LaBerge & Brown, 1989). Diese Theorien gehen gleichsam davon aus, dass der Ausrichtung des visuellen Aufmerksamkeitsfokus ein kapazitätslimitiertes Aufmerksamkeitssystem zugrunde liegt, so dass die Aufmerksamkeit selektiv und sukzessive auf einzelne Orte im Blickfeld gerichtet wird (Theeuwes, Kramer & Atchley, 1999).

2.3.1 Die *Spotlight*-Metapher

Die *Spotlight*-Metapher (Posner, 1980) vergleicht den visuellen Aufmerksamkeitsfokus mit einem Scheinwerferlicht und besagt, dass nur Reize, die sich innerhalb des Licht-

kegels der visuellen Aufmerksamkeit befinden, vollständig verarbeitet werden. Reize die außerhalb dieses Lichtkegels liegen, müssen durch eine Bewegung des Lichtkegels aufgesucht werden und können erst dann verarbeitet werden. Damit geht einher, dass auf Reize, die sich im Lichtkegel befinden, schneller reagiert werden kann als auf Reize, die noch durch eine Bewegung aufgesucht werden müssen.

Nach der *Spotlight*-Metapher könnte der dribbelnde Spieler in Abbildung 1 seinen Aufmerksamkeitsfokus im Sinne eines Scheinwerferlichts z. B. auf seinen Mitspieler ausrichten. Damit wäre er in der Lage, sehr schnell auf die Bewegungen seines Mitspielers zu reagieren. Allerdings sind dem Spieler nach diesem Modell keine weiteren Informationen zugänglich, so dass er seinen Aufmerksamkeitsfokus von seinem Mitspieler lösen und z. B. auf seinen Gegenspieler verschieben muss, um auch Informationen über dessen Bewegungen aufnehmen und verarbeiten zu können. Insbesondere vor dem Hintergrund des zeitlichen Drucks in Entscheidungssituationen ist in diesem Zusammenhang festzuhalten, dass diese Umorientierung Zeitkosten verursacht und somit nicht unbedingt ökonomisch ist.

Bei der „Lichtkegelmetapher“ zeichnet sich die visuelle Suche zudem dadurch aus, dass der Lichtkegel zum einen eine konstante Größe hat und zum anderen kontinuierlich von einem Ort an den anderen gelenkt werden kann (H. J. Müller & Krummenacher, 2002).

Bez. der kontinuierlichen Ausrichtung des Fokus an einen spezifischen Ort gibt es unterschiedliche Annahmen. Zum einen wird davon ausgegangen, dass sich der Lichtkegel mit konstanter Geschwindigkeit bewegt und somit je nach Distanz eine längere oder kürzere Zeit benötigt, bis der Zielort fokussiert wird (z. B. Egly & Homa, 1991). Zum anderen wird die Annahme vertreten, dass für Aufmerksamkeitsbewegungen eine konstante Zeit benötigt wird, unabhängig von der Distanz (Remington & Pierce, 1984).

2.3.2 Die *Zoom-Lens* Metapher

Bei der *Zoom-Lens* Metapher (Eriksen & St. James, 1986; Eriksen & Yeh, 1985) wird von einer variablen Linse ausgegangen, bei der die Aufmerksamkeit entweder mit hoher Auflösung auf einen sehr kleinen Bereich fokussiert werden kann, oder aber mit geringer Auflösung auf einen entsprechend weiten Bereich (H. J. Müller & Krummenacher, 2002). Daraus folgt, dass die aufgabenabhängig anzupassende Größe bzw. Weite des

Aufmerksamkeitsfokus in einem inversen Verhältnis zu der Effizienz der Informationsverarbeitung steht (vgl. Turatto, Benso & Umiltà, 1999, S. 340).

Nach der *Zoom-Lens* Metapher ist es Spielerinnen und Spielern möglich, einerseits einen kleinen Aufmerksamkeitsfokus mit hoher Auflösung z. B. auf die Hüftstellung ihrer Gegenspielerinnen und -spieler auszurichten, um zu antizipieren, auf welcher Seite sie besser an ihnen vorbeidribbeln können. Andererseits können sie durch Zooming-Effekte auch einen großen Aufmerksamkeitsfokus mit geringerer Auflösung auf das Zentrum des Geschehens ausrichten, um sich z. B. eine Übersicht über die Positionierung der Mit- und Gegenspielerinnen bzw. der Mit- und Gegenspieler zu verschaffen. Je größer der Aufmerksamkeitsfokus ist, desto weniger detailliert sind die Informationen, die die Spielerinnen und Spieler verarbeiten können.

Darüber hinaus wird ähnlich wie bei der *Spotlight*-Metapher davon ausgegangen, dass außerhalb des Fokus befindliche Reize nicht verarbeitet werden (Eriksen & Yeh, 1985), wenn sich das Aufmerksamkeitssystem in einem fokussierten Zustand befindet. Die zwei Arten der Aufmerksamkeitsausrichtungen nach Jonides (1983), der von einem entweder distributiven oder fokussierten räumlichen Aufmerksamkeitsfokus ausgeht, können dabei als die zwei gegensätzlichen Pole innerhalb eines Spektrums der visuell-räumlichen Aufmerksamkeitsfokussierung betrachtet werden.

2.3.3 Das Gradientenmodell

Dem Gradientenmodell (Downing, 1988; LaBerge & Brown, 1989) liegt die Annahme zugrunde, dass die Auflösungskraft der Aufmerksamkeit innerhalb der beachteten Region vom Zentrum zur Peripherie hin abfällt. Die Steilheit des Gradienten variiert abhängig von der Aufgabenanforderung. Eine theoretische Weiterentwicklung des Gradientenmodells stellt das Gradienten-Filter-Modell von Cheal, Lyon und Gottlob (1994) dar (vgl. H. J. Müller & Krummenacher, 2002, S. 127).

LaBerge und Brown (1989) vertreten den Ansatz, dass die Weite der beachteten Region unterschiedlichen Gradienten der Aufmerksamkeitsressourcen entspricht. Demnach ist der Gradient steil, wenn der visuelle Aufmerksamkeitsfokus eng gestellt bzw. auf einen kleinen Ort gelenkt wird. Wird der Aufmerksamkeitsfokus mit geringerer Auflösungs-

kraft auf eine größere Region ausgerichtet, dann wirkt sich dies auch in einem flacheren Gradienten aus (vgl. auch Pesce Anzeneder & Bösel, 1998).

Im Gegensatz zu der *Spotlight* sowie der *Zoom-Lens* Metapher lässt die Gradiententheorie zu, dass auch Reize außerhalb des unmittelbar fokussierten Ortes weiteren Verarbeitungsprozessen zur Verfügung stehen. Wie intensiv diese Informationen aufgenommen und verarbeitet werden, hängt dabei von Größe des Aufmerksamkeitsfokus und somit von der Steilheit des Gradienten ab.

Auf den Sport übertragen bedeutet die Gradiententheorie, dass abhängig von der jeweiligen Situation mehr oder weniger Aufmerksamkeitsressourcen beansprucht werden. In einer komplexen Spielsituation, in der z. B. viele Mit- und Gegenspielerinnen bzw. Mit- und Gegenspieler beobachtet werden müssen, wird auch hier – ähnlich wie bei der *Zoom-Lens* Metapher – von einem großen Aufmerksamkeitsfokus mit einem flachen Gradienten ausgegangen. Die Intensität bzw. die Auflösungskraft ist geringer als bei einem kleinen Aufmerksamkeitsfokus mit steilem Gradienten. Im Gegensatz zu der *Zoom-Lens* und der *Spotlight*-Metapher werden bei der Gradiententheorie aber auch Informationen verarbeitet, die sich außerhalb des Aufmerksamkeitsfokus befinden.

3. Methoden der visuellen Aufmerksamkeitsforschung

Sowohl für die Entscheidungsgenerierung als auch die Handlungsplanung fungiert visuelle Aufmerksamkeit als Selektionsmechanismus (vgl. Kapitel 2). Aufgrund der zeitlichen Drucksituationen in den Sportspielen sowie der limitierten Informationsverarbeitungskapazität sind Athletinnen und Athleten oftmals innerhalb von Sekundenbruchteilen gezwungen, relevante von irrelevanten Informationen zu trennen.

Sowohl im Rahmen der sportpsychologischen visuellen Aufmerksamkeitsforschung als auch der visuellen Wahrnehmungsforschung beschäftigen sich deshalb zahlreiche Studien auf der Grundlage verschiedener methodischer Ansätze damit, die wesentlichen Informationen für die situationsspezifischen Entscheidungsprozesse in verschiedenen Sportarten zu identifizieren.

Erstens lassen sich diese Studien danach unterscheiden, ob verschiedene Expertise-niveaus und deren Vergleich den Untersuchungsgegenstand bilden oder z. B. ausschließlich Novizinnen und Novizen untersucht werden (vgl. Kapitel 3.1.1). Zweitens lassen sich diese Studien dahingehend differenzieren, ob sie sich mit sportartspezifischen oder sportartunspezifischen Wahrnehmungs- und Aufmerksamkeitsprozessen auseinandersetzen (vgl. Kapitel 3.1.2). Diese beiden Unterscheidungskriterien werden im Folgenden als „Variablen“ der sportorientierten visuellen Aufmerksamkeitsforschung diskutiert.

Darüber hinaus gibt es eine Vielfalt von Untersuchungsmethoden, die in der visuellen Aufmerksamkeitsforschung eingesetzt werden. Zu diesen „Techniken“ zählen die Blickbewegungsregistrierung (vgl. Kapitel 3.2.1), die *temporal occlusion* Technik (vgl. Kapitel 3.2.2), die *spatial occlusion* Technik (vgl. Kapitel 3.2.3), *Pointlight*-Animationen (vgl. Kapitel 3.2.4) und *Cueing*-Methoden (vgl. Kapitel 3.2.5) wie das Hinweisreizparadigma (vgl. Kapitel 3.2.5.1) und das *Flicker Cueing* (vgl. Kapitel 3.2.5.2). Diese Techniken werden im Folgenden getrennt voneinander präsentiert. In diesem Zusammenhang werden auch jeweils die Vor- und Nachteile der Techniken im Kontext sportorientierter visueller Aufmerksamkeitsforschung kritisch diskutiert.

3.1 Variablen

3.1.1 Der Expertisefaktor

Einer Vielzahl visueller Aufmerksamkeitsstudien im Sport liegt das Expertise-Paradigma (Ericsson, 2003) zugrunde. Ausgehend von der Untersuchung der visuellen Aufmerksamkeits- und Informationsverarbeitungsprozesse von Expertinnen und Experten sowie Novizinnen und Novizen innerhalb einer Sportart wird nach Unterschieden zwischen den Leistungsniveaus gesucht (vgl. Farrow & Abernethy, 2007). Dabei wird angenommen, dass Expertinnen und Experten durch jahrelanges gezieltes Training – das sogenannte *deliberate practice* (vgl. Ericsson, 2003; Ericsson, Krampe & Tesch-Römer, 1993) – die Ausrichtung ihrer visuellen Aufmerksamkeit optimiert haben (z. B. Hagemann & Ericsson, 2007). Aus den Ergebnissen wird einerseits geschlussfolgert, dass diejenigen Informationen, die von Expertinnen und Experten aufgesucht und verarbeitet werden, für effiziente Entscheidungsprozesse von besonderer Relevanz sind. Andererseits werden auf der Basis dieser Befunde z. B. Trainingsmaßnahmen entwickelt, die es Novizinnen und Novizen ermöglichen sollen, die Aufmerksamkeitsstrategien von Expertinnen und Experten so effektiv wie möglich zu lernen bzw. zu trainieren (für eine kritische Auseinandersetzung, vgl. Farrow & Abernethy, 2007).

Ein wesentlicher empirischer Befund der Expertiseforschung besteht darin, dass ein intensives Training bzw. Üben über zehn Jahre in einer spezifischen Domäne bzw. Sportart die Grundlage für eine Entwicklung zur Expertin bzw. zum Experten darstellt. Dabei spielt das zielgerichtete jahrelange Training bzw. Üben (*deliberate practice*) eine entscheidende Rolle zur Ausschöpfung vorhandener Potenziale (z. B. Ericsson et al., 1993). Nach Ericssons Auffassung sind die individuellen Unterschiede weniger mit angeborenen Talenten als vielmehr mit der Zeit intensiven und zielgerichteten Trainings zu begründen. Diese Erkenntnis fasst Ericsson (1996, S. 10) in „The 10 Year-Rule of Necessary Preparation“ zusammen.

Eines der größten Probleme der Expertiseforschung scheint die uneinheitliche Verwendung des Begriffs „Experte“ zu sein (vgl. im Überblick Cañal-Bruland, Hagemann & Strauß, 2006a). Diesbezüglich konstatieren Singer und Janelle (1999, S. 117), dass „even the title, «expert» defies interpretation, which in turn makes it difficult to analyze

the research literature in which «experts» have been categorized in many ways“. Um Athletinnen und Athleten hinsichtlich des Expertisegrades zu unterscheiden und z. B. unterschiedlichen experimentellen Gruppen zuzuordnen, bedarf es spezieller Unterscheidungskriterien. Zwei Kriterien, die häufig zur Einteilung von experimentellen Gruppen herangezogen werden, sind zum einen die Spielerfahrung in Verbindung mit jahrelangem Training und zum anderen das Spielniveau, das zumeist aus der Zugehörigkeit zu einem bestimmten Ligenniveau ablesbar ist. Diese beiden Kriterien hebt auch Munzert (1995, S. 123) hervor, indem er definiert, dass „im Sport als Experten solche Personen bezeichnet werden, die auf Basis langer Übungs- und Trainingsprozesse in ihrer Sportart, besondere, überdurchschnittliche Leistungen erzielen“.

3.1.2 Sportartunspezifisch vs. sportartspezifisch

Wie die Expertiseforschung belegt (vgl. Farrow & Abernethy, 2007; A. M. Williams & Grant, 1999), unterscheiden sich Expertinnen und Experten von Novizinnen und Novizen auch hinsichtlich verschiedener Parameter der visuellen Informationsverarbeitung und Aufmerksamkeit. Grundsätzlich können dabei zwei Begründungsansätze voneinander abgegrenzt werden. Der eine Ansatz, der im Folgenden als sportartunspezifischer Ansatz bezeichnet wird, basiert auf der Annahme, dass Expertinnen und Experten über bessere biologische Voraussetzungen, d. h. eine bessere „Hardware“ verfügen als Novizinnen und Novizen (A. M. Williams & Grant, 1999). Auf der Grundlage des sportartunspezifischen Ansatzes wird angenommen, dass Leistungsunterschiede in der visuellen Informationsverarbeitung zwischen Expertinnen bzw. Experten und Novizinnen bzw. Novizen u. a. auf einzelne Parameter wie z. B. das Tiefensehen, die Farberkennung etc. zurückzuführen sind (vgl. A. M. Williams & Grant, 1999). Im Gegensatz dazu kann der zweite Begründungsansatz als sportartspezifischer Ansatz charakterisiert werden. Diesem sportartspezifischen Ansatz zufolge sind Expertinnen und Experten in ihrer jeweiligen Domäne den Novizinnen und Novizen deshalb überlegen, weil sie über eine bessere „Software“, d. h. über effizientere visuelle Informationsverarbeitungsprozesse und umfangreichere Wissensrepräsentationen verfügen (Cañal-Bruland, Hagemann & Strauß, 2006b). Diese sportartspezifisch ausgebildeten, effizienteren visuellen Informationsverarbeitungsprozesse und Aufmerksamkeitsstrategien sowie die umfangreicheren Wissensrepräsentationen werden mit der Theorie des *deliberate practice* (Ericsson et al.,

1993) begründet. Daraus folgt, dass Expertinnen und Experten nur in ihrer jeweiligen Sportart bzw. Domäne über eine Expertise verfügen, die sich durch *deliberate practice* entwickelt hat und die nicht ohne Weiteres auf andere Sportarten bzw. Domänen übertragen werden kann.

Diese unterschiedlichen Begründungsansätze für Unterschiede bez. der Aufmerksamkeitsausrichtung und der visuellen Informationsverarbeitung gehen mit unterschiedlichen Methoden und Techniken zur Identifikation von Experten-Novizen-Unterschieden einher. Auch diese Methoden können in sportartspezifische und sportartunspezifische Methoden unterteilt werden. Einerseits werden physiologische Aspekte (Stichwort: Hardware) des Sehens mit dafür sportartunspezifisch entwickelten Testapparaturen untersucht. Dazu zählen z. B. das zentrale (foveale) und periphere Sehen, das räumliche Sehen (Stereosehen) und das Bewegungssehen (vgl. Jendrusch, 2006). Zum anderen werden aber auch sportartspezifische Tests entwickelt, um die sportartspezifisch ausgeprägte Expertise hinsichtlich der visuellen Aufmerksamkeitsstrategien und Informationsverarbeitungsprozesse messbar zu machen.

Der derzeitige Stand der Forschung scheint nicht zu bestätigen, dass der Unterschied zwischen Expertinnen bzw. Experten und Novizinnen bzw. Novizen hinsichtlich der visuellen Wahrnehmungs- und Aufmerksamkeitsleistungen im Sport in den biologischen Voraussetzungen auszumachen ist (A. M. Williams & Grant, 1999, für Argumente dagegen, vgl. Jendrusch, 1995). Im Gegensatz dazu gibt es für den sportartspezifischen Ansatz, der nicht von unterschiedlichen biologischen Voraussetzungen ausgeht, eine Vielzahl empirischer Belege (vgl. Farrow & Abernethy, 2007; A. M. Williams & Grant, 1999). Allard und Starkes (1980) konnten z. B. zeigen, dass Expertinnen und Experten für die Entscheidungsfindung relevante Objekte bzw. Informationen schneller entdecken und identifizieren können als Novizinnen und Novizen. Darüber hinaus sind Expertinnen und Experten in ihrer Sportart in der Lage, sowohl schnellere als auch genauere Vorhersagen bez. der Aktionen ihrer Gegnerinnen und Gegner zu treffen als Novizinnen und Novizen (z. B. Abernethy & Russell, 1987a).

3.2 Techniken

3.2.1 Blickbewegungsregistrierung

Eine der in der visuellen Aufmerksamkeitsforschung am häufigsten eingesetzten Techniken ist die sogenannte Blickbewegungsregistrierung (engl. *eye-tracking*). Bei der Blickbewegungsregistrierung werden verschiedene Parameter des Blickbewegungsverhaltens z. B. Lokalisation und Dauer von Fixationen, Sakkaden (Blicksprünge) etc. mit einer Blickbewegungskamera aufgezeichnet und analysiert (für einen tiefergehenden methodischen Einblick, vgl. Höner, 2005). Die zentrale Annahme der Blickbewegungsregistrierung besteht darin, dass das Blickbewegungsverhalten bzw. die Aufzeichnung der Fixationen einen direkten Aufschluss darüber liefern, aus welchen räumlichen Merkmalen Athletinnen und Athleten ihre Informationen extrahieren. Um zu identifizieren, welche Informationen in spezifischen Situationen im Sport wichtig für die Entscheidungsgenerierung sind, werden deshalb die Blickbewegungen von Athletinnen und Athleten während der Entscheidungssituationen gemessen. Die Blickbewegungsregistrierung gibt Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftlern somit die Möglichkeit, *online* zu verfolgen, welche Merkmale während der Entscheidungsfindung visuell fixiert werden. Sowohl die Qualität als auch die Einsatzmöglichkeiten der Blickbewegungskameras sind mit dem Fortschritt der Technik weiterentwickelt worden. Mit transportablen Blickbewegungskameras sind u. a. Felduntersuchungen möglich (vgl. auch Cañal-Bruland et al., 2006a).

Für zahlreiche Sportarten liegen Befunde aus Blickbewegungsstudien vor. Blickbewegungsstudien wurden u. a. durchgeführt im Squash (z. B. Abernethy, 1990b), im Basketball (z. B. Bard & Fleury, 1976), im Tennis (z. B. Singer et al., 1998), im Golf (z. B. Vickers, 1992), im Karate (z. B. A. M. Williams & Elliot, 1999) und im Fußball (z. B. Helsen & Pauwels, 1993). Insbesondere vor dem Hintergrund der Identifizierung von Experten-Novizen-Unterschieden bez. der visuellen Informationsaufnahme sind die Befunde uneinheitlich, zum Teil sogar widersprüchlich. Zum einen gibt es Blickbewegungsstudien im Sport, die belegen, dass Expertinnen und Experten weniger Fixationen verwenden als Novizinnen und Novizen (Bard & Fleury, 1976). Zum anderen legen einige Studien das Gegenteil nahe (A. M. Williams, Davids, Burwitz & Williams,

1994). Darüber hinaus gibt es auch widersprüchliche Ergebnisse bez. der Anwendung unterschiedlicher Fixationsmuster und Fixationsdauern zwischen Expertinnen bzw. Experten und Novizinnen bzw. Novizen. Zahlreiche Studien haben in verschiedenen Sportarten gezeigt, dass es Unterschiede in den Suchmustern und/ oder der Fixationsdauer gewisser Merkmale im visuellen Feld zwischen unterschiedlichen Leistungsniveaus gibt (z. B. Singer et al., 1998; Vickers, 1992; A. M. Williams & Davids, 1998; A. M. Williams & Elliot, 1999; A. M. Williams, Ward, Knowles & Smeeton, 2002). Im Gegensatz dazu gibt es aber auch Belege dafür, dass Expertinnen und Experten und Novizinnen und Novizen keine oder zumindest kaum Unterschiede in den visuellen Suchmustern zeigen (Abernethy, 1990b; Singer, Cauraugh, Chen, Steinberg & Frehlich, 1996). Um sowohl einen Einblick in die unterschiedlichen Fragestellungen und Untersuchungsgegenstände zu gewähren als auch um die z. T. widersprüchliche empirische Befundlage vergleichend zu skizzieren und zu diskutieren, werden im Folgenden exemplarisch Blickbewegungsstudien, die sich mit visuellen Informationsverarbeitungs- und Aufmerksamkeitsprozessen im Fußball beschäftigt haben, gegenübergestellt.

A. M. Williams et al. (1994) untersuchten die visuellen Such- und Aufmerksamkeitsstrategien von erfahrenen und unerfahrenen Fußballspielern. Auf der Basis der ermittelten Blickbewegungsdaten konnten sie zeigen, dass Novizen zur Vorhersage der Passrichtung in komplexen 11-gegen-11 Spielsituationen häufiger den Ball („ball watching“; S. 132) oder den passgebenden Spieler fixierten, wohingegen Experten eher andere periphere Bereiche im visuellen Feld fokussierten. Erfahrene Spieler tendierten z. B. eher dazu, frühzeitig denjenigen Spieler zu fixieren, dem der Ball letztlich zugespielt wurde. Diese Ergebnisse belegen, dass sich die selektive Informationsaufnahme von Experten und Novizen unterscheidet. Darüber hinaus interpretieren A. M. Williams und Kollegen die Ergebnisse zur Fixationsfrequenz in Anlehnung an Ripoll (1988) dahingehend, dass Experten sogenannte visuelle *pivots* setzen, so dass sie mit einer einzelnen Fixation, z. B. zwischen relevanten Merkmalen, möglichst viele Informationen peripher verarbeiten können.

Auch Helsen und Pauwels (1993) konnten mit ihrer Blickbewegungsstudie zur visuellen Informationsverarbeitung und selektiven Aufmerksamkeitsprozessen im Fußball zeigen, dass Experten (Semiprofessionelle Fußballspieler) einzelne Fixationen effizienter ausnutzen, so dass sie im Vergleich zu Novizen mehr relevante Informationen aus einer

einzelnen Fixation für die Entscheidung extrahieren können. Dies könnte ein Indiz dafür sein, dass Expertinnen und Experten im Sinne der *Zoom-Lens* Metapher in der Lage sind, neben fovealen auch relevante parafoveale und periphere Informationen während einer Fixation aufzunehmen und zu verarbeiten. A. M. Williams et al. (1994) konnten darüber hinaus zeigen, dass Novizen im Gegensatz zu Experten eine äußerst limitierte Informationsaufnahmebereitschaft haben und deutlich an foveale Informationsextraktion gebunden sind. Novizen demonstrierten ein serielles – an die chronologische Abfolge der Spielsituation orientiertes – visuelles Selektions- bzw. Suchverhalten (vgl. auch Tenenbaum, 2003).

A. M. Williams und Davids (1998) untersuchten selektive Aufmerksamkeitsprozesse von Experten und Novizen in 1-gegen-1 und 3-gegen-3 Situationen im Fußball. In 1-gegen-1 Situationen fokussierten Experten bedeutend länger die Hüfte als Novizen. Daraus folgerten A. M. Williams und Davids (1998), dass in 1-gegen-1 Situationen foveale Informationen für eine erfolgreiche Vorhersage ausschlaggebend sind, so dass eher ein lokaler Fokus ausgerichtet wird. Zu dieser Deutung kamen auch Nagano, Kato und Fukuda (2004) in ihrer Blickbewegungsstudie zur Orientierung selektiver Aufmerksamkeit in 1-gegen-1 Situationen. Allerdings fixierten die Experten in dieser Studie verstärkt die Knieregion, wohingegen Novizen den Ball fokussierten.

In zwei weiteren Experimenten konnten A. M. Williams und Davids (1998) zeigen, dass Experten foveales Sehen nutzen, um in 3-gegen-3 Situationen das Bewegungsmuster des Passgebers zu analysieren und peripheres Sehen, um die potenziell anspielbereiten Spieler zu beobachten. Zusammenfassend lässt sich festhalten, dass in 3-gegen-3 Situationen insbesondere für Experten neben fovealen Informationen auch periphere Informationen eine wesentliche Rolle für eine effiziente Entscheidungsgenerierung spielen. Savelsbergh, Onrust, Rouwenhorst und van der Kamp (2006) konnten ebenfalls zeigen, dass geübte Amateurfußballspieler die wesentlichen Informationen für die korrekte „ball interception location“ (S. 462) in 4-gegen-4 Situationen aus den Bewegungen des ballführenden Spielers (foveales Sehen) zum Zeitpunkt (und kurz vor) der Ballabgabe extrahieren. Höner (2005, 2006) belegt hingegen mit seiner Blickbewegungsstudie zu 3-gegen-2 und 3-gegen-3 Angriffssituationen im Fußball, dass zu unterschiedlichen Zeitpunkten eines Entscheidungsprozesses verschiedene Formen der visuellen Informationsaufnahme und Aufmerksamkeitsorientierung für eine effiziente Informationsverar-

beitung grundlegend sind. Zu Beginn eines Entscheidungsprozesses ist die visuelle Informationsaufnahmebereitschaft weit gefasst, wohingegen kurz vor der Aktion die Informationsaufnahmebereitschaft stark fokussiert wird. Neben Faktoren wie Zeitpunkt der Informationsaufnahme sowie Spielerfahrung und Spielniveau spielt darüber hinaus auch die Komplexität der spezifischen Situation eine entscheidende Rolle für das visuelle Suchverhalten (vgl. Vaeyens, Lenoir, Williams, Mazyn & Philippaerts, 2007).

Die fußballspezifischen Blickbewegungsstudien belegen exemplarisch, dass sich die selektive visuelle Informationsaufnahme und -verarbeitung von Expertinnen bzw. Experten und Novizinnen bzw. Novizen unterscheidet. Die hier präsentierten Studien haben sowohl individualtaktische Situationen (Nagano et al., 2004; A. M. Williams & Davids, 1998) als auch gruppentaktische (Höner, 2005; Savelsbergh et al., 2006; Vaeyens et al., 2007) und mannschaftstaktische Situationen (A. M. Williams et al., 1994) untersucht. Dabei zeigt sich zusammenfassend, dass in 1-gegen-1 Situationen sowohl Experten als auch Novizen eher lokale Merkmale der Bewegung des Gegners beobachten. Die Befunde bez. der relevanten lokalen Elemente sind hingegen uneindeutig. Während A. M. Williams und Davids (1998) die Hüfte als wesentliche Informationsressource für die Vorhersage der Richtung des Dribblings identifizieren, schließen Nagano et al. (2004) aus ihren Daten, dass Experten eher die Knie und Novizen den Ball fixieren. Für die komplexeren Spielsituationen lässt sich festhalten, dass Experten im Gegensatz zu Novizen eine weitere Informationsaufnahmebereitschaft zeigen und besser in der Lage sind, parafoveale und periphere Informationen für die Entscheidungsgenerierung zu nutzen.

Kritik

Ohne Zweifel stellen Blickbewegungsstudien eine hervorragende Möglichkeit dar, *online* zu messen, auf welche Merkmale Athletinnen und Athleten ihr foveales Sehen richten. Allerdings ist dabei fraglich, ob die Befunde Aussagen zur Ausrichtung visueller Aufmerksamkeit zulassen. In diesem Zusammenhang konstatieren A. M. Williams und Davids (1998, S. 127) „that eye movement registration techniques are somewhat limited to indicating the locus of fixation and not necessarily the locus of attention in dynamic team game contexts.“ A. M. Williams und Davids (1998) unterstreichen hiermit einen wesentlichen Kritikpunkt an Blickbewegungsstudien im Rahmen der visuellen

Aufmerksamkeitsforschung. Einerseits kann mit Blickbewegungskameras der Fixationsort zwar exakt gemessen werden, andererseits steht damit aber keineswegs fest, dass die Aufmerksamkeit tatsächlich auf diesen Ort gerichtet wurde. Es ist zumindest seit Helmholtz (1867) bekannt, dass die Aufmerksamkeit auf periphere Objekte des visuellen Feldes gerichtet sein kann, ohne dass Augenbewegungen stattfinden und diesen Aufmerksamkeitsprung (*shift*) nachweisen. Zahlreiche Studien belegen diese Erkenntnis Helmholtz's (Eriksen & Hoffmann, 1972, 1973; Hoffmann & Nelson, 1981; Hoffmann, Nelson & Houck, 1983; Posner, 1980). Hoffmann (1998, S. 120) fasst die Befunde in diesem Forschungsbereich folgendermaßen zusammen: „Attention is free to move independent of the eyes, but eye movements require visual attention to precede them to their goal.“ In diesem Zusammenhang deuten aktuelle empirische Erkenntnisse darauf hin, dass Blickbewegungen, die auf einen speziellen Ort im visuellen Feld gerichtet werden, Sprünge (*shifts*) der visuellen Aufmerksamkeit auf eben jene Ziele vorhergehen und, dass diese *shifts* für Augenbewegungen bindend sind, diese also unweigerlich nach sich ziehen (Hoffmann, 1998). Diese Beziehung von visueller Aufmerksamkeit und Augenbewegungen gilt sowohl, wenn die Augenbewegungen durch externe Stimuli wie z. B. durch abrupte Bewegungen einer Mitspielerin bzw. eines Mitspielers in der Peripherie des Blickfeldes (vgl. Yantis, 1996) automatisch hervorgerufen werden, aber auch wenn die Aufmerksamkeit internal durch das Subjekt auf der Grundlage von Intentionen, Erwartungen oder Instruktionen ausgerichtet wird (vgl. Findlay, 2004; Henderson, 2003). Zelinsky, Rao, Hayhoe und Ballard (1997) gehen ebenfalls davon aus, dass Aufmerksamkeit den Augenbewegungen bei der Lokalisierung von Informationen vorangeht.

Henderson (2003) unterstreicht die Bedeutung der Blickbewegung im Zusammenhang mit visueller Aufmerksamkeit. Blickbewegungen spiegeln nach Henderson eine offen beobachtbare Manifestation der Ausrichtung der Aufmerksamkeit im visuellen Feld wider. Augenbewegungen dienen demnach als Fenster, das uns Einblicke in die Prozesse des Aufmerksamkeitssystems liefert. Henderson hält in Anlehnung an Findlay fest, dass aufgrund der engen Verbindung zwischen nicht beobachtbaren Aufmerksamkeitsprüngen (*covert orienting*) und offen beobachtbaren Blickbewegungen (*overt orienting*) eine Vielzahl von Studien zu der Erkenntnis gelangt ist, dass die von Blickbewegungen unabhängige Erforschung von verdeckter, visueller Aufmerksamkeit fehlgeleitet

ist (vgl. Findlay, 2004). Im Gegensatz dazu legen neurophysiologische und verhaltensbasierte Untersuchungen nahe, dass visuelle Aufmerksamkeits sprünge und Blickbewegungen voneinander zu trennen sind (Luck, 2002). In der englischsprachigen Literatur wird der Unterschied zwischen Blickbewegungen und visueller Informationsaufnahme häufig anhand der semantischen Differenzierung von *looking* und *seeing* verdeutlicht (vgl. dazu Abernethy & Russell, 1987b; Höner, 2005). Zusammenfassend kann festgehalten werden, dass durch die exakte Bestimmung von Blickbewegungen nicht zwingend Aussagen über die Ausrichtung der Aufmerksamkeit möglich sind.

3.2.2 *temporal occlusion* Technik (Die zeitliche Verschluss technik)

Während bei der Blickbewegungsregistrierung ein „intrinsic“ Ansatz verfolgt wird, indem man das individuelle Fixationsverhalten der Athletinnen und Athleten in sportart-spezifischen Situationen misst, basiert die *temporal occlusion* Technik auf einem „extrinsic“ Ansatz, da bei dieser Technik das Stimulusmaterial manipuliert wird, um Rückschlüsse auf die visuellen Aufmerksamkeits- und Wahrnehmungsprozesse ziehen zu können (vgl. Cañal-Bruland et al., 2006a). Dabei basiert die *temporal occlusion* Technik auf der filmischen Aufzeichnung einer sportart-spezifischen Situation (z. B. ein Strafstoß im Fußball, ein Siebenmeter im Handball etc.) aus der für Athletinnen und Athleten typischen Perspektive (z. B. Torhüterperspektive). Aus den einzelnen Video-sequenzen werden anschließend mehrere Videos erstellt, die sich dadurch unterscheiden, dass diese zu unterschiedlichen Zeitpunkten (Okklusionszeitpunkte) enden und somit mehr (später Okklusionszeitpunkt) oder weniger (früher Okklusionszeitpunkt) Informationen enthalten. Aufgrund der zeitlichen Abstufung der Videolängen wird die *temporal occlusion* Technik auch als „progressives *temporal occlusion* Paradigma“ bezeichnet (z. B. Farrow & Abernethy, 2003). Die bearbeiteten Videosequenzen werden dann im Labor den Vpn entweder auf Computerbildschirmen oder lebensgroßen Leinwänden mit der Aufgabe vorgespielt, den Ausgang der jeweiligen Situation vorherzusagen (vgl. A. M. Williams et al., 1999).

Die Annahme der *temporal occlusion* Technik besteht darin, dass eine Verbesserung der Vorhersageleistung von einem zum nächsten Okklusionszeitpunkt darauf schließen lässt, dass in dem zusätzlich präsentierten Zeitfenster wesentliche Informationen für die richtige Vorhersage des Ausgangs der Situation enthalten sind. Liegt die Vorhersagege-

nauigkeit über der Ratewahrscheinlichkeit, so ist die bessere Vorhersageleistung auf die Verarbeitung neuer Informationen zurückzuführen (Farrow & Abernethy, 2007, S. 76). Darüber hinaus werden anschließend die zusätzlich präsentierten Bewegungsinformationen analysiert, um neben der zeitlichen Bestimmung der wesentlichen Informationsaufnahme auch Rückschlüsse auf die spezifischen kinematischen Informationen ziehen zu können, die zu der verbesserten Vorhersagefähigkeit führen.

Auf der Grundlage von *temporal occlusion* Studien konnte in verschiedenen Sportarten gezeigt werden, dass Expertinnen und Experten gegenüber Novizinnen und Novizen Vorteile in der visuellen Informationsverarbeitung zur Vorhersage von Schlag-, Wurf- oder Schussrichtungen haben. Belege dafür gibt es im Feldhockey (Lyle & Cook, 1984; Starkes, 1987), im Eishockey (Salmela & Fiorito, 1979), im Fußball (A. M. Williams & Burwitz, 1993), im Volleyball (D. L. Wright, Pleasants & Gomez-Meza, 1990), im Cricket (Houlston & Lowes, 1993; Penrose & Roach, 1995; Renshaw & Fairweather, 2000), im Baseball (Paull & Glencross, 1997) sowie im Tennis (Goulet, Bard & Fleury, 1989; Isaacs & Finch, 1983; Ritzdorf, 1983; Tenenbaum, Levy-Kolker, Sade, Liebermann & Lidor, 1996; Tenenbaum, Sar-El & Bar-Eli, 2000; A. M. Williams et al., 2002), im Squash (Abernethy, 1990a) und im Badminton (Abernethy & Russell, 1987b). Das heißt, dass Expertinnen und Experten im Vergleich zu Novizinnen und Novizen schon zu früheren Okklusionszeitpunkten die richtigen Schlag-, Wurf- oder Schussrichtungen vorhersagen können. Diese bessere Vorhersagefähigkeit geht mit besseren sportartspezifischen visuellen Aufmerksamkeits- und Wahrnehmungsprozessen einher. Um einen Einblick in die Anwendung der *temporal occlusion* Technik zu vermitteln, werden im Folgenden exemplarisch drei *temporal occlusion* Studien zum Tennis, Cricket und Fußball dargestellt.

In einer der ersten *temporal occlusion* Studien untersuchten Jones und Miles (1978), ob sowohl erfahrene Tennisspieler als auch Novizen die Richtung eines Tennisaufschlages vorhersagen konnten. Sowohl professionelle Tennistrainer als auch Studierende mit wenig oder keiner Tenniserfahrung wurden mit Videosequenzen konfrontiert, die aus der Perspektive des returnierenden Spielers zeigten, wie der Gegner einen Tennisaufschlag ausführte. Drei verschiedene Okklusionszeitpunkte wurden gewählt. Die Aufnahme wurde 336 ms nach Schläger-Ball-Kontakt, 126 ms nach Treffen des Balles oder 42 ms vor Treffpunkt abgebrochen. Für die beiden letztgenannten Bedingungen konnte

ein signifikanter Unterschied zwischen den Experten und den Novizen hinsichtlich der Richtigkeit der Vorhersagen festgestellt werden. Daraus schließen Jones und Miles, dass die Experten besser in der Lage sind, Informationen aus den Bewegungen des Gegenspielers zu extrahieren.

In einer Studie von Penrose und Roach (1995) zum *Batting* im Cricket konnte ebenfalls nachgewiesen werden, dass Experten im Vergleich zu Novizen die Flugbahn des Balles besser vorhersagen können. Jede Vp musste sich 60 Videosimulationen anschauen, die zu drei unterschiedlichen Okklusionszeitpunkten endeten. Die Ergebnisse zeigten, dass die Experten vorteilhafte Informationen (*advanced cues*, vgl. Munzert, 2006) zu früheren Zeitpunkten nutzten und somit die Länge des geschlagenen Balles besser vorhersagen konnten.

A. M. Williams und Burwitz (1993) konnten mit dem *temporal occlusion* Ansatz im Fußball zeigen, dass sich Torhüterexperten von Novizen beim Strafstoß vor allem darin unterscheiden, dass sie die notwendigen Informationen für die Schussrichtung des Elfmeterschützen vor dem Schuss aufnehmen und verarbeiten. Dazu nutzten A. M. Williams und Burwitz vier unterschiedliche Okklusionszeitpunkte (120 ms Ballkontakt des Schützen, 40 ms vor Ballkontakt, bei Ballkontakt und 40 ms nach Ballkontakt). Die Aufgabe der Torhüterexperten und -novizen bestand darin vorherzusagen, in welche der vier Ecken des Tores der Schütze den Ball schießen würde. Zum einen zeigen die Ergebnisse, dass die Experten den Novizen insbesondere zu den Zeitpunkten vor Ballkontakt bez. der Richtigkeit der Vorhersagen überlegen sind. Außerdem schließen A. M. Williams und Burwitz (1993) aus der Analyse der Fehler bez. der Schussrichtung (links vs. rechts) und der Schusshöhe (flach vs. hoch), dass Torhüter im Fußball die wesentlichen Informationen bez. der Schussrichtung extrahieren sollten, bevor der Elfmeterschütze den Ball schießt. Die Entscheidung, ob der Ball flach oder hoch gespielt wird, kann hingegen auch nach der ersten Flugphase des Balles erfolgen (vgl. auch A. M. Williams et al., 1999).

Eine weitere, neue technische Entwicklung macht die *temporal occlusion* Technik auch für Felduntersuchungen einsetzbar. Bei dieser neuen Technik werden Vpn Brillen – sogenannte „*liquid crystal spectacles*“ (vgl. Abernethy, Gill, Parks & Packer, 2001, S. 233) – aufgesetzt, die durch ein externes Signal abrupt verdunkelt werden, so dass den Vpn keine visuellen Informationen zur Verfügung stehen.

In einer der ersten Felduntersuchungen im Sport mit *liquid crystal spectacles* untersuchten Starkes, Edwards, Dissanayake und Dunn (1995) Volleyballspieler unterschiedlicher Spielniveaus hinsichtlich ihrer Fähigkeit, bei Aufschlägen im Volleyball den Auftreffpunkt in der gegnerischen Hälfte vorherzusagen. Die Ergebnisse der Studie bestätigten, dass Experten den Treffpunkt auch dann exakter als Novizen vorhersagen können, wenn ihnen frühzeitig, d. h. bevor der Ball geschlagen wird, die Sicht genommen wird.

Im zweiten Experiment ihrer Studie konnten Abernethy et al. (2001) zeigen, dass Experten im Squash auch im Feldversuch mit *liquid crystal spectacles* bessere Vorhersageleistungen bez. der Schlagrichtung und -länge als Novizen zeigten. Darüber hinaus belegen die Ergebnisse, dass Experten sowohl besser als Novizen als auch deutlich über Ratewahrscheinlichkeit den Auftreffpunkt des Balles in der eigenen Spielfeldhälfte vorhersagen konnten, wenn ihnen die Sicht durch Verdunkeln der Brille schon vor Schläger-Ball-Kontakt des Gegners genommen wurde.

In einer aktuellen Studie im Basketball konnten Ferraz de Oliveira, Huys, Oudejans, van de Langenberg und Beek (2007) zeigen, dass eine durchgängige visuelle Informationsaufnahme für die Ausführung erfolgreicher Sprungwürfe von besonderer Bedeutung ist. Unter Verwendung von *liquid crystal spectacles* wurden sowohl sechs Experten als auch sechs Novizen bei der Ausführung von Basketball-Sprungwürfen untersucht. Dabei wurden vier verschiedene Okklusionsbedingungen getestet. Die Ergebnisse zeigen, dass die Spieler bei der Ausführung des Sprungwurfes ohne Sicht meistens in die Nähe des Korbes werfen. Ihre Präzision ist allerdings in der nicht manipulierten Bedingung am besten, in der sie die Ausführung ihres Sprungwurfes auch visuell kontrollieren können.

Zusammenfassend kann festgehalten werden, dass mit der *temporal occlusion* Technik einerseits Experten-Novizen-Unterschiede für die Vorhersagefähigkeit in zahlreichen Sportarten nachgewiesen und andererseits bedeutende Zeitfenster der visuellen Informationsaufnahme in verschiedenen Sportarten identifiziert wurden.

Kritik

Die *temporal occlusion* Technik ist geeignet, diejenigen Zeitfenster zu bestimmen, in denen relevante Informationen extrahiert werden. In dieser Hinsicht hat diese Technik in verschiedenen Sportarten – z. B. im Tennis und Fußball (s.o.) – dazu beigetragen, Erkenntnisse über die visuelle Informationsaufnahme und -verarbeitung zu generieren.

Darüber hinaus deckt die *temporal occlusion* Technik reliabel Unterschiede zwischen Experten und Novizen auf (vgl. Farrow & Abernethy, 2007). Nichtsdestotrotz hat diese Technik Schwächen, die den Informationsgewinn durch *temporal occlusion* Studien für die visuelle Aufmerksamkeitsforschung hinterfragen lassen.

Ein erster Kritikpunkt besteht darin, dass das Hinzufügen von Informationen zu späteren Okklusionszeitpunkten mit einer Verlängerung der gesamten Betrachtungszeit einhergeht. Das bedeutet, dass nicht das einzelne Zeitfenster (z. B. 40 ms vor Ballkontakt bis Ballkontakt beim Elfmeter) gezeigt wird, sondern ein insgesamt um 40 ms verlängertes Video. Farrow und Abernethy (2007) geben zu bedenken, dass die besseren Vorhersageleistungen unabhängig von den spezifischen Informationen in dem zusätzlichen Zeitfenster in der verlängerten Gesamtbetrachtungszeit liegen könnte. Diese Annahme findet Unterstützung in Studien, die zeigen, dass Expertinnen und Experten visuelle Informationen schneller verarbeiten können als Novizinnen und Novizen (z. B. Adam & Wilberg, 1992).

Unabhängig von der technischen Kritik an der *temporal occlusion* Technik besteht ein weiterer Kritikpunkt im Zusammenhang mit visueller Aufmerksamkeits- und Wahrnehmungsforschung darin, dass diese Technik nur unzureichend Rückschlüsse darauf zulässt, welche Informationen für die Generierung einer korrekten Vorhersage genutzt werden (Cañal-Bruland et al., 2006a). Daraus folgt, dass auf der Grundlage der *temporal occlusion* Technik zwar liberale Vermutungen angestellt werden können, auf welche Merkmale innerhalb eines bestimmten Zeitfensters die Aufmerksamkeit gelenkt werden sollte. Valide Befunde bez. dieser Fragestellung liefert diese Technik hingegen nicht.

3.2.3 *spatial occlusion* Technik (Die räumliche Verdeckungstechnik)

Neben der *temporal occlusion* Technik, die geeignet ist, um die Zeitfenster zu bestimmen, in denen Athletinnen und Athleten wesentliche Informationen extrahieren, wird die *spatial occlusion* Technik (auch *event occlusion* genannt) angewandt, um zu bestimmen, welche Merkmale in einer spezifischen Situation im Sport beachtet werden müssen, um erfolgreich entscheiden und reagieren zu können (vertiefend vgl. Cañal-Bruland et al., 2006a; Farrow & Abernethy, 2007; A. M. Williams et al., 1999).

Dabei werden im Gegensatz zu den Blickbewegungsstudien nicht die Veränderungen der Fixationen über Raum und Zeit gemessen und analysiert. Die *spatial occlusion* Technik bzw. das Paradigma der räumlichen Verdeckung basiert auf der Manipulation des Stimulusmaterials. In Untersuchungen, die mit der räumlichen Verdeckungstechnik arbeiten, werden Vpn Videosequenzen einer sportartspezifischen Situation präsentiert, die zu konstanten Zeitpunkten abbrechen. Darüber hinaus werden verschiedene Bereiche der präsentierten Szene z. B. durch eine schwarze Maskierung verdeckt oder unsichtbar gemacht. Die Aufgabe der Vpn besteht anschließend darin vorherzusagen, wie die Situation nach Abbruch der Sequenz ausgehen wird. Resultieren aus der Verdeckung einzelner Bereiche signifikant schlechtere Vorhersageleistungen als in einer Kontrollbedingung ohne Manipulation, schließt man daraus, dass diese Bereiche eine besondere Bedeutung für die Entscheidungsgenerierung haben. Auf diese Weise sind in einigen Sportarten für die Entscheidungsgenerierung relevante von irrelevanten Informationen separiert worden.

Im Folgenden werden einige sportpsychologische räumliche Verdeckungsstudien exemplarisch vorgestellt, um einerseits bisherige Befunde zu kennzeichnen und um andererseits die aktuellen methodischen Entwicklungen und deren Nutzen für die Identifikation relevanter Merkmale und damit eine sportartspezifisch ausgeprägte effiziente Aufmerksamkeitsausrichtung zu diskutieren. Anschließend werden die wesentlichen Kritikpunkte im Hinblick auf die Übertragbarkeit der Ergebnisse auf selektive Aufmerksamkeitsprozesse erörtert.

Die räumliche Verdeckungstechnik ist erstmals von Abernethy und Russell (1987a) zur Identifikation wichtiger Informationen (sog. *advanced cues*, vgl. Munzert, 2006) für die Vorhersage der Schlagrichtung im Badminton angewandt worden. In ihrer Studie maskierten die Autoren fünf potenziell relevante Bereiche durch eingeschwärzte Flächen. Dazu zählten die Arm-Schläger-Region, nur der Schläger, der Kopf, der Unterkörper sowie ein irrelevanter Hintergrundbereich als Kontrollbedingung. Die Videos stoppten jeweils bei Schläger-Ball-Kontakt und die Vpn hatten die Aufgabe, den Auftreffpunkt des geschlagenen Balls in der eigenen Hälfte zu markieren. Die Annahme von Abernethy und Russell (1987a) bestand darin, dass die Vorhersageleistungen schlechter werden müssten, wenn wesentliche Informationen für die Vorhersage maskiert wurden. Dieser Studie lag das Expertise-Paradigma zugrunde. Die Ergebnisse

zeigten, dass Experten sowohl frühzeitige Informationen besser nutzen als Novizen als auch vermehrt proximale Informationen für die Vorhersage der Schlagrichtung verwenden. Abernethy und Russell (1987a) interpretierten die Ergebnisse dahingehend, dass Experten sich nicht nur durch bessere physische Fähigkeiten, sondern auch durch bessere perzeptuell-kognitive Fähigkeiten auszeichnen.

Die räumliche Verdeckungstechnik ist seit ihren Anfängen vielfach genutzt und weiterentwickelt worden, um die wesentlichen Informationen für sportartspezifische Informationsverarbeitungs- und Entscheidungsprozesse in unterschiedlichen Sportarten – z. B. im Squash (Abernethy, 1990a, 1990b), im Fußball (A. M. Williams & Davids, 1998) und im Tennis (Shim, Miller & Lutz, 2005) – zu identifizieren (vgl. Cañal-Bruland & Wöllner, in press).

Im zweiten Experiment ihrer Studie nutzten A. M. Williams und Davids (1998) ebenfalls die räumliche Verdeckungstechnik, um die visuelle Informationsaufnahme und selektive Aufmerksamkeit in 1-gegen-1 und 3-gegen-3 Situationen im Fußball zu untersuchen. In den 3-gegen-3 Situationen schwärzten A. M. Williams und Davids (1998) verschiedene potenziell relevante und irrelevante Bereiche der Videosequenzen ein. In den 1-gegen-1 Videos wurden verschiedene Bereiche okkludiert: der Kopf und die Schultern, die Hüfte, die untere Bein-Region und der Ball sowie ein irrelevanter Kontrollbereich. Die Ergebnisse der 3-gegen-3 Situationen zeigten, dass Experten weniger Informationen vom Ball oder dem ballführenden Spieler extrahieren, um die Passrichtung vorherzusagen. In 1-gegen-1 Situationen beeinträchtigte die Maskierung der unteren Bein-Region und des Balls sowie der Hüfte sowohl die Qualität der Vorhersage der Experten als auch der Novizen.

Shim et al. (2005) haben in ihrer Studie das Paradigma der räumlichen Verdeckung angewandt, um die relevanten Informationen für die Antizipation der Schlagrichtung im Tennis zu identifizieren. 14 geübte und 14 ungeübte Tennisspieler hatten die Aufgabe sich Videos vier verschiedener Schlagtypen unter fünf verschiedenen Okklusionsbedingungen (Kopf, Schläger und Unterarm, Oberkörper, Unterkörper und der gesamte Körper) anzuschauen und so schnell wie möglich den Auftreffpunkt des Balls zu indizieren. Die Videos endeten jeweils bei Schläger-Ball-Kontakt. Die Ergebnisse zeigen, dass die

Bewegung von Unterarm und Schläger besondere Informationen für die Vorhersage der Schlagtechnik enthält, nicht jedoch für die Schlagrichtung.

S. Müller, Abernethy und Farrow (2006) untersuchten, wie Weltklasse-Schlagmänner im Cricket den Wurf des Bowler's (Werfer) antizipieren, und auf welche Merkmale sie dazu ihre Aufmerksamkeit ausrichten. Im zweiten Experiment ihrer Studie okkludierten die Autoren verschiedene Bewegungsmerkmale des Bowler's. In der Diskussion des zweiten Experiments heben S. Müller und Kollegen bez. der räumlichen Verdeckungstechnik kritisch hervor, dass die Verdeckung einzelner Merkmale nicht die Bedeutung der individuell verdeckten Bereiche identifiziert, sondern lediglich den kumulativen Informationsgehalt der verbleibenden, d. h. sichtbaren Merkmale ermittelt. Das führte dazu, dass S. Müller et al. (2006) im dritten Experiment ihrer Studie die individuellen Bewegungsmerkmale in isolierter Form präsentierten. Das bedeutet, dass man im Gegensatz zur eigentlichen räumlichen Verdeckungstechnik nicht die gesamte Bewegung des Bowler's z. B. mit okkludierter Hüfte präsentiert, sondern dass den Vpn nur ein isolierter Wurfarm ohne dazugehörigen Körper gezeigt wird. Die Ergebnisse dieses innovativen Verdeckungsansatzes zeigten, dass hochklassige Schlagmänner im Gegensatz zu mittel- und niedrigklassigen Schlagmännern in der Lage sind, relevante Informationen insbesondere aus „specific early cues (especially bowling hand and arm cues)” (p. 2162) zu extrahieren.

Zusammenfassend lässt sich festhalten, dass sich die räumliche Verdeckungstechnik zur Identifikation relevanter Informationen für Vorhersage- und Entscheidungsprozesse in verschiedenen Sportarten etabliert hat und zu bedeutenden Erkenntnissen sowohl in der grundlagenorientierten als auch in der anwendungsorientierten sportpsychologischen Forschung geführt hat. Mit der räumlichen Verdeckungstechnik sind in verschiedenen Sportarten sogenannte „information rich areas“ (Magill, 1998) lokalisiert bzw. identifiziert worden (z. B. Abernethy, 1991; A. M. Williams & Davids, 1998).

Kritik

Ein erster wesentlicher Kritikpunkt an der räumlichen Verdeckungsmethode besteht jedoch darin, dass auf der Grundlage dieser Technik zwar Aussagen darüber getroffen werden können, welche Informationen von Bedeutung sind, allerdings ist die Aussage auf einen speziellen Zeitpunkt begrenzt. Dieser Kritikpunkt ist essenziell, wenn man

bedenkt, dass im Rahmen der Aufmerksamkeitsorientierung z. B. auf den Bewegungsablauf einer gegnerischen Spielerin bzw. eines gegnerischen Spielers (z. B. in den Rückschlagsportarten oder Kampfsportarten) bzw. eines gegnerischen taktischen Spielzugs (z. B. im Fußball) die Zeitkomponente eine erhebliche Rolle spielt. So kann die Ausrichtung der Aufmerksamkeit auf ein spezielles Bewegungsmerkmal zum Zeitpunkt t_1 besonders wichtig für Entscheidungsfindung und Handlungsplanung sein, aber z. B. zum Zeitpunkt t_2 (z. B. $t_2 = t_1 + 150$ ms) absolut irrelevant sein, weil zu diesem Zeitpunkt der Bewegungsablauf bzw. das Spielgeschehen fortgeschritten sind und somit eine veränderte Ausrichtung der Aufmerksamkeit sowie die Verarbeitung neuer Informationen notwendig machen (vgl. Hagemann et al., 2006).

Aufgrund dieser Kritik haben Hagemann und Strauß (2006) in einer Studie im Badminton die *spatial occlusion* Technik mit der *temporal occlusion* Technik gekoppelt. Durch die Kombination beider Ansätze haben Hagemann und Strauß (2006) die Vorteile beider Methoden vereint. Auf diese Weise konnten sie im Badminton nicht nur untersuchen, erstens *wann* Informationen des gegnerischen Schlages aufgenommen werden, und zweitens *wo* Informationen extrahiert werden, sondern zu welchem Zeitpunkt welche Informationen von Bedeutung sind. Hagemann und Strauß (2006) haben auf diese Art in ihrer Studie den zeitlich-räumlichen Verlauf der visuellen Informationsaufnahme von gegnerischen Schlägen im Badminton bestimmt. Die Ergebnisse zeigen, dass Experten im Gegensatz zu Novizen schon aus der Ausholbewegung Informationen über den potenziellen Auftreffpunkt entnehmen können. Außerdem zeigte sich, dass zum Auftakt der Schlagbewegung die Bewegung proximaler Körperregionen und bei Schläger-Ball-Kontakt distaler Körperregionen zur Vorhersage der Schlagrichtung genutzt werden. Die Kombination dieser Paradigmen kann somit durchaus wesentliche Erkenntnisse beitragen, die insbesondere für die Trainings- und Spielpraxis, vor allem aber auch für die Gestaltung von Trainingsmethoden von besonderem Wert sind.

Nichtsdestotrotz kann mit der *spatial occlusion* Technik ebenso wenig wie mit der Blickbewegungsregistrierung eine Aussage über die Anpassung des Aufmerksamkeitsfokus getroffen werden. Das heißt, dass die räumliche Verdeckungstechnik nicht klären kann, in welchen Situationen ein auf ein lokales Merkmal ausgerichteter kleiner Aufmerksamkeitsfokus oder ein eher global ausgerichteter Aufmerksamkeitsfokus für eine effiziente Informationsverarbeitung genutzt wird bzw. werden sollte. Dieser wesentliche

Kritikpunkt stellt den Nutzen dieser Technik für eine effektive Messung visuell-selektiver Aufmerksamkeitsprozesse in Frage. Darüber hinaus kritisieren Farrow und Abernethy (2007), dass die *spatial occlusion* Technik aus technischer Sicht schwer bzw. nur mit sehr viel Aufwand durchzuführen ist.

3.2.4 *Pointlight*-Animationen

Eine weitere Methode, die u. a. in Verbindung mit Blickbewegungsregistrierung und den *occlusion* Techniken in der visuellen Wahrnehmungs- und Aufmerksamkeitsforschung Verwendung findet, ist die *Pointlight*-Methode. Die *Pointlight*-Methode hat ihren Ursprung in Arbeiten von Marey (1895/ 1972), wurde aber erstmals durch Johansson (1973, 1976) als methodische Grundlage für die systematische Untersuchung menschlicher Bewegungen eingesetzt. In der Regel werden *Pointlight*-Darstellungen im Rahmen der *biological motion* (biologische Bewegung) Forschung verwendet (für einen vertiefenden Überblick, vgl. Blake & Shiffrar, 2007). Dabei sind biologische Bewegungen als „die charakteristischen Bewegungsmuster von Lebewesen“ (Hohmann, under review) definiert.

Bei *Pointlight*-Untersuchungen werden Vpn Videosequenzen vorgespielt, in denen Leuchtpunkte (*pointlights*) die wesentlichen kinematischen Informationen abbilden, so dass die Vpn ausschließlich aus den Bewegungen dieser Punkte, die z. B. die Gelenkpunkte (Fußgelenke, Knie, Hüfte, Schultern, Armgelenke, Handgelenke etc.) darstellen, eine Bewegung erkennen oder den Fortlauf einer Bewegung vorhersagen sollen. Das bedeutet gleichzeitig, dass andere Erkennungsmerkmale, wie z. B. Formen, Farben etc. nicht im Bildmaterial enthalten sind. Der Vorteil der *Pointlight*-Methode besteht deshalb v. a. darin, dass isolierte kinematische Informationen präsentiert werden, die dann z. B. hinsichtlich ihrer Bedeutung für Aufmerksamkeits- und Wahrnehmungsprozesse (Farrow & Abernethy, 2007) analysiert werden können.

Johansson (1973, 1976) präsentierte seinen Vpn *Pointlight*-Animationen bzw. *Pointlight*-Displays (PLD), in denen lediglich die Gelenke (z. B. Schultern, Ellbogen, Hüfte etc.) als anatomische Leuchtpunkte vor einem homogenen Hintergrund zu sehen waren. Zeigt man diese Darstellungen als Standbilder, ist in der Regel nicht zu erkennen, was durch die Punktwolke repräsentiert wird. Setzen sich die Leuchtpunkte jedoch in Bewegung, enthalten die *Pointlight*-Animationen wesentliche kinematische Informationen

(z. B. Position der Gelenkpunkte und Bewegungsgeschwindigkeit), die ein schnelles Erkennen des Bewegungsobjektes ermöglichen.

In seinen ersten Arbeiten konnte Johansson (1973, 1976) mit der *Pointlight*-Methode zeigen, dass Vpn schon nach sehr kurzer Zeit gehende und laufende Personen erkennen konnten. Ebenso konnten Hoenkamp (1978) und Todd (1983) zeigen, dass Vpn bei *Pointlight*-Darstellungen von ähnlichen Bewegungsmustern wie „Gehen“ und „Laufen“ Unterschiede direkt identifizierten. Seit Johanssons Pionierarbeiten ist in zahlreichen Studien gezeigt worden, dass naive Beobachterinnen und Beobachter auf der Basis von *Pointlight*-Animationen menschliche Bewegungen differenzieren können (Bertenthal, Proffitt, Spetner & Thomas, 1985; Cutting, Proffitt & Kozlowski, 1978; Runeson & Frykholm, 1983).

Diese Fähigkeit ist schon bei Kindern im frühesten Kindesalter nachgewiesen worden (Bertenthal, Proffitt & Cutting, 1984; Bertenthal, Proffitt & Kramer, 1987; Bertenthal et al., 1985; Booth, Bertenthal & Pinto, 2002; Hirai & Hiraki, 2005). Allerdings scheint sich die Wahrnehmung biologischer Bewegungen auf der Grundlage von *Pointlight*-Animationen bei Kindern erst zwischen dem dritten und fünften Lebensjahr so auszuprägen, dass sie der Wahrnehmung Erwachsener entspricht (Pavlova, Krageloh-Mann, Sokolov & Birbaumer, 2001).

Neben diesen entwicklungspsychologischen Fragestellungen liegen vielfältige Befunde für die Sensitivität des menschlichen Wahrnehmungssystems für verschiedene Bewegungsformen, Geschlechterunterschiede, emotionale Zustände etc. vor. Zum einen konnte gezeigt werden, dass Beobachter sich selbst und Freunde in *Pointlight*-Darstellungen identifizieren können (Beardsworth & Buckner, 1981; Cutting & Kozlowski, 1977; Troje, Westhoff & Lavrov, 2005). Zum anderen können auf der Basis von *Pointlight*-Animationen sowohl das Alter (Montpare & Zebrowitz-McArthur, 1988) als auch unterschiedliche Emotionen wie Freude und Angst bestimmt werden (Atkinson, Dittrich, Gemmell & Young, 2004). Auch Gesichtsausdrücke können auf der Grundlage von *Pointlight*-Darstellungen klassifiziert werden (Berry, 1990). Darüber hinaus konnte in einer Reihe von Studien gezeigt werden, dass in *Pointlight*-Animationen die Geschlechter der sich bewegenden Personen differenziert werden können (Barclay, Cutting & Kozlowski, 1978; Kozlowski & Cutting, 1977; Runeson & Frykholm, 1981, 1983). Außerdem belegen *Pointlight*-Studien, dass Beobachterinnen

und Beobachter das Gewicht eines getragenen Objekts anhand der kinematischen Informationen sehr gut schätzen können (Bingham, 1987, 1993; Runeson & Frykholm, 1981, 1983; Shim & Carlton, 1997) und auch die Absicht des Vortäuschens eines nicht real getragenen Gewichts entdecken (Runeson & Frykholm, 1983). Des Weiteren reichen die in *Pointlight*-Animationen abgebildeten kinematischen Informationen für Beobachterinnen und Beobachter aus, um die ästhetische Qualität im Turnen (Scully, 1986) und im Tanz (Brownlow, Dixon, Egbert & Radcliffe, 1997; Dittrich, Troscianko, Lea & Morgan, 1996; Walk & Homan, 1984) einschätzen und bewerten zu können. Darüber hinaus kann in *Pointlight*-Animationen auch die Expressivität von Pianisten reliabel gedeutet werden (Davidson, 1994). Abschließend sei angemerkt, dass die menschliche Wahrnehmung biologischer Bewegungen zwar eine hohe Sensitivität aufweist, diese aber in der Fovea eindeutig stärker ausgeprägt zu sein scheint als in der Peripherie (Ikeda, Blake & Watanabe, 2005).

Obwohl *Pointlight*-Darstellungen in einer Vielzahl von Untersuchungen eingesetzt wurden (s.o.), „the point-light technique has not been applied systematically to study perceptual phenomena in sport settings [...]“ (Abernethy et al., 2001, S. 236). Eine der ersten *Pointlight*-Studien mit direktem Sportbezug, wenn auch nicht mit wahrnehmungspsychologischem Hintergrund, wurde von J. G. Williams (1988, 1989b) durchgeführt, um das Lernen motorischer Fertigkeiten zu untersuchen. Im Folgenden werden jedoch ausschließlich Erkenntnisse aus *Pointlight*-Studien zusammenfassend diskutiert, die eine besondere Relevanz für Wahrnehmungs- und Aufmerksamkeitsprozesse im Sport haben.

Shim und Carlton (1999) konnten zeigen, dass die sportartspezifische Vorhersagefähigkeit von Experten bei *Pointlight*-Animationen schlechter ist als bei „normalen“ Video-präsentationen. Novizen offenbarten hingegen keine Leistungsunterschiede bei den unterschiedlichen Darstellungsformen. Insgesamt zeigten die Experten bessere Vorhersageleistungen als die Novizen. In einer Studie von Abernethy und Parker (1989) zeigten Experten ebenfalls bessere Antizipationsleistungen als Novizen. Wenngleich in dieser Studie sowohl Experten als auch Novizen schlechtere Vorhersagen bei der Präsentation von *pointlights* im Vergleich zu Videos machten, waren sie dennoch in der Lage, die Flugbahn von Squashschlägen vorherzusagen. Ward et al. (2002) schließen aus diesen Ergebnissen, dass insbesondere die spezifische Erfahrung ein valider Prädiktor für eine

adäquate Interpretation von *Pointlight*-Animationen zu sein scheint (vgl. auch Proffitt & Gilden, 1989; Scully, 1986).

Wie aus der vorherigen Darstellung der primären Anwendungen von *Pointlight*-Animationen hervorgeht, werden *Pointlight*-Animationen insbesondere zur Analyse kinematischer Informationen menschlicher Bewegungen genutzt. Um diese Methode auch für die visuelle Aufmerksamkeits- und Wahrnehmungsforschung einzusetzen, wird die *Pointlight*-Methode z. B. mit der Blickbewegungsregistrierung (Ward et al., 2002), der *temporal occlusion* Technik (Abernethy et al., 2001) und der *spatial occlusion* Technik (Cañal-Bruland, Huys, Hagemann & Williams, 2006) kombiniert.

Ward et al. (2002) untersuchten z. B. die unterschiedlichen Effekte von *Pointlight*-Animationen und „normalen“ Videosequenzen auf die Vorhersagefähigkeit von erfahrenen und weniger erfahrenen Tennisspielern. Darüber hinaus überprüften Ward und Kollegen mittels paralleler Blickbewegungsregistrierung die Hypothese, dass erfahrene Tennisspieler unabhängig von der Darstellungsform die wesentlichen Informationen aus den gleichen Bewegungsmerkmalen extrahieren. Die Ergebnisse der Studie bestätigten generell, dass Tennisspieler in der Lage sind, auf der Basis der kinematischen Informationen der *Pointlight*-Displays die Schlagrichtung eines Tennisschlages erfolgreich vorherzusagen. Darüber hinaus zeigten erfahrene Tennisspieler im Vergleich zu weniger erfahrenen Tennisspielern sowohl bei *Pointlight*-Animationen als auch bei „normalen“ Videosequenzen bessere Vorhersageleistungen (vgl. dagegen Shim, Carlton, Chow & Chae, 2005). Ward und Kollegen (2002, S. 111) schließen aus den Ergebnissen, dass „the kinematic chain information available within point-light displays may provide the minimal essential information necessary for successful performance.“ Die Blickbewegungsdaten bestätigten hingegen nicht, dass erfahrenere Tennisspieler unabhängig von der Darstellungsform eine konsistentere visuelle Suchstrategie aufweisen.

Im Gegensatz zu Ward et al. (2002) kombinierten Abernethy et al. (2001) die *Pointlight*-Methode mit der *temporal occlusion* Technik. Abernethy et al. (2001) nutzen die *Pointlight*-Methode, um die kinematischen Informationen zur Vorhersage der Schlagrichtung und -länge von Squashschlägen zu identifizieren. Dabei wurde die *temporal occlusion* Technik eingesetzt, um zu untersuchen, ob beim Vergleich von *Pointlight*-Animationen mit „normalen“ Videosequenzen sowohl die Unterschiede in den Vorhersageleistungen zwischen Experten und Novizen konstant bleiben als auch die Informati-

onsaufnahme in den gleichen Zeitfenstern stattfindet. Die Ergebnisse zeigen, dass Experten und Novizen bei normalen Videosequenzen in den gleichen Zeitfenstern die relevanten Informationen extrahieren wie bei *Pointlight*-Darstellungen. Darüber hinaus sind die Unterschiede in den Vorhersageleistungen zwischen Experten und Novizen bei beiden Darstellungsformen konstant.

Cañal-Bruland, Huys et al. (2006) untersuchten ebenso wie Ward et al. (2002) die Vorhersagefähigkeit von geübten und ungeübten Tennisspielerinnen und Tennisspielern auf der Grundlage von *Pointlight*-Animationen. In drei Experimenten wurden die kinematischen Informationen auf unterschiedliche Art und Weise manipuliert. Hervorgehoben wird an dieser Stelle das erste Experiment, in dem die kinematischen Informationen fünf ausgewählter Körperregionen (Arm/Schläger, Schultern, Rumpf, Hüfte und Beine) okkludiert wurden. Die Aufgabe der Vpn bestand darin, die Schlagrichtung (long-line vs. cross-court) vorherzusagen. Die Ergebnisse zeigten erstens, dass die ungeübten Tennisspielerinnen und -spieler signifikant schlechter die Schlagrichtung vorhersagten als die geübten Tennisspielerinnen und -spieler. Darüber hinaus unterschied sich die Vorhersageleistung der ungeübten Tennisspielerinnen und -spieler über die verschiedenen Okklusionsbedingungen nicht. Bei den geübten Tennisspielerinnen und -spielern zeigte sich hingegen im Vergleich zur Kontrollbedingung ein signifikanter Leistungseinbruch, wenn die Arm-Schläger-Region ausgeblendet war. Dieser Befund belegt, dass erfahrene Tennisspielerinnen und -spieler wesentliche Informationen zur Vorhersage aus der Arm-Schläger-Region extrahieren. Gleichzeitig leitet sich für die Praxis die Implikation ab, für die Vorhersage der Schlagrichtung insbesondere auf die Arm-Schläger-Region zu achten.

Kritik

Die *Pointlight*-Methode ist als Technik in keiner Weise zu kritisieren. Wie zuvor dargestellt wurde, hat die *Pointlight*-Methode zu wesentlichen Erkenntnissen in der *biological motion* Forschung beigetragen (vgl. Blake & Shiffrar, 2007; Hohmann, under review). Allerdings wird die *Pointlight*-Methode im Rahmen sportpsychologischer visueller Aufmerksamkeits- und Wahrnehmungsforschung in der Regel in Kombination mit weiteren Techniken – wie etwa der Blickbewegungsregistrierung (Ward et al., 2002), der *temporal occlusion* Technik (Abernethy et al., 2001) und *spatial occlusion* Technik (Cañal-Bruland, Huys et al., 2006) – verwendet. Das bedeutet gleichzeitig, dass diejeni-

gen *Pointlight*-Studien, die auf eine Kombination dieser Techniken zurückgreifen, die nachteiligen Effekte dieser Methoden übernehmen (vgl. Kapitel 3.2.1 - 3.2.3). Das heißt z. B., dass Ward et al. (2002) auf der Grundlage der Kombination von Blickbewegungsregistrierung und *Pointlight*-Animationen untersuchen können, welche kinematischen Informationen zur Vorhersage eines Grundschlages im Tennis von erfahrenen und unerfahrenen Tennisspielern zu bestimmten Zeitpunkten fixiert werden. Daraus können sie allerdings nicht ableiten, ob die Tennisspieler ihre Aufmerksamkeit auf die fixierten Lokationen ausgerichtet haben (vgl. Kritik Blickbewegungsregistrierung). Aussagen über die Ausrichtung visueller Aufmerksamkeit sowie die Größe des Aufmerksamkeitsfokus sind aufgrund der kombinierten Techniken in bisherigen *Pointlight*-Studien nicht möglich gewesen.

3.2.5 *Cueing*

Neben den bisher dargestellten Techniken (vgl. Kapitel 3.2.1 - 3.2.4) werden in der visuellen Aufmerksamkeitsforschung sogenannte *Cueing*-Methoden angewandt. Dabei leitet sich *Cueing* vom englischen Begriff *cue* (Hinweisreiz) ab. Beim *Cueing* wird die Aufmerksamkeit der Beobachterin bzw. des Beobachters durch visuelle Hinweisreize (*cues*) auf spezifische Merkmale im visuellen Feld gelenkt. Wird die Aufmerksamkeit auf diejenigen Bereiche gelenkt, die für die Lösung einer Aufgabe – z. B. das Entdecken eines bestimmten Zielreizes – relevant sind, zeigt sich dies im Vergleich zur Aufmerksamkeitslenkung auf nicht-relevante Bereiche durch schnellere Entdeckungszeiten. Auf diese Weise können Aufmerksamkeitsprozesse gezielt manipuliert und analysiert werden.

Das zentrale Paradigma der *Cueing*-Methoden ist das Hinweisreizparadigma nach Posner (1980). Eine weitere Technik, deren Effektivität zur gezielten und reliablen Aufmerksamkeitslenkung auf spezifische Merkmale belegt ist, stellt das *Flicker Cueing* dar (von Grünau, Faubert, Iordanova & Rajska, 1999). Diese beiden *Cueing*-Techniken werden im Folgenden beschrieben und hinsichtlich ihrer Potenziale im Rahmen sportpsychologischer visueller Aufmerksamkeitsforschung diskutiert.

3.2.5.1 Das Hinweisreizparadigma (*cueing paradigm*)

Das Hinweisreizparadigma (*cueing paradigm*) nach Posner (1980; Posner, Nissen & Ogden, 1978) basiert auf der Erkenntnis, dass die Ausrichtung der Aufmerksamkeit im visuellen Feld zwei primäre Effekte zeigt. Erstens werden diejenigen Informationen, die sich an einem mit Aufmerksamkeit bedachten Ort befinden, schneller den weiteren Informationsverarbeitungsprozessen zugänglich gemacht als unbeachtete Informationen. Zweitens wird die Verarbeitung der nicht aufmerksam wahrgenommenen Informationen abgeblockt bzw. vernachlässigt (vgl. u. a. Nougier & Rossi, 1999).

Mit dem Hinweisreizparadigma hat Posner ein experimentelles Vorgehen entwickelt, das die visuelle Aufmerksamkeitsausrichtung gezielt manipuliert (vgl. Theeuwes, Kramer & Atchley, 1999). Dabei wird dem Aufmerksamkeitssystem sozusagen ein Vorsprung gegeben, indem vor der Darbietung eines Zielbildes ein Hinweisreiz mit einer gewissen Wahrscheinlichkeit auf den zu entdeckenden bzw. identifizierenden Zielreiz hindeutet (siehe u. a. Eriksen & St. James, 1986; Whitehead, MacKenzie, Schliebner & Bachorowski, 1997).

Die klassische Aufgabe im Hinweisreizparadigma (vgl. z. B. Posner et al., 1978) beinhaltet, dass Vpn ein Fixationskreuz in der Mitte eines Bildschirms fixieren sollen, zu dessen linken oder rechten Seite später ein Zielreiz (z. B. Kästchen) präsentiert wird. Anschließend erscheint z. B. in zentraler Position ein Hinweisreiz in Form eines Pfeils, der in die linke Richtung zeigt. Letztlich erscheint der Zielreiz z. B. in der rechten Bildschirmhälfte (vgl. Abbildung 2). Die Aufgabe der Vpn besteht darin, auf die Präsentation des Zielreizes so schnell wie möglich per Tastendruck zu reagieren („einfache“ Reaktionszeitaufgabe).

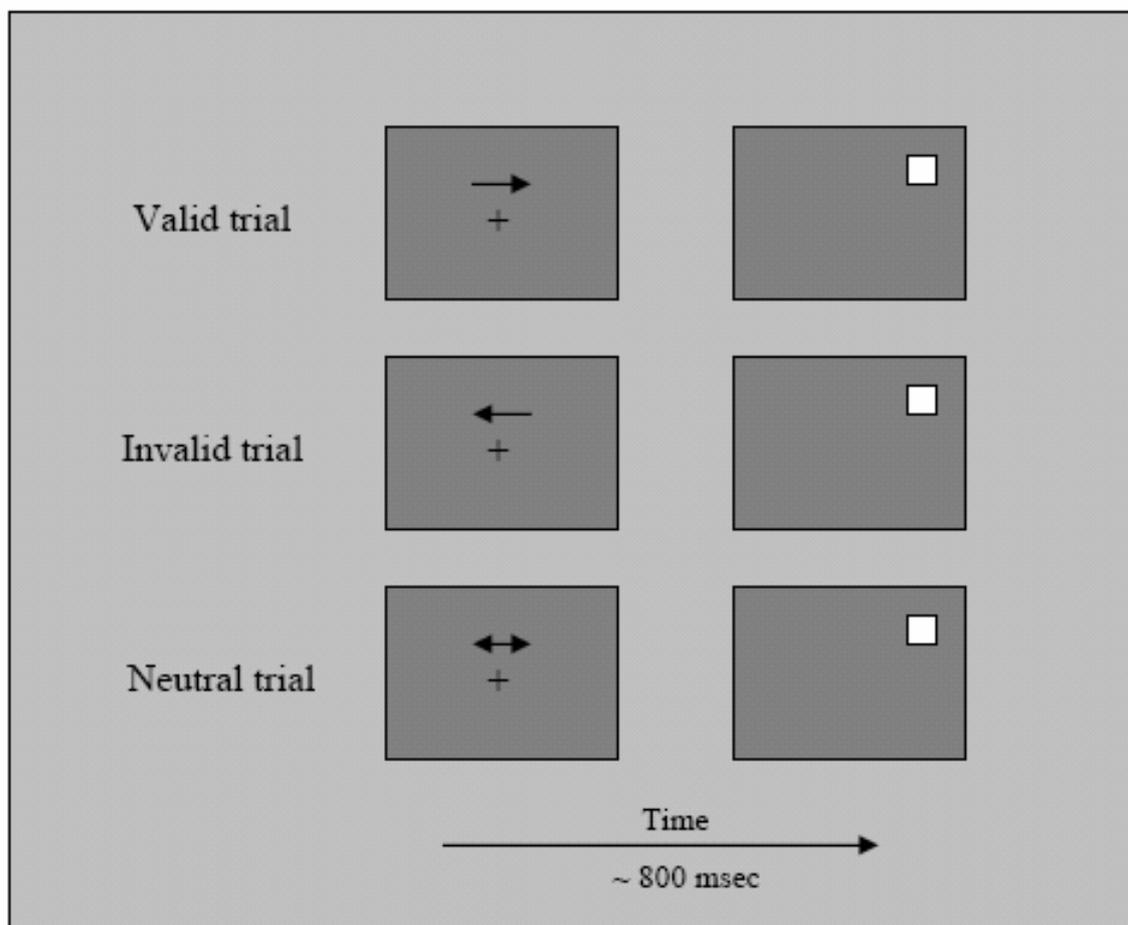


Abbildung 2. *Das Hinweisreizparadigma nach Posner in einem Experiment mit zentralen Hinweisreizen (modifiziert nach Gazzaniga, Ivry & Mangun, 2002, S. 252).*

Weist der Hinweisreiz auf die Stelle, an der auch der Zielreiz erscheint, spricht man von validen Hinweisreizen. Indiziert der Hinweisreiz, wie in dem hier beschriebenen Beispiel, hingegen eine andere Stelle als diejenige, an der der Zielreiz präsentiert wird, handelt es sich um einen invaliden Hinweisreiz (Gottlob, Cheal & Lyon, 1999; R. D. Wright & Ward, 1994). Von einem neutralen Hinweisreiz ist die Rede, wenn der Hinweisreiz als zeitliches Warnsignal fungiert, aber nicht den Ort des Zielreizes indiziert. H. J. Müller und Krummenacher (2002) unterstreichen, dass die Hinweisreizvalidität eine wichtige Variable im Hinweisreizparadigma darstellt. Wenn z. B. invalide Hinweisreize mit einer Wahrscheinlichkeit von 30%, hingegen valide Hinweisreize mit einer Wahrscheinlichkeit von 70% erscheinen, dann ist der Einfluss der Wahrscheinlichkeit auf die Reaktionsleistungen evident.

Eine weitere wesentliche Komponente im Hinweisreizparadigma ist die Art des Hinweisreizes. Man unterscheidet zwei Arten von Hinweisreizen: symbolische und direkte Hinweisreize. Der symbolische Hinweisreiz wird auch zentraler, *voluntary* oder endogener Hinweisreiz genannt. Der direkte Hinweisreiz wird häufig als peripherer, reflexiver oder exogener Hinweisreiz bezeichnet (unterschiedliche Attribute findet man z. B. bei H. J. Müller & Rabbitt, 1989; Whitehead et al., 1997; R. D. Wright & Ward, 1994). Diese beiden Hinweisreizformen sprechen analog den endogenen oder exogenen Aufmerksamkeitsmechanismus an (vgl. Kapitel 3.2.5.2). Während innerhalb des Hinweisreizparadigmas beispielsweise ein Pfeil ein symbolischer Hinweisreiz ist, der in der Regel zentral präsentiert wird, stellt eine kurzzeitige Luminanzänderung, z. B. ein kurzes Aufleuchten am indizierten Ort in der Peripherie, einen direkten Hinweisreiz dar. Sowohl die symbolischen als auch die direkten Hinweisreize verfolgen das Ziel, die Aufmerksamkeit der Vpn mit einer gewissen Wahrscheinlichkeit (Validität) auf den Ort zu lenken, an dem letztlich der Zielreiz erscheint.

Posner (1980; Posner et al., 1978) konnte in seinen Experimenten zum Hinweisreizparadigma zeigen, dass die Reaktionszeiten auf den Zielreiz schneller sind, wenn diesem ein valider Hinweisreiz vorausgeht. Sie sind allerdings im Vergleich zu neutralen Bedingungen langsamer, wenn ein invalider Hinweisreiz erscheint. Dieser Befund ist in den letzten knapp 30 Jahren vielfach repliziert worden und wird für die Reaktionszeitgewinne häufig mit „benefits“ und für die Reaktionszeitverluste bzw. -kosten als „costs“ zusammengefasst (Nougier et al., 1989; Pesce Anzeneder & Bösel, 1998). Das Hinweisreizparadigma ermöglicht somit die chronometrische Analyse von Reaktionszeitgewinnen und -kosten bei der Aufmerksamkeitsorientierung, und zwar unabhängig vom Fixationsverhalten (vgl. Pesce Anzeneder & Bösel, 1998).

Seit Ende der 80er Jahre wird das Hinweisreizparadigma auch in der sportpsychologischen Forschung angewandt (Nougier et al., 1989), da das Paradigma die sportart-spezifischen Aufmerksamkeitsanforderungen reflektiert.

In fact, the basic paradigm of Posner (1980) is rather similar to the tasks in which athletes are implied, in sport skills such as tennis, fencing or ball games. Indeed, in these skills the athletes have to respond to signals which seem to be more relevant or more frequent than other ones. (Nougier, Stein & Bonnel, 1991, S. 311)

Das Hinweisreizparadigma eignet sich für sportpsychologische Untersuchungen zur visuellen Aufmerksamkeit vor allem aufgrund des ähnlichen Anforderungsprofils im Vergleich zu verschiedenen Situationen im Sport (vgl. auch Umiltà, 1991). Bisherige sportpsychologische Studien lassen sich drei unterschiedlichen Fragestellungen zuordnen.

Erstens beschäftigten sich einige Studien mit der räumlichen Orientierung visueller Aufmerksamkeit bei Elitesportlerinnen und -sportlern unterschiedlicher Sportarten (z. B. Castiello & Umiltà, 1992; Nougier et al., 1989). Zweitens stellte in anderen Studien die Anpassungsfähigkeit der Größe des Aufmerksamkeitsfokus von Ausnahmeathletinnen und -athleten den Untersuchungsgegenstand dar (u. a. Pesce Anzeneder & Bösel, 1998; Turatto et al., 1999). In diesem Zusammenhang ist hervorzuheben, dass im Hinweisreizparadigma neben der Validität auch die Größe des Aufmerksamkeitsfokus eine zentrale Rolle für die Analyse von Reaktionszeitgewinnen und -kosten spielt. Je kleiner der Fokus, desto effizienter werden im Sinne der *Zoom-Lens* Metapher die Informationen pro Flächeneinheit verarbeitet (Benso, Turatto, Mascetti & Umiltà, 1998; Castiello & Umiltà, 1990; Eriksen & St. James, 1986; Eriksen & Yeh, 1985; vgl. auch Kapitel 2.3.2). Analog zu den Erkenntnissen bez. der Größe des Aufmerksamkeitsfokus spielt nach Greenwood und Parasuraman (2004, S. 5) deshalb die Größe des Hinweisreizes eine entscheidende Rolle im Rahmen des Hinweisreizparadigmas: je kleiner der valide Hinweisreiz ist, desto schneller sind die Reaktionszeiten:

In size-cueing paradigms, a conscious strategy of searching inside the cue first would lead to faster search with smaller cues, because cues approaching element size contain fewer items and less space through which to search.

Castiello und Umiltà (1990) konnten in ihrer Untersuchung ebenfalls Verluste in den Reaktionszeiten bei wachsender Hinweisreizgröße belegen. Wichtiger noch als die absolute Größe des Hinweisreizes ist beim Hinweisreizparadigma jedoch die Relation zwischen der Hinweisreiz- und der Zielreizgröße (vgl. Greenwood & Parasuraman, 2004).

Drittens haben einige Studien die Orientierung visueller Aufmerksamkeit unter submaximaler physischer Belastung untersucht (Pesce, Capranica, Tessitore & Figura, 2003) und dies sowohl hinsichtlich der Bedeutung auf Fokussierungsstrategien von

Nachwuchsfußballern (Pesce & Tessitore, 2004) als auch hinsichtlich geschlechtsspezifischer Unterschiede (Pesce, Casella & Capranica, 2004).

Nicht zuletzt aufgrund verschiedener Zielstellungen und unterschiedlicher methodischer Vorgehensweisen (für einen vertiefenden Einblick in die methodischen Differenzen, vgl. Cañal-Bruland, 2007) kommen sportpsychologische Hinweisreizparadigma-Studien zu unterschiedlichen Erkenntnissen bez. der Orientierung visueller Aufmerksamkeit von Athletinnen bzw. Athleten und Nicht-Athletinnen und Nicht-Athleten. Einerseits zeigen einige Studien, dass Athletinnen und Athleten im Vergleich zu Nicht-Athletinnen und Nicht-Athleten geringere Hinweisreizeffekte aufweisen (vgl. Nougier et al., 1989; Nougier, Rossi, Alain, & Taddei, 1996). Das heißt, dass Athletinnen und Athleten sowohl geringere Reaktionszeitgewinne als auch geringere Kosten zeigen. Dieser Befund wird u. a. dahingehend interpretiert, dass Sportlerinnen und Sportler vorsichtiger Orientierungsstrategien anwenden, um Fehlreaktionen zu vermeiden. Athletinnen und Athleten halten sich bereit, auf Unerwartetes angemessen zu reagieren. Andererseits führten andere Studien zu widersprüchlichen Ergebnissen. McAuliffe (2004) findet beispielsweise größere Hinweisreizeffekte bei Volleyballspielerinnen als bei Nicht-Athletinnen. Eine mögliche Begründung für dieses Ergebnis liefert der Faktor Hinweisreizvalidität. Im Gegensatz zu anderen Studien (z. B. Castiello & Umiltà, 1992; Lum, Enns & Pratt, 2002) verwendet McAuliffe (2004) 25% valide Hinweisreize und 75% invalide Hinweisreize. Diese Inversion der Wahrscheinlichkeitsverteilungen kann zu einem Strategiewechsel bei den Athletinnen geführt haben, der zu größeren Hinweisreizeffekten beigetragen haben könnte.

Zusammenfassend lässt sich aus bisherigen sportpsychologischen Hinweisreizparadigma-Studien festhalten, dass leistungsstärkere Athletinnen und Athleten geringere Hinweisreizeffekte zeigen als leistungsschwächere (Enns & Richards, 1997), und dass erfahrenere und ältere Sportlerinnen und Sportler ebenfalls geringere *Cueing*-Effekte aufweisen als jüngere (Nougier, Azemar, Stein & Ripoll, 1992). Diese Ergebnisse stehen mit den Ergebnissen von Nougier et al. (1989) und Nougier et al. (1996) in Einklang und deuten an, dass Sportlerinnen und Sportler im Allgemeinen, aber leistungsstarke und erfahrene Sportlerinnen und Sportler im Speziellen, aufgrund der Ausübung ihres Sports und des intensiven Trainings in der Lage sind, Hinweisreizeffekte zu minimieren. Athletinnen und Athleten wenden dabei eine sportsspezifische

Orientierungsstrategie an, die darin besteht, stets das Unerwartete zu erwarten. Auch die Ergebnisse des ersten Experiments der Studie von Nougier, Stein und Azemar (1990) deuten auf dieses Phänomen hin. Darüber hinaus zeigen die Ergebnisse des zweiten Experiments, dass bei Kopplung des Hinweisreizparadigmas an sportartspezifische motorische Reaktionen (Tastendruck vs. reale Fechtbewegung) Fechter deutlich schneller auf die Zielreize antworten.

Bez. der Anpassung der Größe des Aufmerksamkeitsfokus zeigen Athletinnen und Athleten gegenüber Nicht-Athletinnen und Nicht-Athleten effizientere Leistungen und flexiblere Orientierungsmuster (Pesce Anzeneder & Bösel, 1998; zur gleichen Studie, vgl. auch Pesce Anzeneder, 1997; Pesce Anzeneder et al., 1998). Darüber hinaus passen Athletinnen und Athleten die Größe des Aufmerksamkeitsfokus nicht nur schneller an, sondern sind auch länger in der Lage, diese Aufmerksamkeit aufrecht zu erhalten (Turatto et al., 1999).

Darüber hinaus wurde in einigen aktuellen Studien (vgl. z. B. Pesce, Cereatti, Casella, Baldari & Capranica, 2007) untersucht, ob sich die Aufmerksamkeitsallokation in Hinweisreizstudien bei submaximaler physischer Belastung anders verhält als im Ruhezustand. Dass dieser Aspekt für die sportorientierte Praxis eine besondere Relevanz hat, ist evident. Zum einen führt physische Belastung während der Orientierung der Aufmerksamkeit zu einer Reduktion der Reaktionszeiten. Darüber hinaus zeigt sich eine zusätzliche Reduktion der Reaktionszeitkosten bei invaliden Hinweisreizen (Pesce et al., 2003). Außerdem zeigten Nicht-Athletinnen und Nicht-Athleten unter submaximaler physischer Belastung in der Studie von Pesce und Tessitore (2004) schnellere Reaktionszeiten. Gleiches zeigte sich für Nachwuchsfußballer.

Kritik

Dass das Hinweisreizparadigma bez. verschiedener Faktoren, z. B. Unterschieden bez. der Ausrichtung visueller Aufmerksamkeit oder der Anpassungsfähigkeit der Größe des Aufmerksamkeitsfokus zwischen Athletinnen bzw. Athleten und Nicht-Athletinnen bzw. Nicht-Athleten, wesentliche Erkenntnisse beizutragen vermag, ist in zahlreichen Studien nachgewiesen worden. Nichtsdestotrotz haben Hinweisreizparadigma-Studien bisher einen wesentlichen Nachteil gegenüber Studien, die sich z. B. der Blickbewegungsregistrierung oder den *occlusion* Techniken bedienen. Dieser Nachteil

besteht in der ökologischen Validität des Bildmaterials. In der Regel werden z. B. bei sportartspezifischen Blickbewegungsstudien situationsspezifische Videosequenzen der jeweiligen Sportart präsentiert. Das heißt, dass letztlich Aussagen über das Fixationsverhalten in einer spezifischen Situation im Sport getroffen werden können. In bisherigen Hinweisreizparadigma-Studien im Sport sind hingegen stets klassische Reiz-Reaktions-Experimente (vgl. Abbildung 2) ohne ökologisch valides Bildmaterial durchgeführt worden. Wenngleich ein Trend zu erkennen ist, im Labor ökologisch valide Situationen nachzustellen – z. B. durch Untersuchungen unter physischer Belastung (vgl. z. B. Pesce et al., 2007) oder durch sportartspezifische Reaktionsmuster im Fechten (Nougier et al., 1990) – schlägt sich diese Entwicklung bisher noch nicht in der Auswahl ökologisch validen Bild- und Videomaterials nieder. Dabei scheint das Hinweisreizparadigma geeignet zu sein, auf Fragen der visuellen Aufmerksamkeitsforschung Antworten geben zu können, die weder mit der Blickbewegungsregistrierung und den *occlusion* Techniken noch der *Pointlight*-Methode geklärt werden können. Dies scheint insbesondere für Fragen bez. der nicht sichtbaren bzw. beobachtbaren Orientierung visueller Aufmerksamkeit und der Anpassung der optimalen Größe des Aufmerksamkeitsfokus zu gelten.

3.2.5.2 *Flicker-Cueing*

Dass die Manipulation bzw. Hervorhebung visueller Stimuli eine effektive Methode darstellt, um die Aufmerksamkeit effizient auf relevante Merkmale zu lenken, findet man z. B. in den Arbeiten Posners (1980) zum Hinweisreizparadigma (vgl. Kapitel 3.2.5.1). Wie jedoch von Grünau et al. (1999, S. 3241) in einer Studie zeigen konnten, verhält es sich beim Vergleich statischer (vgl. Posner, 1980) und flickernder Hinweisreize so, dass „static cueing decays quickly to very low effectiveness, flicker cueing decays to a level of effectiveness that can be maintained for a long time.“ Das bedeutet, dass die Fähigkeit, Aufmerksamkeit an einen bestimmten Ort im visuellen Feld zu binden, bei statischen Hinweisreizen schnell verfällt, wohingegen die Aufmerksamkeit durch flickernde Hinweisreize (vgl. z. B. das Blinklicht eines Autos) für längere Zeit aufrecht erhalten wird.

Es ist unbestritten, dass insbesondere neue Objekte in der Lage sind, visuelle Aufmerksamkeit auf sich zu ziehen (z. B. Johnston, Hawley & Farnham, 1993; Wang, Cavanagh

& Green, 1994). Zahlreiche Studien, die sich mit der Effektivität sich über die Zeit verändernder Hinweisreize beschäftigt haben, zeigen, dass abrupt erscheinende visuelle Stimuli die Aufmerksamkeit mit sehr großer Wahrscheinlichkeit an sich binden (Yantis, 1993; Yantis & Hillstrom, 1994). Obwohl Nakayama und Mackeben (1989) zeigten, dass wiederholendes Flickern von Hinweisreizen die aufmerksamkeitslenkenden Effekte verliert, scheinen insbesondere die Studien von Dougherty, Smith, Verardo und Mayer (1996) und von Grünau et al. (1999) das Gegenteil zu beweisen. Dougherty et al. (1996) konnten in ihrer Studie zudem zeigen, dass Flicker mit einer hohen Frequenz die Aufmerksamkeit besser auf sich ziehen als Flicker mit niedriger Frequenz.

Darüber hinaus zeigen auch aktuelle Untersuchungen aus anderen Wissenschaftsdisziplinen, dass die visuelle Lenkung der Aufmerksamkeit durch transiente Stimuli positive Effekte z. B. auf die Lösungsfindung in Problemsituationen hat. Grant und Spivey (2003) konnten nachweisen, dass die visuelle Hervorhebung entscheidungsrelevanter Merkmale durch Pulsieren (pulsing) in einer klassischen Problemlöse-Aufgabe (Duncker's radiation problem) positive Effekte zeigte. Dabei pulsierte ein Kreis, der das entscheidungsrelevante Merkmal umrahmte, um ein Pixel pro Sekunde und zog so die Aufmerksamkeit auf die relevante Informationsquelle.

Insbesondere dynamische Diskontinuitäten (z. B. transiente Stimuli wie Flicker) scheinen geeignet zu sein, um die visuelle Aufmerksamkeit auf spezifische Merkmale zu lenken. In diesem Zusammenhang konnten von Grünau et al. (1999) zeigen, dass Flicker eine sehr effektive Form der automatischen Aufmerksamkeitsorientierung darstellen (vgl. auch Dougherty et al., 1996). Diese Erkenntnis erfährt Zuspruch durch die Feststellung, dass

[...] singletons that vary over space but not over time are indeed able to produce a stimulus-driven attentional capture, though the phenomenon seems to be less strong if compared to that elicited by dynamic discontinuities [...] (Turatto, Galfano, Gardini & Mascetti, 2004, S. 299 f.).

Auch Wolfe und Horowitz (2004) zählen Flicker („Luminance onset“) in ihrer fünfstufigen Kategorisierung von Attributen, die unzweifelhaft die Ausrichtung der visuellen Aufmerksamkeit leiten (z. B. Farbe, Bewegung etc.) bis hin zu denjenigen, die nach derzeitigen Erkenntnissen Aufmerksamkeit eher nicht leiten (z. B. Farbwechsel, der

eigene Name etc.), zu den Attributen, die sehr wahrscheinlich die Ausrichtung der visuellen Aufmerksamkeit lenken (vgl. auch Theeuwes, 1995; Yantis & Jonides, 1990).

Ein wesentlicher Unterschied zwischen statischen, symbolischen Hinweisreizen (z. B. ein Pfeil, vgl. Abbildung 2) und flickernden Hinweisreizen besteht in der Aktivierung unterschiedlicher Aufmerksamkeitsmechanismen. Daraus folgt, dass neben der Frage danach, welche Attribute die Aufmerksamkeit erfolgreich auf spezifische Merkmale lenken, eine tiefergehende Frage darin besteht, welche Aufmerksamkeitsmechanismen durch die Attribute angesprochen werden. Für die Unterscheidung zweier unterschiedlicher Aufmerksamkeitsmechanismen, die in diesem Kontext für die Ausrichtung der visuellen Aufmerksamkeit eine bedeutende Rolle spielen, reichen die ersten Erkenntnisse bis in die Zeiten Helmholtzs zurück.

Bereits in der zweiten Hälfte des 19. Jahrhunderts entdeckte Helmholtz (1867), dass visuelle Aufmerksamkeit willentlich durch den Betrachter kontrolliert werden kann. Ende des 19. Jahrhunderts war es William James (1890), der in seinem Werk *The Principles of Psychology* zwei unterschiedliche Arten der Aufmerksamkeit differenzierte. Er unterschied zwischen aktiver und passiver Aufmerksamkeit. Unter aktiver Aufmerksamkeit verstand James die willentliche Kontrolle über die Ausrichtung des Aufmerksamkeitsfokus. Das heißt, dass die Aufmerksamkeit je nach Intention der Betrachterin bzw. des Betrachters auf verschiedene Elemente im Raum gerichtet werden kann. Bei passiver Aufmerksamkeit hingegen ziehen externale Reize die Aufmerksamkeit der Betrachterin bzw. des Betrachters unweigerlich auf sich. Als Beispiele für derartige Reize, die die Aufmerksamkeit reflexiv und unwillkürlich anziehen, nennt James „strange things, moving things, wild animals, bright things, pretty things, metallic things, words, blows, blood, etc., etc., etc.“ (S. 418). Anfang des 20. Jahrhunderts konnte Titchener (1910) experimentell nachweisen, dass unerwartet auftauchende Stimuli die visuelle Aufmerksamkeit reflexiv auf sich ziehen können.

Ausgehend von der Dichotomie „aktive vs. passive Aufmerksamkeit“ haben Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler sich unter Verwendung verschiedener Bezeichnungen mit den beiden Mechanismen der visuellen Aufmerksamkeitskontrolle auseinandergesetzt. Dabei wird die konzeptgeleitete (*top-down*) Ausrichtung der visuellen Aufmerksamkeit als *intendiert*, *willentlich*, *intrinsisch* und *endogen* bezeichnet. Die daten-

geleitete (*bottom-up*) Orientierung der Aufmerksamkeit wird hingegen mit Attributen wie *automatisch*, *reflexiv*, *extrinsisch* und *exogen* belegt (vgl. u. a. Egeth & Yantis, 1997; R. D. Wright & Ward, 1994; Yantis, 1998). Sowohl Posner (1980) als auch Jonides (1981) konnten zeigen, dass es sich bei der exogenen und endogenen⁵ Orientierung der Aufmerksamkeit um zwei Kontrollmechanismen mit unterschiedlichen Eigenschaften handelt (vgl. auch H. J. Müller & Rabbitt, 1989; Theeuwes, 1991, 1994).

Der exogene Orientierungsmechanismus wird nach Coren, Ward und Enns (1994, S. 153) ausgelöst, wenn unerwartete Luminanzänderungen oder unvorhersehbare Bewegungen in der Peripherie des Blickfeldes auftreten: „The best stimuli to elicit the orienting reflex are [...] suddenly appearing bright lights, changing in contours, or movements in the peripheral visual field that are not regular or predictable occurrences.“ Die exogene Orientierung ist gekennzeichnet durch reflexive, reizgetriggerte Orientierung auf abrupt auftretende periphere Reize (Jonides, 1981; Yantis & Jonides, 1984). Darüber hinaus ist diese Art der Aufmerksamkeitsausrichtung durch einen relativ automatischen Ablauf, kurze Latenzzeiten (≈ 50 ms) und kurzes Aufrechterhalten der Aktivierung (50 – 200 ms) charakterisiert (H. J. Müller & Krummenacher, 2002).

Bei der endogenen Orientierung wird die visuelle Aufmerksamkeit absichtlich auf bestimmte Objekte oder räumliche Gegebenheiten gelenkt (Lauwereyns, 1998). Endogene Aufmerksamkeitsorientierung wird somit von der Betrachterin bzw. vom Betrachter willentlich und bewusst kontrolliert (Henderson & Macquistan, 1993). In diesem Fall kommt es zu längeren Latenzzeiten, was bedeutet, dass die Zeit, die vom Ende des Reizes bis zum Beginn der Erregung vergeht, um mehr als 150 ms länger ist als bei der exogenen Orientierung. Allerdings ist die endogene Aufmerksamkeitsorientierung sowohl länger (> 500 ms) als auch kontrolliert aufrecht zu erhalten (H. J. Müller & Krummenacher, 2002).

Maringelli und Umiltà (1998) halten beim Vergleich der beiden Orientierungsmechanismen fest, dass der exogene im Vergleich zum endogenen Mechanismus erstens schneller ist, zweitens relativ unabhängig vom Arbeitsgedächtnis abläuft und deshalb

⁵ Im Folgenden werden anstelle der vielfältigen Bezeichnungen einheitlich die Begriffe endogene bzw. exogene Aufmerksamkeitsorientierung verwendet.

drittens bei paralleler Informationsverarbeitung nur ein Minimum an kognitiven Ressourcen beansprucht.

H. J. Müller und Rabbitt (1989) gelangen bei der Analyse ihrer Ergebnisse zu ähnlichen Erkenntnissen: erstens kann die endogene Aufmerksamkeitsorientierung willentlich unterdrückt werden. Dies gilt nicht für die exogene Orientierung. Zweitens ist der exogene Orientierungsmechanismus resistenter gegen Störfaktoren, z. B. visuelle Reize an nicht relevanten Orten, als endogene Orientierung. Drittens kann der endogene Orientierungsmechanismus durch exogene Reize, z. B. eine abrupt auftretende Luminanzänderung in der Peripherie, unterbrochen werden.

Ein vierter Aspekt, den H. J. Müller und Rabbitt (1989) bez. des Verhältnisses von endogener und exogener Aufmerksamkeitsorientierung konstatieren, macht deutlich, dass es sich um zwei separate Orientierungsmechanismen handelt, die allerdings komplementäre Bestandteile desselben Aufmerksamkeitssystems sind. Zwischen der exogenen und der endogenen Orientierung gibt es keine vollständige Interferenz, so dass die Ausrichtung der Aufmerksamkeit vom komplementären Wirken beider Prozesse abhängig ist. Wenn sich beide Mechanismen in die gleiche Richtung orientieren, „their effects add to one another“ (H. J. Müller & Rabbitt, 1989, S. 328). Sind sie in unterschiedliche Richtungen aktiv, subtrahieren sie sich voneinander, so dass die Aufmerksamkeit auf verschiedene Reize bzw. Orte geteilt wird (vgl. H. J. Müller & Rabbitt, 1989). Umiltà (1991, S. 329) fasst diese Erkenntnis in einer Interdependenz-Hypothese zusammen, die besagt, dass „the functioning of one of the two [mechanisms] can be facilitated or inhibited by the other“.

Dabei besteht der Vorteil exogener Lenkung im Vergleich zu endogenen bzw. mehr kognitiv gesteuerten Formen der Aufmerksamkeitslenkung vor allem darin, dass bei exogener Aufmerksamkeitslenkung kaum kognitive Ressourcen beansprucht werden (vgl. Maringelli & Umiltà, 1998; Yantis, 1998). Diese nicht beanspruchten Ressourcen stehen folglich für parallel ablaufende Prozesse zur Verfügung.

Zusammenfassend kann festgehalten werden, dass *Flicker Cueing* im Vergleich zu statischen, symbolischen Hinweisreizen erstens länger in der Lage ist, die Aufmerksamkeit auf sich zu ziehen und zweitens den Vorteil hat, den exogenen Aufmerksamkeitsmechanismus zu aktivieren, der kaum kognitive Ressourcen beansprucht.

Kritik

Obwohl *Flicker Cueing* positive Effekte auf die Lenkung visueller Aufmerksamkeit zeigt (vgl. Dougherty et al., 1996; von Grünau et al., 1999), ist diese Methode bisher im Sport nicht angewandt worden. Kirlik et al. (1996; vgl. vertiefend Kapitel 4.1.2) führten eine der wenigen Studien durch, in der eine dem *Flicker Cueing* ähnliche Technik (*blitzing*, vgl. Kirlik et al., S. 290) der visuellen Aufmerksamkeitslenkung in einem sportartspezifischen Entscheidungstest eingesetzt wurde (vgl. Kapitel 4.1.2). Weitere Studien sind notwendig, um sowohl die Vor- als auch die Nachteile dieser Methode für die Anwendung im Sport besser zu verstehen.

4. Instruktion und Training

Die Erkenntnisse aus der sportpsychologischen visuellen Aufmerksamkeits- und Wahrnehmungsforschung werden genutzt, um Athletinnen und Athleten in verschiedenen Sportarten so zu instruieren und zu trainieren, dass sie möglichst schnell lernen, ihre visuelle Aufmerksamkeit effizient auf relevante Merkmale zu richten. In diesem Zusammenhang spielt Aufmerksamkeit in zweifacher Bedeutung eine hervorgehobene Rolle. Erstens stellt sich die Frage, wie z. B. Trainerinnen und Trainer sowie Lehrerinnen und Lehrer die Aufmerksamkeit der Trainierenden und Lernenden effektiv auf die relevanten Merkmale lenken können (vgl. Kapitel 4.1). Zweitens ist zu klären, wie die Aufmerksamkeitsstrategien in Entscheidungssituationen effektiv trainiert werden können (vgl. Kapitel 4.2). Zur Beantwortung der ersten Frage werden im Folgenden die Möglichkeiten der Instruktion im Rahmen kognitiver Entscheidungsprozesse erörtert. Anschließend wird in Bezug auf die Trainingsmöglichkeiten von Aufmerksamkeitsstrategien in Entscheidungsprozessen eine moderne und – wie gezeigt werden wird – empirisch fundierte Form des videobasierten Trainings vorgestellt.

4.1 Instruktionen – Lenkung der Aufmerksamkeit

Instruktionen sind auch im Vermittlungsprozess effizienter visueller Aufmerksamkeitsstrategien von besonderer Bedeutung. Doch obwohl Instruktionen diesen hohen Stellenwert im Vermittlungsprozess einnehmen, entbehren Instruktionen einer übergreifenden einheitlichen Definition. Nach Hänsel (2006), der Instruktionen hinsichtlich ihrer Auswirkungen auf motorisches Lernen diskutiert, werden sämtliche Anweisungen an einen Lernenden „relativ arbiträr“ (Hänsel, 2006, S. 66) als Instruktionen definiert. Einzig die Tatsache, dass Instruktionen vor der Bewegungsausführung verbal vermittelt werden, scheinen bisherige Definitionen als wesentliches Merkmal von Instruktionen zu teilen. Neben den Aspekten Modalität (verbal) und Zeitpunkt können Instruktionen aber auch unterschiedliche Ziele haben.

Tabelle 1. Instruktionsformen (modifiziert nach Hänsel, 2006, S. 67).

Instruktion	Beispiel (Ausholbewegung bei der Tennisvorhand)
präskriptiv	Hole aus Hole früh aus
adaptiv	Hole früher aus
zielführend	Rotiere deinen Oberkörper Richte deine linke Schulter auf den Balltreffpunkt
kognitiv orientiert	Die Oberkörperrotation dient dazu, die Ausholbewegungen zu verlängern und eine höhere Geschwindigkeit beim Zuschlagen zu erreichen
metakognitiv orientiert	Achte auf den Unterschied zwischen zwei Ausholbewegungen

Instruktionen können erstens der anfänglichen (initialen) Orientierung dienen (präskriptive Instruktion; vgl. Tabelle 1). Instruktionen werden zweitens ebenso zur Korrektur von vorherigem Verhalten eingesetzt und evozieren somit ein adaptives Verhalten des Lernenden (adaptive Instruktion). Führt die adaptive Instruktion nicht zu der gewünschten Verhaltensänderung, werden drittens zusätzliche Lösungsmöglichkeiten formuliert, die in eine zielführende Instruktion übergehen. Bezieht sich diese Instruktion auf ein für die Verhaltensänderung relevantes Wissen, spricht man viertens von kognitiv orientierten Instruktionen. Fünftens und letztens können Instruktionen nach Hänsel auch Informationen über Lern- und Informationsverarbeitungsprozesse vermitteln, die für eine Verhaltensänderung notwendig sind. In diesem Fall spricht Hänsel von metakognitiv orientierten Instruktionen (für eine ausführlichere Darstellung sowie explizite Beispiele zu den fünf Instruktionstypen, siehe Hänsel, 2006).

Wenngleich Hänsel sich mit Instruktionen im Kontext motorischen Lernens beschäftigt, scheint die letztgenannte Kategorie der metakognitiv orientierten Instruktionen auch im Rahmen taktischer Vermittlungsprozesse eine zentrale Rolle zu spielen. Hänsel beschreibt die Hauptfunktion der metakognitiv orientierten Instruktion darin, die Aufmerksamkeit des Lernenden zu beeinflussen. Im Sinne der Selektivitätsfunktion der Aufmerksamkeit (vgl. Kapitel 2.2) sollen Instruktionen die Aufmerksamkeit der Lernenden auf die lern- und aufgabenrelevanten Informationen lenken. Wie auch Hänsel beschreibt, gibt es abhängig von der Aufgabe verschiedene Aufmerksamkeitsinhalte, auf die der Aufmerksamkeitsfokus gerichtet werden kann. Im Rahmen dieser Arbeit

werden die metakognitiv orientierten Instruktionen auf die Ausrichtung des visuellen Aufmerksamkeitsfokus in taktischen Entscheidungsprozessen betrachtet. Dabei wird die Modalität der Instruktion nicht ausschließlich auf verbale Instruktionen begrenzt, sondern aus funktionaler Perspektive um die visuelle Modalität erweitert.

Die Erweiterung des Instruktionsbegriffs bzw. -verständnisses um die visuelle Modalität scheint vor allem deshalb sinnvoll, weil zunehmend in Frage gestellt wird, ob explizite – und somit auch verbale – Instruktionen als die gegenwärtige Methode der Wahl zur Aufmerksamkeitslenkung beim perzeptuell-kognitiven Lernen im Sport effizient zu Leistungssteigerungen führen (vgl. Jackson & Farrow, 2005). Dabei wird auf zwei Ebenen diskutiert, ob einerseits explizite oder implizite Instruktionsformen und andererseits verbale Instruktionen oder visuelle Formen der Aufmerksamkeitslenkung vorteilhafte Lerneffekte in Entscheidungsprozessen zeigen. Eine klare Trennung des explizit-impliziten Instruktionsspektrums und der Instruktionsmodalität (verbal oder visuell) – wie hier durch ‚einerseits‘ und ‚andererseits‘ suggeriert – scheint in diesem Zusammenhang jedoch nicht immer möglich. Verbale Instruktionen, die z. B. die Aufmerksamkeit auf ein relevantes Bewegungsmerkmal lenken, spiegeln gleichsam eine explizite Form der Anweisung wider. Nichtsdestotrotz werden die beiden Ebenen der Diskussion im Folgenden jeweils kurz vorgestellt.

4.1.1 Explizite vs. implizite Instruktionsformen

Zahlreiche sportpsychologische Studien haben sich in den letzten Jahren mit dem Einfluss unterschiedlicher Instruktionsmöglichkeiten zur Lenkung visueller Aufmerksamkeit auf entscheidungsrelevante Parameter im Sport beschäftigt (z. B. Farrow & Abernethy, 2003; Smeeton, Williams, Hodges & North, 2004; A. M. Williams, Ward & Chapman, 2003; A. M. Williams et al., 2002). Ausgangspunkt für eine Vielzahl dieser Studien ist die Frage, ob es eine überlegene Instruktionsmethode gibt, mit der Sportlerinnen und Sportler beim Erlernen sportartspezifischer Fertigkeiten auf relevante Bewegungsmerkmale aufmerksam gemacht werden können (für motorisches Lernen, vgl. Janelle, Champenoy, Coombes & Mousseau, 2003).

Diese unterschiedlichen Instruktionsmethoden sind innerhalb eines Spektrums zusammenzufassen, dessen Extreme einerseits implizite und andererseits explizite Instruktionen

repräsentieren. Beim impliziten Lernen⁶ motorischer (Maxwell, Masters, Kerr & Weedon, 2001) und perzeptuell-kognitiver Fertigkeiten (zusammenfassend Jackson & Farrow, 2005) konnten im Vergleich zum expliziten Lernen Vorteile bez. der Robustheit unter Stress, der Bewältigung komplexerer Aufgaben und des langfristigen Lernerfolgs nachgewiesen werden (vgl. auch Masters, 1992; Reber, 1989).

Im Sport untersuchten beispielsweise Farrow und Abernethy (2002) den Einfluss von expliziten und impliziten Instruktionen auf die Vorhersage von Tennisaufschlägen. Dazu wurden den Vpn Videosequenzen von Tennisaufschlägen präsentiert. Eine explizit lernende Gruppe absolvierte 12 Trainingssitzungen mit 50 Videoclips und wurde über die Zusammenhänge zwischen bestimmten Bewegungsmerkmalen (z. B. Ballwurf, Schlägerhaltung und Schulterdrehung) und der Schlagrichtung informiert. Die implizit lernende Gruppe sah die gleichen Videoclips und musste dabei die Geschwindigkeit des Aufschlages schätzen. Im Vergleich zu der expliziten Gruppe und den Kontroll- und Placebogruppen (kein Videotraining bzw. Ausschnitte aus professionellen Tennisspielen) konnte die implizit lernende Gruppe ihre Vorhersageleistung im Posttest signifikant steigern. Obwohl dieser Anstieg im Retentionstest 32 Tage nach dem Posttest nicht repliziert werden konnte, deuten die Ergebnisse im Posttest die positive Wirkung impliziter Lernmethoden an. Jackson und Farrow (2005) fassen die verschiedenen Instruktionsansätze für perzeptuell-kognitives Training im Sport folgendermaßen tabellarisch zusammen:

⁶ Für implizites Lernen existieren zahlreiche Definitionen (siehe Frensch, 1998). Im Folgenden wird implizites Lernen nach Reber (1989) und Stadler und Frensch (1998) als „learning without intention and conscious awareness“ (Jiang & Chun, 2001, S. 1105) verstanden.

Tabelle 2. Das Spektrum expliziter bis impliziter Instruktionen (aus Jackson und Farrow, 2005, S. 315).

Type of training	Characteristics
Explicit instruction	Instructions vary in number and level of precision but aim to explicate a causal relationship between particular cues and/or patterns of movement and a relevant behavioural outcome (e.g., a tennis serve directed to the left or right). Typically a large number of rules are reported
Guided discovery	Less directed than explicit instruction, performers are guided to general regions (e.g., the midriff) and are left to discover the relationship between cues/movement patterns and behavioural outcomes. Typically fewer rules are reported than in explicit learning
Discovery learning	Less directed than guided discovery, explicit instruction is withheld. Typically fewer rules than in guided discovery learning
“Implicit learning” via use of concurrent secondary tasks	Concurrent secondary tasks used to suppress involvement of working memory and, by implication, explicit processes. Limited use in perceptual training to date but motor learning literature suggests that suppression of explicit learning and performance on the primary task vary according to the nature of the secondary task that is used
“Implicit learning” via incidental learning	Performer is distracted from the primary learning task by a cover story, typically implying a memory task. Limited evidence thus far suggests performers still report several rules relating to the primary task
“Implicit learning” via distraction tasks	An explicit contingency is stated in which the performer aims to learn a different aspect of the skill (e.g., tennis serve speed as opposed to direction). Sensitivity to the implicit contingency is then measured. Rules likely to be generated about the distracter task, creating possibility of correlated hypotheses

Die zuvor beschriebene Studie von Farrow und Abernethy (2002) ist somit der letzten Kategorie “*Implicit learning*” via *distraction tasks* zuzuordnen.

Neben der Studie von Farrow und Abernethy (2002) zeigen weitere Studien, dass insbesondere beim Erwerb perzeptuell-kognitiver Fähigkeiten explizite Instruktionen nicht die beste Methode widerspiegeln. Smeeton, Williams, Hodges und Ward (2005) haben z. B. die Effekte expliziter Instruktionen mit *guided discovery* und *discovery learning* Methoden (vgl. Tabelle 2) hinsichtlich der Antizipationsleistung im Tennis verglichen. Jede der drei Instruktionmethoden führte im Vergleich zu einer Kontrollgruppe zu Leistungsverbesserungen. Es zeigte sich jedoch, dass unter Stressbedingungen die explizit instruierte Gruppe schlechtere Vorhersageleistungen erbrachte als die beiden an-

deren Gruppen. Deshalb sprechen sich Smeeton et al. (2005) für *discovery* Instruktionen- und Lernmethoden aus, um dauerhafte und robuste Lernerfolge zu erzielen. Dabei zeichnet sich die *guided discovery* Instruktionmethode dadurch aus, dass Athletinnen und Athleten nur auf generell wichtige Regionen hingewiesen werden, den Zusammenhang von der Bewegung dieser relevanten Körperelemente mit dem Handlungsergebnis jedoch selbst entdecken (engl. discover) müssen (vgl. Tabelle 2). Beim *discovery learning* hingegen werden keine expliziten Anweisungen gegeben. Smeeton et al. (2005) konnten somit zeigen, dass beim perzeptiven Lernen von regelmäßigen Bewegungsmustern in den Sportspielen explizite Hinweise auf bestimmte Bewegungsmerkmale auch zu schlechteren Lernleistungen führen können als implizite Lernmethoden.

Dies gilt anscheinend nicht nur für Rückschlagsportarten, sondern bedingt auch in taktischen Entscheidungssituationen in den Mannschaftssportspielen wie z. B. Handball, Basketball und Volleyball (vgl. auch Raab, 2002; Raab, 2003b). Wie Raab (2003a) nachweist, hängt die Frage danach, ob Entscheidungsprozesse in den Sportspielen besser explizit oder implizit gelernt werden sollten von der Komplexität der Spielsituation ab. Die Ergebnisse der Studie von Raab (2003a) legen nahe, dass in komplexen Situationen explizit gelernte Entscheidungen hilfreicher sind, wohingegen in weniger komplexen Situationen implizit gelernte Entscheidungen zu häufiger korrektem Entscheidungsverhalten führen.

4.1.2 Verbale vs. visuelle Instruktionsformen

Nicht direkt mit der Unterscheidung expliziter und impliziter Instruktionsformen, sondern mit unterschiedlichen Modalitäten der Aufmerksamkeitslenkung auf Entscheidungsprozesse haben sich Kirlik et al. (1996) beschäftigt. Ihre Untersuchung basierte auf der Annahme, dass perzeptuelle (bottom-up) Informationen effektiver und robuster die Aufmerksamkeit in Entscheidungsprozessen lenken als kognitive (top-down) Mechanismen. Kirlik et al. (1996) nutzten zur Prüfung ihrer Hypothese einen computerbasierten Entscheidungstest im American Football. Neben einer explizit instruierten Gruppe (u. a. durch Regeln) wurde die Aufmerksamkeit einer weiteren Gruppe durch visuell hervorgehobene Reize (kurzzeitiges Aufblitzen) auf relevante Merkmale gelenkt. Die Ergebnisse der Studie zeigen, dass die visuelle (perzeptuelle) Lenkung der Aufmerksamkeit zu größeren Leistungssteigerungen führte als explizite und somit in stärkerem

Maße kognitive Ressourcen beanspruchende Instruktionen. Diese Studie liefert erste Hinweise dafür, dass visuelle Lenkung der Aufmerksamkeit positive Effekte auf taktische Entscheidungsleistungen zeigt.

Es gibt jedoch nicht nur Belege dafür, dass visuelle Lenkung der Aufmerksamkeit positive Effekte zeigt, sondern auch Belege dafür, dass verbale Instruktionen zur visuellen Aufmerksamkeitslenkung nachteilige Effekte haben können. J. G. Williams (1987; 1989a) konnte für motorisches Lernen nachweisen, dass verbale Instruktionen negative Effekte bei der Ausrichtung visueller Aufmerksamkeit und der visuellen Suche nach Informationen verursachen können. J. G. Williams (1987; 1989a) untersuchte den Einfluss verbaler Instruktionen auf die visuelle Suche beim videobasierten Lernen und die motorische Reproduktion von Würfeln. Dabei konnte er zeigen, dass verbale Instruktionen, die ein anderes visuelles Suchverhalten als das persönlich bevorzugte evozierten, zu Leistungseinbußen führten. Aus diesen Befunden schließt J. G. Williams, dass „instructors of motor skills should consider carefully the nature of verbal instructions given to learners during observation of visual demonstrations [...]“ (zitiert nach Al-Abood, Bennett, Moreno Hernandez, Ashford & Davids, 2002, S. 272).

Zusammenfassend kann festgehalten werden, dass im Gegensatz zu den zumindest in Frage zustellenden Einflüssen verbaler Instruktionen die ersten Nachweise positiver Effekte der visuellen Aufmerksamkeitslenkung vielversprechend sind (vgl. vertiefend Kapitel 4.2.5).

4.2 Visuelle Aufmerksamkeitslenkung in videobasierten Trainings

Eine Vielzahl der sportartspezifischen experimentellen Untersuchungen zum Einfluss unterschiedlicher Instruktionmethoden auf situationsspezifische Vorhersage- und Entscheidungsleistungen werden vor Computerbildschirmen und Leinwänden durchgeführt, auf die Videos in realer Größe projiziert werden (vgl. auch Kapitel 4.1). Mittlerweile werden Videosimulationen aber auch als Trainingsmedium getestet und eingesetzt (für einen Überblick, vgl. Ward, Williams & Hancock, 2006). Videobasierte Trainings scheinen eine zukunftsreiche Möglichkeit, die perzeptuell-kognitiven Fähigkeiten über das praktische Training hinaus zu schulen (A. M. Williams & Ward, 2003). Dar-

über hinaus werden in videobasierte Trainings Formen der visuellen Aufmerksamkeitslenkung implementiert, um die Aufmerksamkeitsstrategien von Athletinnen und Athleten zu verbessern.

4.2.1 Videobasiertes Training

Das Ziel von Training besteht in den meisten Fällen in der Steigerung des Leistungszustands von Athletinnen und Athleten (Weineck, 1997). Dabei ist der Leistungszustand von Athletinnen und Athleten insbesondere in den Sportspielen nicht nur durch die physische Leistungsfähigkeit repräsentiert. In diesem Zusammenhang heben Cañal-Bruland et al. (2007) hervor, dass vor allem das Training perzeptuell-kognitiver Prozesse – dies schließt u. a. das Trainieren visueller Aufmerksamkeitsstrategien in taktischen Entscheidungsprozessen ein – unzureichend praktiziert wird.

Eine in den letzten Jahren vermehrt untersuchte Möglichkeit, diese perzeptuell-kognitiven Prozesse sowohl unabhängig von als auch in Verbindung mit physischem Training zu schulen, stellen videobasierte Trainings dar (für einen Überblick eignen sich folgende Buchbeiträge, Abernethy, Wann & Parks, 1998; Cañal-Bruland et al., 2006b; A. M. Williams & Ward, 2003).

Die Entwicklung dieser Trainingsmethode ist aus der Expertiseforschung hervorgegangen (Ward et al., 2006) und fußt auf der Annahme, dass perzeptuell-kognitive Fähigkeiten durch Training verbessert werden können.

The research on training perceptual-cognitive skills using simulation, however, suggests that such skills are highly amenable to practice and instruction. Moreover, the research suggests that such skills are vital to successful performance (e.g., Helsen & Starkes, 1999; Ward & Williams, 2003). (zitiert nach Ward et al., 2006, S. 255)

Videobasierte Simulationstrainings perzeptuell-kognitiver Komponenten des sportart-spezifischen Handelns sind demnach eine vielversprechende Methode, um den Leistungszustand von Athletinnen und Athleten gezielt und situationsspezifisch zu verbessern. Neben sportartspezifischen videobasierten Trainings sind aber auch allgemeine videobasierte Trainings entwickelt worden, die eine sportartspezifische Leistungsverbesserung versprechen.

4.2.2 Allgemeine videobasierte Trainings

Neben sportartspezifischen videobasierten Trainings gibt es allgemeine videobasierte Wahrnehmungstrainings, die eine Leistungssteigerung z. B. auf sinnesphysiologischer Ebene (für einen Überblick, siehe Jendrusch, 2006) bewirken sollen. Allgemeine videobasierte Wahrnehmungstrainings nehmen für sich in Anspruch, visuelle Fähigkeiten, wie beispielsweise das Tiefensehen, das periphere Sehen etc. zu verbessern und diese Verbesserung auf die sportartspezifische Leistung zu transferieren. Zu dieser Art der Wahrnehmungstrainings gehören z. B. die kommerziell erhältlichen Trainingsprogramme „SportVision“ von Wilson und Falkel (2004) sowie „Eyerobics“ von Revien (1987). Nur wenige Studien bestätigen den Nutzen dieser allgemeinen Wahrnehmungstrainings (für ein Beispiel, vgl. Long & Riggs, 1991). Im Gegensatz dazu konnten Abernethy und Wood (2001) am Beispiel der Sportart Tennis nicht nachweisen, dass allgemeine bzw. generalisierte visuelle Wahrnehmungstrainings Einfluss auf sportartspezifische Wahrnehmungsleistungen und somit auf die Spielleistung von Tennisspielern haben. Insgesamt scheint die empirische Befundlage gegen den Nutzen allgemeiner videobasierter Wahrnehmungstrainings zu sprechen. Erstens führen allgemeine videobasierte Trainingsformen bei Athletinnen und Athleten oftmals nach kurzer Zeit zu Langeweile (vgl. Jendrusch, 2006). Zweitens – und dieser Kritikpunkt ist essenziell – ist der Einfluss dieser Trainingsformen auf sportartspezifische Leistungen empirisch nicht nachgewiesen (vgl. Abernethy & Wood, 2001; Cañal-Bruland et al., 2006b; A. M. Williams & Grant, 1999). Abernethy und Wood (2001) führen die mangelnde Wirksamkeit allgemeiner videobasierter Wahrnehmungstrainings darauf zurück, dass durch isoliertes Training der visuellen Fähigkeiten keine direkte Verknüpfung mit der tatsächlichen sportlichen Handlung hergestellt werden kann. Darüber hinaus verfügen Expertinnen und Experten nicht über ein besseres visuelles System als Novizinnen und Novizen, so dass darin auch nicht der leistungslimitierende Faktor für sportliche Höchstleistungen besteht (vgl. Helsen & Starkes, 1999; A. M. Williams & Grant, 1999).

4.2.3 Sportartspezifische videobasierte Trainings

Im Gegensatz zu allgemeinen videobasierten Trainings sind die leistungssteigernden Effekte sportartspezifischer videobasierter Simulationstrainings in verschiedenen Sportarten belegt (vertiefend Ward et al., 2006; für einen Überblick, A. M. Williams & Ward,

2003). Zu den Sportarten, in denen sportartspezifische videobasierte Trainingsprogramme eingesetzt wurden, zählen u. a. Mannschaftsspiele wie Volleyball (Adolphe, Vickers & Laplante, 1997), Basketball (Starkes & Lindley, 1994), Feldhockey (A. M. Williams et al., 2003) und Fußball (Cañal-Bruland, Hagemann & Strauß, 2005; A. M. Williams & Burwitz, 1993), aber ebenso Rückschlagsportarten wie Squash (Abernethy, Wood & Parks, 1999), Badminton (Hagemann & Memmert, 2006; Hagemann et al., 2006; Tayler, Burwitz & Davids, 1994) und Tennis (Farrow & Abernethy, 2002; Farrow, Chivers, Hardingham & Sachse, 1998; Scott, Scott & Howe, 1998; Singer et al., 1994; A. M. Williams et al., 2002; A. M. Williams, Ward, Smeeton & Allen, 2004). Exemplarisch werden im Folgenden zwei videobasierte Trainingsstudien hinsichtlich des gängigen methodischen Vorgehens präsentiert und diskutiert.

Farrow et al. (1998) untersuchten in ihrer Studie den Einfluss eines videobasierten perzeptuell-kognitiven Simulationstrainings auf die Antizipationsleistung bei Aufschlagreturns im Tennis. 24 Novizen wurden in jeweils eine Trainings-, Placebo- und Kontrollgruppe eingeteilt. Während die Kontrollgruppe zwischen Prä- und Posttest nicht trainierte, übten die beiden anderen Gruppen in acht Trainingseinheiten insgesamt 120 Minuten. Das Training der Placebogruppe bestand darin, sich Ausschnitte eines professionellen Tennisspiels anzuschauen. Die Trainingsgruppe schaute sich Videomaterial an, das mit der zeitlichen Verschlusstechnik (*temporal occlusion*, vgl. Kapitel 3.2.2) bearbeitet war und wurde instruiert, auf bestimmte Bewegungsparameter zu achten, die für die Vorhersagbarkeit der Flugrichtung nützlich sind. Wie die Auswertung von Prä- zu Posttest ergab, entschied sich die Trainingsgruppe signifikant schneller als die Placebo- und die Kontrollgruppe. Zwischen der Trainings- und der Placebogruppe gab es jedoch keinen signifikanten Unterschied bez. der Richtigkeit der Richtungsvorhersage. Auf der Grundlage ihrer Ergebnisse schlussfolgern Farrow et al. (1998), dass videobasiertes Training im Tennis auf die Antizipationsfähigkeit von Tennisanfängern positive Einflüsse hat. Darüber hinaus sollte diese Trainingsform zukünftig verstärkt als ergänzendes Training zusätzlich zu – nicht jedoch anstelle von – sportpraktischen Trainings Anwendung finden.

Abernethy et al. (1999) beschäftigen sich mit der Frage, ob Novizen die squashspezifische Antizipationsfähigkeit von Experten erlernen können. 30 Vpn wurden in drei Gruppen unterteilt. Die Kontrollgruppe absolvierte ein einmaliges 20-minütiges prakti-

sches Squashtraining. Die Placebogruppe führte über vier Wochen verteilt, vier 20-minütige Trainingseinheiten durch, in denen sie sich Videos von professionellen Tennisspielen anschauten und Lehrbücher lasen. Darüber hinaus trainierte die Placebogruppe einmal praktisch für 20 Minuten. Die Trainingsgruppe absolvierte ebenfalls einmalig ein 20-minütiges Training auf dem Tennisplatz. In vier weiteren 20-minütigen Trainingseinheiten wurden die Vpn dieser Gruppe aber mit einem Videosimulationstraining konfrontiert, das sowohl mit den *occlusion* Techniken (vgl. Kapitel 3.2.2 – 3.2.3) als auch mit Slow-Motion-Darstellungen und Feedbackvideos versehen war. Darüber hinaus wurde diese videobasierte Trainingsgruppe über die Schlüsselreize und Knotenpunkte der Bewegung eines Schlages informiert. Es konnte eine signifikante Verbesserung der Vorhersageleistungen sowohl bez. der Länge als auch der Richtung des Schlages bei der videobasierten Trainingsgruppe (Videosimulationstraining) festgestellt werden. Weder die Placebo- noch die Kontrollgruppe zeigten diese positiven Effekte.

4.2.4 Methodische Überlegungen zu videobasierten Trainings

Die beiden exemplarisch dargestellten Studien belegen einerseits die positiven Effekte videobasierter Trainingsprogramme und geben andererseits einen repräsentativen Einblick in sportartspezifische Trainingsstudien. In der Regel basieren diese Studien auf einem Prä-Posttest-Design. Das bedeutet, dass die Vpn vor und nach spezifischen Interventionen bzw. Treatments einen Test absolvieren, um Leistungsunterschiede bzw. -verbesserungen messbar zu machen, die auf die Interventionen zurückzuführen sind. Einige Studien haben darüber hinaus Retentionstests integriert, um nachhaltige Lern- und Behaltensleistungen zu untersuchen (u. a. Hagemann et al., 2006). Bei der Gestaltung der Tests ist es von besonderer Bedeutung, die empirischen Testgütekriterien (Objektivität, Reliabilität und Validität) zu erfüllen.

Ein weiterer Aspekt, der von A. M. Williams und Kollegen (1999, 2003) bez. des empirischen Designs der videobasierten Trainingsstudien kritisch hervorgehoben wird, betrifft die mangelnde Implementierung von Placebo- und Kontrollgruppen. Zahlreiche Studien haben im Gegensatz zu den beiden präsentierten Studien von Farrow et al. und Abernethy und Kollegen (s. o.) weder Placebo- noch Kontrollgruppen im Design berücksichtigt (z. B. Adolphe et al., 1997; Christina, Barresi & Shaffner, 1990; Scott et al., 1998). Die Nicht-Berücksichtigung von Placebo- und Kontrollgruppen hat zur Fol-

ge, dass die Ergebnisse dieser Studien nicht zweifellos auf leistungssteigernde Effekte des videobasierten Trainings zurückgeführt werden können. Ebenso denkbar ist, dass die Vpn im Posttest bessere Leistungen erzielen, weil sie durch die Rahmenbedingungen und Anforderungen während des Trainings mit der Testsituation im Posttest vertrauter sind, als sie es im Prätest waren. Dieser Familiaritätseffekt verzerrt die Ergebnisse, so dass die Implementierung von Placebo- und Kontrollgruppen unerlässlich ist (vgl. Farrow & Abernethy, 2007).

Eine methodische Gemeinsamkeit zahlreicher sportartspezifischer Simulationstrainings besteht in der Darbietung der Videosequenzen. Die Gestaltung dieser Trainings ebenso wie der dazugehörigen Tests beinhaltet die Aufzeichnung der zu trainierenden spielspezifischen Situationen aus einer für die Spielerin bzw. den Spieler typischen Perspektive. Das bedeutet, dass z. B. für das videobasierte Training einer Fußballtorhüterin bzw. eines -torhüters beim Strafstoß aus deren bzw. dessen Perspektive, d. h. von der Torlinie, Strafstoße von Spielerinnen und Spielern videofilmisch aufgezeichnet werden (z. B. A. M. Williams & Burwitz, 1993). Anschließend werden diese Videos z. B. mit der zeitlichen Verschlusstechnik (vgl. Kapitel 3.2.2) bearbeitet. Die Trainings werden entweder an einem PC-Monitor durchgeführt (vgl. z. B. Cañal-Bruland et al., 2005) oder vor Leinwänden (z. B. A. M. Williams et al., 2002), die reale Größenverhältnisse ermöglichen und somit die ökologische Validität der Test- und Trainingssituation erhöhen.

Um den praktischen Nutzen von sportartspezifischen videobasierten Simulationstrainings für Sportlerinnen und Sportler deutlich zu machen, haben einige wenige Studien sich mit der Frage nach dem Leistungstransfer der in laborspezifischen Situationen erworbenen Leistungsverbesserungen auf die tatsächliche Spielleistung im Feld beschäftigt (vgl. Singer et al., 1994; Tayler et al., 1994; A. M. Williams et al., 2003). Wenn gleich weitere Transferstudien notwendig sind, deuten diese Studien (vgl. dagegen, Singer et al., 1994) an, dass die positiven Lerneffekte z. B. bez. der visuellen Aufmerksamkeitsorientierung in videobasierten sportartspezifischen Trainings auf die reale Spielleistung übertragbar sind (Cañal-Bruland et al., 2006b; A. M. Williams & Ward, 2003).

Tayler et al. (1994) konnten bei einem Trainingsexperiment zur Steigerung der Antizipation von Badmintonaufschlägen signifikante Transfereffekte vom Labor auf die reale

Spielleistung ermitteln. Die Vpn wurden sowohl im Labor als auch in einem Feldtest aufgefordert, zum einen reale Badmintonaufschläge und zum anderen auf eine Leinwand präsentierte Badmintonaufschläge zu returnieren. In der Laborbedingung wurden die Federbälle an einer Vorrichtung aufgehängt und die Vpn sollten als motorische Antwort auf die Videosequenzen diese Federbälle spielen. Sowohl die Genauigkeit als auch die Geschwindigkeit der motorischen Antwort wurden videofilmisch aufgezeichnet und als Maß für die Antizipationsleistung ausgewertet. Nach einer einstündigen Trainingsphase, in der die Vpn instruiert wurden, ihre Aufmerksamkeit auf informative Schlüsselsignale zu richten, zeigte die Experimentalgruppe sowohl unter Labor- als auch Feldbedingung schnellere und genauere Returnbewegungen als eine berücksichtigte Kontrollgruppe.

A. M. Williams et al. (2003) untersuchten, ob die Antizipationsleistungen bei einem Strafstoß von Hockeytorhüterinnen (24 Novizinnen) durch ein videobasiertes Training beeinflusst werden können. Darüber hinaus wurde überprüft, ob diese Beeinflussungen sich auch in der realen Spielsituation widerspiegeln. Wie die Ergebnisse der Untersuchung zeigen, konnte die Treatmentgruppe, die das videobasierte Trainingsprogramm absolvierte, ihre Reaktionszeiten durchschnittlich um 100 ms signifikant reduzieren, ohne dabei mehr Fehler als im Prätest zu produzieren. Die Placebo- sowie die Kontrollgruppe zeigten keine signifikanten Veränderungen. Außerdem konnte nachgewiesen werden, dass die Treatmentgruppe auch im Feldtest, d. h. in der realen Spielsituation, von dem videobasierten Training profitierte. Die Vpn dieser Gruppe trafen ihre Entscheidung signifikant schneller (durchschnittlich 50 ms) und verbesserten ihre Fehlerrate dabei minimal. Weder die Placebo- noch die Kontrollgruppe zeigten signifikante Veränderungen im Vergleich von Prä- zu Posttest.

Ein zusätzlicher Unterschied zwischen den sportartspezifischen Trainings besteht häufig in der Ausgestaltung der Trainingsprogramme. In der Regel wird den Vpn während der videobasierten Trainingsphase Feedback bez. der Korrektheit der Antizipations- und Entscheidungsleistungen gegeben (vgl. u. a. Abernethy et al., 1999; A. M. Williams et al., 2003). Hinsichtlich der Instruktionen (zur Vielfalt der Möglichkeiten von Instruktionen, vgl. Kapitel 4.1) unterscheiden sich die Studien in einer Spannweite von schriftlichen expliziten Instruktionen, auf bestimmte Merkmale der Bewegung zu achten (siehe McMorris & Hauxwell, 1997) bis hin zu impliziten Instruktionen, die auf in die Videos

integrierten Aufmerksamkeitslenkern beruhen (z. B. Cañal-Bruland et al., 2005). Die Instruktionsform (verbal, visuell etc.) sowie die Instruktionsart (explizit, *discovery learning* etc.) variieren je nach Fragestellung der Untersuchung und Schwerpunkt des Trainings.

Zusammenfassend kann sportartspezifisches videobasiertes Simulationstraining als vielversprechendes Trainingsmedium zur effizienten Leistungsförderung visueller Aufmerksamkeitsprozesse in Vorhersage- und Entscheidungssituationen im Sport betrachtet werden. Inwieweit die visuelle Lenkung der Aufmerksamkeit in sportartspezifischen Trainings darüber hinaus positive Effekte zeigt, wird im Folgenden skizziert.

4.2.5 Implementierung visueller Hinweisreize zur Lenkung visueller Aufmerksamkeit

Dass sich die visuelle Lenkung der Aufmerksamkeit im Vergleich zu expliziten Instruktionen in Entscheidungsprozessen positiv auswirkt, ist empirisch belegt (z. B. Kirlik et al., 1996; vgl. Kapitel 4.1.2). Darüber hinaus gibt es einige wenige Studien, die andeuten, dass die visuelle Lenkung der Aufmerksamkeit in videobasierten Trainings die Vorhersageleistungen im Badminton und die taktischen Entscheidungsleistungen im Fußball positiv beeinflusst.

Hagemann et al. (2006) untersuchten z. B. den Einfluss eines videobasierten Trainings auf die Vorhersageleistung der Flugbahn des Federballs im Badminton. Dabei wurden in der Studie sowohl Experten (20 Bundesligaspieler) und Spieler aus niedrigen Spielklassen (21) als auch Anfänger ohne Spielerfahrung (63) berücksichtigt. Nachdem in einer Vorstudie die informationshaltigen Schlüsselmerkmale der gegnerischen Bewegung für die Vorhersage der Flugbahn des Balls analysiert wurden, trainierten die Vpn mit einem videobasierten Trainingsprogramm, das diese Schlüsselmerkmale visuell hervorhob. Das Trainingsprogramm bestand aus 200 Videosequenzen, die auf einem Computerbildschirm präsentiert wurden. Die Aufgabe für die Vpn bestand darin, mit einer Computermaus nach Abbruch des Videos bei Schläger-Ball-Kontakt in der ebenfalls auf dem Bildschirm angezeigten eigenen Badmintonfeldhälfte den wahrscheinlichen Auftreffpunkt des Balls zu markieren. Die informationshaltigen Bewegungselemente wurden durch rote transparente Hinweisreize hervorgehoben. Dabei waren diese Hinweisreize bis 160 ms vor Treffpunkt des Balls auf dem Oberkörper präsent, von 160

ms bis 80 ms vor Treffpunkt auf dem Arm und von 80 ms vor bis zum Schläger-Ball-Kontakt auf dem Schläger.

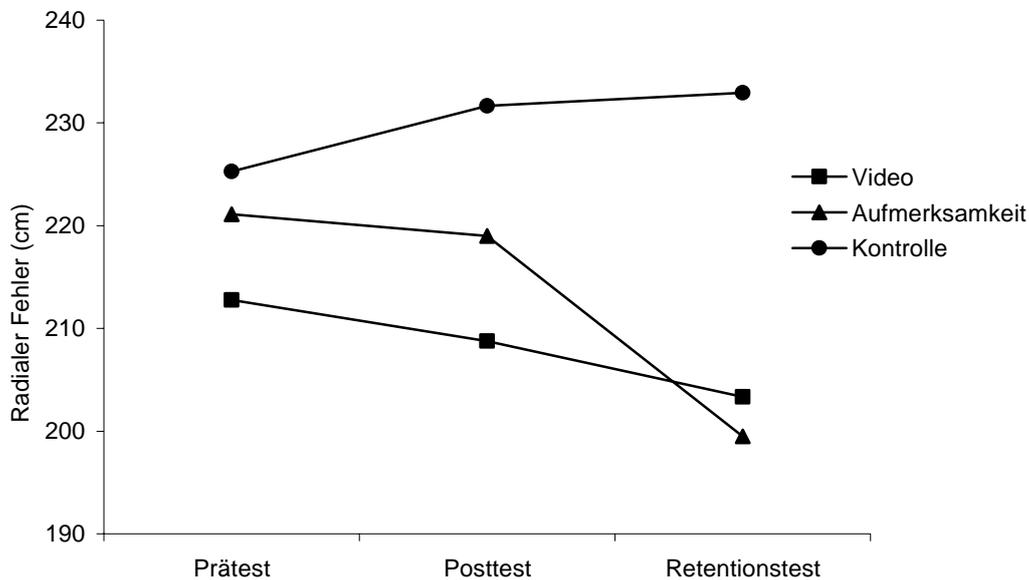


Abbildung 3. Lernverlaufskurven der Novizen (modifiziert nach Hagemann et al., 2006, S. 152).

Die Ergebnisse zeigen, dass insbesondere die Anfänger ohne Spielerfahrung von dem Training profitieren. Sie verbesserten ihre Vorhersagegenauigkeit zwischen dem Post- und Retentionstest im Vergleich zu einer Kontrollgruppe signifikant. Bei den Spielern aus niedrigen Spielklassen konnte ebenfalls eine Verbesserung der Vorhersageleistung von Prä- zu Posttest gezeigt werden. Die Bundesligaspieler verbesserten sich durch das videobasierte Training hingegen nicht. Auf deskriptiver Ebene zeigt sich darüber hinaus im Retentionstest, dass diejenigen Novizen, die mit visuellen Aufmerksamkeitslenkern trainierten, innerhalb ihrer Vergleichsgruppe die besten Vorhersageleistungen erbrachten (vgl. Abbildung 3). Zusammengefasst belegen die Ergebnisse dieser Studie, dass videobasiertes Training insbesondere in der Ausbildungsphase einen großen Einfluss zu haben scheint. Positive Effekte der visuellen Aufmerksamkeitslenkung deuten sich an.

Cañal-Bruland et al. (2005) haben untersucht, ob taktische Entscheidungsprozesse in 3-gegen-2 Situationen im Fußball durch videobasiertes Training leistungssteigernd geschult werden können. Darüber hinaus wurden visuelle Aufmerksamkeitslenker hinsichtlich ihrer Wirksamkeit untersucht, die Ausrichtung visueller Aufmerksamkeit effektiv in diesen Entscheidungssituationen zu lenken. Dazu wurden 62 Jugendspieler (C-

und B-Jugend) in vier Gruppen eingeteilt. Zwei Gruppen trainierten jeweils mit einem videobasierten Trainingsprogramm. In die Trainingsvideos einer der zwei videobasiert trainierenden Gruppen wurden zusätzlich rote transparente Hinweisreize in die Videos implementiert, die die richtige Lösung (z. B. Anspiel des rechten Angreifers) indizierten. Ansonsten waren die videobasierten Trainingsprogramme identisch. Zwei weitere Kontrollgruppen wurden im Design berücksichtigt. Auch in dieser Studie (vgl. Farrow et al., 1998) belegt der Vergleich der Ergebnisse von Prä- zu Post- und Retentionstest, dass videobasiertes Training im Rahmen taktischer Entscheidungsprozesse zu signifikanten Verbesserungen in den Entscheidungszeiten bei nicht signifikanten Gruppenunterschieden bez. der Antwortrichtigkeit führt. Dieses Ergebnis zeigte sich für beide videobasierten Trainingsgruppen. Auch in dieser Studie führte die visuelle Aufmerksamkeitslenkung nicht zu signifikanten Leistungsunterschieden. Allerdings deutet sich auch hier auf deskriptiver Ebene an, dass die Gruppe, die mit visuellen Aufmerksamkeitslenkern trainierte, sowohl im Post- als auch im Retentionstest die schnellsten Entscheidungszeiten erbrachte.

5. Fragestellungen

Visuelle Aufmerksamkeitsprozesse spielen in den Sportspielen eine wesentliche Rolle für die Generierung effizienter Entscheidungen. Aufgrund der Vielzahl der sensorisch einströmenden Informationen, der limitierten Verarbeitungskapazität sowie des aus der Spielsituation resultierenden zeitlichen Drucks, müssen Athletinnen und Athleten die relevanten visuellen Informationen so schnell und richtig wie möglich selektieren, um eine situationsadäquate Handlung einzuleiten (vgl. Kapitel 2). Um diese relevanten Informationen zu lokalisieren, werden in der sportpsychologischen Forschung verschiedene Techniken und Methoden eingesetzt.

Aus der Darstellung und Diskussion dieser Techniken der sportorientierten visuellen Aufmerksamkeitsforschung (vgl. Kapitel 3) leitet sich ab, dass aus technisch-methodischer Perspektive weder die Blickbewegungsregistrierung und *Pointlight-Animationen* noch die *temporal* und *spatial occlusion* Techniken zur Bestimmung der Ausrichtung und insbesondere der Größe des visuellen Aufmerksamkeitsfokus geeignet sind. Im Gegensatz dazu scheinen *Cueing*-Techniken – wie z. B. das Hinweisreizparadigma und das *Flicker Cueing* – herangezogen werden zu können, um sowohl die Ausrichtung der visuellen Aufmerksamkeit zu erfassen als auch die Größe des visuellen Aufmerksamkeitsfokus zu messen. Wie aus der kritischen Darstellung der sportpsychologischen Anwendung des Hinweisreizparadigmas hervorgeht (vgl. Kapitel 3.2.5.1), sind in bisherigen Hinweisreizparadigma-Studien jedoch keine sportartspezifischen visuellen Stimuli eingesetzt worden. Diese Studien können daher keine Aussagen über die Größe und die Ausrichtung des visuellen Aufmerksamkeitsfokus in sportartspezifischen Situationen machen. Die erste Fragestellung der vorliegenden Arbeit (Fragestellung A) ist somit an die technisch-methodisch orientierte Frage geknüpft, ob mittels des Hinweisreizparadigmas auch in sportartspezifischen Situationen sowohl die Größe als auch die Ausrichtung des visuellen Aufmerksamkeitsfokus erfasst werden kann.

Fragestellung A: Das erste Ziel (technisch-methodisch) dieser Arbeit besteht darin, sowohl die situationsadäquate Ausrichtung der visuellen Aufmerksamkeit als auch die optimale Größe des Aufmerksamkeitsfokus in zwei exemplarisch ausgewählten Spielsituationen im Fußball auf der technischen Grundlage des Hinweisreizparadigmas zu identifizieren bzw. messbar zu machen.

Neben dieser ersten, technisch-methodisch orientierten Fragestellung A liegen dieser Arbeit zwei inhaltlich-theoretische und zugleich anwendungsorientierte Fragestellungen zugrunde (Fragestellungen B und C).

Aus der visuellen Aufmerksamkeitsforschung sind bedeutende Implikationen für Instruktionen im Sport abgeleitet worden (vgl. Kapitel 4.1). Im Rahmen dieser Arbeit werden Instruktionen jedoch nicht auf die verbale Modalität reduziert (vgl. z. B. Hänsel, 2006), sondern aus einer funktionalen Perspektive betrachtet. Daraus folgt, dass neben verbalen Instruktionen auch visuelle Instruktionen – z. B. durch *Flicker Cueing* (vgl. Kapitel 3.2.5.2) – genutzt werden können, um die Aufmerksamkeit der Lernenden bzw. der Trainierenden erfolgreich auf relevante Merkmale zu lenken (z. B. Kirlik et al., 1996). Die zweite Fragestellung der vorliegenden Arbeit (Fragestellung B) hat daher zum Ziel, die Effizienz sowohl verbaler Instruktionen als auch visueller Instruktionen (vgl. Kapitel 4.1.2) durch Hinweisreize (*Flicker Cueing*) zur Lenkung der visuellen Aufmerksamkeit in sportartspezifischen Entscheidungssituationen vergleichend zu untersuchen.

Fragestellung B: Das zweite Ziel (inhaltlich-theoretisch) dieser Arbeit besteht darin zu untersuchen, ob die Ausrichtung des Aufmerksamkeitsfokus in sportartspezifischen Entscheidungssituationen durch visuelle Hinweisreize effizienter gelenkt werden kann als durch verbale Instruktionen.

Die zweite inhaltlich-theoretische und zugleich anwendungsorientierte Fragestellung C beschäftigt sich mit dem Einsatz visueller Instruktionen durch Hinweisreize (*Flicker Cueing*) in sportartspezifischen, videobasierten Trainings. Erstens gibt es einige Studien, die zeigen, dass sportartspezifische, videobasierte Trainings positive Effekte auf die situationsspezifische, visuelle Informationsverarbeitung in Entscheidungsprozessen haben (vgl. Kapitel 4.2.3). Zweitens gibt es darüber hinaus erste Befunde, die den Nutzen visueller Aufmerksamkeitslenkung in videobasierten Trainings unterstreichen (vgl. Kapitel 4.2.5). Fragestellung C beschäftigt sich in diesem Zusammenhang mit der Frage, inwieweit durch *Flicker Cueing* positive Lerneffekte bez. einer optimierten Ausrichtung visueller Aufmerksamkeit in sportartspezifischen Entscheidungsprozessen erzielt werden können.

Fragestellung C: Das dritte Ziel dieser Arbeit besteht letztlich darin zu testen, ob visuelle Hinweisreize (*Flicker Cueing*) in videobasierten Trainings eingesetzt werden können, um die optimale Ausrichtung des Aufmerksamkeitsfokus in sportartspezifischen taktischen Entscheidungssituationen effizient zu trainieren.

Übersicht der Experimente

Die drei übergeordneten Fragestellungen werden im folgenden empirischen Teil analog in drei übergeordneten Experimenten (vgl. Tabelle 3) untersucht, ausgewertet und diskutiert (vgl. Kapitel 6 - 10). Dabei unterteilt sich das Experiment 1 in die Experimente 1.1, 1.2 und 1.3. Diese Experimente werden zur Prüfung der Fragestellung A durchgeführt. Das Experiment 2 ist der Fragestellung B zugeordnet. Letztlich stellt die Fragestellung C den Ausgangspunkt für das Experiment 3 dar.

Tabelle 3. Übersicht der Experimente

Fragestellung	Einordnung	Experimente	Empirische Vorhersagen
Fragestellung A	technisch-methodisch	Experiment 1.1	Empirische Vorhersagen A ₁ / A ₂
		Experiment 1.2	Empirische Vorhersagen A ₃ / A ₄ / A ₄
		⁷ Experiment 1.3	Empirische Vorhersagen A ₅ / A ₆ / A ₇
Fragestellung B	inhaltlich-theoretisch	Experiment 2	Empirische Vorhersagen B ₁ / B ₂ / B ₃
Fragestellung C	inhaltlich-theoretisch	Experiment 3	Empirische Vorhersage C

⁷ Das **Experiment 1.3** wurde als methodische Kontrollstudie durchgeführt. Dieses Experiment war ursprünglich nicht geplant, musste aber aufgrund der unerwarteten Ergebnisse in den Experimenten 1.1 und 1.2 durchgeführt werden, um zu verifizieren, dass das Hinweisreizparadigma in diesen Experimenten nicht aufgrund des sportartspezifischen Bildmaterials nicht funktionierte, sondern aufgrund der Aufgabenstruktur (vgl. vertiefend Experiment 1.3). Bei Experiment 1.3 handelt es sich ebenfalls um ein Hinweisreizexperiment, bei dem die 20 Vpn jedoch keine sportartspezifische Entscheidung treffen mussten, sondern so schnell wie möglich auf die Präsenz eines neutralen visuellen Reizes innerhalb eines sportartspezifischen Hintergrundbildes reagieren sollten.

In **Experiment 1.1** wird das Hinweisreizparadigma nach Posner (1980) mit sportartspezifischen Stimuli angewandt, um erstens die relevanten Informationen für eine effiziente Ausrichtung der visuellen Aufmerksamkeit exemplarisch in 1-gegen-1 Entscheidungssituationen im Fußball zu lokalisieren. Zweitens werden verschiedene Hinweisreizgrößen getestet, um die optimale Größe des Aufmerksamkeitsfokus zu identifizieren (Fragestellung A). Für dieses Experiment werden 27 erfahrene Fußballspieler rekrutiert. Das Experiment wird computerbasiert durchgeführt.

Für das **Experiment 1.2**, das zeitgleich zum Experiment 1.1 durchgeführt wird, werden 27 weitere erfahrene Fußballspieler rekrutiert. Das Experiment 1.2 unterscheidet sich von Experiment 1.1 lediglich hinsichtlich der Komplexität der ausgewählten Spielsituation. In Experiment 1.2 werden 3-gegen-2 Situationen im Fußball hinsichtlich der Ausrichtung sowie der Größe des Aufmerksamkeitsfokus untersucht. Das Ziel des Experiments besteht vor allem darin zu testen, ob auf der Basis des Hinweisreizparadigmas mit sportartspezifischen Stimuli auch in komplexeren Spielsituationen Aussagen über die Ausrichtung und Größe des Aufmerksamkeitsfokus gemacht werden können (Fragestellung A).

In **Experiment 2** soll mit dem *Flicker Cueing*-Ansatz untersucht werden, ob die Verwendung visueller Hinweisreize (Flicker Cues) eine effektivere Instruktionmethode für die Ausrichtung der Aufmerksamkeit in sportartspezifischen Entscheidungssituationen darstellt als verbale, explizite Instruktionen (Fragestellung B). Dazu werden 61 Vpn in zwei Gruppen unterteilt. Eine Gruppe absolviert einen sportartspezifischen videobasierten Entscheidungstest mit visueller Aufmerksamkeitslenkung durch Flicker. Die zweite Gruppe durchläuft den gleichen Test (ohne visuelle Manipulation) und wird vor jeder Entscheidungssituationen durch den Versuchsleiter verbal instruiert, die Aufmerksamkeit auf spezifische Merkmale zu richten.

Das Ziel des **Experiments 3** besteht darin zu untersuchen, inwieweit *Flicker Cueing* in videobasierten Trainings eingesetzt werden kann, um eine effiziente Ausrichtung des visuellen Aufmerksamkeitsfokus in sportartspezifischen bzw. situationsspezifischen Entscheidungsprozessen im Fußball zu trainieren (Fragestellung C). Um die Lerneffekte der Aufmerksamkeitsorientierung durch *Flicker Cueing* zu untersuchen, wird eine videobasierte Trainingsstudie mit drei Messzeitpunkten (Prä-, Post- und Retentionstest)

durchgeführt. Zwischen dem Prä- und dem Posttest absolvieren die 36 Vpn in vier unterschiedlichen Trainingsgruppen ein ca. dreiwöchiges videobasiertes Trainingsprogramm mit je zwei Trainingseinheiten pro Woche. Es werden sowohl eine Placebo- als auch eine Kontrollgruppe berücksichtigt. Die beiden Treatmentgruppen trainieren jeweils mit einem videobasierten, sportartspezifischen Entscheidungstraining. Die Trainings der beiden Gruppen unterscheiden sich darin, dass in das Trainingsprogramm der einen Gruppe visuelle Hinweisreize (Flicker Cues) implementiert werden, um die Aufmerksamkeit visuell auf relevante Informationen zu lenken, wohingegen das Trainingsprogramm der anderen Gruppe die gleichen Videos ohne Hinweisreize beinhaltet.

6. Experiment 1.1

6.1 Versuchsplanung

Im Experiment 1.1 wird das Hinweisreizparadigma nach Posner (1980) modifiziert, um erstens die relevanten Informationen für eine effiziente Ausrichtung der visuellen Aufmerksamkeit in 1-gegen-1 Entscheidungssituationen im Fußball zu identifizieren. Im Gegensatz zum ursprünglichen Hinweisreizparadigma werden im Zuge der Modifikation Bewegungsmerkmale des situationsspezifischen Zielbildes mit exogenen Hinweisreizen (vgl. Kapitel 3.2.5) versehen, die a priori weder als valide noch invalide Hinweisreize klassifiziert werden können. Diejenigen Hinweisreize, die im Vergleich zu einer Kontrollbedingung ohne Hinweisreize letztlich bei den sportartspezifischen Zielbildern zu den schnellsten richtigen Antwortleistungen führen, werden a posteriori als valide Hinweisreize kategorisiert. Auf diese Weise sollen über die Antwortzeiten die für 1-gegen-1 Entscheidungssituationen im Fußball relevanten Informationen lokalisiert werden.

Zweitens werden vier verschiedene Hinweisreizgrößen getestet, um eine Aussage darüber treffen zu können, ob ein eher kleiner oder großer Aufmerksamkeitsfokus für die Lösung einer 1-gegen-1 Situation situationsadäquat ist (zum Zusammenhang von Hinweisreiz- und Aufmerksamkeitsgröße, vgl. Kapitel 3.2.5.1). Die Ergebnisse bez. der Effekte der Hinweisreizgröße werden in einem späteren Vergleich mit den Ergebnissen des Experiments 1.2, in dem nach gleichem methodischen Verfahren 3-gegen-2 Situationen untersucht werden, hinsichtlich der unterschiedlichen Größen des Aufmerksamkeitsfokus in strukturell verschiedenen, d. h. sich in der Komplexität unterscheidenden Spielsituationen, diskutiert.

Für das Experiment 1.1 werden männliche Vereinsfußballspieler intermediären Spielniveaus rekrutiert. Jede Vpn absolviert einen Entscheidungstest, der insgesamt 288 Trials enthält, die auf vier Blöcke verteilt werden. Die Aufgabe der Vpn besteht darin, nach der Präsentation eines Hinweisreizes so schnell wie möglich zu entscheiden, ob der abgebildete ballführende Spieler im Zielreizbild nach links oder rechts dribbeln wird. Sowohl die Richtigkeit der Antworten als auch die Antwortzeiten werden gemessen.

6.2 Stichprobe

An dem Experiment 1.1 nahmen $N=27$ männliche Vpn teil. Das Durchschnittsalter der Stichprobe war zum Zeitpunkt der Untersuchung 24.22 ($SD=3.87$) Jahre. An der Untersuchung nahmen nur Fußballspieler mit einer praktischen Spielerfahrung von mindestens zehn Jahren⁸ teil. Die durchschnittliche Spielerfahrung betrug 16.48 ($SD=4.68$) Jahre. Die Fußballspieler wurden aus unterklassigen bis intermediären Amateurmanschaften (bis Landesliga) rekrutiert und nahmen freiwillig und ohne Vergütung an der Untersuchung teil. Die Vpn hatten keine Sehfunktionsstörungen oder trugen zum Ausgleich von Weit- bzw. Kurzsichtigkeit Sehhilfen.

6.3 Vorbereitung des Stimulusmaterials

Um das Experiment 1.1 programmieren zu können, bedurfte es der vorherigen Aufnahme und Bearbeitung des Stimulusmaterials. Dabei lässt sich das Stimulusmaterial in zwei primäre Stimuluskategorien einordnen: Hinweisreize und Zielreize.

6.3.1 Hinweisreize

Sowohl für das Fixationskreuz⁹ als auch für die Hinweis- und Zielreize wurde als gemeinsamer Nenner eine Bildgröße von 640 x 480 Pixel festgelegt, da in der Software E-Prime nur Abbildungen des Dateiformats *bitmap* (bmp.) in dieser Auflösung auf die gesamte Bildschirmfläche projiziert werden. Die Bilder (bmp.) decken den gesamten Bildschirm (Größe 30 x 23 cm) ab. Der Mittelpunkt des Fixationskreuzes lag somit bei 320 x 240 Pixel. Bei einem Abstand von 40 cm zum Display und der gleichzeitigen Fixation des zentralen Punktes (320/240) betragen die 640 Pixel in der Breite ca. 40° des Gesichtsfeldes und die 480 Pixel in der Höhe ca. 32° des Gesichtsfeldes (vgl. Abbildung 4).

⁸ Nach Ericsson (1996) ist das zielorientierte Training (deliberate practice) über einen Zeitraum von mindestens 10 Jahren ein wesentliches Kriterium für die Entwicklung einer Expertise.

⁹ Vor jeder neuen Entscheidungssituation (Trial) und dem jeweiligen Hinweisreiz wird ein Fixationskreuz in der Mitte des Bildschirms präsentiert. Dieses Fixationskreuz wurde direkt in der Software E-Prime 1.1 erstellt und programmiert.

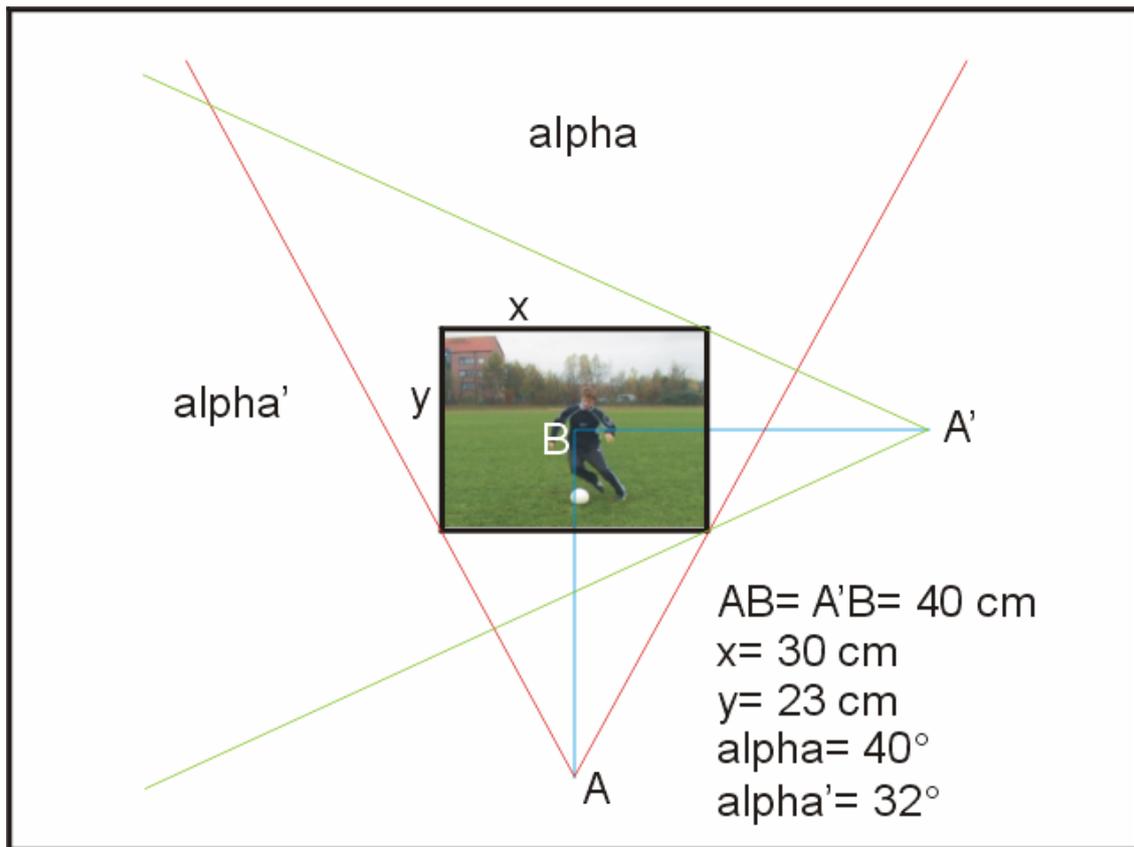


Abbildung 4. *Horizontaler und vertikaler Blickwinkel der Versuchspersonen.*

Nach der Präsentation des Fixationskreuzes und vor dem Zielreiz erscheint ein exogener Hinweisreiz, der die Aufmerksamkeit auf einen bestimmten Ort im Display lenkt (vgl. auch Abbildung 5). Insgesamt wurden vier unterschiedliche Hinweisreizgrößen berücksichtigt. Die Hinweisreize werden im Folgenden aufsteigend nach ihrer Größe als der foveale, parafoveale, periphere 1 und periphere 2 Hinweisreiz bezeichnet. Sämtliche Hinweisreize erscheinen in roter Farbe (vgl. Hagemann et al., 2006; Snowden, 2002) vor weißem Hintergrund und haben die Form einer Ellipse (in Anlehnung an Pan & Eriksen, 1993). Die Hinweisreize sind mit dem Bildbearbeitungsprogramm CorelDRAW 9 auf einer weißen Hintergrundfläche mit den Maßen 640/480 Pixel (Breite/Höhe) erstellt worden.

Der foveale Hinweisreiz hat eine Größe von 32/30 Pixel (Breite/Höhe) und umfasst bei zentraler Fixierung ca. 2° des Gesichtsfeldes. Der Inhalt dieses Hinweisreizes kann in der Fovea centralis (vgl. Fußnote 4) scharf abgebildet werden. Der parafoveale Hinweisreiz misst 80/75 Pixel und umfasst bei zentraler Fixierung ca. 5° des Gesichtsfeldes. Die durch den Hinweisreiz indizierte Region enthält somit neben den scharf abge-

bildeten Informationen weitere in der Schärfe abfallende Reize, die dem parafovealen Sehen zugeordnet werden. Der periphere 1 Hinweisreiz hat eine Größe von 160/150 Pixel und deckt somit bei zentraler Fixierung ca. 10° des Gesichtsfeldes ab. Um Informationen am Rand dieses Hinweisreizes scharf aufzunehmen, bedarf es einer Blickbewegung. Der größte Hinweisreiz ist der periphere 2 Hinweisreiz, der mit einer Fläche von 480/360 Pixel ca. 30°/24° des Gesichtsfeldes abdeckt. Dieser Hinweisreiz wurde deshalb in dieser Größe gewählt, weil er sowohl bei den 1-gegen-1 Situationen als auch in Experiment 1.2 (3-gegen-2 Situationen) denjenigen Bereich abdeckt, der sämtliche relevante Elemente zur Entscheidungsfindung enthält.

6.3.2 Zielreize

Um die Zielreize für das Experiment 1.1 erstellen zu können, bedurfte es der vorherigen videofilmischen Einspielung von 1-gegen-1 Situationen. Für diese Aufnahmen wurde ein Vereinsfußballspieler mit langjähriger Spielerfahrung auf intermediärem Niveau rekrutiert. Dieser Spieler war zum Zeitpunkt der Untersuchung 24 Jahre alt und Rechtsfüßler. Die Aufzeichnungen wurden mit einer Videokamera des Typs Sony DCR-TRV 950E gemacht. Die Videoaufnahme erfolgte auf einem Rasenplatz des Instituts für Sportwissenschaften der Universität Münster. Die Kamera wurde auf dem Spielfeld auf einer Höhe von 1.70 m positioniert. Diese Höhe spiegelt eine spieltypische Perspektive einer verteidigenden Spielerin bzw. eines verteidigenden Spielers wider¹⁰. Der dribbelnde Spieler wurde angewiesen, aus einer Entfernung von ungefähr 6 m zur Kamera geradlinig auf diese zuzudribbeln und ca. 2 m vor der Kamera nach rechts bzw. links zu dribbeln, um das Vorbeidribbeln an einem Gegenspieler zu simulieren. Diese gewählten Abstände spiegeln in den letztlich ausgewählten Bildsequenzen eine reale Abbildung einer für das Fußballspiel typischen 1-gegen-1 Situation wider. Der Spieler dribbelte in vier verschiedenen Trikotfarben (schwarz, blau, gelb und grün) jeweils acht Mal nach rechts und acht Mal nach links. Die insgesamt 64 Aufnahmen wurden anschließend mit der Software Adobe Premiere Pro bearbeitet. Die Videos der einzelnen Dribblings wurden von der Kamera auf eine Festplatte gespielt und nachbearbeitet (Videoschnitt etc.). Aus den 64 Videos wurden anschließend 64 Einzelbilder extrahiert, die den Spieler bei

¹⁰ Die Simulation einer spieltypischen Perspektive wird z. B. auch in Blickbewegungsstudien und räumlichen Verdeckungsstudien bevorzugt, um die ökologische Validität zu erhöhen (vgl. Kapitel 3).

der Ausführung des Rechts-Dribblings bzw. des Links-Dribblings in 2 m Entfernung von der Kamera abbilden (für ein Beispiel, vgl. Abbildung 4). Diese Einzelbilder wurden ebenso wie die Hinweisreize als *bitmaps (bmp.)* mit dem Format 640/480 Pixel in CorelDRAW 9 erstellt und gespeichert. Für das Experiment wurden letztlich acht Dribblings ausgewählt, wobei jede der vier Trikotfarben mit jeweils einem Dribbling nach links und einem Dribbling nach rechts berücksichtigt wurde.

6.4 Programmierung des Experiments

Nach der Vorbereitung der Stimuli wurde das Programm für Experiment 1.1 in E-Prime 1.1 geschrieben. Auf der Grundlage des Untersuchungsdesigns wurde das Programm folgendermaßen festgelegt.

Das Programm beinhaltet 288 Entscheidungssituationen. Diese 288 Entscheidungssituationen werden u. a. in Anlehnung an Nougier et al. (1989) und Nougier et al. (1990) auf vier Blöcke mit je 72 Trials verteilt. Grundlage für die Gesamtzahl der Trials ist die Kombination der jeweiligen Hinweisreize mit den acht Zielreizabbildungen. Dabei sind sechs verschiedene Hinweisreizbedingungen zu berücksichtigen: fovealer Hinweisreiz, parafovealer Hinweisreiz, peripherer 1 Hinweisreiz, peripherer 2 Hinweisreiz, (a priori) invalider Hinweisreiz und eine Kontrollbedingung (kein Hinweisreiz). Die ersten vier Hinweisreize sind in dem Kapitel 6.3.1 hinsichtlich ihrer Beschaffenheit beschrieben. In der Kontrollbedingung erscheint in gleichem zeitlichen Ausmaß wie in den anderen Hinweisreizbedingungen eine weiße Hintergrundfläche ohne Hinweisreiz. In der Bedingung (a priori) invalider Hinweisreiz erscheint der foveale Hinweisreiz gleichverteilt in den vier Eckpunkten des Displays. In diesen Eckpunkten sind keine relevanten Informationen zu extrahieren, so dass diese Hinweisreize a priori als invalid bezeichnet werden können. Jede dieser sechs Hinweisreizbedingungen erscheint insgesamt 48 Mal. Dabei sind die jeweils 144 Dribblings nach rechts bzw. Dribblings nach links sowohl auf die Hinweisreizbedingungen als auch auf die vier Blöcke gleichverteilt.

Unter Berücksichtigung der Zielstellung, die wesentlichen Informationen für die Entscheidung zu lokalisieren, werden die Hinweisreize innerhalb der jeweiligen Bedingung an sechs verschiedenen Orten (Breite [Pixel]/ Höhe [Pixel]) zentriert. Diese Orte ergeben sich aus den individuellen Zentren der Körperelemente des Zielreizbildes. Diese

Körperelemente sind Kopf, Schulter, Rumpf, Hüfte, Beine und Füße. Das heißt, dass für jedes der acht unterschiedlichen Zielreizbilder die Lokalisation der Hinweisreize individuell ermittelt wird.

Ein Beispiel: für die Abbildung des Spielers, der in schwarzem Trikot aus der Sicht der verteidigenden Spielerin bzw. des verteidigenden Spielers nach links dribbelt, wird für das Körperelement Kopf der Kopfmittelpunkt aus Breite und Höhe ermittelt (vgl. Abbildung 5). Dieser Mittelpunkt kann in Pixelwerten festgehalten werden und beträgt in diesem Fall horizontal 354 Pixel und vertikal 312 Pixel. Diese Pixelkoordinaten spiegeln nun in der diesem konkreten Zielreiz vorhergehenden Hinweisreizpräsentation das Zentrum für den Hinweisreizort Kopf wider.

Dieses Prozedere ist für jedes der acht Zielreizbilder hinsichtlich der sechs Körperelemente durchgeführt worden. Allerdings gilt dies nicht für alle Hinweisreizbedingungen. Weder für die Kontrollbedingung noch für die (a priori) invalide Bedingung ist eine Kopplung an Körperelemente möglich. Außerdem konnte auch für den peripheren 2 Hinweisreiz eine derartige Kopplung nicht erfolgen, da dieser Hinweisreiz mit seiner Größe von 480/360 Pixel den Großteil des Bildschirms abdeckt. Der Mittelpunkt dieses Hinweisreizes ist identisch mit dem Mittelpunkt des Bildschirms.

6.5 Variablen

Im Experiment 1.1 werden als abhängige Variablen zum einen die Antwortzeiten (AV_1) und zum anderen die Richtigkeit der Antworten (AV_2) erhoben. Das Versuchsdesign ist derart gestaltet, dass der Faktor Hinweisreizbedingung (UV_A) die sechsfach gestufte Variation der Art bzw. Größe der Hinweisreize abbildet und der Faktor Hinweisreizort (UV_B) die sechsfach gestufte Variation der durch die Hinweisreize indizierten Körperelemente widerspiegelt.

6.6 Versuchsdurchführung

6.6.1 Versuchsablauf

Das Experiment 1.1 wurde auf einem Laptop (Medion Professional Notebook Intel Pentium 4 CPU) programmiert (E-Prime 1.1) und an demselben durchgeführt. Die Untersuchung wurde stets in einem büroähnlichen Raum absolviert. Der Laptop wurde in eine speziell für die Untersuchung entwickelte Vorrichtung mit höhenverstellbarer Kopfstütze eingebettet, die absicherte, dass der Abstand der Augen der Vpn zum Bildschirm ca. 40 cm betrug (vgl. Enns & Richards, 1997). Der konstante Abstand ist im Zusammenhang der Vergleichbarkeit der Experimente 1.1 und 1.2 sowie für die Analyse der erwarteten Effekte der unterschiedlichen Hinweisreizgrößen unverzichtbar.

Die Vpn absolvierten eine Sitzung mit 288 Entscheidungssituationen, die auf vier Blöcke verteilt wurden (vgl. Kapitel 6.4). Innerhalb der Blöcke wurden die Entscheidungssituationen randomisiert eingespielt. Zwischen den vier Blöcken wurde jeweils eine zweiminütige Pause eingehalten, um Gewöhnungs- und Müdigkeitseffekte zu vermeiden. Der Ablauf eines Trials war folgendermaßen angeordnet (vgl. Abbildung 5).

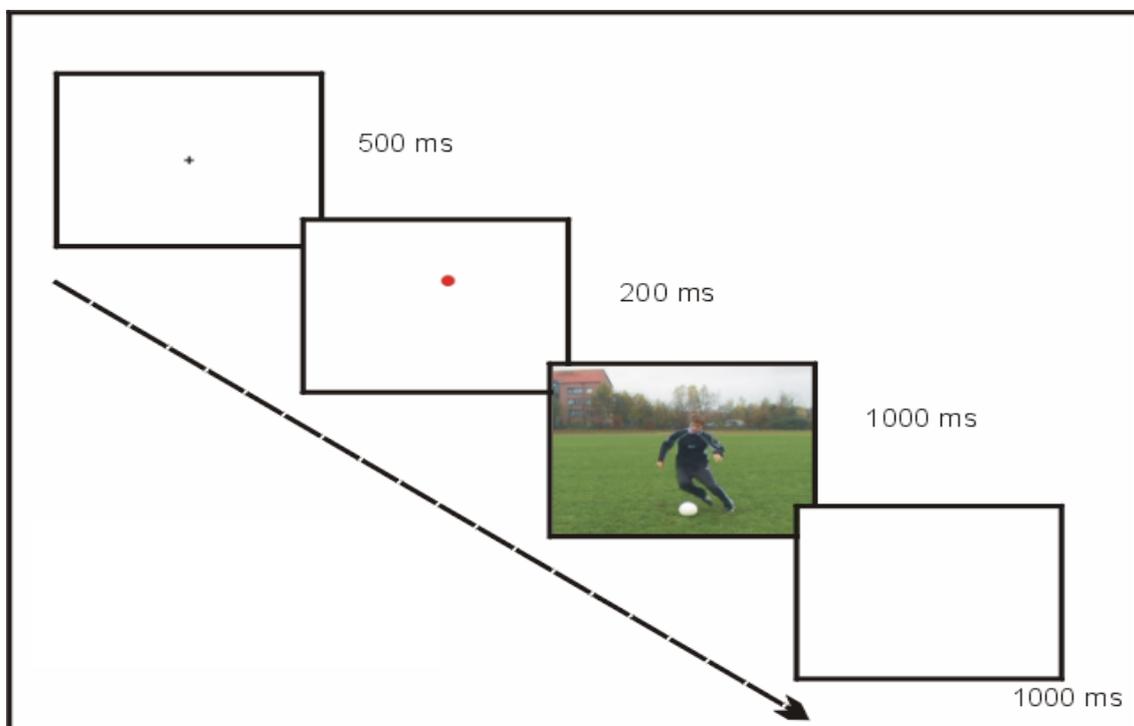


Abbildung 5. Ablauf eines Trials.

Zunächst erscheint in der Mitte des Bildschirms das schwarze Fixationskreuz vor weißem Hintergrund. Dieses Fixationskreuz verbleibt für 500 ms. Anschließend wird ein Hinweisreiz für 200 ms¹¹ präsentiert (Beispiel in Abbildung 5: Hinweisreizbedingung Kopf). Auf den Hinweisreiz folgt das Zielbild, das den Gegenspieler nach links oder rechts dribbelnd zeigt. Dieses Zielbild wird 1000 ms präsentiert. Dieser Zeitraum stellt gleichzeitig das Zeitfenster dar, in dem die Vp ihre Entscheidung durch Tastendruck eingeben kann. Um die einzelnen Trials voneinander abzugrenzen und den Vpn die Gelegenheit zu geben, sich auf ein neues Trial einzustellen, folgt auf das Zielreizbild ein informationsloser, weißer Bildschirm für 1000 ms (Intertrial-Intervall).

6.6.2 Instruktion

Die Vpn wurden zu Beginn durch den Versuchsleiter begrüßt. Anschließend füllten sie einen die Untersuchung begleitenden Fragebogen aus. Der Versuchsleiter informierte die Vpn über den Versuchsablauf (Anzahl der Blöcke, Ablauf eines Trials etc.) und die ungefähre Dauer des Experiments. Die Vpn positionierten sich bequem vor dem Laptop und lehnten ihren Kopf gegen die Kopfstütze. Der Versuchsleiter korrigierte bei Bedarf die Höhe der Kopfstütze. Die Vpn wurden durch den Versuchsleiter darauf hingewiesen, den Kopf während des gesamten Experiments gegen die Stütze zu lehnen. Darüber hinaus wurden die Vpn darauf hingewiesen, dass sie zur Eingabe ihrer Entscheidungen den Mittelfinger der linken Hand auf die Ziffer 1 und den Zeigefinger der linken Hand auf die Ziffer 2 legen sollten. Der Versuchsleiter teilte abschließend den Vpn mit, dass sie im Folgenden durch das Programm instruiert würden und sich bei Fragen jederzeit an den Versuchsleiter wenden könnten. Die Instruktion über das Programm wurde ebenfalls in E-Prime 1.1 geschrieben und wird in der Abbildung 6 dargestellt.

¹¹ Neo und Chua (2006) konnten im zweiten Experiment ihrer Studie zeigen, dass Onset-Hinweisreize mit einer sogenannten *Stimulus-Onset-Asynchrony* (SOA) von 200 ms die Aufmerksamkeit reliabel auf sich ziehen, wohingegen kürzere Präsentationszeiten diesen Effekt nicht zeigten.

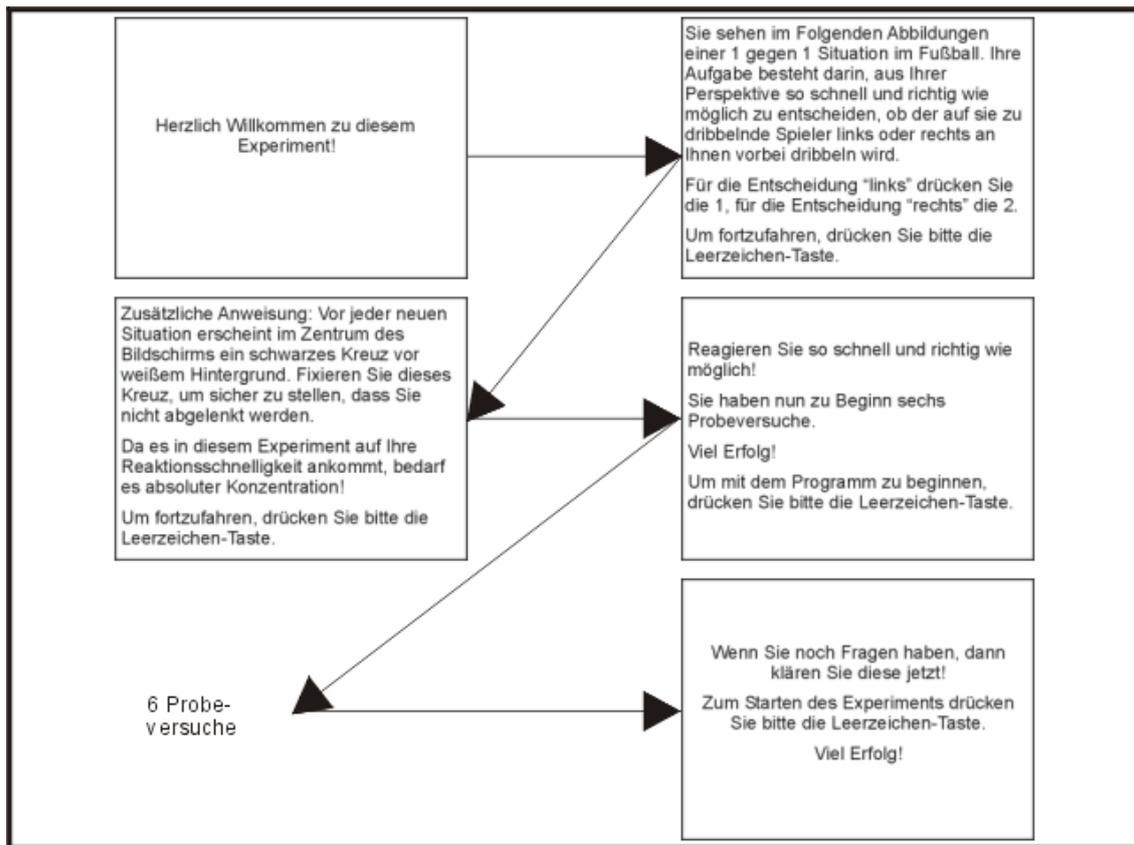


Abbildung 6. *Instruktion durch das Programm.*

Im Anschluss an die sechs Probeversuche hatten die Vpn letztmalig die Gelegenheit, Fragen zu klären. Dabei beantwortete der Versuchsleiter nur Fragen, die der korrekten Umsetzung der Instruktion dienten. Fragen bez. der theoretischen Hintergründe des Experiments wurden nicht beantwortet.

6.7 Empirische Vorhersagen (A_1 und A_2)

Die Fragestellung A (vgl. Kapitel 5) wird für 1-gegen-1 Situationen im Fußball in Experiment 1.1 in zwei empirische Vorhersagen überführt. Wenngleich die Fragestellung genuin einen technisch-methodischen Hintergrund hat, leiten sich die beiden empirischen Vorhersagen für die Aufmerksamkeitsorientierung in 1-gegen-1 Situationen im Fußball theoretisch aus bisherigen Blickbewegungsstudien und räumlichen Verdeckungsstudien ab (vgl. Kapitel 3). Sowohl A. M. Williams und Davids (1998) als auch Nagano et al. (2004) deuten ihre Ergebnisse aus 1-gegen-1 Untersuchungen dahingehend, dass sowohl Experten als auch Novizen ihre visuelle Aufmerksamkeit auf lokale Merkmale der Bewegung des Gegners richten, um so schnell und richtig wie möglich

die Richtung des Dribblings vorherzusagen. Aus diesen Befunden wird für das Experiment 1.1 die empirische Vorhersage A_1 deduziert.

Empirische Vorhersage A_1 :

Kleinere Hinweisreize (foveal/ parafoveal) werden in 1-gegen-1 Situationen zu schnelleren Antwortzeiten führen als die größeren Hinweisreize (peripher 1 & 2), die (a priori) invalide Bedingung und die Kontrollbedingung (kein Hinweisreiz), ohne negative Auswirkungen auf die Richtigkeit der Antworten.

Darüber hinaus sind die Ergebnisse bez. der Frage, welche Bewegungsmerkmale die relevanten Informationen in 1-gegen-1 Situationen im Fußball widerspiegeln, uneindeutig. A. M. Williams und Davids (1998) heben die Hüfte als wesentliche Informationsressource für die Vorhersage der Richtung des Dribblings hervor. Nagano et al. (2004) zeigen hingegen, dass Experten eher die Knie und Novizen den Ball fixieren. Auf der Basis dieser uneindeutigen Befunde wird die empirische Vorhersage A_2 folgendermaßen abgeleitet.

Empirische Vorhersage A_2 :

Kleinere Hinweisreize (foveal/ parafoveal) werden bei der Indizierung einiger Körperelemente (z. B. Hüfte) zu schnelleren Antwortzeiten führen als bei der Indizierung anderer Körperelemente (z. B. Schulter), ohne negative Auswirkungen auf die Richtigkeit der Antworten.

6.8 Ergebnisse

Aufgrund der geringen Anzahl fehlender Werte und Fehlentscheidungen (insgesamt < 4 %) werden bei den folgenden Analysen nur die Antwortzeiten für richtige Entscheidungen (96,86 %) berücksichtigt. Die Werte aller 27 Vpn fließen in die Analyse ein. Die Antwortzeiten werden durch Varianzanalysen mit Messwiederholung ausgewertet. Dabei wird bei Verletzung der Sphärizität die Huynh-Feldt-Korrektur der Freiheitsgrade angewandt.

6.8.1 Prüfung der empirischen Vorhersage A_1

Die varianzanalytische Prüfung zeigt einen signifikanten Haupteffekt auf dem Faktor Hinweisreizbedingung, $F(2.163, 56.241) = 4.723$, $p < .05$, $\eta_p^2 = .154$. Die Analyse der Kontraste zeigt für die Kontrollbedingung gegenüber allen fünf anderen Hinweisreizbe-

dingungen (invalid, peripher 2 (p2), foveal (fo), parafoveal (pf) und peripher1 (p1)) signifikant schnellere Reaktionszeiten (alle $p < .05$).



Abbildung 7. Antwortzeiten über die sechs Hinweisreizbedingungen.

Die Antwortzeiten in Folge auf kleinere Hinweisreize (foveal und parafoveal) sind weder signifikant schneller als die größeren Hinweisreize (peripher 1 und peripher 2) noch als die (a priori) invalide Bedingung und die Kontrollbedingung (vgl. Abbildung 7)¹². Die Kontrollbedingung führt im Gegenteil zu signifikant schnelleren Antwortzeiten als jede der anderen fünf Bedingungen. Daraus folgt, dass die empirische Vorhersage A_1 zu verwerfen ist.

6.8.2 Prüfung der empirischen Vorhersage A_2

Für die Prüfung der Validität von Hinweisreizen werden im Folgenden nur die vier unterschiedlichen Hinweisreizgrößen ausgewertet, jedoch weder die Kontrollbedingung noch die invalide Bedingung. Zur Begründung wird auf die Interpretation der signifikant schnelleren Reaktionszeiten der Kontrollbedingung sowie der invaliden Bedingung in der anschließenden Diskussion der Ergebnisse verwiesen.

¹² Die Datentabellen zu sämtlichen Abbildungen sind – nach Experimenten gegliedert – im Anhang einzusehen (vgl. Tabellen 4-17).

Die varianzanalytische Prüfung mit Messwiederholung zeigt weder auf dem Faktor Hinweisreizgröße, $F(2, 52) = .934, p > .05$, noch auf dem Faktor Hinweisreizlokation, $F(5, 130) = .839, p > .05$, signifikante Effekte. Darüber hinaus ist auch die Interaktion Hinweisreizgröße * Hinweisreizlokation nicht signifikant, $F(8.513, 221.334) = .720, p > .05$.

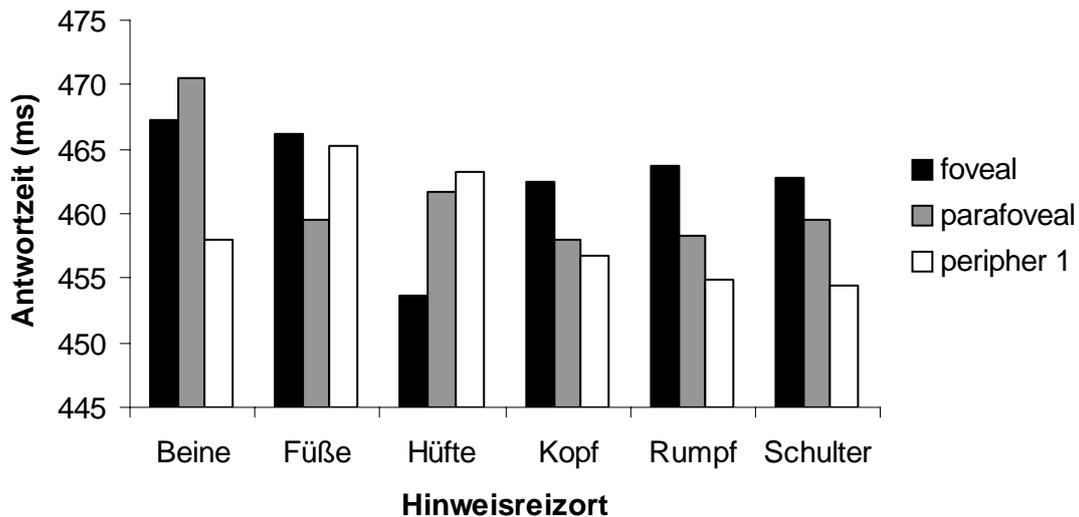


Abbildung 8. Antwortzeiten der drei kleineren Hinweisreize über die sechs Hinweisreizorte.

Darüber hinaus zeigen auch die Einzelanalysen der Antwortzeiten weder hinsichtlich der Hinweisreizgrößen (foveal, parafoveal, peripher 1, peripher 2) noch hinsichtlich der Hinweisreizorte signifikante Unterschiede. Die empirische Vorhersage A_2 ist somit ebenfalls zu verwerfen.

Allerdings zeigt sich für jede der sechs Hinweisreizformen über die vier Blöcke zu je 72 Trials ein deutlicher Gewöhnungseffekt. Die varianzanalytische Prüfung mit Messwiederholung zeigt auf dem Faktor Block signifikante Antwortzeitunterschiede, $F(1.565, 40.698) = 11.964, p < .001, \eta_p^2 = .315$, mit schnelleren Antwortzeiten in den letzten Blöcken. Auf dem Faktor Hinweisreiz zeigen sich ebenfalls signifikante Unterschiede, $F(5, 130) = 2.552, p < .05, \eta_p^2 = .089$. Die Interaktion Block * Hinweisreiz ist hingegen nicht signifikant, $F(15, 390) = 1.266, p > .05$.

6.9 Diskussion

Das Experiment 1.1 diente der Prüfung der Fragestellungen, ob sowohl die situationsadäquate Ausrichtung der visuellen Aufmerksamkeit als auch die optimale Größe des Aufmerksamkeitsfokus in 1-gegen-1 Situationen im Fußball auf der technischen Grundlage des Hinweisreizparadigmas identifizierbar bzw. messbar sind. Dabei basierte das Experiment 1.1 auf zwei ineinandergreifenden Annahmen. Zum einen wurde erwartet, dass in 1-gegen-1 Situationen kleinere Hinweisreize (foveal und parafoveal) zu schnelleren Antwortzeiten bzw. Entscheidungszeiten führen als die größeren Hinweisreize (peripher 1 und peripher 2), die (a priori) invalide Bedingung und die Kontrollbedingung (kein Hinweisreiz) (empirische Vorhersage A₁). Ausgehend von Erkenntnissen aus Blickbewegungsstudien (Nagano et al., 2004; A. M. Williams & Davids, 1998) sollte auf diese Weise gezeigt werden, dass ein kleiner visueller Aufmerksamkeitsfokus in 1-gegen-1 Situationen im Fußball für eine effiziente Entscheidungsgenerierung erfolgversprechend ist. Zum anderen wurde davon ausgegangen, dass kleinere Hinweisreize (foveal und parafoveal) bei der Indizierung vermeintlich relevanter Bewegungselemente (z. B. Hüfte, vgl. A. M. Williams & Davids, 1998) zu schnelleren Antwortzeiten führen als Hinweisreize, die vermeintlich weniger entscheidungsrelevante Merkmale indizieren (z. B. Kopf) (empirische Vorhersage A₂). Auf diese Weise sollten valide Hinweisreize identifiziert werden, die Rückschlüsse auf die Bedeutung der Ausrichtung der Aufmerksamkeit auf bestimmte Körperregionen des Gegenspielers in 1-gegen-1 Situationen zulassen. Weder die erste noch die zweite Annahme konnten durch die Auswertung der Ergebnisse des Experiments 1.1 verifiziert werden.

Hinsichtlich der ersten empirischen Vorhersage A₁ ist festzuhalten, dass nicht die kleineren Hinweisreize zu den schnellsten Reaktionszeiten führten, sondern die (a priori) invalide Bedingung und die Kontrollbedingung, in der kein Hinweisreiz präsentiert wurde. Dieses Ergebnis steht den zuvor formulierten Erwartung diametral gegenüber. Sowohl bei der (a priori) invaliden Bedingung als auch bei der Kontrollbedingung sind im Vergleich zu den vier anderen Hinweisreizbedingungen deutlich langsamere Ergebnisse erwartet worden. Die (a priori) invalide Bedingung beinhaltete Hinweisreize der Größe foveal und war im Versuchsdesign auf die vier Eckpunkte des Displays gleich verteilt. Die Annahme bestand darin, dass die Eckpunkte im Zielbild zum einen keine

Informationen für eine Entscheidungsgenerierung enthalten und zum anderen, dass es mehr Zeit benötigen würde, die exogen, d. h. automatisch durch den Hinweisreiz in die Eckpunkte gelenkte visuelle Aufmerksamkeit von dort zu lösen, um den Aufmerksamkeitsfokus dann auf informationshaltige Merkmale zu richten.

Eine mögliche Begründung für die schnelleren Antwortzeiten in dieser Bedingung gegenüber den vier Hinweisreizbedingungen (foveal, parafoveal, peripher 1 und peripher 2) könnte sein, dass die Vpn die lokale Ausrichtung des Hinweisreizes als invalid durchschauten und ihn deshalb ignorierten oder lediglich als zeitlichen Aktivierungsstimulus nutzten. Diese Begründung scheint jedoch unwahrscheinlich, da die Hinweisreize durch ihre kurzzeitige Präsenz (SOA 200 ms) den exogenen Aufmerksamkeitsmechanismus aktivierten und somit die visuelle Aufmerksamkeit unwillkürlich auf sich zogen (vgl. auch Kapitel 3.2.5). Eine tiefgehendere Begründung, um einerseits die schnellen Antwortzeiten bei der (a priori) invaliden Bedingung und andererseits die langsameren Entscheidungsleistungen in den vier Hinweisreizbedingungen (foveal, parafoveal, peripher 1 und peripher 2) zu erklären, könnte das Phänomen der sogenannten *Inhibition of return* (IOR) liefern. Diese Inhibition bedeutet, dass der visuelle Aufmerksamkeitsfokus unter bestimmten Bedingungen gehemmt wird, sich auf einen kurz zuvor beachteten Ort zu reorientieren (H. J. Müller & Krummenacher, 2002, S. 128 f.). Diese Hemmung könnte in den vier Hinweisreizbedingungen dazu geführt haben, dass der visuelle Aufmerksamkeitsfokus der Vpn für das durch den Hinweisreiz indizierte Merkmal im Zielbild kurzzeitig maskiert bzw. gehemmt war und somit schnellere Antwortzeiten verhinderte. Außerdem würde dies auch erklären, warum bei der (a priori) invaliden Bedingung schnellere Antwortzeiten resultieren. Die Vpn lösten möglicherweise ihren Aufmerksamkeitsfokus aus einem der durch den Hinweisreiz indizierten Eckpunkte des Bildschirms und sahen keine Notwendigkeit diesen zu reorientieren, sondern wandten sich direkt den informationshaltigen Merkmalen im Zielbild zu. Wenngleich H. J. Müller und Krummenacher sich dafür aussprechen, dass dieser Effekt bei SOAs auftritt, die länger als 300 ms sind (vgl. auch Gazzaniga et al., 2002, S. 253), ist nicht auszuschließen, dass dieser Effekt zu den zuvor beschriebenen Ergebnissen geführt hat. Mit der *Inhibition of return* kann allerdings nicht erklärt werden, warum die Kontrollbedingung zu den schnellsten Reaktionsleistungen führte.

Eine mögliche Erklärung für diesen Effekt liefert möglicherweise eine Studie von Jonides und Mack (1984). Jonides und Mack kritisieren die Implementierung von neutralen Hinweisreizen und insbesondere den Umgang mit neutralen Hinweisreizen hinsichtlich der Analyse der Reaktionszeitkosten und -nutzen in Studien, die mit dem Hinweisreizparadigma kognitive Prozesse auf der Basis chronometrischer Daten untersuchen. Dabei nennen Jonides und Mack verschiedene Faktoren, die die Vergleichbarkeit von neutralen mit validen und invaliden Hinweisreizen fragwürdig erscheinen lassen. Dazu zählen zwei Faktoren, die auch auf die hier implementierte Kontrollbedingung zutreffen: unterschiedliche Hinweisreizarten und Verarbeitungszeiten. Erstens werden in Experiment 1.1 unterschiedliche Arten von Hinweisreizen verwendet. Zum einen dienen rote, elliptische Flächen unterschiedlicher Größe als Hinweisreize (foveal, parafoveal, peripher 1 und peripher 2), zum anderen enthält die Kontrollbedingung keine Informationen. Für den gleichen Zeitraum sowie in gleicher Anzahl wie die Hinweisreize erscheint in der Kontrollbedingung jeweils kurzzeitig ein informationsloser, weißer Bildschirm, bevor der Zielreiz präsentiert wird. Ergo unterscheidet sich die Kontrollbedingung in der Hinweisreizart elementar von den Hinweisreizbedingungen. Zweitens geben Jonides und Mack zu bedenken, dass die Verarbeitungszeit unterschiedlicher Hinweisreize nicht ohne Weiteres als identisch betrachtet werden kann. Dieser Faktor scheint in besonderem Maße die Entscheidungsleistungen auf Zielreize in der Kontrollbedingung begünstigt zu haben. Da diese Bedingung keine visuellen Vorinformationen beinhaltete, wurden vor der Zielbildeinblendung keine Verarbeitungsprozesse initiiert. Die Vpn konnten unvermittelt auf den Zielreiz reagieren. Im Gegensatz dazu mussten in den Hinweisreizbedingungen visuelle Vorinformationen aufgenommen und verarbeitet werden, was zu längeren Antwortzeiten führte. Aus diesem Grund wurden für die weiteren Prüfungen der empirischen Vorhersagen nur die Antwortzeiten der vier Hinweisreizbedingungen (foveal, parafoveal, peripher 1 und peripher 2) herangezogen.

Neben dem Ergebnis, dass die (a priori) invalide Bedingung und die Kontrollbedingung zu den schnellsten Ergebnissen führen, zeigt die Prüfung der empirischen Vorhersage A_1 außerdem, dass die vier verschiedenen Hinweisreizgrößen (foveal, parafoveal, peripher 1 und peripher 2) nicht zu signifikanten Unterschieden in den Antwortzeiten führten (vgl. Abbildung 7). Das heißt, dass im Rahmen dieses Experiments kleine Hinweisreize in 1-gegen-1 Situationen nicht zu schnelleren Antwortzeiten führten als große

Hinweisreize. Auf der Basis dieser Daten kann somit nicht bestätigt werden, dass in 1-gegen-1 Situationen ein kleiner Aufmerksamkeitsfokus, der auf ein lokales Bewegungsmerkmal ausgerichtet wird, zu effizienteren Entscheidungen führt.

Auch die Prüfung der empirischen Vorhersage A_2 zeigt weder innerhalb der einzelnen Hinweisreizbedingungen (foveal, parafoveal, peripher 1) noch über die vier – die sechs Körperbereiche indizierenden – Hinweisreizgrößen signifikante Unterschiede in den Antwortzeiten. Das bedeutet zusammenfassend, dass die unterschiedlichen Hinweisreize über die verschiedenen Hinweisreizorte bzw. Bewegungsmerkmale betrachtet keine unterschiedlichen Effekte auf die Antwortzeiten hatten. Das heißt, dass in dieser Untersuchung nicht gezeigt werden konnte, ob z. B. die Hüfte für die Entscheidungsgenerierung in 1-gegen-1 Situationen relevantere Informationen enthält als bspw. der Kopf des Gegenspielers.

Insgesamt legt die Analyse der Ergebnisse des Experiments 1.1 die Vermutung nahe, dass die Hinweisreize eher als Distraktoren fungierten, d. h. ablenkten, als die visuelle Aufmerksamkeit unterstützend auf spezifische Merkmale des Zielbildes hinzuweisen. Das heißt zugleich, dass das Hinweisreizparadigma in diesem Experiment seine Wirkung verfehlt hat. Dies könnte an verschiedenen Faktoren liegen. Dazu zählen z. B. die Länge bzw. Kürze der Zeit zwischen der Präsentation des Hinweisreizes und der Präsentation des Zielbildes (SOA) und die Hinweisreizart (rote elliptische Flächen). Vor dem Hintergrund der empirischen Erkenntnisse bisheriger Studien (vgl. vertiefend Kapitel 3.2.5.1 und Cañal-Bruland, 2007) und der daran orientierten Gestaltung des Experiments 1.1 scheinen jedoch weder die gewählte SOA noch die Hinweisreizart als primäre Begründungen herangezogen werden zu können. Es ist wahrscheinlicher, dass eine Erklärung vielmehr darin zu sehen ist, dass das Hinweisreizparadigma in dem Experiment 1.1 durch die Modifikation in einen neuen Bezug gesetzt wurde, der die Grundannahmen des Anwendungsbereichs dieses Paradigmas übersteigt. Wie in Kapitel 3.2.5.1 dargestellt wurde, ist das Hinweisreizparadigma bisher in klassischen Reizreaktionsaufgaben angewandt worden. Das bedeutet, dass Vpn im Rahmen derartiger Experimente das Erscheinen eines vorher definierten Zielreizes mit einer vorgegebenen Reaktion beantworten. Für die Entdeckung sind visuelle Aufmerksamkeitsprozesse determinierend. Im Rahmen des Experiments 1.1 handelt es sich jedoch nicht um eine reine Signalentdeckungsaufgabe. Experiment 1.1 unterscheidet sich in mehreren Aspekten von klassi-

schen Reizreaktionsaufgaben im Rahmen von Hinweisreizparadigmastudien. Erstens gibt es in Experiment 1.1 keinen vordefinierten Zielreiz, der mit einer vorgegebenen Wahrscheinlichkeit durch einen Hinweisreiz indiziert wird. Zweitens werden die Vpn mit einem Zielbild konfrontiert, auf das sie nicht nur reagieren müssen, sondern das sie zuvor hinsichtlich der Generierung einer Entscheidung analysieren sollen. Die in Experiment 1.1 präsentierte Situation entscheidet sich vor allem hinsichtlich der notwendigen Informationsverarbeitungsprozesse elementar von einer Aufgabe, bei der durch das schnellstmögliche Drücken einer linken oder rechten Taste angegeben werden soll, ob ein Zielreiz (z. B. ein schwarzes Kreuz) in der linken oder rechten Bildschirmhälfte präsentiert wird. In Experiment 1.1 müssen Signale nicht nur entdeckt, sondern auch noch interpretiert werden. Daraus folgt, dass neben visuellen Aufmerksamkeitsprozessen zusätzlich kognitive Entscheidungsfindungsprozesse aktiviert werden. Die Akkumulation dieser verschiedenen Informationsverarbeitungsprozesse scheint ein Hauptgrund dafür zu sein, dass die Hinweisreize ihre Wirkung verfehlten.

7. Experiment 1.2

7.1 Versuchsplanung

Das Experiment 1.2 wurde parallel zum Experiment 1.1 durchgeführt. Der wesentliche Unterschied zwischen den beiden Experimenten besteht in der Komplexität der ausgewählten Spielsituationen und den damit verbundenen unterschiedlichen Annahmen bez. der Ausrichtung und Größe des visuellen Aufmerksamkeitsfokus. In Experiment 1.2 werden in Anlehnung an Höner (2005) und Vaeyens und Kollegen (2007) 3-gegen-2 Situationen (vgl. Kapitel 3.2.1) untersucht. Auch in Experiment 1.2 wird das Hinweisreizparadigma nach dem Muster des Experiments 1.1 modifiziert, um erstens die relevanten Informationen für eine effiziente Ausrichtung der visuellen Aufmerksamkeit in 3-gegen-2 Situationen im Fußball zu identifizieren und zweitens zu untersuchen, ob in 3-gegen-2 Situationen eine weite visuelle Informationsaufnahmebereitschaft im Sinne der *Zoom-Lens* Metapher mit einem größeren visuellen Aufmerksamkeitsfokus einhergeht.

Für das Experiment 1.2 werden analog zu Experiment 1.1 männliche Vereinsfußballspieler intermediären Spielniveaus rekrutiert. Jede Vp absolviert einen Entscheidungstest, der insgesamt 240 Trials enthält, die auf vier Blöcke verteilt werden. Die Aufgabe der Vpn besteht darin, nach der Präsentation eines Hinweisreizes so schnell wie möglich zu entscheiden, ob der zentrale ballführende Spieler in der im Zielreizbild abgebildeten 3-gegen-2 Situation einen Pass nach links oder rechts spielen wird. Sowohl die Richtigkeit der Antworten als auch die Antwortzeiten werden gemessen.

7.2 Stichprobe

An dem Experiment 1.2 nahmen $N=27$ männliche Vpn teil. Keine der Vpn hat am Experiment 1.1 teilgenommen. Das Durchschnittsalter der Stichprobe war zum Zeitpunkt der Untersuchung 24.45 ($SD=4.38$) Jahre. An der Untersuchung nahmen nur Fußballspieler mit einer praktischen Spielerfahrung von mindestens zehn Jahren teil (zur Begründung, vgl. Kapitel 3.1.1). Die durchschnittliche Spielerfahrung betrug 18.31 ($SD=4.29$) Jahre. Die Fußballspieler wurden aus unterklassigen bis intermediären Amateur-

mannschaften (bis Landesliga) rekrutiert und nahmen freiwillig und ohne Vergütung an der Untersuchung teil. Die Vpn hatten keine Sehfunktionsstörungen oder trugen zum Ausgleich von Weit- bzw. Kurzsichtigkeit Sehhilfen.

7.3 Vorbereitung des Stimulusmaterials

7.3.1 Hinweisreize

Die Vorbereitung des Stimulusmaterials in Experiment 1.2 unterscheidet sich von Experiment 1.1 lediglich in der Vorbereitung der Zielreize, so dass für eine Darstellung der Vorbereitung der Hinweisreize auf das Experiment 1.1 (vgl. Kapitel 6.3.1) verwiesen wird.

7.3.2 Zielreize

Um die Zielreize für das Experiment 1.2 erstellen zu können, bedurfte es der vorherigen videofilmischen Einspielung von 3-gegen-2 Situationen. Für diese Aufnahmen wurden fünf Amateurfußballspieler mit langjähriger Spielerfahrung auf intermediärem Niveau rekrutiert. Diese Spieler waren zum Zeitpunkt der Untersuchung zwischen 21 und 29 Jahre alt. Die Aufzeichnungen wurden mit einer Videokamera des Typs Sony DCR-TRV 950E gemacht. Die Videoaufnahme erfolgte auf einem Rasenplatz (städtische Sportanlage in Münster-Roxel). Die Kamera wurde auf der 16-m-Linie in einer Höhe von 1.70 m positioniert. Diese Höhe spiegelt eine spieltypische Perspektive des verteidigenden Spielers wider. Der in Ballbesitz befindliche zentrale Angreifer startete den Angriff ca. 27 m vor der Kamera. Die beiden Verteidiger sowie der linke und rechte Angreifer, die als Anspielstationen für die Angriffssituation fungierten, befanden sich ca. 13 m vor der Kamera. Diese gewählten Abstände spiegeln in den letztlich ausgewählten Bildsequenzen eine reale Abbildung einer für das Fußballspiel typischen 3-gegen-2 Situation wider.



Abbildung 9. *Typische 3-gegen-2 Entscheidung (richtige Antwort: links).*

Der in Ballbesitz befindliche Spieler wurde angewiesen, aus einer Entfernung von ungefähr 27 m zur Kamera geradlinig auf diese zuzudribbeln und nach fünf bis sechs Dribbelschritten den Pass zu einem freistehenden Mitspieler zu spielen. Der linke und rechte Angreifer wurden instruiert, sich auf den Außenbahnen für ein Anspiel anzubieten. Die beiden Verteidiger (ca. 10 m vor der Kamera startend) wurden hingegen angewiesen, jeweils eine der beiden äußeren Positionen zu decken und den ballführenden Spieler unter Druck zu setzen (vgl. Abbildung 9).

Diese Situationen wurden in vier verschiedenen Trikotfarben (blau, gelb, grau und grün) der Angreifer jeweils sechzehn Mal durchgeführt. Die beiden verteidigenden Spieler trugen stets schwarze Trikots. Dabei ergab sich jeweils acht Mal die richtige Entscheidung „Pass nach links“ und acht Mal die Entscheidung „Pass nach rechts“. Der ballführende Spieler blieb dabei stets identisch, wohingegen die Angreifer und Verteidiger untereinander die Positionen tauschten. Die insgesamt 64 Aufnahmen wurden anschließend mit der Software Adobe Premiere Pro bearbeitet. Die Videos der 3-gegen-2 Situationen wurden von der Kamera auf eine Festplatte gespielt und so geschnitten, dass

stets das letzte Einzelbild vor der Ballabgabe bzw. dem Pass das Video beendete. Das bedeutet, dass die Vpn keine Informationen über die Trajektorie des Balls erhielten, da sonst offensichtliche Informationen über die Passrichtung im Bildmaterial zu extrahieren gewesen wären. Aus den 64 Videos wurden anschließend die 64 letzten Einzelbilder entnommen. Diese Einzelbilder wurden ebenso wie die Hinweisreize als *bitmaps* mit dem Format 640/480 Pixel in CorelDRAW 9 erstellt und gespeichert. Für das Experiment wurden letztlich acht 3-gegen-2 Situationen ausgewählt, wobei jede der vier Trikotfarben mit jeweils einer Entscheidung „Pass nach rechts“ und „Pass nach links“ berücksichtigt wurde.

7.4 Programmierung des Experiments

Nach der Vorbereitung der Stimuli wurde das Programm für Experiment 1.2 in E-Prime 1.1 geschrieben. Auf der Grundlage des experimentellen Designs wurde das Programm folgendermaßen festgelegt.

Das Programm beinhaltet 240 Entscheidungssituationen. Diese 240 Entscheidungssituationen werden ebenso wie in Experiment 1.1 zur Vermeidung von Müdigkeitseffekten auf vier Blöcke mit je 60 Trials verteilt. Grundlage für die Gesamtzahl der Trials ist die Kombination der jeweiligen Hinweisreize mit den acht Zielreizabbildungen. Dabei sind sechs verschiedene Hinweisreizbedingungen zu berücksichtigen: fovealer Hinweisreiz, parafovealer Hinweisreiz, peripherer 1 Hinweisreiz, peripherer 2 Hinweisreiz, (a priori) invalider Hinweisreiz und eine Kontrollbedingung (kein Hinweisreiz). Die ersten vier Hinweisreize sind in Kapitel 6.3.1 hinsichtlich ihrer Beschaffenheit beschrieben. In der Kontrollbedingung erscheint in gleichem zeitlichen Ausmaß wie in den anderen Hinweisreizbedingungen eine weiße Hintergrundfläche ohne Hinweisreiz. In der Bedingung (a priori) invalider Hinweisreiz erscheint der foveale Hinweisreiz gleichverteilt in den vier Eckpunkten des Displays. In diesen Eckpunkten sind keine relevanten Informationen zu extrahieren, so dass diese Hinweisreize a priori als invalid bezeichnet werden können. Jede dieser sechs Hinweisreizbedingungen erscheint insgesamt 40 Mal. Dabei sind die jeweils 120 Pässe nach rechts bzw. Pässe nach links sowohl auf die Hinweisreizbedingungen als auch auf die vier Blöcke gleichverteilt.

Unter Berücksichtigung der Zielstellung, die relevanten Informationen für die Entscheidung in der 3-gegen-2 Situation zu lokalisieren, werden die Hinweisreize innerhalb der jeweiligen Bedingung an fünf verschiedenen Orten (Breite [Pixel]/ Höhe [Pixel]) zentriert. Diese Orte¹³ sind (von links nach rechts): Der linke Angreifer, der Raum zwischen linkem Angreifer und dem zentralen ballführenden Spieler, der zentrale ballführende Spieler, der Raum zwischen dem zentralen ballführenden Spieler und dem rechten Angreifer und der rechte Angreifer. Für jedes der acht unterschiedlichen Zielreizbilder wurde die Lokalisation der Hinweisreize individuell ermittelt (analog zu Experiment 1.1).

Allerdings gilt dies nicht für alle Hinweisreizbedingungen. Weder für die Kontrollbedingung noch für die (a priori) invalide Bedingung ist eine Kopplung an Spieler bzw. Räume zwischen Spielern möglich. Außerdem konnte auch für den peripheren 2 Hinweisreiz eine derartige Kopplung nicht erfolgen, da dieser Hinweisreiz mit seiner Größe von 480/360 Pixel den Großteil des Bildschirms abdeckt. Der Mittelpunkt dieses Hinweisreizes ist identisch mit dem Mittelpunkt des Bildschirms.

7.5 Variablen

Im Experiment 1.2 werden als abhängige Variablen zum einen die Antwortzeiten (AV_1) und zum anderen die Richtigkeit der Antworten (AV_2) erhoben. Das Versuchsdesign ist derart gestaltet, dass der Faktor Hinweisreizbedingung (UV_A) die sechsfach gestufte Variation der Art bzw. Größe der Hinweisreize abbildet und der Faktor Hinweisreizort (UV_B) die fünffach gestufte Variation der durch die Hinweisreize indizierten Spieler bzw. Räume zwischen Spielern widerspiegelt.

¹³ Diese Hinweisreizorte wurden auf der Basis bisheriger Befunde aus Blickbewegungsstudien und räumlichen Verdeckungsstudien ausgewählt. Während einige Studien nahe legen, dass Blicksprünge eher auf einzelne Spieler gerichtet sind (vgl. Höner, 2006), deuten andere Studien an, dass der Aufmerksamkeitsfokus eher auf andere Bereiche z. B. zwischen den Spielern (A. M. Williams & Davids, 1998) ausgerichtet wird (vgl. Kapitel 3.2.1).

7.6 Versuchsdurchführung

7.6.1 Versuchsablauf

Der Versuchsablauf des Experiments 1.2 gleicht dem Ablauf des Experiments 1.1. Die Unterschiede sind den Punkten 7.3 und 7.4 zu entnehmen.

7.6.2 Instruktion

Die Instruktion erfolgte analog der Instruktion in Experiment 1.1. Der einzige Unterschied ist in der zweiten Folie der computerbasierten Instruktion zu konstatieren (vgl. Abbildung 6). Hier wurden die Vpn im Gegensatz zu Experiment 1.1 folgendermaßen instruiert: „Sie sehen im Folgenden Abbildungen einer ‚3 gegen 2‘ Situation im Fußball. Ihre Aufgabe besteht darin, aus Ihrer Perspektive so schnell und richtig wie möglich zu entscheiden, ob der ballführende Spieler den Angriff über links oder rechts aufbaut. Für die Entscheidung "links" drücken Sie die "1", für die Entscheidung "rechts" die "2". Um fortzufahren, drücken Sie bitte die Leerzeilentaste!“

7.7 Empirische Vorhersagen (A_3 , A_4 und A_4')

Die Fragestellung A (vgl. Kapitel 5) wird für 3-gegen-2 Situationen im Fußball in Experiment 1.2 in drei empirische Vorhersagen überführt. Die Vorhersagen leiten sich theoretisch aus bisherigen Blickbewegungsstudien und räumlichen Verdeckungsstudien ab (vgl. Kapitel 3.2). Sowohl A. M. Williams et al. (1994) als auch Höner (2005) zeigen, dass erfahrene Fußballspieler sich durch eine extensivere Suche bzw. weite Informationsaufnahmebereitschaft in offenen Spielsituationen (z. B. 3-gegen-2 Situationen) auszeichnen. Es wird vermutet, dass diese weite Informationsaufnahmebereitschaft im Sinne der *Zoom-Lens* Metapher einen größeren visuellen Aufmerksamkeitsfokus bedingt, so dass sich die empirische Vorhersage A_3 folgendermaßen ableitet.

Empirische Vorhersage A_3 :

Größere Hinweisreize (peripher 1 und peripher 2) werden in 3-gegen-2 Situationen zu schnelleren Antwortzeiten führen als die kleineren Hinweisreize (foveal und parafoveal), die (a priori) invalide Bedingung und die Kontrollbedingung (kein Hinweisreiz), ohne negative Auswirkungen auf die Richtigkeit der Antworten.

Darüber hinaus wird angenommen, dass die Antwortzeiten kürzer sind, wenn der Hinweisreiz die visuelle Aufmerksamkeit in diejenige Richtung lenkt, die mit der vorherzusagenden Passrichtung übereinstimmt (valide Hinweisreize bzw. kongruente Bedingung). Hingegen wird erwartet, dass die Antwortzeiten länger sind, wenn der Hinweisreiz die Aufmerksamkeit in die entgegengesetzte Richtung lenkt (invalide Hinweisreize bzw. inkongruente Bedingung; vgl. auch Kapitel 3.2.5.1). Diese Annahme leitet sich aus der *Spotlight*-Metapher ab (vgl. Kapitel 2.3.1). Die empirische Vorhersage A₄ lautet deshalb wie folgt.

Empirische Vorhersage A₄:

Größere Hinweisreize (peripher 1) werden bei der Indizierung von Bereichen der validen Hemisphäre (Spieler bzw. Räume zwischen Spielern) zu schnelleren Antwortzeiten führen als die kleineren Hinweisreize (foveal und parafoveal), die (a priori) invalide Bedingung und die Kontrollbedingung (kein Hinweisreiz), ohne negative Auswirkungen auf die Richtigkeit der Antworten.

Auf der Basis der Befunde, dass geübte Fußballspieler in komplexeren Spielsituationen eher visuelle *pivots* (Ripoll, 1988) ausrichten, um möglichst ökonomisch mit einer einzelnen Fixation z. B. zwischen relevanten Merkmalen möglichst viele Informationen peripher verarbeiten zu können (vgl. auch Helsen & Pauwels, 1993), wird darüber hinaus in Anlehnung an die empirische Vorhersage A₄ vermutet, dass auch in 3-gegen-2 Situationen im Fußball, die Ausrichtung eines größeren visuellen Aufmerksamkeitsfokus auf einen Bereich zwischen relevanten Informationen zu den schnellsten Entscheidungszeiten führt (vgl. Empirische Vorhersage A₄).

Empirische Vorhersage A₄:

Die Indizierung durch den Hinweisreiz (peripher 1) des Raumes zwischen dem zentralen Angreifer und dem Außenangreifer in der validen bzw. kongruenten Hinweisreizbedingung führt zu den schnellsten Antwortzeiten.

7.8 Ergebnisse

Aufgrund der geringen Anzahl fehlender Werte und Fehlentscheidungen (insgesamt < 13 %) werden bei den folgenden Analysen nur die Antwortzeiten für richtige Entscheidungen (87.35 %) berücksichtigt. Darüber hinaus wurden vier der 27 Vpn deselektiert, d. h. nicht für die weitere Analyse berücksichtigt, da deren Summe aus fehlenden Wer-

ten und der durchschnittlichen Fehlerrate mehr als 55% beträgt. Somit fließen ausschließlich die Antwortzeiten der 23 verbleibenden Vpn in die Datenanalyse ein. Die Antwortzeiten werden durch Varianzanalysen mit Messwiederholung ausgewertet. Dabei wird bei Verletzung der Sphärizität die Huynh-Feldt-Korrektur der Freiheitsgrade angewandt.

7.8.1 Prüfung der empirischen Vorhersage A₃

Die varianzanalytische Prüfung mit Messwiederholung zeigt einen signifikanten Haupteffekt auf dem Faktor Hinweisreiz, $F(5, 110) = 2.676$, $p < .05$, $\eta_p^2 = .108$. Die Analyse der Kontraste zeigt für die a priori invalide Bedingung gegenüber den Bedingungen (peripher 2, foveal und parafoveal) signifikant langsamere Reaktionszeiten ($p < .05$). Gleiches gilt für die Kontrollbedingung gegenüber der fovealen und parafovealen Bedingung.

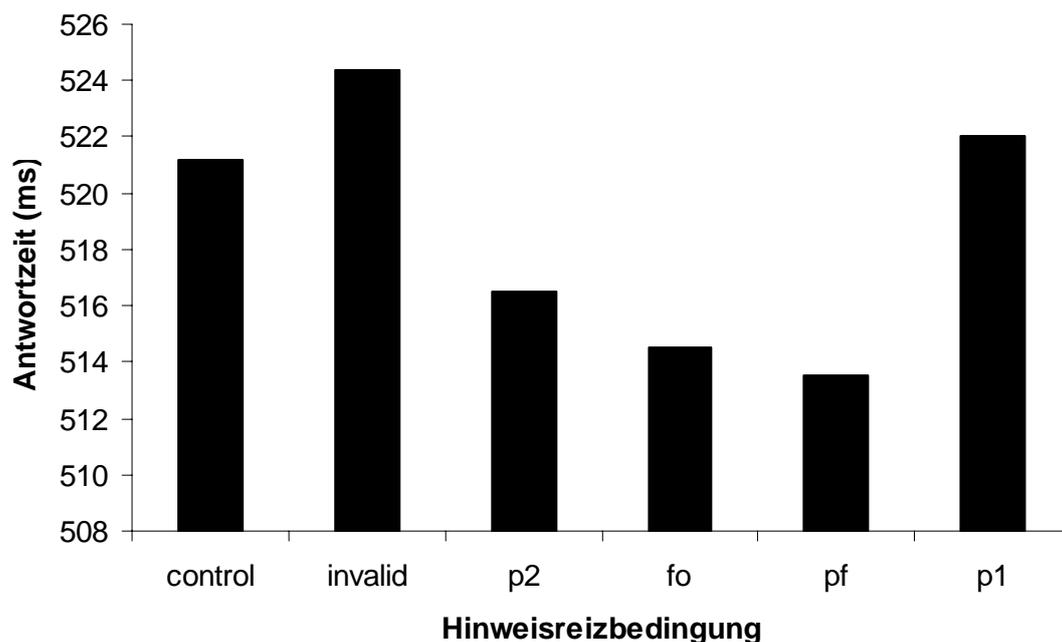


Abbildung 10. Antwortzeiten über die sechs Hinweisreizbedingungen.

Die größeren Hinweisreize (peripher 1 und peripher 2) führen insbesondere im Vergleich zu den kleineren Hinweisreizen (foveal und parafoveal) nicht zu signifikant schnelleren Antwortzeiten. Damit ist die empirische Vorhersage A₃ zu verwerfen.

7.8.2 Prüfung der empirischen Vorhersagen A₄ und A₄'

Für die Prüfung der Validität von Hinweisreizen werden im Folgenden nur die vier unterschiedlichen Hinweisreizgrößen ausgewertet, jedoch weder die Kontrollbedingung noch die invalide Bedingung (für eine Begründung, vgl. Diskussion des Experiments 1.1).

Die varianzanalytische Prüfung mit Messwiederholung zeigt sowohl auf dem Faktor Hinweisreizgröße $F(2, 44) = 3.195, p = .051, \eta_p^2 = .127$, als auch auf dem Faktor Hinweisreizlokation, $F(4, 88) = 2.413, p = .055, \eta_p^2 = .099$, tendenziell signifikante Antwortzeitunterschiede. Die Interaktion Hinweisreizgröße * Hinweisreizlokation ist jedoch nicht signifikant, $F(8, 176) = 1.236, p > .05$.

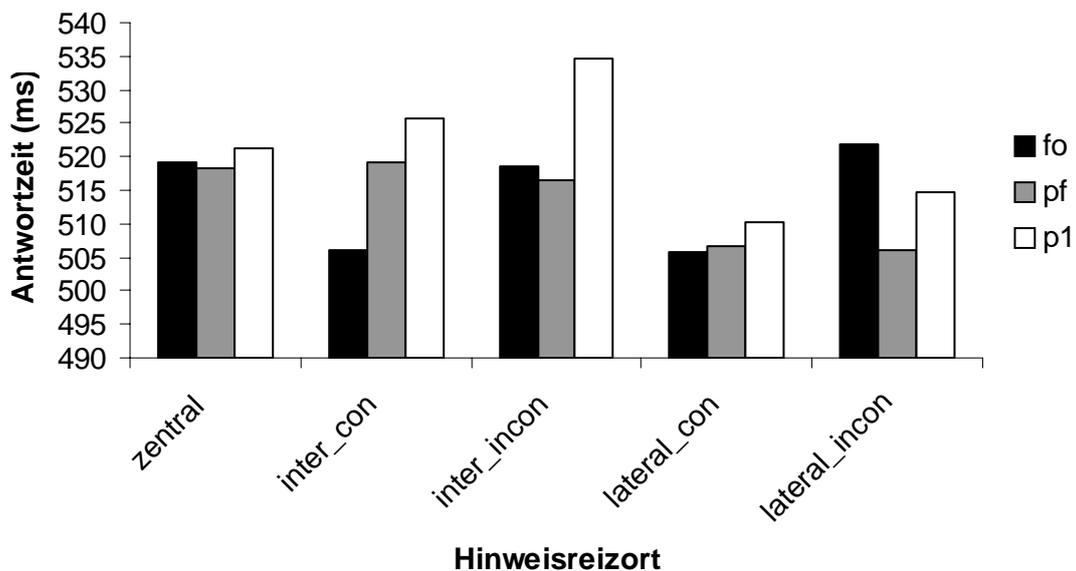


Abbildung 11. Antwortzeiten der drei kleineren Hinweisreize über die fünf Hinweisreizorte.

Die Unterschiede zwischen den Hinweisreizgrößen (foveal, parafoveal und peripher 1) sind tendenziell signifikant. Allerdings sind die Antwortzeiten bei Hinweisreizen des Typs peripher 1 entgegen der empirischen Vorhersage weder in validen noch in invaliden Durchgängen signifikant schneller als die kleineren Hinweisreize (foveal und parafoveal). Daraus folgt, dass die empirische Vorhersage A₄ abzulehnen ist. Dies wird auch durch die Einzelanalysen bestätigt. Weder hinsichtlich der Hinweisreizgrößen (foveal, parafoveal, peripher 1 und peripher 2) noch hinsichtlich der Hinweisreizorte zeigen sich signifikante Unterschiede hinsichtlich der Antwortzeiten.

Außerdem verdeutlicht Abbildung 11, dass der Hinweisreiz peripher 1 (p1) nicht zu den schnellsten Antwortzeiten führt, wenn dieser den Raum zwischen dem zentralen ballführenden Spieler und dem valid anzuspielenden Angreifer (vgl. Abbildung 11; Bedingung *inter_con* [= Zwischenraum_kongurent]) indiziert.

Darüber hinaus zeigt die varianzanalytische Prüfung einen signifikanten Effekt auf dem Faktor Hinweisreizposition (inter [Zwischenraum], lateral [Außenangreifer] und zentral [zentraler Angreifer]; vgl. Abbildung 12), $F(2, 44) = 3.509$, $p < .05$, $\eta_p^2 = .138$.



Abbildung 12. Antwortzeiten über die drei Hinweisreizpositionen.

Das heißt, dass generell die Hinweisreize, die einen Außenangreifer indizierten, zu schnelleren Antwortzeiten führten als diejenigen, die zentral oder in den Zwischenräumen präsentiert wurden. Daraus folgt zusammenfassend, dass auch die empirische Vorhersage A_4 abzulehnen ist.

Auch in Experiment 1.2 zeigt sich ein Gewöhnungseffekt über die vier Blöcke. Die varianzanalytische Prüfung mit Messwiederholung zeigt auf dem Faktor Block $F(3, 66) = 32.784$, $p < .001$, $\eta_p^2 = .589$, signifikante Antwortzeitunterschiede mit schnelleren Antwortzeiten in den letzten Blöcken. Der Faktor Hinweisreiz erreicht das Signifikanz-

niveau $p < .05$ nicht, $F(4.328, 95.224) = 2.057$, $p = .087$, $\eta_p^2 = .086$. Die Interaktion Block * Hinweisreiz ist hingegen signifikant, $F(15, 330) = 2.319$, $p < .01$, $\eta_p^2 = .095$.

7.9 Diskussion

Das Experiment 1.2 diente der Prüfung der Fragestellungen, ob sowohl die situationsadäquate Ausrichtung der visuellen Aufmerksamkeit als auch die optimale Größe des Aufmerksamkeitsfokus in 3-gegen-2 Situationen im Fußball auf der technischen Grundlage des Hinweisreizparadigmas identifizierbar bzw. messbar sind. Dabei basierte Experiment 1.2 auf zwei ineinandergreifenden Annahmen. Zum einen wurde angenommen, dass in 3-gegen-2 Situationen größere Hinweisreize (peripher 1 und peripher 2) zu schnelleren Antwortzeiten führen als die kleineren Hinweisreize (foveal und parafoveal), die (a priori) invalide Bedingung und die Kontrollbedingung (kein Hinweisreiz) (empirische Vorhersage A₃). Anhand der Prüfung dieser Annahme sollte gezeigt werden, welche Größe des visuellen Aufmerksamkeitsfokus in 3-gegen-2 Situationen im Fußball für eine effiziente Entscheidungsgenerierung erfolgversprechend ist. Zum anderen wurde erwartet, dass größere Hinweisreize (peripher 1) in der validen bzw. kongruenten Hinweisreizbedingung zu schnelleren Antwortzeiten führen als kleinere Hinweisreize (foveal und parafoveal), (a priori) invalide Hinweisreize und die Kontrollbedingung (empirische Vorhersage A₄). Auf diese Weise sollten valide Hinweisreize identifiziert werden, die Rückschlüsse auf die Bedeutung der Ausrichtung und der adäquaten Größe des Aufmerksamkeitsfokus in 3-gegen-2 Situationen zulassen. Darüber hinaus wurde in der empirischen Vorhersage A₄ angenommen, dass bei der Indizierung des Raumes zwischen dem zentralen Angreifer und dem Außenangreifer in der validen Hemisphäre durch den Hinweisreiz (peripher 1) die schnellsten Antwortzeiten resultieren. Keine der drei empirischen Vorhersagen konnte durch die Auswertung der Ergebnisse des Experiments 1.2 verifiziert werden.

Hinsichtlich der ersten empirischen Vorhersage A₃ ist zunächst festzuhalten, dass sich die Antwortzeiten hinsichtlich der sechs Hinweisreizbedingungen signifikant unterscheiden. Im Gegensatz zu den Ergebnissen aus Experiment 1.1 verhält sich die (a priori) invalide Bedingung mit einer Einschränkung hypothesenkonform. Das heißt, dass die Antwortzeiten in den Bedingungen (peripher 2, foveal und parafoveal) signifikant

schneller sind als in der (a priori) invaliden Bedingung. Außerdem sind die Antwortzeiten in Durchgängen mit fovealen und parafovealen Hinweisreizen signifikant schneller als die Kontrollbedingung. Da aber die drei Bedingungen (peripher 2, foveal und parafoveal) nicht zu signifikant unterschiedlichen Antwortzeiten führten und darüber hinaus der Hinweisreiz peripher 1 deutlich langsamere Antwortzeiten nach sich zieht (vergleichbar mit der Kontrollbedingung und der (a priori) invaliden Bedingung, vgl. Abbildung 10), ist die empirische Annahme A_3 zu verwerfen. Daraus ist zu schließen, dass die größeren Hinweisreize, die einen weiten visuellen Aufmerksamkeitsfokus aktivieren, in 3-gegen-2 Situationen nicht zu schnelleren Antwortzeiten führen als kleinere Hinweisreize. Dieses Ergebnis könnte ein Indiz dafür sein, dass die aus Blickbewegungsstudien abgeleiteten Erkenntnisse, dass in 3-gegen-3 Situationen spezifische Bereiche (insbesondere Bereiche zwischen den Spielern) fixiert und beachtet werden, um effizient zu entscheiden (vgl. A. M. Williams et al., 1994), auch auf die Ausrichtung und Anpassung der Größe des Aufmerksamkeitsfokus zu übertragen sind. Demnach würde ein kleinerer visueller Aufmerksamkeitsfokus im Sinne der *Spotlight*-Metapher auch in 3-gegen-2 Situationen effektiv sein, wenn er entweder auf einen spezifischen informativen Bereich gerichtet ist, oder aber, was wahrscheinlicher ist, sukzessive auf informationshaltige Merkmale orientiert wird. Diese Deutung kann anhand der Analyse der empirischen Vorhersage A_4 vertieft werden.

Sowohl bez. der drei Hinweisreizgrößen (foveal, parafoveal und peripher 1) als auch bez. der fünf Hinweisreizorte sind tendenziell signifikante Unterschiede in den Antwortzeiten zu konstatieren. Dabei zeigt sich, dass die beiden kleineren Hinweisreize (foveal und parafoveal) sowohl in den räumlich validen (Hinweisreiz kongruent zur korrekten Entscheidung) als auch den räumlich invaliden (Hinweisreiz inkongruent zur korrekten Entscheidung) Hinweisreizdurchgängen zu schnelleren Reaktionen führten als der Hinweisreiz peripher 1. Dieses Ergebnis widerspricht der empirischen Vorhersage A_4 , die somit abgelehnt wird. Außerdem zeigt auch die Prüfung der empirischen Vorhersage A_4 , dass der Hinweisreiz peripher 1 auch nicht in denjenigen Situationen, in denen er den Raum zwischen dem Außenspieler und dem zentralen Spieler valide indiziert, zu signifikant schnelleren Antwortleistungen führt als die kleineren Hinweisreize (vgl. Abbildung 11). Die Ergebnisse zeigen darüber hinaus, dass generell schnellere Antwortzeiten resultierten, wenn der Hinweisreiz einen Außenangreifer indizierte. Die

Antwortzeiten waren in den Durchgängen, in denen der Hinweisreiz zentral oder in den Zwischenräumen präsentiert wurde, im Vergleich zur Indizierung der Außenpositionen signifikant langsamer. Daraus folgt, dass auch die empirische Vorhersage A_4' zu verwerfen ist.

Die Prüfungen der empirischen Vorhersagen A_4 und A_4' zeigen somit ebenfalls, dass größere Hinweisreize bzw. größere Aufmerksamkeitsfoki in 3-gegen-2 Situationen unabhängig vom indizierten Ort nicht zu schnelleren Antwortleistungen führen. Die in der Diskussion der empirischen Vorhersage A_3 geäußerte Vermutung, dass dieses Ergebnis ein Indiz dafür sein könnte, dass ein kleinerer visueller Aufmerksamkeitsfokus im Sinne der *Spotlight*-Metapher auch in 3-gegen-2 Situationen effektiver für die Entscheidungs-generierung sein könnte, scheint durch die weiteren Ergebnisse gestützt zu werden. Allerdings zeigen die Ergebnisse im Gegensatz zu Ripoll (1988) und Helsen und Pauwels (1993), dass die schnellsten Antwortzeiten nicht resultieren, wenn Zwischenräume zwischen relevanten Spielern indiziert werden, sondern wenn der Ort des korrekterweise anzuspielenden Außenspielers durch den Hinweisreiz angedeutet wird. Dieses Ergebnis deckt sich eher mit den Blickbewegungsmustern, die Höner (2005) aufzeigen konnte. Höner konnte in seiner Studie zeigen, dass der ballführende Spieler in offensiven 3-gegen-2 Situationen vor allem Blicksprünge zwischen den beiden Außenangreifern macht, um zu entscheiden, zu welchem der beiden Angreifer ein Pass möglich ist.

Da weder in Experiment 1.1 noch in Experiment 1.2 eine der empirischen Vorhersagen bestätigt werden konnte, scheint das Hinweisreizparadigma weder die situationsadäquate Ausrichtung der visuellen Aufmerksamkeit noch die optimale Größe des Aufmerksamkeitsfokus in sportartspezifischen Entscheidungsprozessen identifizieren zu können. Aus technisch-methodischer Perspektive scheidet diese Methode deshalb aus, um zukünftig Aufmerksamkeitsprozesse in sportartspezifischen Entscheidungsprozessen zu untersuchen. Im Folgenden wird zusätzlich ein Kontrollexperiment (Experiment 1.3) durchgeführt, um zu untersuchen, aus welchen Gründen das Hinweisreizparadigma nicht die erwarteten Effekte zeigte. In Experiment 1.3 wird die in der Diskussion des Experiments 1.1 geäußerte Vermutung überprüft, dass die Modifikation des Hinweisreizparadigmas den ursprünglichen Anwendungsbereich übersteigt. Auf der Basis der vorliegenden Ergebnisse wird vermutet, dass nicht die Implementierung sportartspezifischer Zielreizbilder ein Problem für die vorliegende Hinweisreizparadigmastudie dar-

stellt, sondern dass es aufgrund der Modifikation zu Konfundierungen der ursprünglich reinen Signalentdeckungsaufgabe mit der hier zusätzlich integrierten Entscheidungssituation kommt (vgl. Diskussion Experiment 1.1). Sollte sich die Vermutung bestätigen, kann abschließend daraus geschlossen werden, dass das Hinweisreizparadigma zwar einerseits prinzipiell geeignet ist, um auch in sportartspezifischen Situationen bzw. Zielreizbildern Hinweisreizeffekte bei der Entdeckung von spezifischen Zielreizen zu produzieren. Andererseits müsste aus technisch-methodischer Perspektive festgehalten werden, dass in sportartspezifischen Entscheidungsprozessen auf der Grundlage des Hinweisreizparadigmas weder die Größe noch die Ausrichtung des Aufmerksamkeitsfokus identifiziert werden kann.

8. Experiment 1.3

8.1 Versuchsplanung

Aufgrund der nicht hypothesenkonformen Ergebnisse in den Experimenten 1.1 und 1.2 und der möglichen Begründungen für das nicht Eintreten der vorhergesagten Effekte (vgl. Diskussionen der Experimente 1.1 und 1.2) wird das Experiment 1.3 als methodische Kontrollstudie durchgeführt. Aufgrund der naheliegenden Vermutung, dass im Gegensatz zu klassischen Hinweisreizstudien in den Experimenten 1.1 und 1.2 aufgrund der Aufgabenstruktur sowie der Gestaltung der Zielreizbilder komplexere kognitive Verarbeitungsprozesse aktiviert wurden, soll in Experiment 1.3 die Aufgabenstruktur in eine klassische Reizreaktionsaufgabe (vgl. Kapitel 3.2.5.1) abgewandelt werden. Auf diese Weise soll abgesichert werden, dass die nicht hypothesenkonformen Ergebnisse der Experimente 1.1 und 1.2 nicht auf das prinzipielle methodische Design der Experimente (z. B. Hinweisreize, Zielreizbilder, SOAs etc.) zurückzuführen sind, sondern auf die durch die Entscheidungssituation notwendigen höheren kognitiven Verarbeitungsprozesse (zu den kognitiven Verarbeitungsstufen in Entscheidungsprozessen, vgl. Tenenbaum, 2003). Daraus könnte geschlossen werden, dass das Hinweisreizparadigma in der traditionellen Form nicht auf sportartspezifische Entscheidungsprozesse zu übertragen ist und innovative Weiterentwicklungen des Paradigmas notwendig sind, um es für die Generierung von sportartspezifischen Entscheidungsprozessen nutzbar zu machen.

Die Versuchsplanung des Experiments 1.3 hebt sich von der Versuchplanung der Experimente 1.1 und 1.2 ab, da hier keine Modifikation bzw. Inversion des Paradigmas vorliegt, sondern das klassische Hinweisreizparadigma im Sinne einer Signalentdeckungsaufgabe die Hinweisreizeffekte nachweisen soll. Um zu zeigen, dass das Ausbleiben der Effekte in den Experimenten 1.1 und 1.2 ausschließlich auf die Art der Informationsverarbeitung und Entscheidungsgenerierung zurückzuführen ist, wird die gesamte methodische Struktur der Experimente 1.1 und 1.2 beibehalten. Um den Aufgabencharakter zu verändern, werden lediglich schwarze Zielreize (Rechtecke) in die ursprünglichen Zielbilder implementiert (für ein Beispiel, vgl. Abbildung 13). Die Aufgabe besteht somit nunmehr darin, so schnell wie möglich zu entscheiden, ob der Zielreiz in der linken oder rechten Hemisphäre des Bildschirms erscheint.

Für das Experiment 1.3 werden 20 Sportstudentinnen und -studenten rekrutiert. Jede Vpn absolviert einen Signalentdeckungstest, der insgesamt 320 Trials enthält, die auf vier Blöcke verteilt werden. Die Aufgabe der Vpn besteht darin, nach der Präsentation eines Hinweisreizes so schnell wie möglich auf die links- oder rechtsseitige Präsentation eines prädefinierten Zielreizes zu reagieren, der in ein sportartspezifisches Zielreizbild implementiert wird. Sowohl die Richtigkeit der Antworten als auch die Reaktionszeiten werden gemessen.

8.2 Stichprobe

An dem Experiment 1.3 nahmen $N=20$ weibliche ($n=5$) und männliche ($n=15$) Vpn teil. Das Durchschnittsalter der Stichprobe war zum Zeitpunkt der Untersuchung 24.85 ($SD=3.39$) Jahre. Bei den Vpn handelte es sich um Studierende der WWU Münster. Die Teilnahme erfolgte auf freiwilliger Basis. Die Vpn hatten keine Sehfunktionsstörungen oder trugen zum Ausgleich von Weit- bzw. Kurzsichtigkeit Sehhilfen.

8.3 Vorbereitung des Stimulusmaterials

Sowohl die Hinweisreizorte als auch die Zielreize wurden im Vergleich zu den Experimenten 1.1 und 1.2 verändert. Im Folgenden werden diese Veränderungen kurz skizziert.

8.3.1 Hinweisreize

Die Hinweisreize in Experiment 1.3 sind mit den Hinweisreizen aus Experiment 1.1 und 1.2 identisch. Lediglich die Hinweisreizorte wurden verändert. Während der peripher 2 Hinweisreiz (480/360 Pixel; ca. $30^\circ/24^\circ$ des Blickfeldes) sein Zentrum stets in der Mitte des Bildschirm hat und einen Großteil des Bildschirms verdeckt (vgl. Experimente 1.1 und 1.2), erscheinen die drei kleineren Hinweisreize (foveal, parafoveal und peripher 1; vgl. Kapitel 6.3.1) auf den Eckpunkten eines imaginären, d. h. nicht sichtbaren Quadrats, so dass die Zentren der Hinweisreize ca. $7,5^\circ$ vom Mittelpunkt des Bildschirms entfernt sind (vgl. Abbildung 13).



Abbildung 13. *Beispiel für validen Hinweisreiz im Experiment 1.3 (der gesamte zeitliche Ablauf ist analog zu den Exp. 1.1 und 1.2, vgl. Abbildung 5).*

Die entsprechenden Hinweisreizorte sind vom Zentrum des Bildschirms aus betrachtet links/ oben, links/ unten, rechts/ oben sowie rechts/ unten. Darüber hinaus werden die in den Experimenten 1.1 und 1.2 genutzten a priori invaliden Hinweisreize auch in Experiment 1.3 eingesetzt. Da sie in diesem Experiment nicht zwangsläufig invalide die Hemisphäre indizieren, sondern lediglich eine größere Exzentrizität aufweisen, werden diese Hinweisreize nun als maximal (max-) exzentrische Hinweisreize bezeichnet. Sowohl die Hinweisreize als auch die Zielreize wurden technisch identisch zu den Experimenten 1.1 und 1.2 erstellt.

8.3.2 Zielreize

Die Zielreize sind in Anlehnung an das klassische Hinweisreizparadigma schwarze Rechtecke. Diese schwarzen Rechtecke sind ebenso wie die Hinweisreize auf den Eckpunkten eines imaginären, d. h. nicht sichtbaren Quadrats angeordnet, so dass die Zentren der Hinweisreize ca. $7,5^\circ$ vom Mittelpunkt des Bildschirms entfernt sind. Das bedeutet, dass im Falle eines validen Durchgangs das Zentrum des Hinweisreizes mit dem Zentrum des Zielreizes deckungsgleich ist.

Darüber hinaus wurden drei Größen der Zielreize berücksichtigt. Die Größen der schwarzen Rechtecke wurden so gewählt, dass die Eckpunkte der Zielreize (aufsteigend nach Größe) von den Hinweisreizen (foveal, parafoveal und peripher 1) eingeschlossen werden. Das heißt, dass das Äquivalent zum fovealen Hinweisreiz (ca. 2°) der ca. 1° des Blickfeldes ausmachende Zielreiz (20 Pixel horizontal/18 Pixel vertikal) darstellt (vgl. Abbildung 13). Der nächstgrößere Zielreiz misst 55/50 Pixel (ca. 3°) und der größte Zielreiz hat die Maße 110/100 Pixel (ca. 6°).

8.4 Programmierung des Experiments

Nach der Vorbereitung der Stimuli wurde das Programm für Experiment 1.3 in E-Prime 1.1 geschrieben. Das Programm beinhaltet 320 Entscheidungssituationen. Diese 320 Entscheidungssituationen werden auf vier Blöcke mit je 80 Trials verteilt. Dabei sind fünf verschiedene Hinweisreizbedingungen zu berücksichtigen: fovealer Hinweisreiz (80 Trials), parafovealer Hinweisreiz (80 Trials), peripherer 1 Hinweisreiz (80 Trials), peripherer 2 Hinweisreiz (40 Trials) und max-exzentrischer Hinweisreiz (40 Trials). Von den Trials der fovealen, parafovealen, peripheren 1 und max-exzentrischen Bedingung sind jeweils ein Viertel der Bedingung invalide Hinweisreizdurchgänge. Das heißt, dass in diesen Durchgängen die durch den Hinweisreiz indizierte Hemisphäre nicht mit der Hemisphäre des anschließend zu entdeckenden Zielreizes übereinstimmt. Da in der peripheren 2 Hinweisreizbedingung aufgrund der Größe des Hinweisreizes eine Zuordnung valid/ invalid nicht möglich ist, ergeben sich insgesamt 22% invalide Trials und 78% valide Durchgänge. Sämtliche Bedingungen, d. h. auch die Antwortleistungen (links/ rechts) sind gleichverteilt auf die vier Blöcke und werden randomisiert eingespielt. Darüber hinaus werden ebenfalls die unterschiedlichen Hinweisreiz- und Zielreizgrößen-Kombinationen untersucht, um zu replizieren, dass die Suche eines kleinen Zielreizes bei kleinen validen Hinweisreizen zu schnelleren Reaktionsleistungen führt als bei großen Hinweisreizen (Greenwood & Parasuraman, 2004, S. 5).

8.5 Variablen

Im Experiment 1.3 werden als abhängige Variablen zum einen die Antwortzeiten (AV_1) und zum anderen die Richtigkeit der Antworten (AV_2) erhoben. Das Versuchsdesign ist derart gestaltet, dass der Faktor Hinweisreizbedingung (UV_A) die fünffach gestufte Variation der Art bzw. Größe der Hinweisreize abbildet und der Faktor Hinweisreizort (UV_B) die zweifach gestufte Variation der durch die Hinweisreize indizierten Zielreize (valid/ invalid) widerspiegelt.

8.6 Versuchsdurchführung

8.6.1 Versuchsablauf

Der Versuchsablauf des Experiments 1.3 gleicht dem Ablauf der Experimente 1.1 und 1.2. Die Unterschiede sind den Punkten 8.3 und 8.4 zu entnehmen.

8.6.2 Instruktion

Die Instruktion erfolgte analog der Instruktionen in den Experimenten 1.1 und 1.2. Der einzige Unterschied ist in der zweiten und dritten Folie der computerbasierten Instruktion zu konstatieren (vgl. Abbildung 6). Hier wurden die Vpn im Gegensatz zu den Experimenten 1.1 und 1.2 folgendermaßen instruiert:

Folie 2: „Im Folgenden werden Ihnen Bilder präsentiert, in denen je ein schwarzes Kästchen entweder in der linken oder rechten Hälfte des Bildschirms zu sehen ist. Ihre Aufgabe besteht darin, so schnell wie möglich auf das Kästchen zu reagieren, indem Sie entweder mit dem Mittelfinger der linken Hand die 1 für die Entdeckung des Kästchens in der linken Bildhälfte oder mit dem Zeigefinger der linken Hand die 2 für die Entdeckung des Kästchens in der rechten Hälfte drücken. Um fortzufahren, drücken Sie bitte die Leerzeilentaste!“

Die Folie 3 wird im Vergleich zu Experiment 1.1 und 1.2 (vgl. Abbildung 6) durch folgende Information ergänzt: „[...] Darüber hinaus geht im Anschluss an das Fixationskreuz jedem Zielbild ein Hinweisreiz (rot) voraus, der den Erscheinungsort mit einer großen Wahrscheinlichkeit vorhersagt [...].“

8.7 Empirische Vorhersagen (A_5 , A_6 und A_7)

Um nachzuweisen, dass die modifizierte Form des Hinweisreizparadigmas in den Experimenten 1.1 und 1.2 deshalb nicht funktionierte, weil zusätzlich zu der Entdeckung der relevanten Informationen höhere kognitive Entscheidungsprozesse aktiviert wurden, wird das empirische Vorgehen nahezu beibehalten und die Aufgabe abgewandelt. In Experiment 1.3 wird eine reine Signalentdeckungsaufgabe verwendet (z. B. Posner, 1980). Sollten sich die drei klassischen Hinweisreizeffekte – d. h. der *Cueing*-Effekt

("costs and benefits", vgl. Posner, 1980), der Cue-Size-Effekt (z. B. Greenwood & Parasuraman, 2004) und der Exzentrizitätseffekt (vgl. Nougier et al., 1990) – auf diese Weise nachweisen lassen, bestätigt dies einerseits die Objektivität und Reliabilität der methodischen Umsetzung des Hinweisreizparadigmas und andererseits die Vermutung, dass das Hinweisreizparadigma nicht für sportartspezifische Entscheidungssituationen anwendbar ist. Folgende empirische Vorhersagen lassen sich in Anlehnung an die drei klassischen Hinweisreizeffekte für das Experiment 1.3 formulieren.

Empirische Vorhersage A₅:

Valide Hinweisreize führen zu schnelleren Entdeckungsleistungen als invalide Hinweisreize (*Cueing*-Effekt, vgl. Kapitel 3.2.5.1).

Empirische Vorhersage A₆:

Wenn die Zielreize die äquivalente Größe wie die validen Hinweisreize haben oder größer sind, dann führt dies zu schnelleren Entdeckungsleistungen als bei der Relation ‚kleiner Zielreiz - größerer valider Hinweisreiz‘ (Cue-Size-Effekt, vgl. Kapitel 3.2.5.1).

Empirische Vorhersage A₇:

Die validen max-exzentrischen Hinweisreize führen zu langsameren Reaktionsleistungen als die zentraleren (7,5° entfernten) validen Hinweisreize (Exzentrizitätseffekt).

8.8 Ergebnisse

Aufgrund der geringen Anzahl fehlender Werte und Fehlentscheidungen (insgesamt < 5.5 %) werden bei den folgenden Analysen nur die Reaktionszeiten für richtige Entscheidungen (94.85 %) berücksichtigt. Die Reaktionszeiten werden durch Varianzanalysen mit Messwiederholung ausgewertet. Bei Verletzung der Sphärizität wird die Huynh-Feldt-Korrektur der Freiheitsgrade angewandt.

8.8.1 Prüfung der empirischen Vorhersage A₅

Die varianzanalytische Prüfung zeigt einen signifikanten Haupteffekt auf dem Faktor Validität, $F(1, 19) = 40.072$, $p < .001$, $\eta_p^2 = .678$. Das heißt, dass valide Hinweisreize zu schnelleren Entdeckungsleistungen führen als invalide Hinweisreize (Hinweisreizeffekt). Dieser signifikante Unterschied bestätigt sich auch bei den varianzanalytischen

Prüfungen der einzelnen Hinweisreizbedingungen: foveal, $F(1, 19) = 36.420$, $p < .001$, $\eta_p^2 = .657$; parafoveal, $F(1, 19) = 22.693$, $p < .001$, $\eta_p^2 = .544$; peripher 1, $F(1, 19) = 28.211$, $p < .001$, $\eta_p^2 = .598$; max-exzentrisch, $F(1, 19) = 51.202$, $p < .001$, $\eta_p^2 = .729$. Der Hinweisreizeffekt (*Cueing*-Effekt) wird somit für alle Hinweisreizbedingungen signifikant (vgl. Abbildung 14).

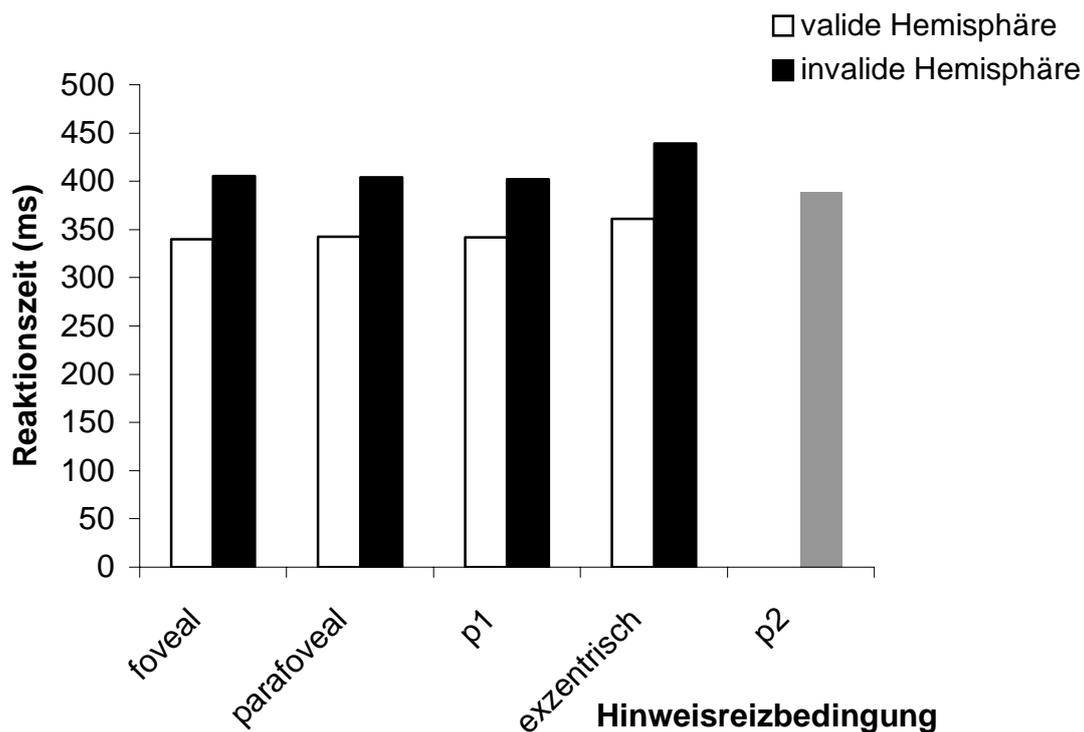


Abbildung 14. Reaktionszeitunterschiede bei validen und invaliden (bez. Hemisphäre) Hinweisreizen.

Auf eine neutrale Bedingung wurde aufgrund der berechtigten Einwände von Jonides und Mack (1984) (vgl. Kapitel 6.9) verzichtet. Da die Ergebnisse zeigen, dass valide Hinweisreize zu schnelleren Reaktionszeiten führen als invalide Hinweisreize und somit den *Cueing*-Effekt replizieren, wird die empirische Vorhersage A₅ angenommen. Darüber hinaus zeigt die Analyse der Kontraste, dass der globale Hinweisreiz (peripher 2) einerseits zu signifikant schnelleren Reaktionsleistungen führt als invalide Hinweisreize (im Vergleich zu Hinweisreiz p1 nur tendenziell, $p = .052$) und andererseits zu signifikant langsameren Reaktionsleistungen führt als die (kleineren) validen Hinweisreize.

8.8.2 Prüfung der empirischen Vorhersage A₆

Die empirische Vorhersage A₆ besagt, dass Zielreize, die größer sind oder ca. genauso groß sind wie die ihnen vorhergehenden validen Hinweisreize, schneller entdeckt werden als Zielreize, die kleiner sind als die validen Hinweisreize (vgl. Greenwood & Parasuraman, 2004, S. 5). Die Ergebnisse des Experiments 1.3 bestätigen diese Annahme.

Die varianzanalytische Prüfung zeigt einen signifikanten Haupteffekt auf dem Faktor Hinweisreiz-Zielreiz-Größenrelation, $F(2, 38) = 24.220$, $p < .001$, $\eta_p^2 = .560$. Die Kontrastanalyse zeigt zudem, dass in den Fällen, in denen der Zielreiz kleiner ist als der valide Hinweisreiz im Vergleich zur kongruenten Bedingung signifikant langsamere Reaktionsleistungen resultieren (vgl. Abbildung 15). Ist der Zielreiz größer als der valide Hinweisreiz reagieren die Vpn schneller als in der kongruenten Bedingung. Dieser Unterschied erreicht das Signifikanzniveau ($p < .05$) jedoch nicht.

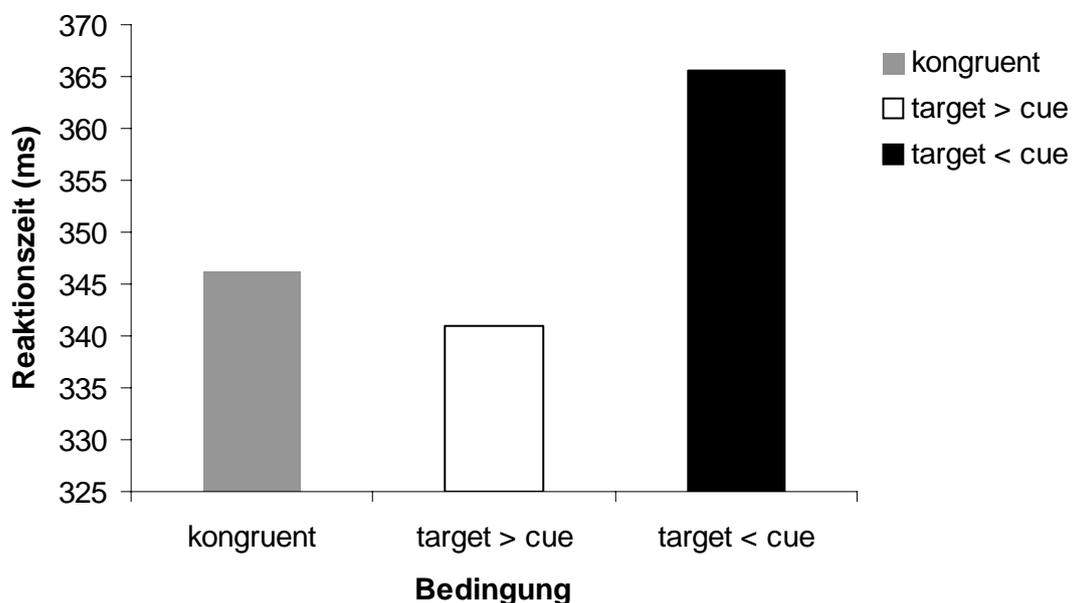


Abbildung 15. Reaktionszeitunterschiede für die Hinweisreiz-Zielreiz-Trichotomie.

Die Analyse der sechs möglichen Größenrelationen innerhalb valider Bedingungen untermauert diese Ergebnisse. Die varianzanalytische Prüfung zeigt einen signifikanten Haupteffekt auf dem Faktor Hinweisreiz-Zielreiz-Relation, $F(2.357, 44.774) = 40.734$,

$p < .001$, $\eta_p^2 = .682$. Die Kontrastanalyse zeigt darüber hinaus, dass in den Fällen, in denen der Zielreiz kleiner ist als der valide Hinweisreiz (z. B. target 1x < cue = [(Zielreiz_foveal v Hinweisreiz_parafoveal) + (Zielreiz_parafoveal v Hinweisreiz_peripher1) + (Zielreiz_peripher1 v Hinweisreiz_peripher2)]), im Vergleich zur kongruenten Bedingung signifikant langsamere Reaktionsleistungen resultieren (vgl. Abbildung 16). Ist der Zielreiz um zwei Bedingungen größer als der valide Hinweisreiz reagieren die Vpn signifikant schneller als in der kongruenten Bedingung. Dieser Unterschied erreicht das Signifikanzniveau ($p < .05$) jedoch nicht, wenn der Zielreiz nur um eine Bedingung größer ist als der valide Hinweisreiz.

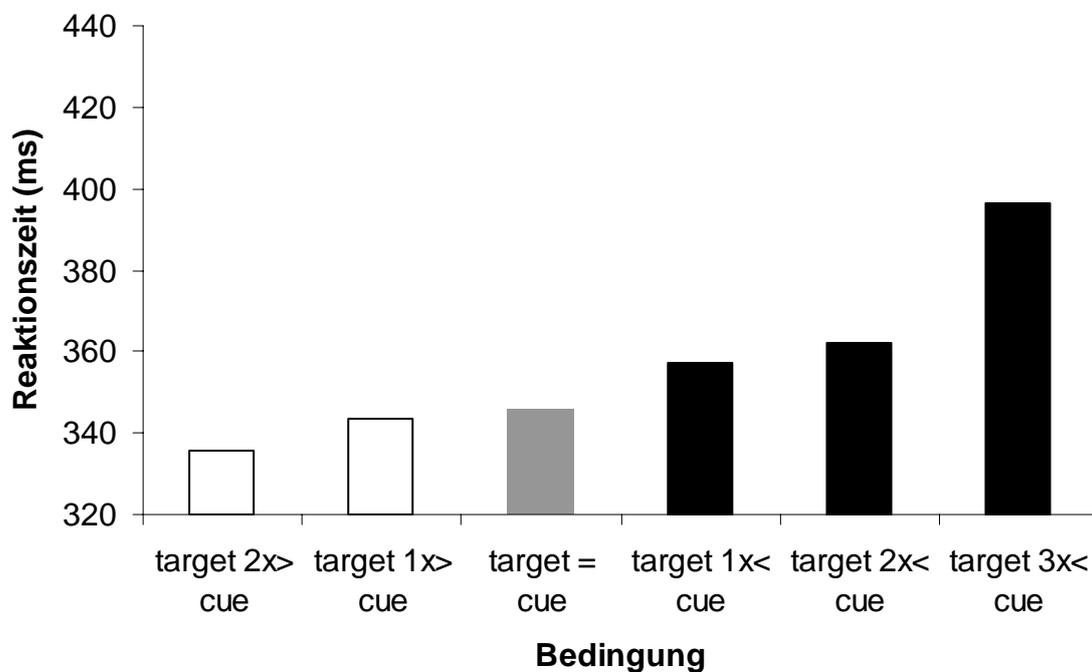


Abbildung 16. Reaktionszeitunterschiede für die Hinweisreiz-Zielreiz-Einzelbedingungen.

Zusammengefasst zeigen beide Analysen, dass Zielreize, die größer sind oder genauso groß sind wie die ihnen vorhergehenden validen Hinweisreize, schneller entdeckt werden als Zielreize, die kleiner sind als die validen Hinweisreize (Cue-Size-Effekt). Damit ist die empirische Vorhersage A_6 verifiziert.

8.8.3 Prüfung der empirischen Vorhersage A₇

Die Ergebnisse zeigen einen deutlichen Exzentrizitätseffekt für die validen Trials. Die varianzanalytische Prüfung zeigt einen signifikanten Haupteffekt auf dem Faktor Exzentrizität, $F(1.674, 31.813) = 8.462, p < .01, \eta_p^2 = .308$. Die Kontrastanalyse zeigt, dass in der Bedingung max-exzentrischer Hinweisreiz, in der die Hinweisreize in den Eckpunkten des Bildschirms präsentiert werden und somit weiter vom Zentrum des Bildschirms entfernt sind als in der fovealen, parafovealen und peripher 1 Bedingung (7.5° vom Zentrum), signifikant langsamere Reaktions- und damit Entdeckungsleistungen resultieren als in den anderen validen Bedingungen (Exzentrizitätseffekt; vgl. Abbildung 17). Daraus folgt, dass die empirische Vorhersage A₇ anzunehmen ist.

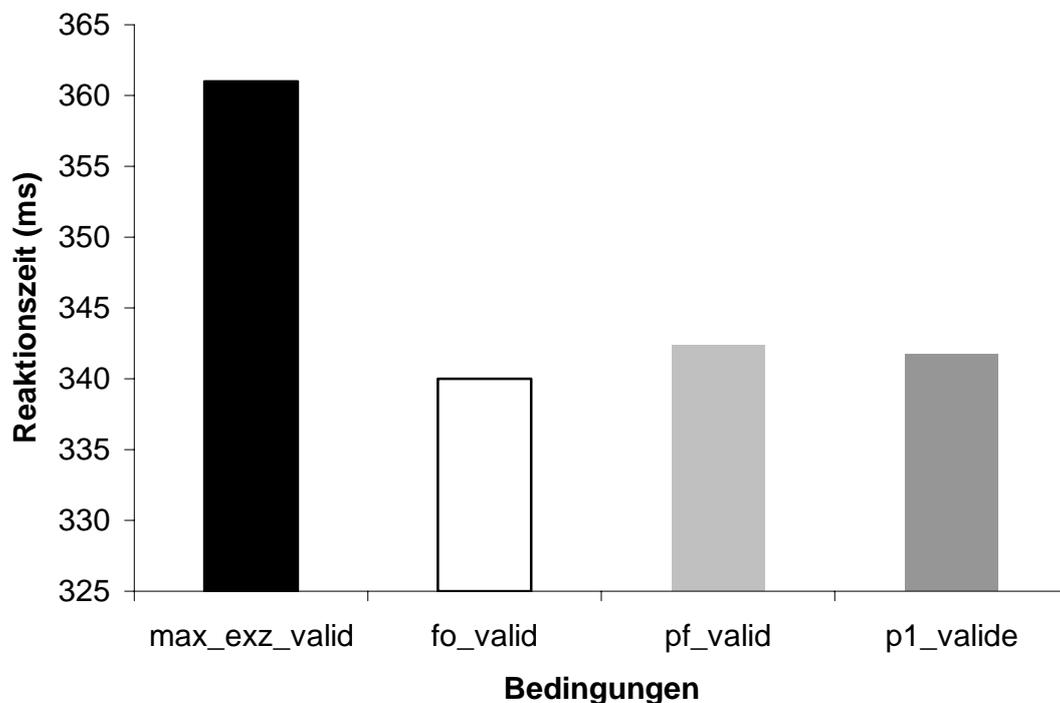


Abbildung 17. Exzentrizitätseffekt

8.9 Diskussion

Die Ergebnisse des Experiments 1.3 zeigen, dass sich bei nahezu gleichem methodischen Vorgehen wie in den Experimenten 1.1 und 1.2 aber bei Abwandlung der Aufgabenstruktur von einer Entscheidungsaufgabe in eine klassische Reizreaktionsaufgabe

sowohl der Hinweisreizeffekt (empirische Vorhersage A₅) und der Cue-Size-Effekt (empirische Vorhersage A₆) als auch der Exzentrizitätseffekt (empirische Vorhersage A₇) replizieren lassen. Daraus kann geschlossen werden, dass das Hinweisreizparadigma in den Experimenten 1.1 und 1.2 nicht aufgrund der experimentellen Anordnung (z. B. SOA [200ms], Art der Hinweisreize, Größe der Hinweisreize, Bildmaterial etc.) seine Wirkung verfehlte, sondern aufgrund der durch die Aufgabenstruktur aktivierten höheren kognitiven Verarbeitungsstufen innerhalb der Entscheidungsprozesse (vgl. Tenenbaum, 2003). Das heißt zugleich, dass das Hinweisreizparadigma nach Posner (1980) nicht auf Entscheidungsprozesse transferierbar scheint (vgl. technisch-methodische Fragestellung A). Das Hinweisreizparadigma ist unter Berücksichtigung sportartspezifischer Zielreizbilder weder geeignet, die relevanten Informationen in sportartspezifischen Situationen zu identifizieren, noch die optimale Größe des Aufmerksamkeitsfokus in unterschiedlichen Spielsituationen zu messen. Somit scheidet das Hinweisreizparadigma sowohl als Methode zur Messung der Größe des situationsadäquaten Aufmerksamkeitsfokus als auch als Identifikationsmethode relevanter Informationen in sportartspezifischen Entscheidungssituationen aus.

Da einige Studien bereits positive Effekte visueller Aufmerksamkeitslenkung durch Hinweisreize in sportartspezifischen Entscheidungsprozessen nachgewiesen haben (z. B. Hagemann et al., 2006; Kirlik et al., 1996), stellt sich in Anlehnung an die Befunde aus den Experimenten 1.1 - 1.3 die Frage, wie visuelle Hinweisreize – im Gegensatz zu den hier in den Experimenten 1.1 und 1.2 verwendeten Hinweisreizen – gestaltet sein müssen, um effektiv die visuelle Aufmerksamkeit in sportartspezifischen Entscheidungsprozessen auf die relevanten Informationen zu lenken. In Experiment 2, das der Untersuchung der Fragestellung B (vgl. Kapitel 5) dient, wird deshalb auf das *Flicker Cueing* zurückgegriffen.

9. Experiment 2

9.1 Versuchsplanung

Das Ziel des Experiments 2 besteht darin zu untersuchen, ob die Ausrichtung des Aufmerksamkeitsfokus in sportartspezifischen Entscheidungssituationen durch visuelle Hinweisreize effizienter gelenkt werden kann als durch verbale Instruktionen. Dabei wird als Methode der visuellen Aufmerksamkeitslenkung auf einen Ansatz zurückgegriffen, der als *Flicker Cueing* bezeichnet wird (zu Effekten der Aufmerksamkeitslenkung durch Flicker, vgl. Dougherty et al., 1996; von Grünau et al., 1999; siehe auch Kapitel 3.2.5.2).

Das *Flicker Cueing* stellt eine Weiterentwicklung der bereits in Studien von Cañal-Bruland et al. (2005) und Hagemann et al. (2006) verwendeten roten, transparenten Hinweisreize zur visuellen Aufmerksamkeitslenkung in sportartspezifischen Entscheidungssituationen dar (vgl. Kapitel 4.2.5). Aufgrund der Zweifel an der exogenen Aufmerksamkeitsaktivierung durch permanent präsente Hinweisreize (vgl. Hagemann et al., 2006), soll in diesem Experiment durch *Flicker Cueing* sichergestellt werden, dass die visuelle Aufmerksamkeit exogen, d. h. unwillkürlich und automatisch auf die indizierten Bereiche gelenkt wird, da auf diese Weise weniger kognitive Ressourcen beansprucht werden. Um abzusichern, dass tatsächlich eine exogene Stimulation der Aufmerksamkeit erfolgt, „flackert“ der Hinweisreiz (Flicker Cue) alle 200 ms auf (*dynamic discontinuity*) und bleibt somit nicht permanent sichtbar. Dadurch wird die visuelle Aufmerksamkeit immer wieder exogen auf das entsprechende Merkmal gelenkt (vgl. Kapitel 3.2.5.2).

Dies impliziert eine weitere Abwandlung zum methodischen Vorgehen in den Experimenten 1.1, 1.2 und 1.3. In Experiment 2 werden keine statischen Bilder von 1-gegen-1 und 3-gegen-2 Spielsituationen verwendet, sondern videofilmische Darstellungen. Durch die Verwendung von Videosequenzen wird gleichzeitig die ökologische Validität des Experiments erhöht, da der Entscheidungsprozess in realen Spielsituationen auch die Veränderungen von Merkmalen über die Zeit einschließt (vgl. Cañal-Bruland et al., 2006a).

Mit dem *Flicker Cueing*-Ansatz soll untersucht werden, ob die Verwendung transienter visueller Hinweisreize (*Flicker Cues*) eine effektivere Instruktionmethode für die Ausrichtung der Aufmerksamkeit in sportartspezifischen Entscheidungssituationen darstellt als verbale, explizite Instruktionen (vgl. Kapitel 5, Fragestellung B). Dazu werden zwei unterschiedliche Treatments durchgeführt und verglichen. Eine Gruppe absolviert einen videobasierten taktischen Entscheidungstest (1-gegen-1 und 3-gegen-2 Situationen) mit visueller Aufmerksamkeitslenkung durch Flicker. Eine zweite Gruppe durchläuft den gleichen Test (ohne visuelle Manipulation) und wird vor jeder Entscheidungssituationen durch den Versuchsleiter explizit verbal instruiert werden, die Aufmerksamkeit auf spezifische Merkmale zu richten. Neben der Validierung des *Flicker Cueing* und dem eingehenden Vergleich verbaler und visuell exogener Aufmerksamkeitslenkung (vgl. Kapitel 4.1.2) soll mit dieser Methode auch die effiziente Größe des Aufmerksamkeitsfokus in den beiden Spielsituationen untersucht werden.

Für das Experiment 2 werden ausschließlich Fußballnovizinnen und -novizen rekrutiert. Jede Vpn absolviert einen Entscheidungstest, der 88 1-gegen-1 Entscheidungssituationen und 80 3-gegen-2 Entscheidungssituationen enthält, die geblockt präsentiert werden. Die Aufgabe der Vpn besteht darin, so schnell wie möglich zu entscheiden, ob in den 1-gegen-1 Videos der ballführende Spieler nach links oder rechts dribbeln wird, bzw. ob in den 3-gegen-2 Videos der ballführende Spieler einen Pass nach links oder rechts spielen wird. Sowohl die Richtigkeit der Antworten als auch die Antwortzeiten werden gemessen.

9.2 Stichprobe

An dem Experiment 2 nahmen $N= 61$ weibliche ($n= 27$) und männliche ($n= 34$) Vpn teil. Da für die Datenanalyse nur nicht aktive Fußballspielerinnen und -spieler berücksichtigt werden, sind auf der Grundlage der Angaben in den begleitenden Fragebögen a posteriori 9 aktive Spielerinnen und Spieler ausgeschlossen worden. Darüber hinaus konnten die Daten von zwei weiteren Vpn aufgrund schwerwiegender Beeinträchtigungen der Sehfähigkeit nicht berücksichtigt werden. Die verbleibenden 50 Vpn waren keine aktiven Fußballerspielerinnen und -spieler und hatten keine Sehfunktionsstörungen oder trugen zum Ausgleich von Weit- bzw. Kurzsichtigkeit Sehhilfen.

Die für die Datenanalyse zugrundeliegende Stichprobe setzt sich somit aus $N= 50$ weiblichen ($n= 27$) und männlichen ($n= 23$) Vpn zusammen. Das Durchschnittsalter der Stichprobe war zum Zeitpunkt der Untersuchung 25.26 ($SD= 2.32$) Jahre.

9.3 Vorbereitung des Stimulusmaterials

Als Grundlage des Stimulusmaterials dienten die videofilmisch aufgezeichneten 1-gegen-1 und 3-gegen-2 Sequenzen aus den Experimenten 1.1 und 1.2 (vgl. Kapitel 6.3 und 7.3). Die Videosequenzen wurden nach der Aufnahme mit der Software Adobe Premiere Pro bearbeitet, geschnitten und im Format *mpg*. gespeichert. Für den Test mit visueller Aufmerksamkeitslenkung (*Flicker Cueing*) wurden acht Videos ausgewählt und mit dem Programm Adobe After Effects 6.5 nachbearbeitet. Jedes dieser acht Videos wurde hinsichtlich elf verschiedener Instruktionsbedingungen bearbeitet (s. u.; insgesamt 88 x 1-gegen-1 Videos). Bei einer Auflösung von 25 Frames pro Sekunde wurde jedes fünfte Frame (alle 200 ms) bearbeitet. Mit einem Pinselspitzendurchmesser von 5 Pixel und einer Deckkraft von 20% wurden rote, transparente Rechtecke in die einzelnen Frames eingezeichnet. In den 1-gegen-1 Videos wurden folgende Bereiche umrahmt (visuelle Instruktionsbedingung) und folgenden Aufmerksamkeitsgrößen zugeordnet: Lokal: a) Kopf, b) Schultern, c) Rumpf, d) Hüfte, e) Beine, f) Füße; Medium: a) Oberkörper, b) Unterkörper; Global: Gesamte Person. Darüber hinaus wurden 8 Videos als Distraktorbedingung (Flicker in den Eckpunkten des Bildschirms) und 8 Videos ohne Nachbearbeitung als Kontrollbedingungen berücksichtigt.

In den 3-gegen-2 Videos (zehn visuelle Instruktionsbedingungen; insgesamt 80 Videos) wurden folgende Bereiche jeweils acht Mal durch ein rotes, transparentes Rechteck hervorgehoben (für ein Beispiel, vgl. Abbildung 18) und den drei Aufmerksamkeitsgrößen folgendermaßen zugeordnet: Lokal: a) Linker Angreifer, b) Zwischenraum zwischen linkem Angreifer und zentralem Angreifer, c) zentraler Angreifer, d) Zwischenraum zwischen rechtem Angreifer und zentralem Angreifer, e) rechter Angreifer; Medium: a) linke Bildhälfte, b) rechte Bildhälfte; Global: Gesamte Situation. Analog zu den 1-gegen-1 Sequenzen wurden Kontroll- und Distraktorbedingungen berücksichtigt. Zusätzlich wurden in den 3-gegen-2 Situationen in den Bedingungen Lokal (a, b, d, e) und Medium (a, b) gleich verteilt sowohl kongruente Instruktionen (d. h. Passrichtung und

Ausrichtung der Aufmerksamkeit durch den Flicker bzw. die verbale Instruktion sind deckungsgleich) als auch inkongruente Instruktionen (d. h. Passrichtung und Ausrichtung der Aufmerksamkeit sind entgegengesetzt) gegeben.



Abbildung 18. *Frame aus einer 3-gegen-2 Videosequenz mit Flicker Cue auf dem zentralen Angreifer (alle 200 ms; zur besseren Visualisierung wird hier ein nicht-transparenter Cue abgebildet).*

9.4 Programmierung des Experiments

Für das Experiment 2 wird erstmals nicht auf das Programm E-Prime 1.1 zurückgegriffen, da in diesem Experiment Videos als Zielreize präsentiert werden. Deshalb wird eine modifizierte Form eines Java Programms verwendet, das schon in den Studien von Cañal-Bruland et al. (2005) und Hagemann et al. (2006) genutzt wurde. Dieses Programm ermöglicht die randomisierte Einspielung der Videosequenzen sowie die exakte Aufzeichnung der Antworten sowie der Antwortzeiten. Für das Experiment 2 werden zwei Testprogramme programmiert. Beide Testprogramme bestehen jeweils aus einem 1-gegen-1 Block (88 Entscheidungssituationen) und einem 3-gegen-2 Block (80 Ent-

scheidungssituationen). In das Testprogramm (verbale Instruktion) werden jeweils nur die nicht manipulierten Videos der Kontrollbedingungen implementiert. Für die verbal instruierte Gruppe werden die Videos a priori nummeriert, randomisiert und programmiert. Für jede Vp ergibt sich somit eine randomisierte Instruktions- und Videoreihenfolge. Eine a priori durchgeführte Randomisierung ist für die verbal instruierte Gruppe deshalb notwendig, weil der Versuchsleiter die Kopplung von Video und Instruktion nur einhalten kann, wenn diesem die Reihenfolge der Videosequenzen bekannt ist. Das Flicker-Testprogramm produziert hingegen bei jeder Vp automatisch eine randomisierte Reihenfolge der Videosequenzen.

9.5 Variablen

Im Experiment 2 werden als abhängige Variablen zum einen die Antwortzeiten (AV_1) und zum anderen die Richtigkeit der Antworten (AV_2) erhoben. Das Versuchsdesign ist derart gestaltet, dass der Faktor Instruktionsform (UV_A) die zweifach gestufte Variation des Treatments (verbal/ visuell) abbildet und der Faktor Entscheidungssituation (UV_B) ebenfalls zweifach gestuft die beiden Blöcke 1-gegen-1 und 3-gegen-2 darstellt. Der Faktor Flickerlokation (UV_C) spiegelt für den 1-gegen-1 Block die elffach gestufte Variation der durch den Flicker indizierten Körperelemente (sowie die Distraktor- und Kontrollbedingung) und für den 3-gegen-2 Block die zehnfach gestufte Variation der durch den Flicker indizierten Räume und Spieler (inklusive Distraktor- und Kontrollbedingung) wider. Die unterschiedlichen Größen des Aufmerksamkeitsfokus, die durch den Flicker exogen evoziert werden, bilden den dreifach gestuften Faktor Aufmerksamkeitsgröße (UV_D).

9.6 Versuchsdurchführung

9.6.1 Versuchsablauf

Das Experiment 2 besteht aus zwei Testprogrammen und wurde auf einem Laptop (IBM T60) programmiert (Java Script) und an demselben durchgeführt. Die Vpn wurden randomisiert auf die zwei unterschiedlichen Testprogramme (verbal/visuell) gleich verteilt. Die Testprogramme unterscheiden sich hinsichtlich der Instruktionsform (s. u.). Die

zwei Testprogramme bestehen jeweils aus zwei Blöcken. Ein Block beinhaltet 1-gegen-1 Situationen, der andere Block 3-gegen-2 Sequenzen. Die Vpn begannen innerhalb des Tests abwechselnd entweder mit dem 1-gegen-1 oder dem 3-gegen-2 Block, um Ermüdungseffekte für die Datenanalyse auszuschließen. Der 1-gegen-1 Block beinhaltete 88 Videosequenzen, der 3-gegen-2 Block 80 Videos (vgl. Kapitel 9.3). Zwischen den Blöcken wurde stets eine Pause von ca. zwei Minuten eingehalten. Eine Gruppe absolvierte das Testprogramm mit implementierten Flicker Cues. Die zweite Gruppe wurde nicht visuell, sondern verbal instruiert (vgl. Kapitel 9.6.2). Bevor die Vpn mit dem jeweiligen Block starteten, wurden jeweils fünf Probesequenzen eingespielt, auf die die Vpn testspezifisch reagieren sollten. Nach den Probevideos wurde der entsprechende Testblock geöffnet. Die Vpn aktivierten über einen Startbutton jeweils selbstständig die nächste Videosequenz. Ihre Entscheidungen markierten sie per Tastendruck (vgl. Experimente 1.1 - 1.3). Die 1-gegen-1 Videos haben eine durchschnittliche Länge von 2.78 Sekunden (*Min* = 2.56 sek.; *Max* = 3.28 sek.). Die 3-gegen-2 Sequenzen haben im Mittel eine Dauer von 1.54 Sekunden (*Min* = 1.36 sek.; *Max* = 1.67 sek.). Sowohl die Richtungsentscheidung als auch die Antwortzeit werden ab Beginn der Videosequenzen gemessen. Die Videos brechen nicht nach Markierung der Entscheidung ab. Eine Entscheidung ist bis maximal zwei Sekunden nach Beendigung des Videos möglich. Für diesen Zeitraum ist der Bildschirm grau gefärbt. Im Anschluss erscheint erneut das Startfenster und die Vpn aktivieren das nächste Video. Der Versuch dauerte pro Vp inkl. Probepblöcke und Instruktion ca. 30 Minuten.

9.6.2 Instruktion

Die Vpn wurden zu Beginn durch den Versuchsleiter begrüßt. Anschließend füllten sie einen die Untersuchung begleitenden Fragebogen aus. Der Versuchsleiter informierte die Vpn über den Versuchsablauf (Anzahl der Blöcke, Ablauf eines Trials etc.) und die ungefähre Dauer des Experiments. Den Vpn wurde jeweils vor dem entsprechenden Testblock erläutert, dass sie „so schnell und richtig wie möglich entscheiden sollen“, ob der auf sie zu dribbelnde Spieler aus ihrer Perspektive rechts oder links an ihnen vorbeidribbeln wird (1-gegen-1 Block) bzw. ob der zentrale, ballführende Angreifer aus ihrer Perspektive den linken oder rechten Angreifer anspielt (3-gegen-2 Block). Die Vpn wurden aufgefordert sich bequem vor dem Laptop zu positionieren. Anschließend wur-

den die Vpn darauf hingewiesen, dass sie ihre linke Hand so auf die Tastatur legen sollten, dass der Mittelfinger der linken Hand auf der Ziffer 1 lag und der Zeigefinger der linken Hand auf der Ziffer 2. Analog zu den Experimenten 1.1 - 1.3 wurden die Vpn über die Markierung der Entscheidung per Tastsendruck informiert. Um das nächste Video selbständig zu starten, wurden die Vpn instruiert, mit der rechten Hand den Startbutton im Startfenster zu aktivieren.

Die Gruppe, die den Test mit den implementierten Flicker Cues absolvierte, erhielt keine zusätzlichen Instruktionen und wird im Folgenden als visuell instruierte Gruppe bezeichnet. Die andere Gruppe wurde vor jedem Video, d. h. vor Aktivierung der nächsten Videosequenz verbal instruiert, auf die gleichen Regionen zu achten, die für die visuell instruierte Gruppe durch den Flicker hervorgehoben wurden (vgl. Kapitel 9.3). Diese explizite Form der Instruktion lautete bspw. im 1-gegen-1 Test „Achten Sie im nächsten Video auf die Hüfte“ bzw. im 3-gegen-2 Test „Achten Sie im nächsten Video auf den linken Angreifer“. Diese explizite Form der Instruktion zählt nach Hänsel (2006) zu den metakognitiv orientierten Instruktionen, die dadurch charakterisiert sind, dass sie die Aufmerksamkeit bzw. den Aufmerksamkeitsfokus auf lernrelevante Aspekte richten (vgl. vertiefend Kapitel 4.1).

Um den Ablauf einzuüben und sich mit dem Programm vertraut zu machen, wurden die Vpn der verbal instruierten Gruppe auch in den Probeblöcken, d. h. vor Beginn des tatsächlichen Testprogramms verbal instruiert. Da diese Probeblöcke nur fünf Videosequenzen enthielten, aber zehn verschiedene Instruktionsformeln genutzt wurden, wurden die Vpn im Anschluss an den Probeblock und vor Beginn des Testblocks über die weiteren Instruktionen in Kenntnis gesetzt. Fragen, die der korrekten Umsetzung der Instruktionen dienten, wurden vom Versuchsleiter vor Beginn des jeweiligen Testblocks beantwortet. Fragen bez. der theoretischen Hintergründe wurden hingegen nicht beantwortet.

9.7 Empirische Vorhersagen (B_1 , B_2 und B_3)

Das primäre Ziel des Experiments 2 besteht darin zu untersuchen, ob die Ausrichtung des Aufmerksamkeitsfokus in 1-gegen-1 und 3-gegen-2 Situationen im Fußball durch visuelle Hinweisreize (*Flicker Cues*) effizienter gelenkt werden kann als durch verbale

Instruktionen (vgl. Kapitel 5, Fragestellung B). Erste empirischen Befunde legen einerseits nahe, dass die visuelle Lenkung der Aufmerksamkeit positive Effekte in taktischen Entscheidungsprozessen zeigt (z. B. Kirlik et al., 1996). Darüber hinaus stellen andere Studien den Einfluss verbaler Instruktionen in Frage (J. G. Williams, 1987, 1989a; vgl. auch Kapitel 4.1.2). Folgende empirische Vorhersage leitet sich aus diesen Erkenntnissen ab.

Empirische Vorhersage B₁:

Visuelle Lenkung der Aufmerksamkeit (*Flicker Cueing*) führt in 1-gegen-1 und 3-gegen-2 Situationen im Fußball zu effizienteren, d. h. schnelleren Entscheidungsleistungen als verbale Instruktionen, ohne negative Auswirkungen auf die Richtigkeit der Entscheidung.

Darüber hinaus wird in Anlehnung an das Hinweisreizparadigma angenommen, dass kongruente (valide) Hinweisreize zu Antwortzeitgewinnen führen, wohingegen inkongruente (invalide) Hinweisreize Antwortzeitkosten nach sich ziehen.

Empirische Vorhersage B₂:

In 3-gegen-2 Situationen führen kongruente (valide) Aufmerksamkeitslenkungen zu schnelleren Entscheidungen als inkongruente Aufmerksamkeitslenkungen.

In den Experimenten 1.1 und 1.2 konnte nicht geklärt werden, welche Größe des visuellen Aufmerksamkeitsfokus in 1-gegen-1 und 3-gegen-2 Situationen zu effizienten Entscheidungsprozessen beiträgt. Deshalb wird in Experiment 2 auf der Basis der gleichen Annahmen bez. der Größen des Aufmerksamkeitsfokus mittels *Flicker Cueing* ebenfalls untersucht, ob in 3-gegen-2 Situationen ein eher großer (globaler) und in 1-gegen-1 Situationen ein eher kleiner (lokaler) visueller Aufmerksamkeitsfokus (z. B. Flicker auf der Hüfte, vgl. A. M. Williams & Davids, 1998) eine effiziente Entscheidungsgenerierung ermöglicht.

Empirische Vorhersage B₃:

Die jeweils drei unterschiedlichen Größenkategorien der Aufmerksamkeitsallokation führen zu unterschiedlich schnellen Entscheidungsleistungen. In 1-gegen-1 Situationen führen kleine Aufmerksamkeitsfoki (lokale Flicker Cues) zu schnelleren Antwortzeiten als große. In 3-gegen-2 Situationen führen große Aufmerksamkeitsfoki (globale Flicker Cues) zu schnelleren Antwortzeiten als kleine.

9.8 Ergebnisse

In die Datenauswertung fließen die Daten der Stichprobe ($N= 50$; vgl. Kapitel 9.2) ein. Darüber hinaus werden bei der Analyse der Antwortzeiten nur die Antwortzeiten korrekter Antworten (1g1 = 88.35%; 3g2 = 81.97%) berücksichtigt. Die Antwortzeiten sowie die Anzahl korrekter Antworten werden durch Varianzanalysen mit Messwiederholung ausgewertet. In den Fällen, in denen die Sphärizität verletzt wurde, wird die Huynh-Feldt-Korrektur der Freiheitsgrade angewandt.

9.8.1 Prüfung der empirischen Vorhersage B_1

Zur Prüfung der empirischen Vorhersage B_1 werden die Daten getrennt nach Blöcken betrachtet. Zuerst werden die 3-gegen-2 Daten und anschließend die Ergebnisse der 1-gegen-1 Situationen präsentiert.

9.8.1.1 Analyse der 3-gegen-2 Situationen

Bez. der Antwortzeiten zeigt die varianzanalytische Prüfung keinen signifikanten Haupteffekt auf dem Faktor Aufmerksamkeitsfokus (= Hinweisreizlokation), $F(6.709, 322.052) = 1.431, p > .05$. Die Interaktion Aufmerksamkeitsfokus * Instruktionsform ist hingegen signifikant, $F(6.709, 322.052) = 2.297, p < .05, \eta_p^2 = .046$. Darüber hinaus erreicht auch der Faktor Instruktionsform das Signifikanzniveau, $F(1, 48) = 4.263, p < .05, \eta_p^2 = .082$. Dabei zeigt sich, dass visuelle Flicker Cues zu signifikant schnelleren Entscheidungsleistungen führen als verbale Instruktionen (vgl. Abbildung 19).

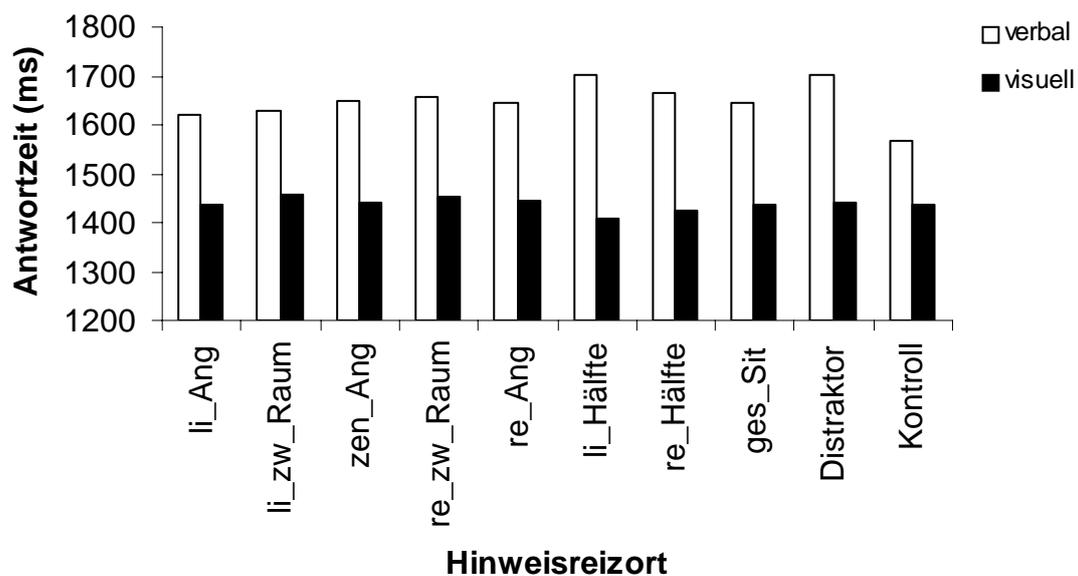


Abbildung 19. Antwortzeiten der visuell und verbal instruierten Gruppen in 3-gegen-2 Situationen.

Bez. der Richtigkeit der Antworten zeigt die varianzanalytische Prüfung einen tendenziell signifikanten Haupteffekt auf dem Faktor Aufmerksamkeitsfokus, $F(7.931, 380.684) = 1.826$, $p = .071$, $\eta_p^2 = .037$. Die Interaktion Aufmerksamkeitsfokus * Instruktionsform ist ebenfalls signifikant, $F(7.931, 380.684) = 3.136$, $p < .01$, $\eta_p^2 = .061$. Der Faktor Instruktionsform verfehlt das Signifikanzniveau deutlich, $F(1, 48) = .006$, $p > .05$. Das bedeutet, dass sich die Anzahl korrekter Entscheidungen zwischen der verbal instruierten Gruppe und der visuell gelenkten Gruppe nicht signifikant voneinander unterscheiden (vgl. Abbildung 20).

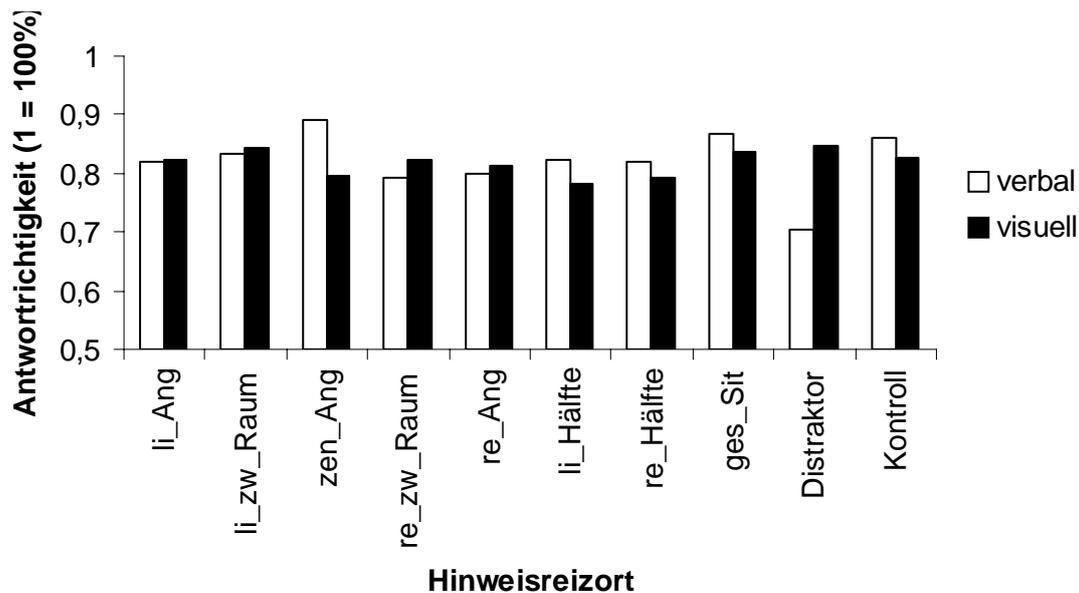


Abbildung 20. Antwortrichtigkeit der visuell und verbal instruierten Gruppen in 3-gegen-2 Situationen.

9.8.1.2 Analyse der 1-gegen-1 Situationen

Die varianzanalytische Prüfung zeigt einen tendenziell signifikanten Haupteffekt auf dem Faktor Aufmerksamkeitsfokus, $F(3.035, 145.672) = 2.527, p = .059, \eta_p^2 = .050$. Die Interaktion Aufmerksamkeitsfokus * Instruktionsform ist hingegen nicht signifikant, $F(3.035, 145.672) = 2.142, p = .097, \eta_p^2 = .043$. Der Faktor Instruktionsform verfehlt das Signifikanzniveau, $F(1, 48) = .751, p > .05$. Das heißt, dass in den 1-gegen-1 Situationen die visuelle Lenkung durch Flicker Cues nicht zu signifikant schnelleren Entscheidungen geführt hat als verbale Instruktion (vgl. Abbildung 21).

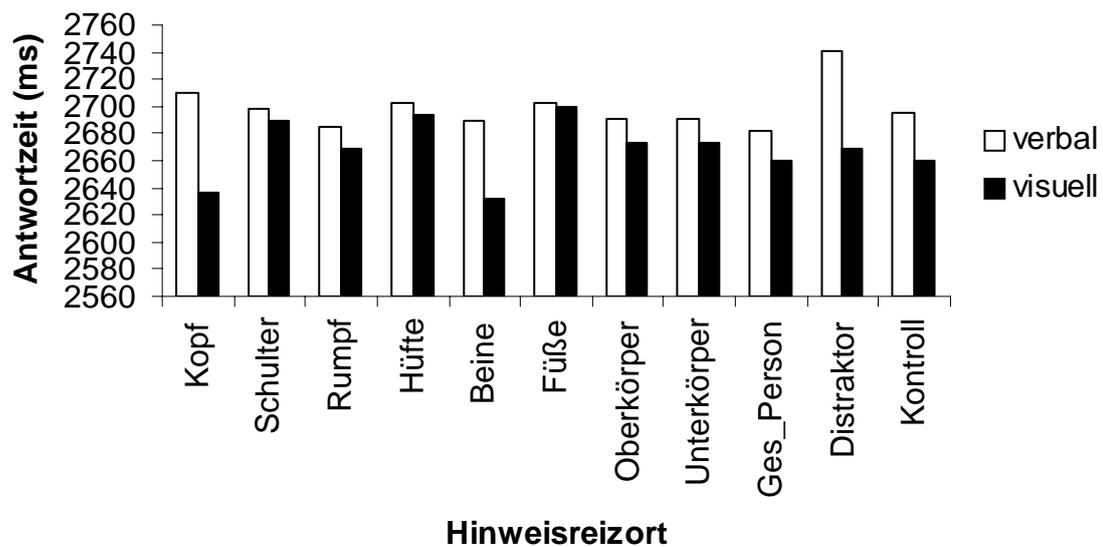


Abbildung 21. Antwortzeiten der visuell und verbal instruierten Gruppen in 1-gegen-1 Situationen.

Bez. der Richtigkeit der Antworten zeigt die varianzanalytische Prüfung einen signifikanten Haupteffekt auf dem Faktor Aufmerksamkeitsfokus, $F(10, 480) = 5.357$, $p < .001$, $\eta_p^2 = .100$. Die Interaktion Aufmerksamkeitsfokus * Instruktionsform ist ebenfalls signifikant, $F(10, 480) = 4.885$, $p < .001$, $\eta_p^2 = .092$. Der Zwischensubjektfaktor Instruktionsform verfehlt das Signifikanzniveau, $F(1, 48) = 1.082$, $p > .05$. Über die verschiedenen visuell indizierten bzw. verbal instruierten Merkmale unterscheidet sich die Anzahl richtiger Entscheidungen signifikant, allerdings zeigen sich im Gegensatz zum 3-gegen-2 Block keine signifikanten Unterschiede zwischen den beiden Instruktionsformen (vgl. Abbildung 22).

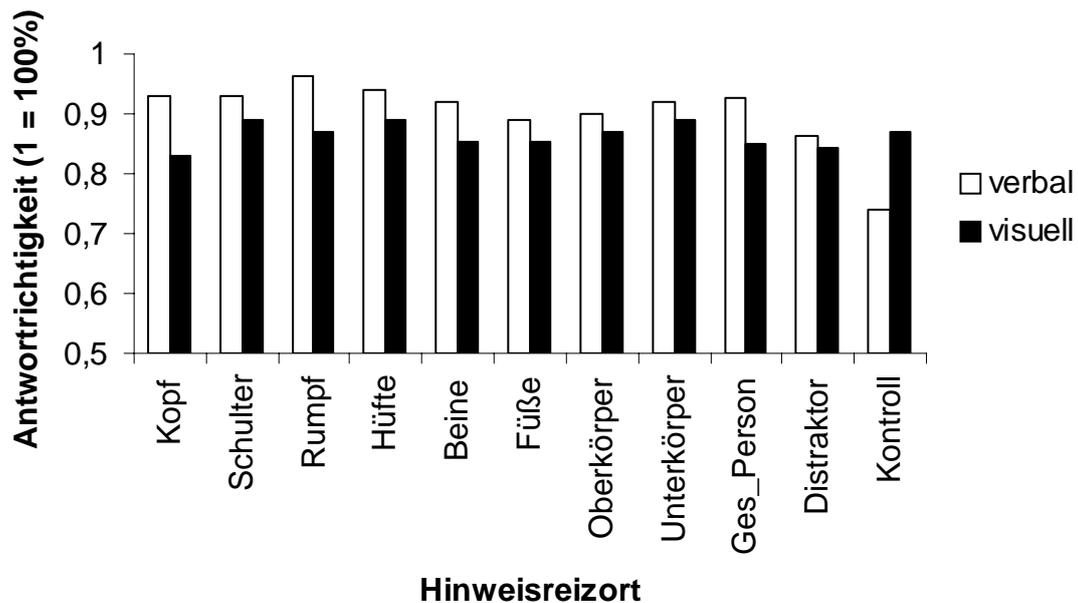


Abbildung 22. Antwortrichtigkeit der visuell und verbal instruierten Gruppen in 1-gegen-1 Situationen.

9.8.1.3 Schlussfolgerungen für die empirische Vorhersage B₁

Sowohl die Ergebnisse der 3-gegen-2 Situationen (vgl. Abbildung 20) als auch der 1-gegen-1 Situationen (vgl. Abbildung 22) zeigen, dass sich die Instruktionsformen hinsichtlich ihrer Auswirkungen auf die Richtigkeit der Entscheidungen nicht unterscheiden. Allerdings sind die Antwortzeiten der visuell instruierten Gruppe (*Flicker Cueing*) im Vergleich zur verbal instruierten Gruppe in 3-gegen-2 Situationen signifikant schneller (vgl. Abbildung 19). Dieser Unterschied beträgt im Mittel ca. 210 ms. Wenngleich die visuell instruierte Gruppe auch in den 1-gegen-1 Situationen bei allen Aufmerksamkeitslenkungsbedingungen schneller antwortet als die verbal instruierte Gruppe (im Mittel ca. 30 ms; vgl. Abbildung 21), wird dieser Unterschied nicht signifikant. Die empirische Vorhersage B₁ ist somit nur eingeschränkt anzunehmen. Ohne negative Auswirkungen auf die Richtigkeit der Entscheidungen zu haben, führt die visuelle Lenkung der Aufmerksamkeit (*Flicker Cueing*) ausschließlich in 3-gegen-2 Situationen zu signifikant schnelleren Antwortzeiten.

9.8.2 Prüfung der empirischen Vorhersage B₂

Die empirische Vorhersage B₂ besagt, dass kongruente (valide) Aufmerksamkeitslenkungen zu schnelleren Entscheidungen führen als inkongruente Aufmerksamkeitslenkungen. Diese Vorhersage kann in 3-gegen-2 Situationen für drei Bedingungen geprüft werden. Dazu zählen die Bedingungen Außenangreifer, Zwischenräume und Bildschirmhälften (Hemisphären). Kongruenz bzw. Validität bedeutet in diesem Zusammenhang, dass der Flicker auf der Seite erscheint bzw. die verbale Instruktion die Seite indiziert, die mit der korrekten Entscheidungsrichtung bzw. Passrichtung übereinstimmt.

Die varianzanalytische Prüfung zeigt einen signifikanten Haupteffekt auf dem Faktor Kongruenz, $F(1, 48) = 4.420$, $p < .05$, $\eta_p^2 = .084$. Das bedeutet, dass kongruente Instruktionen und Flicker zu schnelleren Entscheidungsleistungen führen als inkongruente (vgl. Abbildung 23). Die Interaktion Kongruenz * Instruktionsform ist nicht signifikant, $F(1, 48) = 1.039$, $p > .05$. Darüber hinaus zeigt sich auf dem Faktor Bedingung (Außenangreifer/ Zwischenraum/ Bildschirmhälfte) ebenfalls kein signifikanter Haupteffekt, $F(1.715, 82.303) = .127$, $p > .05$. Die Interaktion Bedingung * Instruktionsform ist hingegen signifikant, $F(1.715, 82.303) = 4.077$, $p < .05$, $\eta_p^2 = .078$.

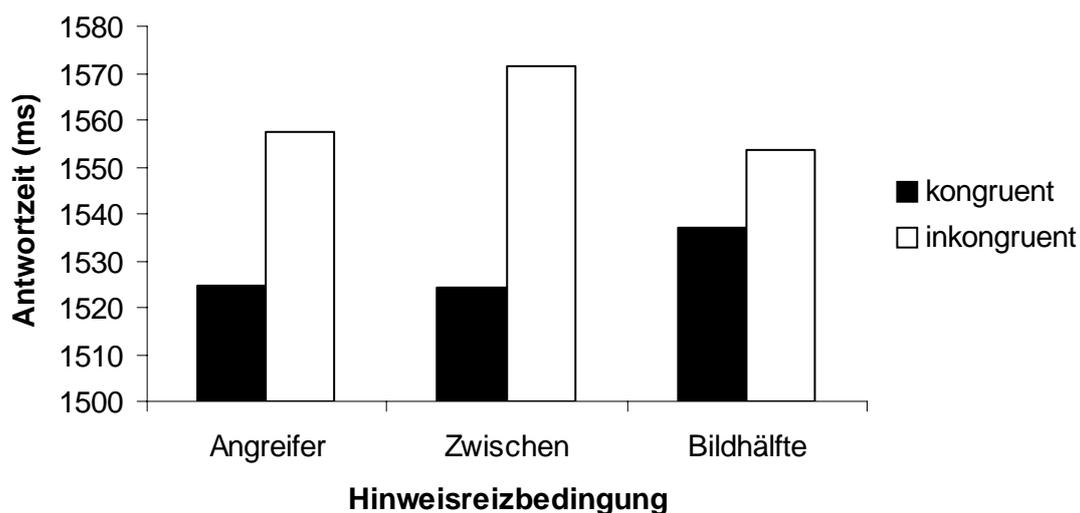


Abbildung 23. Antwortzeiten kongruenter und inkongruenter Instruktionen über die drei Bedingungen.

Weder die Interaktion Kongruenz * Bedingung, $F(2, 96) = .419, p > .05$, noch die Interaktion Kongruenz * Bedingung * Instruktionsform (vgl. Abbildung 24), $F(2, 96) = .383, p > .05$, erreichen statistische Signifikanz. Der Faktor Instruktionsform ist hingegen signifikant, $F(1, 48) = 4.352, p < .05, \eta_p^2 = .083$.

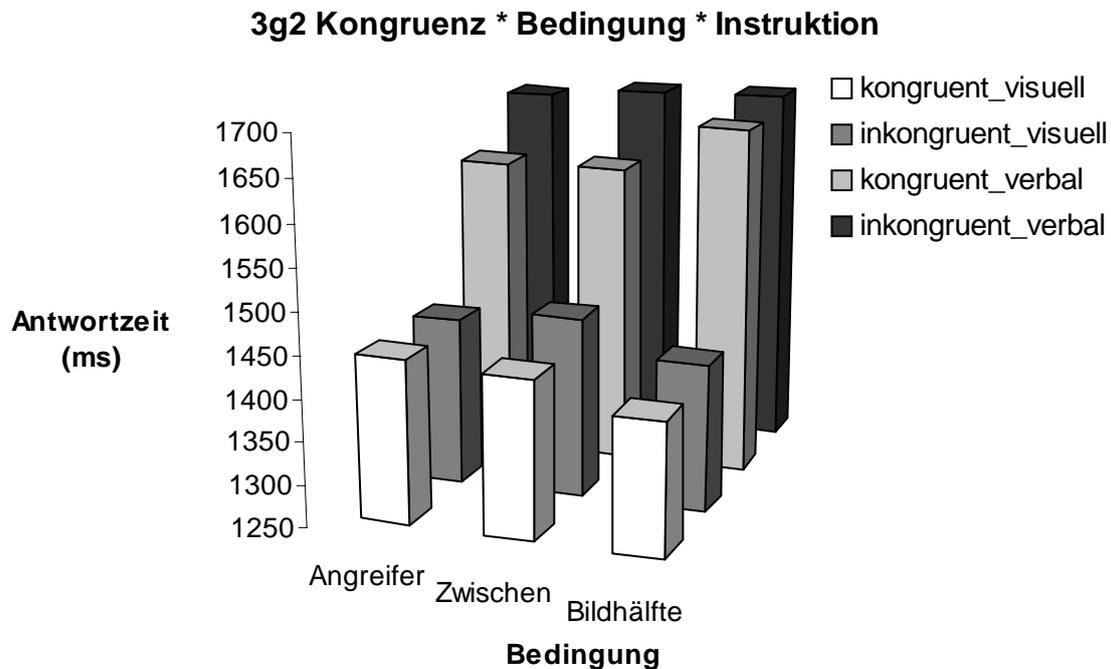


Abbildung 24. Antwortzeiten visuell und verbal instruierter kongruenter und inkongruenter Aufmerksamkeitslenkungen über die drei Bedingungen.

Zusammenfassend kann festgehalten werden, dass die Vpn in allen drei Bedingungen (Außenangreifer, Zwischenraum und Bildschirmhälfte) unabhängig von der Instruktionsform bei kongruenten Aufmerksamkeitslenkungen schnellere Entscheidungen trafen als bei inkongruenten (vgl. Abbildung 23). Daraus folgt, dass insgesamt kongruente Aufmerksamkeitslenkungen zu signifikant schnelleren Antwortzeiten führen als inkongruente Instruktionen ($p < .05, \eta_p^2 = .084$) und somit die empirische Vorhersage B₂ anzunehmen ist. Die Interaktion Kongruenz * Instruktionsform verfehlt jedoch das Signifikanzniveau ($p < .05$). Das bedeutet, dass kongruente visuelle Flicker nicht zu signifikant schnelleren Antwortzeiten führen als inkongruente visuelle Instruktionen (vgl. Abbildung 24). Die visuell instruierte Gruppe antwortet jedoch in allen drei Bedingungen signifikant schneller als die verbal instruierte Gruppe.

9.8.3 Prüfung der empirischen Vorhersage B₃

Die empirische Vorhersage B₃ besagt, dass die unterschiedlichen Größenkategorien (klein (lokal)/ mittel (medium)/ groß (global)) der Aufmerksamkeitsallokation zu unterschiedlich schnellen Entscheidungsleistungen führen. Dabei wird in 1-gegen-1 Situationen angenommen, dass kleinere Aufmerksamkeitsfoki (vgl. Nagano et al., 2004; A. M. Williams & Davids, 1998) effizienter sind als mittlere (z. B. Oberkörper) und große (gesamte Person) Aufmerksamkeitsfoki (vgl. Kapitel 3.2.1). In 3-gegen-2 Situationen besteht die Annahme in Anlehnung an die *Zoom-Lens* Metapher darin, dass große (gesamte Situation) Aufmerksamkeitsfoki zu schnelleren Antwortzeiten führen als kleine (z. B. rechter Angreifer) (vgl. auch Kapitel 3.2.1). In den 3-gegen-2 Situationen werden nur die kongruenten Fälle für die Prüfung der Vorhersage berücksichtigt. Analog zur Prüfung der empirischen Vorhersage B₁ werden zuerst die Ergebnisse bez. der 3-gegen-2 Situationen und anschließend die Ergebnisse der 1-gegen-1 Situationen präsentiert.

9.8.3.1 Analyse der 3-gegen-2 Situationen

Die varianzanalytische Prüfung zeigt keinen signifikanten Haupteffekt auf dem Faktor Größe des Aufmerksamkeitsfokus, $F(2, 96) = .147, p > .05$. Die Interaktion Größe des Aufmerksamkeitsfokus * Instruktionsform verfehlt ebenfalls das Signifikanzniveau, $F(2, 96) = 2.484, p = .089, \eta_p^2 = .049$. Der Faktor Instruktionsform ist hingegen mit schnelleren Antwortzeiten bei visueller Lenkung durch Flicker Cues (vgl. Abbildung 25) signifikant, $F(1, 48) = 4.663, p < .05, \eta_p^2 = .089$.

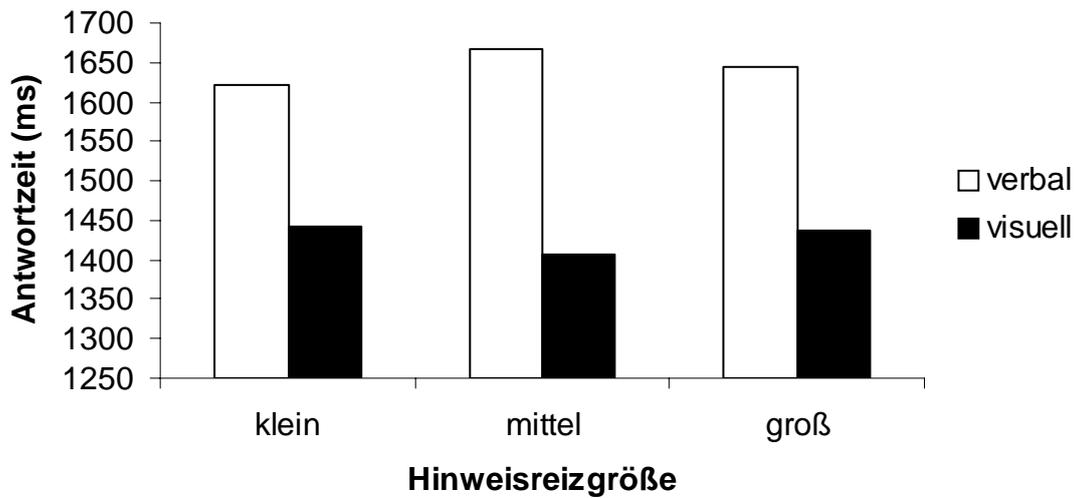


Abbildung 25. Antwortzeiten auf die drei unterschiedlichen Aufmerksamkeitsgrößen in 3-gegen-2 Situationen getrennt nach Instruktionsform.

9.8.3.2 Analyse der 1-gegen-1 Situationen

Die varianzanalytische Prüfung zeigt auch in 1-gegen-1 Situationen keinen signifikanten Haupteffekt auf dem Faktor Größe des Aufmerksamkeitsfokus, $F(2, 96) = 2.397$, $p = .096$, $\eta_p^2 = .048$. Die Interaktion Größe des Aufmerksamkeitsfokus * Instruktionsform ist ebenfalls nicht signifikant, $F(2, 96) = 1.506$, $p > .05$. Der Faktor Instruktionsform verfehlt das Signifikanzniveau, $F(1, 48) = .470$, $p > .05$.

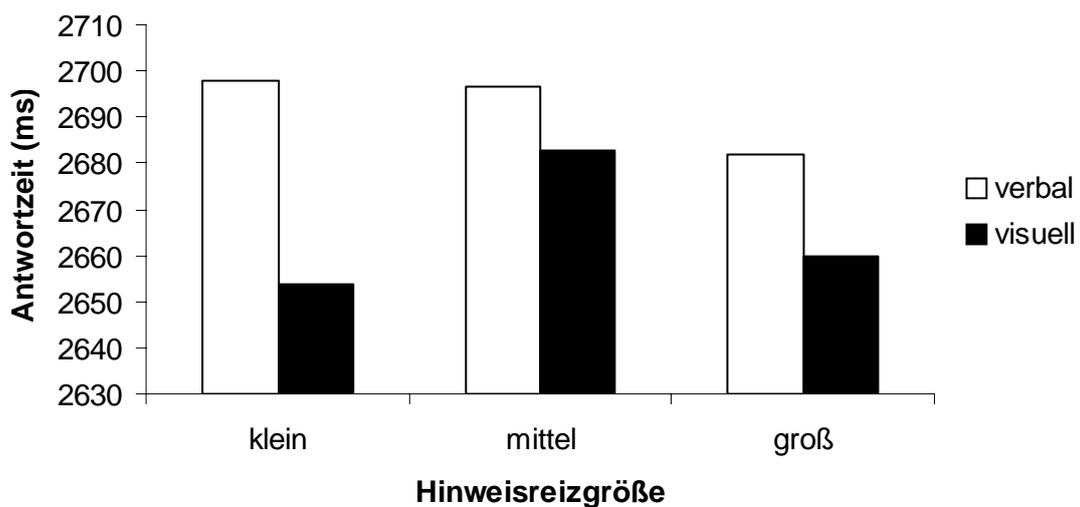


Abbildung 26. Antwortzeiten auf die drei unterschiedlichen Aufmerksamkeitsgrößen in 1-gegen-1 Situationen getrennt nach Instruktionsform.

9.8.3.3 Schlussfolgerungen für die empirische Vorhersage B₃

In 1-gegen-1 Situationen scheint auf der Basis der vorliegenden Ergebnisse die Größe des Aufmerksamkeitsfokus für beide Instruktionsformen keinen Einfluss auf die Antwortzeit zu haben (vgl. Abbildung 26). In 3-gegen-2 Situationen werden weder der Faktor Größe des Aufmerksamkeitsfokus noch die Interaktion Größe des Aufmerksamkeitsfokus * Instruktionsform signifikant. Der Faktor Instruktionsform wird hingegen signifikant, so dass die visuell instruierten Vpn schneller entscheiden als die verbal instruierte Gruppe. Das bedeutet zusammenfassend, dass die empirische Vorhersage B₃ zu verwerfen ist.

9.9 Diskussion

Das Experiment 2 galt der Überprüfung und Testung der empirischen Vorhersagen B₁ bis B₃. Die empirische Vorhersage B₁ konnte nur teilweise verifiziert werden. Für Entscheidungsprozesse in 3-gegen-2 Situationen zeigen die Ergebnisse im Vergleich zu verbalen Instruktionen schnellere Antwortzeiten bei visueller Lenkung der Aufmerksamkeit durch das in diesem Kontext erstmals getestete *Flicker Cueing*. Das Niveau bez. der Antwortrichtigkeit unterscheidet sich zwischen den beiden Instruktionsformen dabei nicht. Daraus kann geschlossen werden, dass das *Flicker Cueing* eine effizientere Methode der Aufmerksamkeitslenkung in videobasierten 3-gegen-2 Entscheidungsprozessen darstellt als verbale Instruktionen.

In 1-gegen-1 Situationen führten die unterschiedlichen Instruktionsformen nur zu minimalen und daher statistisch nicht relevanten Unterschieden in den Antwortzeiten der beiden unterschiedlich instruierten Gruppen. Die visuell instruierten Vpn entscheiden im Mittel ca. 30 ms schneller. Dieser nicht signifikante Unterschied lässt sich mit verschiedenen Begründungsansätzen erklären. Erstens bedarf es im Vergleich zu 3-gegen-2 Situationen in 1-gegen-1 Situationen keiner horizontalen räumlichen Aufmerksamkeitsorientierung, z. B. vom zentralen zu einem der Außenangreifer. Der dribbelnde Spieler war stets zentral abgebildet. Das heißt, dass die für die Entscheidung relevanten Informationen relativ nah auf einer Vertikalen angeordnet sind und somit weniger zeitintensive Aufmerksamkeitsorientierungen beanspruchen. Dies könnte selbst bei unterschiedlichen Aufmerksamkeitsausrichtungen (z. B. Schulter vs. Beine) zu ähnlichen Antwort-

zeiten geführt haben. Zweitens waren die Videosequenzen so geschnitten, dass sie mit dem letzten Frame vor der Berührung des Balls in die entsprechende Dribblingrichtung endeten. Das bedeutet, dass die Vpn, die sowohl so schnell wie möglich als auch richtig entscheiden sollten, in einem sehr kurzen Zeitfenster vor dem Ende der Videosequenzen deutliche Informationen für die korrekte Bewegungsrichtung des Dribblings erhielten. Das Antwortzeitniveau ($Mean = 2683$ ms) legt die Vermutung nahe, dass die Vpn dieses Zeitfenster kurz vor Ende der Videosequenzen (Videsequenzlänge: $Mean = 2792$ ms; $Max = 3265$ ms und $Min = 2562$ ms) nutzten, um eine korrekte Entscheidung zu treffen. Der hohe Prozentsatz korrekter Antworten (88.35%) untermauert diese Entscheidungsstrategie.

Wenngleich in den 1-gegen-1 Situationen keine signifikanten Antwortzeitunterschiede resultieren, zeigt sich im Gegensatz zu den 3-gegen-2 Situationen ein tendenziell signifikanter Effekt auf dem Faktor Aufmerksamkeitsfokus ($p = .056$). Das heißt, dass die einzelnen Aufmerksamkeitslenkungen und -ausrichtungen zu unterschiedlichen Antwortzeiten geführt haben. Insbesondere vor dem Hintergrund der Effektstärke ($\eta_p^2 = .050$; nach Cohen (1988) gelten $\eta_p^2 = .01$ als kleiner Effekt, $\eta_p^2 = .06$ als mittlerer Effekt und $\eta_p^2 = .14$ als großer Effekt) liegt die Vermutung nahe, dass dieser Effekt bei einer größeren Stichprobe das Signifikanzniveau erreicht hätte. Da auch die Interaktion Aufmerksamkeitsfokus * Instruktionsform das Signifikanzniveau knapp verfehlt, die Effektstärke aber auch in diesem Fall ($\eta_p^2 = .043$) bei einer größeren Stichprobe signifikante Effekte vermuten lässt, kann auch für 1-gegen-1 Situationen der Einsatz von Flicker Cues als eine sich im Vergleich zu verbalen Instruktionen eher positiv als nachteilig auswirkende Möglichkeit der visuellen Aufmerksamkeitslenkung betrachtet werden.

Die empirische Vorhersage B₂ wird auf der Basis der Ergebnisse des Experiments 2 angenommen. Daraus folgt, dass kongruente Aufmerksamkeitslenkungen zu schnelleren Entscheidungsleistungen führen als inkongruente. Diese Annahme, die mittels des Hinweisreizparadigmas vielfach für visuelle Aufmerksamkeitsorientierung nachgewiesen und repliziert wurde (vgl. Kapitel 3.2.5.1; siehe ebenfalls Experiment 1.3), bestätigt sich auch in diesem Experiment, in dem die Aufmerksamkeitsallokation in videobasierten Entscheidungssituationen visuell durch Flicker Cues und verbal durch Instruktionen

gelenkt wurde. Dies gilt allerdings nur für die gemeinsame Betrachtung der Instruktionsformen. Denn die Interaktion Kongruenz * Instruktionsform verfehlt das Signifikanzniveau, obwohl sowohl der Faktor Kongruenz signifikante Unterschiede aufweist (schnellere Entscheidungen bei kongruenter Aufmerksamkeitslenkung, $p < .05$, $\eta^2 = .084$) als auch der Faktor Instruktionsform zu signifikant unterschiedlichen Antwortzeiten führt (schnellere Entscheidungsleistungen bei visueller Aufmerksamkeitslenkung, $p < .05$, $\eta_p^2 = .083$). Das bedeutet, dass kongruente visuelle Flicker Cues nicht zu signifikant schnelleren Antwortzeiten führen als inkongruente visuelle Cues, ebensowenig wie kongruente verbale Aufmerksamkeitslenkungen zu signifikant schnelleren Antwortzeiten führen als inkongruente.

Dieses Ergebnis ist trotz der anzunehmenden Vorhersage nicht erwartet worden. Zwar zeigen die deskriptiven Daten, dass die kongruenten Aufmerksamkeitslenkungen (visuell und verbal) in jeder der drei Bedingungen (Außenangreifer, Zwischenraum und Bildschirmhälfte) schnellere Antwortzeiten nach sich ziehen als inkongruente Hinweise (vgl. Abbildung 24), jedoch werden diese Unterschiede bei der varianzanalytischen Prüfung nicht signifikant. Eine mögliche Begründung für die nur geringfügig schnelleren Antwortzeiten bei kongruenten Flickern im Vergleich zu inkongruenten Flickern könnte sein, dass diejenigen Informationen, die innerhalb eines inkongruenten Flickers extrahiert werden, beinahe ebenso schnell zu der Entscheidung führen, dass die korrekte Passrichtung nicht mit der durch den Flicker indizierten Seite übereinstimmt, wie kongruente Flicker zu der Entscheidung führen, dass die korrekte Entscheidung durch den Flicker markiert wird (analoge Begründung für verbale Aufmerksamkeitslenkungen). Abbildung 18 zeigt eine für das Experiment 2 typische 3-gegen-2 Entscheidungssituation mit dem Flicker auf dem zentralen Angreifer. Für die gleiche Situation würde der Flicker „linke Bildschirmhälfte“ als kongruent und der Flicker „rechte Bildschirmhälfte“ als inkongruent bezeichnet. Die Annahme zur Erklärung der nicht signifikanten Antwortzeitunterschiede besteht also darin, dass die Entscheidung „Pass zum linken Angreifer“ (aus der Perspektive der Vpn) bei einem kongruenten Flicker, z. B. aufgrund des Freiraums des linken Angreifers, nahezu genauso schnell getroffen wird, wie die Entscheidung „Pass zum linken Angreifer [= Nicht Pass zum rechten Angreifer]“ bei einem inkongruenten Flicker erfolgt (z. B. aufgrund der engen Deckung des rechten Angreifers durch den Manndecker; für eine Visualisierung der Situationsstruktur, vgl.

Abbildung 18). Das heißt, dass sowohl links- als auch rechtsseitig eindeutige Informationen für die Generierung einer richtigen Lösung zu gewinnen sind. Dies könnte dazu geführt haben, dass kongruente Flicker nicht zu signifikant schnelleren Antwortzeiten geführt haben als inkongruente Flicker.

Die empirische Vorhersage B₃, die auf die Untersuchung der effizienten Größe des visuellen Aufmerksamkeitsfokus in 1-gegen-1 und 3-gegen-2 Situationen zielte, kann auf der Basis der vorliegenden Daten nicht bestätigt werden. Allerdings deuten die Ergebnisse an, dass die Größe des Aufmerksamkeitsfokus auch in Verbindung mit der Instruktionsform eine wichtige Rolle im Rahmen von 1-gegen-1 und 3-gegen-2 Entscheidungsprozessen spielen kann.

So verfehlt der Faktor Größe des Aufmerksamkeitsfokus bei der Analyse der 1-gegen-1 Daten zwar das Signifikanzniveau, weist aber gleichsam eine Effektstärke auf ($p = .096$, $\eta_p^2 = .048$), die vermuten lässt, dass auch in diesem Fall bei einer größeren Stichprobe durchaus signifikante Effekte auftreten könnten. Darüber hinaus muss bei der Diskussion der Variable Größe des Aufmerksamkeitsfokus folgender Aspekt berücksichtigt werden. Bei der Applikation eines großen (globalen) Aufmerksamkeitsfokus werden auch immer lokale Informationen verarbeitet (vgl. Kapitel 2.3). Das heißt, dass die Vpn, die entweder visuell oder verbal instruiert wurden, die Aufmerksamkeit auf die gesamte Situation zu lenken, durchaus trotzdem an spezifischen Orten Informationen selektiert haben können. Dies könnte beispielsweise dazu geführt haben, dass die Vpn z. B. trotzdem innerhalb des Flickers (Gesamtsituation) ihre Aufmerksamkeit auf den zentralen Angreifer lenkten, weil sie sich erhofften, aus seiner Bewegung die wesentlichen Informationen für eine effiziente Entscheidung herauszufiltern. Diese potenzielle Strategie könnte selbst durch eine begleitende Blickbewegungsregistrierung nicht nachgewiesen werden. Denn die Registrierung würde Aufschluss über die foveale Ausrichtung der Blickrichtung geben, aber keinen Aufschluss über die Aufmerksamkeitsausrichtung (A. M. Williams & Davids, 1998, S. 127; vgl. auch Kapitel 3.2.1). Das bedeutet explizit für dieses Beispiel, dass vielleicht gezeigt werden könnte, dass die Vpn den zentralen Spieler fokussieren, aber damit nicht gezeigt werden kann, ob die Vpn einen engen Aufmerksamkeitsfokus auf den Spieler ausrichten oder einen größeren auf die gesamte Situation.

Bei der Datenanalyse der 3-gegen-2 Situationen verfehlt der Faktor Größe des Aufmerksamkeitsfokus deutlich das Signifikanzniveau. Allerdings deuten die Ergebnisse an, dass die Interaktion Größe des Aufmerksamkeitsfokus * Instruktionsform ($p = .089$, $\eta_p^2 = .049$) potenziell zu Effekten führen könnte. Einerseits entscheiden die visuell instruierten Vpn signifikant schneller, andererseits sind die Unterschiede zwischen den einzelnen Aufmerksamkeitsgrößen nur minimal. Bei der visuellen Instruktionsform entscheiden die Vpn im Vergleich zur mittleren Aufmerksamkeitsgröße bei kleinen und großen Aufmerksamkeitsfoki um durchschnittlich ca. 30 ms langsamer. Für die bei der Diskussion der 1-gegen-1 Daten hervorgehobene Annahme, dass auch bei globaler Aufmerksamkeitsorientierung eher lokale Elemente mit Aufmerksamkeit bedacht worden sein könnten, liefern somit auch die 3-gegen-2 Daten Hinweise. Diese Annahme wird durch eine aktuelle Blickbewegungsstudie von Savelsbergh et al. (2006) untermauert. Savelsbergh und Kollegen konnten zeigen, dass Amateurfußballer in gruppentaktischen Entscheidungssituationen (4-gegen-4) dazu neigen, den ballführenden Spieler zu fixieren (vgl. Kapitel 3.2.1). Es kann nicht ausgeschlossen werden, dass die Vpn auch in dieser Untersuchung diese Fokussierungsstrategie angewendet haben. Nichtsdestotrotz ist die Instruktionsmethode sowohl eine gängige (für einen Überblick, vgl. Wulf & Prinz, 2001) als auch eine in der Aufmerksamkeitsforschung akzeptierte Form der Aufmerksamkeitslenkung (vgl. Castaneda & Gray, 2007).

Zusammenfassend zeigen die Ergebnisse des Experiments 2, dass *Flicker Cueing* als visuelle Form der Aufmerksamkeitslenkung im Vergleich zu verbalen Instruktionen insbesondere in komplexen 3-gegen-2 Situationen im Fußball zu effizienteren Entscheidungsleistungen führt.

10. Experiment 3

10.1 Versuchsplanung

In Experiment 2 konnte gezeigt werden, dass *Flicker Cueing* als visuelle Form der Aufmerksamkeitslenkung in einem computerbasierten Entscheidungstest im Vergleich zu verbalen Instruktionen positive Effekte auf die Entscheidungsleistungen insbesondere in 3-gegen-2 Situationen im Fußball hat. Das Ziel des Experiments 3 (vgl. Kapitel 5, Fragestellung C) besteht darin zu untersuchen, inwieweit *Flicker Cueing* in sportartspezifischen videobasierten Trainings eingesetzt werden kann, um eine effiziente Ausrichtung des visuellen Aufmerksamkeitsfokus in 3-gegen-2 Entscheidungssituationen im Fußball zu trainieren. Neben zahlreichen Studien, die den Nutzen videobasierter Trainingsmethoden empirisch belegt haben (für einen Überblick, vgl. A. M. Williams & Ward, 2003; siehe auch Kapitel 4.2.1), gibt es erste sportpsychologische Studien, die positive Effekte visueller Aufmerksamkeitslenkung in videobasierten Trainings andeuten (z. B. Hagemann et al., 2006; vgl. Kapitel 4.2.5). Das vorliegende Experiment knüpft an diese Befunde sowie die Erkenntnisse aus Experiment 2 an.

Für das Experiment 3 werden Sportstudierende rekrutiert, die keine aktive Erfahrung als Vereinsfußballspielerinnen bzw. -spieler haben, aber den Ausbildungskurs „Fußball“ für angehende Sportlehrerinnen und -lehrer absolviert haben. Um die dauerhaften Lerneffekte der Aufmerksamkeitsorientierung durch *Flicker Cueing* zu untersuchen, nimmt jede Vp an einer videobasierten Trainingsstudie mit drei Messzeitpunkten (Prä-, Post- und Retentionstest) teil. Zwischen dem Prä- und dem Posttest absolvieren die Vpn in vier unterschiedlichen Trainingsgruppen ein ca. dreiwöchiges videobasiertes Trainingsprogramm mit je zwei Trainingseinheiten pro Woche. Eine Trainingsgruppe absolviert sechs Trainingseinheiten mit je 80 3-gegen-2 Entscheidungssituationen, in denen durch implementierte Flicker Cues die Aufmerksamkeit exogen gelenkt wird (Trainingsgruppe ‚Flicker‘). Eine zweite Trainingsgruppe trainiert in gleichem Umfang (6 Einheiten mit je 80 Entscheidungssituationen) mit den gleichen Videosequenzen, allerdings ohne integrierte Flicker (Trainingsgruppe ‚ohne Flicker‘). Eine dritte (Placebo-)Gruppe absolviert ebenfalls sechs Trainingseinheiten, in denen die Vpn jeweils für 15 Minuten einen Spielmitschnitt eines Fußballspiels hinsichtlich der Lösungsmöglichkeiten von Über-

zahlsituationen beobachten und analysieren sollen. Zusätzlich wurde eine Kontrollgruppe berücksichtigt, die zwischen Prä- und Posttest keiner Trainingsintervention unterzogen wurde (zur Notwendigkeit von Placebo- und Kontrollgruppen, vgl. Farrow & Abernethy, 2007).

10.2 Stichprobe

Zu Beginn nahmen $N= 36$ Sportstudierende der Westfälischen Wilhelms-Universität Münster an dem Experiment 3 teil. Da fünf Vpn das Programm nicht komplett absolvierten, werden im Folgenden nur die Werte für die verbleibenden $N= 31$ weiblichen ($n= 27$) und männlichen ($n= 4$) Vpn präsentiert. Die Vpn wurden randomisiert auf die Gruppen verteilt, so dass sich die vier Gruppen aus dem verbleibenden 31 Vpn folgendermaßen zusammensetzen: Trainingsgruppe ‚Flicker‘ ($n= 9$), Trainingsgruppe ‚ohne Flicker‘ ($n= 8$), Placebogruppe (Spiel) ($n= 7$) und Kontrollgruppe ($n= 7$). Das Durchschnittsalter war zum Zeitpunkt der Untersuchung $M= 23.3$ Jahre ($SD= 1.6$ Jahre) und variierte zwischen den Gruppen um weniger als ± 0.5 Jahre. Zu dieser Studie wurden nur Vpn zugelassen, die keine aktive Spielerfahrung im Fußballverein hatten. Darüber hinaus mussten die Vpn jedoch den Fußballkurs im Rahmen der Ausbildung zur Sportlehrerin bzw. zum Sportlehrer bereits absolviert haben oder diesen parallel zur Untersuchung besuchen. Auf diese Weise wurde eine Stichprobe generiert, die keine Expertise bez. taktischer Entscheidungen im Fußball aufweist, aber mit der Sportart sowie der spezifischen taktischen Situation vertraut ist. Die Vpn hatten keine Sehfunktionsstörungen oder trugen zum Ausgleich von Weit- bzw. Kurzsichtigkeit Sehhilfen. Die Vpn nahmen freiwillig an der Untersuchung teil.

10.3 Vorbereitung des Stimulusmaterials

Als Grundlage des Stimulusmaterials dienten, wie in Experiment 2, die videofilmisch aufgezeichneten Sequenzen aus den Experimenten 1.1 und 1.2. Darüber hinaus wurden für dieses Experiment zusätzlich neue Videos aufgezeichnet und bearbeitet. Die Informationen zur Einspielung der 3-gegen-2 Sequenzen sind dem Methodenteil des Experiments 1.2 zu entnehmen (vgl. Kapitel 7.3). Die Videosequenzen wurden nach der Aufnahme mit der Software Adobe Premiere Pro bearbeitet, geschnitten und im Format

mpg. gespeichert. Für die Tests wurden 60 unterschiedliche Videosequenzen ausgewählt. Für die Trainingsprogramme ‚Flicker‘ und ‚ohne Flicker‘ wurden darüber hinaus 80 weitere Videosequenzen selektiert. Sämtliche Videos wurden mit der zeitlichen Verschlussstechnik (vgl. Kapitel 3.2.2) so geschnitten, dass jedes Video ein Frame vor dem Passspiel des ballführenden Spielers abbricht.

Die Videos des Trainingsprogramms ‚Flicker‘ bedurften der Nachbearbeitung mit dem Programm Adobe After Effects 6.5. Bei einer Auflösung von 25 Frames pro Sekunde wurde in jedes fünfte Frame (alle 200 ms) ein Flicker implementiert. Mit einem Pinselspitzen Durchmesser von 5 Pixel und einer Deckkraft von 20% wurden rote, transparente Rechtecke in die einzelnen Frames eingezeichnet (vgl. Experiment 2). In jedes der 80 3-gegen-2 Videos des Trainingsprogramms ‚Flicker‘ wurden rechteckige Flicker integriert, die den korrekterweise anzupielenden Außenangreifer und den passgebenden Spieler umfassen. Dieses valide *Cueing* soll die Aufmerksamkeit exogen auf für die Entscheidungsgenerierung relevante Merkmale lenken.

Die Videos der Trainingsgruppe ‚ohne Flicker‘ sind mit denen der Trainingsgruppe ‚Flicker‘ bis auf die Tatsache, dass sie keine Flicker enthalten, identisch. Deshalb bedurfte es für dieses Trainingsprogramm keiner weiteren Bearbeitungsschritte.

Für das Trainingsprogramm der Placebogruppe wurde ein Live-Spielmitschnitt eines Länderspiels der deutschen U21 Nationalmannschaft in sechs Spielabschnitte unterteilt und mit dem Programm Adobe Premiere Pro bearbeitet. Die jeweils 15minütigen Spielabschnitte wurden als *mpg.* Dateien gespeichert.

10.4 Programmierung des Experiments

Für das Experiment 3 wird auf das gleiche Programm wie in Experiment 2 zurückgegriffen (vgl. Kapitel 9.4). Dieses Programm ermöglicht die randomisierte Einspielung der Videosequenzen sowie die exakte Aufzeichnung der Richtungsentscheidungen und Antwortzeiten.

Sowohl in Prä-, Post- und Retentionstest als auch in den beiden videobasierten Entscheidungstrainings werden die jeweils 60 bzw. 80 unterschiedlichen 3-gegen-2 Video-

sequenzen bei jeder Sitzung durch das Programm automatisch randomisiert eingespielt. Auch die Videos der Placebogruppe wurden in dieses Programm eingefügt.

10.5 Variablen

Im Experiment 3 werden als abhängige Variablen zum einen die Antwortzeiten (AV_1) und zum anderen die Richtigkeit der Antworten (AV_2) erhoben. Es handelt sich um ein 4×3 faktorielles Untersuchungsdesign. Das Versuchsdesign ist derart gestaltet, dass der Faktor Gruppe (UV_A) die vierfach gestufte Variation des Treatments abbildet und der Faktor Messwiederholung (UV_B) zu den drei Zeitpunkten ermitteln soll, ob die unterschiedlichen Trainingsprogramme Einfluss auf die abhängigen Variablen haben.

10.6 Versuchsdurchführung

10.6.1 Versuchsablauf

Das Experiment 3 beinhaltet die dreifache Ausführung eines fußballspezifischen 3-gegen-2 Entscheidungstests sowie das sechsmalige Training in einer der drei Trainingsgruppen. Die Untersuchung fand in einem Computerraum des Instituts für Sportwissenschaften der WWU Münster statt. Sowohl die Test- als auch die drei unterschiedlichen Trainingsprogramme (vgl. Kapitel 10.3) wurden auf fünf Rechnern installiert, so dass jedes der Programme auf allen fünf Rechnern aktiviert werden konnte. Jede Vp verschaffte sich über ein geschütztes Passwort Zugang zu den Test- und Trainingsprogrammen. In der ersten Sitzung wurde zunächst ein Probetest mit fünf Videosequenzen durchgeführt, um die Vpn mit der Testsituation vertraut zu machen. Im Anschluss folgte jeweils direkt der Prätest. Sowohl dieser Prätest als auch die beiden weiteren Tests sowie die einzelnen Trainingssitzungen der beiden Trainingsgruppen ‚Flicker‘ und ‚ohne Flicker‘ laufen identisch zu den Tests in Experiment 3 ab. Ebenfalls in der ersten Sitzung folgte dann die erste Trainingseinheit. Innerhalb der folgenden drei Wochen absolvierten die Vpn ihr jeweiliges Trainingsprogramm. Zwischen Prä- und Posttest lagen durchschnittlich 18.9 Tage ($SD= 4.9$ Tage). Nach dem sechsten Training folgte direkt der Posttest. Bevor die Vpn jedoch mit dem Posttest starteten, absolvierten sie nochmals den Probetest, da so insbesondere Verzerrungen der Daten der Kontroll- und Placebo-

gruppen ausgeschlossen werden können. Nach einer mindestens einwöchigen trainingsfreien Phase folgte abschließend der Retentionstest, dem analog erneut der Probetest vorausging. Die Phase zwischen Post- und Retentionstest betrug durchschnittlich 16.8 Tage ($SD= 4.9$ Tage).

Die Prä-, Post- und Retentionstests (60 Entscheidungssituationen) dauerten ca. 5-6 Minuten. Die Trainingsprogramme ‚Flicker‘ und ‚ohne Flicker‘ (je 80 Entscheidungssituationen) nahmen jeweils ca. 12-15 Minuten in Anspruch. Das Trainingsprogramm der Placebogruppe dauerte pro Trainingssitzung exakt 15 Minuten. Insgesamt absolvierten die zwei erstgenannten Trainingsgruppen also 480 Trainingsvideos, verteilt auf sechs Trainingseinheiten mit einem zeitlichen Gesamtumfang von ca. 72-90 Minuten. Die Placebogruppe hatte einen vergleichbaren zeitlichen Trainingsumfang von 90 Minuten, ebenfalls auf sechs Einheiten verteilt.

10.6.2 Instruktion

Die Vpn wurden zu Beginn durch den Versuchsleiter im Computerraum begrüßt. Anschließend wurden die Vpn gebeten, sich bequem vor einem der fünf Rechner zu positionieren. Zu Beginn füllten die Vpn eine Einverständniserklärung aus, mit der sie versicherten, dass sie die Untersuchungsvoraussetzungen erfüllten und freiwillig an der Studie teilnahmen. Der Versuchsleiter informierte die Vpn über den Versuchsablauf und die ungefähre Dauer der Studie. Den Vpn wurde die Testaufgabe vor dem ersten Test- und Probekblock erläutert. Darüber hinaus wurde das Muster der Videos vorab beschrieben. Die Vpn wurden instruiert, „so schnell und richtig wie möglich zu entscheiden“, ob der zentrale, ballführende Angreifer aus ihrer Perspektive den linken oder rechten Angreifer anspielt. Anschließend wurden die Vpn darauf hingewiesen, dass sie ihre linke Hand so auf die Tastatur legen sollten, dass der Mittelfinger der linken Hand auf der Ziffer 1 lag und der Zeigefinger der linken Hand auf der Ziffer 2. Analog zum Experiment 2 wurden die Vpn über die Markierung der Entscheidung per Tastendruck informiert. Um das nächste Video selbständig zu starten, wurden die Vpn instruiert, mit der rechten Hand den Startbutton im Startfenster zu aktivieren.

Die Instruktion der Trainingsprogramme unterschied sich lediglich zwischen den beiden Trainingsgruppen (‚Flicker‘ und ‚ohne Flicker‘) und der Placebogruppe. Die beiden

zuerst genannten Trainingsgruppen wurden ebenso wie im Test instruiert. Die Trainingsgruppe ‚Flicker‘ erhielt keine zusätzlichen Informationen bez. des implementierten Flickers. Die Placebogruppe wurde hingegen instruiert, ebenfalls über den Startbutton den jeweils 15minütigen Videomitschnitt des U21 Länderspiels zu aktivieren. Die Vpn dieser Gruppe hatten die Aufgabe, das Spiel zu beobachten und bei Überzahlsituationen (z. B. auch 3-gegen-2 Situationen) zu verfolgen, wie diese Situationen effektiv gelöst werden.

Fragen, die der korrekten Umsetzung der Instruktionen dienten, wurden vom Versuchsleiter vor Beginn des jeweiligen Testblocks beantwortet. Fragen bez. der theoretischen Hintergründe wurden hingegen nicht beantwortet.

10.7 Empirische Vorhersage (C)

In Anlehnung an erste empirische Befunde zur visuellen Aufmerksamkeitslenkung in sportartspezifischen Entscheidungsprozessen (z. B. Kirlik et al., 1996; vgl. auch Kapitel 4.2.5) sowie die Ergebnisse des Experiments 2, leitet sich zur Überprüfung der Fragestellung C (vgl. Kapitel 5) folgende empirische Vorhersage ab.

Empirische Vorhersage C:

Die Trainingsgruppe, die mit dem Trainingsprogramm ‚Flicker‘ trainiert, zeigt im Post- und Retentionstest bessere, d. h. sowohl schnellere als auch häufiger richtige Entscheidungsleistungen als die Trainingsgruppe ‚ohne Flicker‘, die Placebogruppe sowie die Kontrollgruppe.

10.8 Ergebnisse

In die Datenauswertung fließen die Daten der Stichprobe ($N=31$; vgl. Kapitel 10.2) ein. Die Daten werden getrennt nach Antwortzeiten und der Anzahl richtiger Antworten durch Varianzanalysen mit Messwiederholung ausgewertet und analysiert. Bei Verletzung der Sphärizität wird die Huynh-Feldt-Korrektur der Freiheitsgrade angewandt.

10.8.1 Prüfung der empirischen Vorhersage C – Analyse der Antwortzeiten

Die varianzanalytische Prüfung der durchschnittlichen Antwortzeiten zeigt einen signifikanten Haupteffekt auf dem Faktor Messzeitpunkt, $F(1.432, 38.670) = 31.134$, $p < .001$, $\eta_p^2 = .536$. Alle vier Gruppen verbessern ihre Entscheidungszeiten von Prä- zu Post- und Retentionstest (vgl. Abbildung 27). Die Interaktion Messzeitpunkt * Trainingsgruppe ist hingegen nicht signifikant, $F(4.297, 38.670) = .874$, $p > .05$. Darüber hinaus verfehlt auch der Faktor Trainingsgruppe das Signifikanzniveau, $F(3, 27) = .920$, $p > .05$. Auch drei separat gerechnete univariate Varianzanalysen zeigen zu keinem der drei Messzeitpunkte signifikante Antwortzeitunterschiede zwischen den Gruppen (alle $p > .05$). Dabei sind die Antwortzeiten zu allen drei Messzeitpunkten normalverteilt (Kolmogorov-Smirnov-Test, alle $p > .21$). Außerdem sind die Varianzen der vier Gruppen zu den drei Messzeitpunkten homogen (Levene-Test, alle $p > .25$).

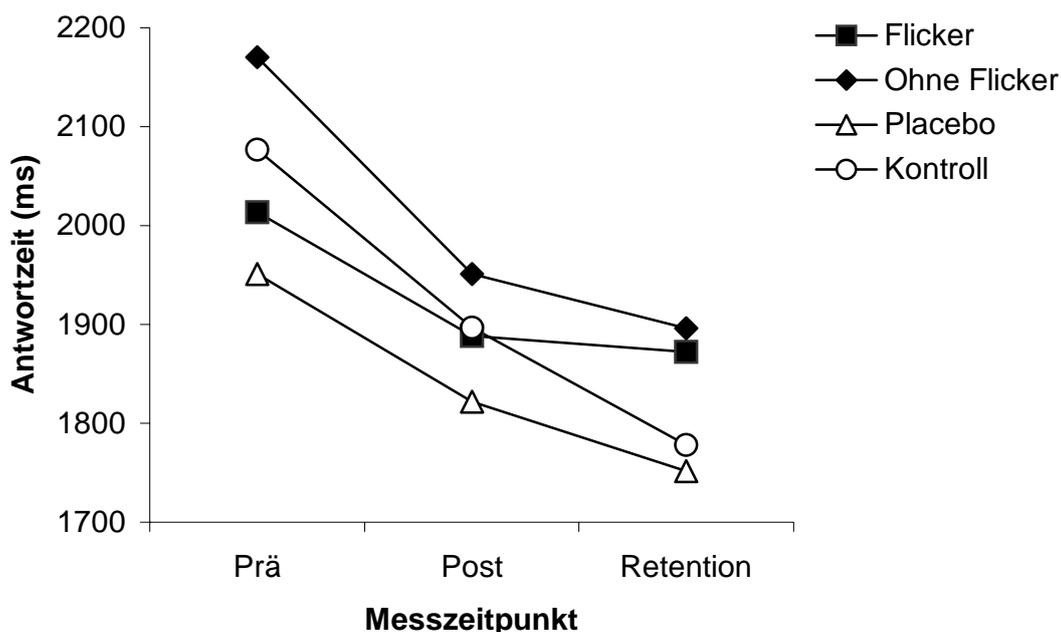


Abbildung 27. Antwortzeiten der vier Gruppen über die drei Messzeitpunkte.

Zur Überprüfung des dauerhaften Lerneffektes wurde zusätzlich eine Varianzanalyse mit Messwiederholung über die Messzeitpunkte Post- und Retentionstest gerechnet, wobei die anfänglichen Unterschiede im Prätest als Kovariate berücksichtigt wurden. Nach Herausparsialisieren der Prätestwerte zeigen sich jedoch weder ein signifikanter

Haupteffekt Messzeitpunkt noch eine signifikante Interaktion Messzeitpunkt * Trainingsgruppe (alle $p > .05$).

10.8.2 Prüfung der empirischen Vorhersage C – Analyse der Anzahl richtiger Antworten

Die varianzanalytische Prüfung der durchschnittlichen Anzahl richtiger Antworten zeigt einen signifikanten Haupteffekt auf dem Faktor Messzeitpunkt, $F(1.411, 38.101) = 11.275$, $p < .01$, $\eta_p^2 = .295$. Im Vergleich zum Prätest verbessern alle vier Gruppen im Posttest die Anzahl korrekter Antworten bzw. Entscheidungen (vgl. Abbildung 28). Im Retentionstest verzeichnen außer der Placebogruppe alle Gruppen eine weitere Verbesserung bez. der Entscheidungsrichtigkeit. Die Interaktion Messzeitpunkt * Trainingsgruppe ist hingegen nicht signifikant, $F(4.233, 39.474) = 1.431$, $p > .05$. Darüber hinaus verfehlt auch der Faktor Trainingsgruppe das Signifikanzniveau, $F(3, 27) = .588$, $p > .05$. Drei zusätzlich separat gerechnete univariate Varianzanalysen zeigen zu keinem der drei Messzeitpunkte signifikante Unterschiede bez. der Anzahl richtiger Antworten zwischen den Gruppen (alle $p > .05$). Die Anzahl richtiger Antworten ist zu allen drei Messzeitpunkten normalverteilt (Kolmogorov-Smirnov-Test, alle $p > .05$). Darüber hinaus sind die Varianzen der vier Gruppen zu den drei Messzeitpunkten homogen (Levene-Test, alle $p > .07$).

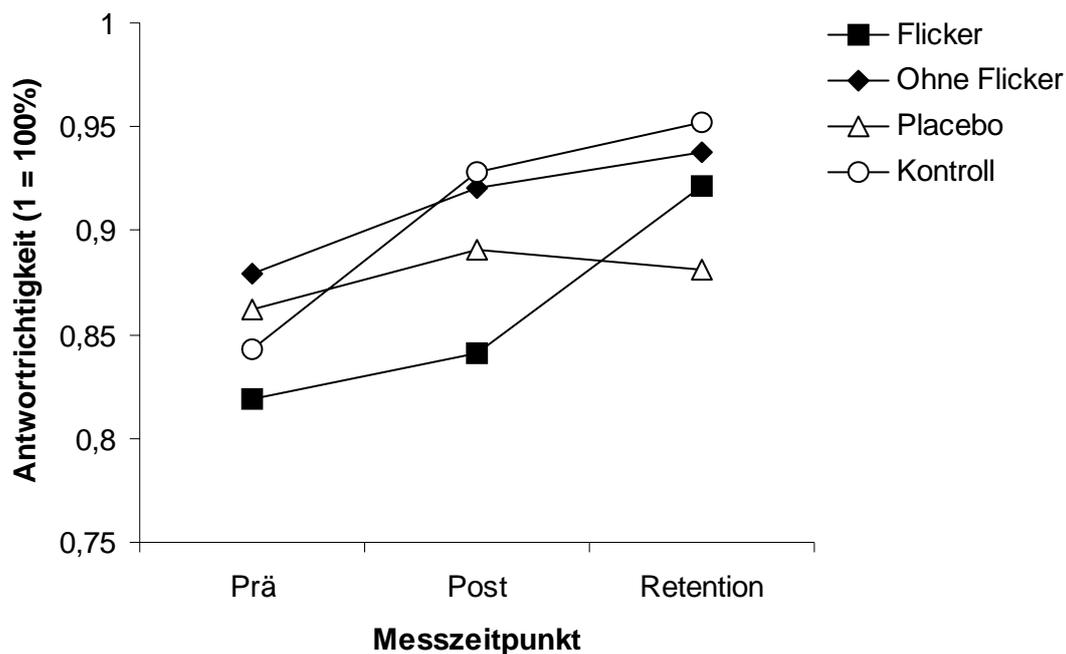


Abbildung 28. Anzahl richtiger Antworten der vier Gruppen über die drei Messzeitpunkte.

Zur Überprüfung des dauerhaften Lerneffektes wurde zusätzlich eine Varianzanalyse mit Messwiederholung über die Messzeitpunkte Post- und Retentionstest gerechnet, wobei die anfänglichen Unterschiede im Prätest als Kovariate berücksichtigt wurden. Nach Herauspartialisieren der Prätestwerte zeigt sich eine signifikante Interaktion Messzeitpunkt * Trainingsgruppe, $F(3, 26) = 6.123$, $p < .01$, $\eta_p^2 = .414$. Wie der Abbildung 28 zu entnehmen ist, zeigt die Trainingsgruppe ‚Flicker‘ zwar von Post- zu Retentionstest die deutlichste Steigerung bez. der Anzahl korrekter Entscheidungen, damit liegt das Entscheidungsleistungsniveau der Trainingsgruppe ‚Flicker‘ im Retentionstest aber noch unter dem der Trainingsgruppe ‚ohne Flicker‘ und der Kontrollgruppe. Zusammenfassend geht aus der Analyse der Antwortzeiten sowie der Anzahl richtiger Antworten hervor, dass die empirische Vorhersage C abzulehnen ist.

10.9 Diskussion

In direktem Bezug auf die empirische Vorhersage C lässt sich festhalten, dass die Trainingsgruppe ‚Flicker‘ weder im Posttest noch im Retentionstest die schnellsten Entscheidungen traf und ebenso wenig die meisten richtigen Antworten gab. Zu keinem der

drei Messzeitpunkte sind signifikante Unterschiede bez. der beiden abhängigen Variablen zwischen den vier Gruppen zu konstatieren. Alle vier Gruppen treffen einerseits von Prä- zu Post- und Retentionstest schnellere Entscheidungen und steigern andererseits die Anzahl richtiger Entscheidungen. Damit zeigen die Vpn ein Entscheidungsverhalten, das sich entgegen der Annahme eines speed-accuracy-trade-off (je schneller, desto mehr Fehler, z. B. Höner, 2006, S. 177) entwickelt. Das bedeutet, dass alle Gruppen – inklusive der Kontrollgruppe, die kein Training absolvierte – in Post- und Retentionstest bessere Entscheidungsleistungen zeigen als im Prätest.

Da die Kontrollgruppe im Retentionstest sowohl die meisten richtigen Entscheidungen trifft (95%; vgl. Abbildung 28) und gleichzeitig die zweitschnellsten Antwortzeiten zeigt (vgl. Abbildung 27), können auch die Leistungsverbesserungen der anderen Gruppen nicht auf die spezifischen Trainingsformen zurückgeführt werden. Verschiedene Begründungsansätze können herangezogen werden, um diese Ergebnisse zu erklären.

Aufgrund der Leistungsverbesserungen der Kontrollgruppe muss hinterfragt werden, inwieweit allein die Absolvierung des Tests zu derartigen Verbesserungen führen konnte. Der Test beinhaltete 60 Testvideos, an die auch die 3-gegen-2 Entscheidungssituationen in den videobasierten Trainings der Trainingsgruppen ‚Flicker‘ und ‚ohne Flicker‘ angelehnt waren. Anscheinend hat das Durchführen des Tests mit 60 Entscheidungssequenzen den gleichen Effekt gehabt wie das Durchführen des Tests und das zusätzliche sechsmalige Training mit insgesamt 480 Entscheidungssituationen. Es scheint, dass der Prätest eine ausreichende Familiarität mit den Entscheidungssituationen ermöglichte, um in den beiden anschließenden Tests bessere Entscheidungsleistungen zuzulassen. Das könnte bedeuten, dass die Entscheidungssituationen und somit die Aufgabe für die Vpn zu einfach waren, so dass ein zusätzliches Training keine deutlichen Effekte produzieren konnte. Da es sich auch in diesem Experiment, um eine Entscheidungssituation mit zwei Antwortalternativen gehandelt hat, kann argumentiert werden, dass für eine Entscheidungsgenerierung für den Pass in die eine Richtung bzw. gegen den Pass in die andere Richtung die Veränderung nur weniger Parameter in der 3-gegen-2 Situation ausschlaggebend sind (vgl. vertiefend zu diesem Argument die Diskussion des Experiments 2). Diese Erkenntnis könnten die Vpn durchaus bereits im Verlauf der 60 Prätestvideos gewonnen haben. Daraus ergibt sich für zukünftige Studien, dass einerseits eine größere Variabilität an Entscheidungssituationen für videobasierte Tests und Trai-

nings berücksichtigt werden muss und andererseits mehr Antwortalternativen bereitgestellt werden sollten, um die Fehlerwahrscheinlichkeit zu erhöhen.

Ein weiterer Aspekt, der zur Erklärung der Leistung der vier Gruppen insbesondere im Posttest dient, ist in dem unmittelbaren Zeitpunkt der Durchführung des Posttests zu sehen. Die Vpn der drei Trainingsgruppen machten den Posttest direkt im Anschluss an die letzte Trainingseinheit. Das bedeutet, dass sie vor dem Posttest insgesamt 85 (80 Trainingsvideos + 5 Übungsvideos vor jedem Test) Entscheidungen getroffen hatten, ehe sie mit dem Test begannen. Hier könnten einerseits Ermüdungseffekte die Leistung der Vpn beeinträchtigt haben. Andererseits könnten insbesondere im Vergleich zur Kontrollgruppe auch motivationale Aspekte eine Rolle gespielt haben. Während sich die Kontrollgruppe beim Posttest vollkommen auf den Posttest konzentrierte, haben die Vpn der drei Trainingsgruppen den Posttest vielleicht als lediglich 60 weitere Entscheidungssituationen des Trainingsprogramms erachtet. In diesem Experiment wurde aus zeitökonomischen Gründen auf eine zeitliche Trennung von Posttest und letztem Training verzichtet. Für zukünftige Studien leitet sich aus den vorliegenden Erfahrungen ab, den Posttest in einer separaten Sitzung für alle teilnehmenden Gruppen durchzuführen.

Obwohl Flicker Cues in 3-gegen-2 Situationen in Experiment 2 im Vergleich zu verbalen Instruktionen die visuelle Aufmerksamkeit in Entscheidungsprozessen effizienter lenkten, scheint dieser Effekt in dem hier getesteten videobasierten 3-gegen-2 Entscheidungstraining verloren gegangen zu sein. Der Unterschied der Testsituation in Experiment 3 und dem Trainingsprogramm ‚Flicker‘ besteht vor allem in der Gewöhnung der Vpn an die regelmäßige Präsentation des Flicker Cues. Einerseits belegen zahlreiche Studien, dass exogene Reize die visuelle Aufmerksamkeit unwillkürlich bzw. automatisch auf sich ziehen (z. B. H. J. Müller & Rabbitt, 1989; siehe Kapitel 3.2.5). Andererseits gibt es in diesem Zusammenhang aber auch einige Studien, die zeigen, dass diese Effekte mit zunehmender Übung bzw. Gewöhnung nachlassen (vgl. Kim & Cave, 1999; Warner, Juola & Koshino, 1990, siehe auch Kapitel 3.2.5.2). Dies ist wohl hauptsächlich damit zu begründen, dass es „das Neue [ist], nicht das Bekannte, das unsere Aufmerksamkeit auf sich zieht. Einmal bemerkt, wird das Neue aber schnell bekannt und damit zunehmend weniger attraktiv, zumindest was die Aufmerksamkeit angeht“ (Hommel, 1998, S. 33). Einen empirischen Beleg für diese Feststellung liefert eine aktuelle Studie von Neo und Chua (2006). Neo und Chua konnten zeigen, dass ein mit

hoher Frequenz auftretender visueller Stimulus die Attraktivität verliert, die Aufmerksamkeit exogen auf sich zu ziehen. Ähnliche Effekte könnten auch beim *Flicker Cueing* eingetreten sein, so dass die Flicker nach und nach ihre Wirkung verloren haben könnten, die Aufmerksamkeit der Vpn auf die entsprechend visuell hervorgehobenen Bereiche zu lenken. Im zweiten Experiment ihrer Studie konnten Neo und Chua (2006) hingegen zeigen, dass visuelle Stimuli dann weiterhin in der Lage sind die Aufmerksamkeit auf sich ziehen, wenn der Neuigkeitscharakter (*novelty*) des Stimulus aufrecht erhalten wird. Daraus leitet sich für zukünftige Studien ab, dass Flicker hinsichtlich ihrer Präsentationsparameter (Form, Farbe, Dauer etc.) variabel gestaltet sein sollten, um den Neuigkeitscharakter zu erhalten und Gewöhnungseffekten entgegenzuwirken.

Letztlich muss die Tatsache, dass zu keinem der Messzeitpunkte zwischen den Gruppen signifikante Unterschiede bez. der beiden abhängigen Variablen festzustellen sind, vor dem Hintergrund der Stichprobengröße relativiert werden. In einer zukünftigen Folge-studie sollte eine größere Stichprobe berücksichtigt werden.

11. Zusammenfassende Diskussion

Das Ziel der zusammenfassenden Diskussion besteht darin, die gewonnenen Erkenntnisse vor dem theoretischen Hintergrund und den ausgehenden Fragestellungen des gesamten Projekts kritisch zu reflektieren und einzuordnen. Sie dient hingegen weniger der Auseinandersetzung mit den Einzelergebnissen der Experimente (vgl. dazu die Diskussionen der Experimente 1.1 - 3).

Im Rahmen dieser Arbeit wurde aus technisch-methodischer Perspektive untersucht, ob das Hinweisreizparadigma als Methode der visuellen Aufmerksamkeitsforschung geeignet ist, um einerseits die relevanten Informationen für effiziente Entscheidungsprozesse in 1-gegen-1 (vgl. Experiment 1.1) und 3-gegen-2 (vgl. Experiment 1.2) Situationen im Fußball zu identifizieren und gleichzeitig die optimale visuelle Aufmerksamkeitsgröße messbar zu machen. Andererseits sollte aus inhaltlich-theoretischer Perspektive geprüft werden, ob *Flicker Cueing* als visuelle Form der Aufmerksamkeitslenkung Vorteile gegenüber verbalen Instruktionen hat (vgl. Experiment 2) und darüber hinaus in videoasierten Trainingsstudien zu Lerneffekten bez. der optimalen Ausrichtung der visuellen Aufmerksamkeit in sportartspezifischen Entscheidungssituationen führt (vgl. Experiment 3).

Der angestrebte technisch-methodische Neuwert dieser Arbeit beruhte im Rahmen des Experiments 1 auf der Annahme, dass auf der Basis des Hinweisreizparadigmas in Anlehnung an die *Zoom-Lens* Metapher (Eriksen & St. James, 1986) erstmals valide Aussagen über die Ausrichtung und Größe des visuellen Aufmerksamkeitsfokus in den exemplarisch ausgewählten sportartspezifischen Entscheidungssituationen möglich sein würden. Bisher werden im Sport vornehmlich andere Methoden wie etwa die Blickbewegungsregistrierung und die *temporal* und *spatial occlusion* Technik z. T. in Kombination mit *Pointlight*-Studien (vgl. Kapitel 3) eingesetzt, um visuelle Aufmerksamkeitsprozesse zu untersuchen. Diese Studien sind jedoch qua ihrer methodischen Grundlage in ihrer Aussagekraft über visuelle Aufmerksamkeitsprozesse limitiert (siehe Kritik zu den Techniken in Kapitel 3).

Im Experiment 1 wurde deshalb auf das in der visuellen Aufmerksamkeitsforschung etablierte Hinweisreizparadigma nach Posner (1980; vgl. Kapitel 3.2.5.1) zurückgegrif-

fen. Der methodisch innovative Charakter des Ansatzes bestand in der Modifikation des Hinweisreizparadigmas. Diese Modifikation beinhaltete das Implementieren sportart-spezifischer Zielreizbilder von 1-gegen-1 und 3-gegen-2 Entscheidungssituationen im Fußball.

Wie die Experimente 1.1 und 1.2 zeigen, verfehlte diese modifizierte Version des Hinweisreizparadigmas die erwarteten Effekte. Weder die wesentlichen Informationen für effiziente Entscheidungsprozesse noch die situationsadäquaten Größen des visuellen Aufmerksamkeitsfokus in den exemplarisch gewählten Spielsituationen konnten mit dieser Methode bestimmt werden. Zwei wesentliche Kritikpunkte können das Ausbleiben der erwarteten Effekte erklären.

Erstens ist durch die erstmalige Implementierung sportartspezifischer Zielreizbilder versucht worden, die ökologische Validität – wie von Tenebaum, Stewart und Sheath (1999) gefordert – in Hinweisreizparadigmastudien zu erhöhen. Insbesondere im Sport ist jedoch zu berücksichtigen, dass die dynamischen Veränderungen der beobachteten Bewegungsmerkmale über Raum und Zeit eine wesentliche Quelle für Informationsverarbeitungsprozesse darstellen. In Anlehnung an Darwin (1872) heben Blake und Shiffrar (2007, S. 48) diesbezüglich hervor, dass „actions speak louder than pictures when it comes to understanding what others are doing and feeling“. Daraus folgt, dass statische Abbildungen zur Untersuchung visueller Aufmerksamkeitsprozesse in sportartspezifischen Situationen eher ungeeignet sind. Da das Hinweisreizparadigma allerdings an die Darstellung statischer Zielreizbilder gebunden ist, besteht in diesem Aspekt ein wesentlicher Nachteil dieses Paradigmas gegenüber anderen Techniken wie z. B. der Blickbewegungsstudien, die in der Regel auf dynamische Videopräsentationen zurückgreifen (vgl. A. M. Williams & Ward, 2003).

Zweitens bilden Signalentdeckungsaufgaben die Grundlage des Hinweisreizparadigmas (vgl. Kapitel 3.2.5.1). In den Experimenten 1.1 und 1.2 sollten die Vpn jedoch nicht so schnell wie möglich auf ein Signal in einem sportartspezifischen Zielreizbild reagieren (vgl. dagegen Experiment 1.3), sondern eine sportartspezifische Entscheidung treffen. Um – aus kognitionspsychologischer Perspektive betrachtet – eine effiziente Entscheidung zu treffen, müssen zwar einerseits relevante Informationen (Signale) schnell entdeckt werden, andererseits müssen diese Informationen darüber hinaus aber in zusätzli-

chen kognitiven Verarbeitungsschritten interpretiert werden (vgl. Tenenbaum, 2003). Wie mit Experiment 1.3 bestätigt werden konnte, lag das Ausbleiben der erwarteten Effekte in den Experimenten 1.1 und 1.2 an der Abwandlung des Aufgabencharakters und der damit einhergehenden Fehleinschätzung bez. der Übertragbarkeit des Hinweisreizparadigmas auf Entscheidungsprozesse im Sport. Auf der Basis der vorliegenden Befunde kann geschlussfolgert werden, dass das Hinweisreizparadigma nicht geeignet ist, visuelle Aufmerksamkeitsprozesse in sportartspezifischen Entscheidungssituationen zu untersuchen. Daraus folgt, dass auf der Grundlage der Ergebnisse der Experimente 1.1 und 1.2 keine Antwort auf die Frage gegeben werden kann, welches die relevanten Informationen in 1-gegen-1 und 3-gegen-2 Situationen im Fußball sind und welche Größe des visuellen Aufmerksamkeitsfokus in diesen Entscheidungssituationen eine effiziente Informationsverarbeitung garantiert.

Im Gegensatz zum Experiment 1, dem ein technisch-methodisches Erkenntnisinteresse zugrunde lag, basierte die Anwendung des *Flicker Cueing* (vgl. Kapitel 3.2.5.2) in Experiment 2 auf der inhaltlich-theoretisch motivierten Fragestellung, ob visuelle Aufmerksamkeitslenkung (durch Flicker Cues) eine effektivere Instruktionmethode für die Ausrichtung der Aufmerksamkeit in sportartspezifischen Entscheidungssituationen darstellt als verbale Instruktionen. Die Annahme, dass *Flicker Cueing* eine geeignete Methode zur Lenkung visueller Aufmerksamkeit in sportartspezifischen Entscheidungsprozessen sein kann, basiert zum einen auf empirischen Studien, die zeigen, dass visuelle Aufmerksamkeitslenkung durch Hinweisreize im Sport positive Effekte zeigt (Hagemann et al., 2006; Kirlik et al., 1996). Zum anderen belegen weitere Studien, dass Flicker („flackernde“, d. h. transiente visuelle Hinweisreize) die visuelle Aufmerksamkeit exogen bzw. automatisch auf sich ziehen (für einen Überblick, vgl. Wolfe & Horowitz, 2004) und dabei kaum kognitive Ressourcen beanspruchen (vgl. Maringelli & Umiltà, 1998; Yantis, 1998). Die Ergebnisse zeigten, dass *Flicker Cueing* im Vergleich zu verbalen Instruktionen insbesondere in 3-gegen-2 Situationen zu effizienteren Entscheidungsleistungen führt. *Flicker Cueing* scheint eine effiziente Form der visuellen Aufmerksamkeitslenkung in sportartspezifischen Entscheidungssituationen darzustellen. Insbesondere für komplexere Spielsituationen (z. B. 3-gegen-2 Situationen im Fußball) deutet das *Flicker Cueing* positive Effekte an. Der Einsatz von *Flicker Cueing* sollte deswegen ebenfalls in zukünftigen Studien für verschiedene Sportarten untersucht

werden, um diese Form der Aufmerksamkeitslenkung als effiziente Instruktionmethode für die Sportpraxis interessant zu machen. In diesem Zusammenhang liefern die Ergebnisse des Experiments 3 wesentliche Erkenntnisse für zukünftige Anwendungen des *Flicker Cueing* als visuelles Instruktionsmedium in videobasierten Trainings.

In Experiment 3 wurde der Fragestellung nachgegangen, inwieweit durch *Flicker Cueing* in einem videobasierten 3-gegen-2 Entscheidungstraining Lerneffekte bez. einer situationsadäquaten Ausrichtung des Aufmerksamkeitsfokus erzielt werden können. Obwohl positive Effekte visueller Aufmerksamkeitslenkung durch Hinweisreize für sportartspezifische videobasierte Trainings bereits empirisch belegt sind (Hagemann et al., 2006), konnten in Experiment 3 keine Lerneffekte durch *Flicker Cueing* nachgewiesen werden.

Einerseits scheint der Entscheidungstest, der als Prä-, Post- und Retentionstest herangezogen wurde, eine ausreichende Familiarität mit den 3-gegen-2 Entscheidungssituationen zu ermöglichen, so dass auch in der Kontrollgruppe aufgrund der einmaligen Durchführung des Prätests sowohl bessere Entscheidungsleistungen im Post- als auch im Retentionstest resultierten. Daraus folgt, dass die Komplexität des Entscheidungstests im Rahmen einer Folgestudie erhöht werden muss. Andererseits könnten auch andere Parameter wie z. B. zeitliche Abstände zwischen den Trainingssitzungen und den Tests oder die Stichprobengröße als erklärende Faktoren herangezogen werden (vgl. Kapitel 10.9). Es ist jedoch wahrscheinlicher, dass ein anderes Phänomen für das eingetretene Ergebnis verantwortlich ist.

Es gibt aktuelle empirische Belege dafür, dass visuelle Hinweisreize durch Gewöhnung, z. B. durch häufiges und regelmäßiges Erscheinen, ihre zunächst bindende Attraktivität verlieren. Neo und Chua (2006) konnten in einer aktuellen Studie zeigen, dass ein mit hoher Frequenz auftretender visueller Stimulus – wie z. B. der Flicker – die Fähigkeit einbüßt, die Aufmerksamkeit exogen auf sich zu ziehen. Visuelle Stimuli sind hingegen dann weiterhin in der Lage, die Aufmerksamkeit automatisch auf sich ziehen, wenn der Neuigkeitscharakter (novelty) des Stimulus aufrecht erhalten wird (vgl. Experiment 2 in Neo & Chua, 2006). Daraus leitet sich für zukünftige Studien ab, dass Flicker hinsichtlich ihrer Präsentationsparameter (Form, Farbe, Dauer etc.) variabel gestaltet sein soll-

ten, um den Neuigkeitscharakter zu erhalten, Gewöhnungseffekten entgegenzuwirken und somit effektiv die Aufmerksamkeit auf die indizierten Merkmale zu lenken.

Wenngleich der Einsatz derartiger visueller Hinweisreize (Flicker) auf die Implementierung in videobasierte Trainings beschränkt ist, sollte diese Form der visuellen Aufmerksamkeitslenkung tiefergehend untersucht und getestet werden. Videobasierte Trainingsformen werden „im Trainingsalltag von Morgen und Übermorgen“ als zusätzliches Trainingsmedium Platz finden, um perzeptuell-kognitive Fähigkeiten unabhängig von motorischem Training effizient zu trainieren (Cañal-Bruland et al., 2007).

12. Zusammenfassung

Ausgangspunkt der vorliegenden Arbeit war die technisch-methodisch motivierte Frage, ob sich mittels einer innovativen Modifikation des Hinweisreizparadigmas zum einen die relevanten visuellen Informationen für taktische Entscheidungsprozesse identifizieren und zum anderen die optimale Größe des visuellen Aufmerksamkeitsfokus bestimmen lassen. Dazu wurden exemplarisch zwei sich in ihrer Komplexität unterscheidende – 1-gegen-1 und 3-gegen-2 – Entscheidungssituationen im Fußball ausgewählt. Der gesamten Studie lag dabei eine kognitionspsychologische Perspektive zugrunde, die von einer limitierten Informationsverarbeitungskapazität ausgeht und visuelle Aufmerksamkeitsprozesse als notwendige Selektionsfunktion in Entscheidungsprozessen erachtet. Der methodisch neue Ansatz wurde deshalb gewählt, weil die bisher eingesetzten Methoden der visuellen Aufmerksamkeitsforschung im Sport hinsichtlich ihrer Aussagekraft bez. der Ausrichtung und der Größe des visuellen Aufmerksamkeitsfokus limitiert sind. Ein zweites inhaltlich-theoretisches und zugleich für die Anwendung relevantes Ziel der Arbeit bestand darin zu zeigen, dass visuelle Aufmerksamkeitslenkung durch *Flicker Cueing* in den ausgewählten Entscheidungssituationen eine effektivere Instruktionsmethode darstellt als verbale Instruktionen. Darauf aufbauend zielte die dritte Fragestellung darauf ab zu untersuchen, ob *Flicker Cueing* in einem videobasierten Entscheidungstraining zu Lerneffekten bez. einer optimierten Ausrichtung des visuellen Aufmerksamkeitsfokus führt.

In Experiment 1.1 wurden 27 Amateurfußballspieler intermediären Niveaus mit der modifizierten Form des Hinweisreizparadigmas – die Modifikation basiert auf der erstmaligen Implementierung sportartspezifischer Zielreizbilder – hinsichtlich der Ausrichtung und Größe des Aufmerksamkeitsfokus in 1-gegen-1 Situationen untersucht. Im parallel ablaufenden Experiment 1.2 wurden 27 weitere Amateurfußballspieler mit der gleichen Methode und dem gleichen Untersuchungsziel in 3-gegen-2 Entscheidungssituationen getestet. Die Ergebnisse beider Experimente gaben weder Aufschluss über die Ausrichtung der Aufmerksamkeit auf relevante Informationen noch über die effiziente Größe des Aufmerksamkeitsfokus in den unterschiedlichen Entscheidungssituationen. Da das methodische Vorgehen aufgrund der unerwarteten Ergebnisse in Frage gestellt werden musste, wurde mit Experiment 1.3 eine Kontrollstudie durchgeführt, um zu zei-

gen, dass die typischen Effekte des Hinweisreizparadigmas nur in Signalentdeckungsaufgaben auftreten und aufgrund höherer kognitiver Verarbeitungsschritte nicht auf Entscheidungsprozesse übertragbar sind. Deshalb wurden in Experiment 1.3 20 Studierende bei prinzipiell gleichbleibendem methodischen Design, aber unter Abwandlung der Aufgabe in eine Signalentdeckungsaufgabe untersucht. Die Ergebnisse replizierten die klassischen Hinweisreizeffekte und bestätigten somit die Vermutung.

In Experiment 2 wurde das *Flicker Cueing* zur Aufmerksamkeitslenkung in sportartspezifischen Entscheidungssituationen eingesetzt. Flicker-Hinweisreize sind hinsichtlich ihrer Fähigkeit, die Aufmerksamkeit automatisch (exogen) auf sich zu ziehen, empirisch belegt. 50 Fußballnovizinnen und -novizen absolvierten einen videobasierten Entscheidungstest, der sowohl 1-gegen-1 Videos als auch 3-gegen-2 Sequenzen enthielt. Die Vpn wurden randomisiert auf eine verbal instruierte Gruppe und eine visuell durch Flicker-Hinweisreize gelenkte Gruppe unterteilt. Die Ergebnisse zeigten, dass die visuelle Lenkung der Aufmerksamkeit durch *Flicker Cueing* insbesondere in den komplexeren 3-gegen-2 Situationen zu effizienteren Entscheidungen führte.

Zur Prüfung der dritten Fragestellung wurde in Experiment 3 ein videobasiertes 3-gegen-2 Entscheidungstraining durchgeführt. In Experiment 3 – ein Lernexperiment mit drei Messzeitpunkten – wurden 31 Sportstudierende, die keine aktive Spielerfahrung im Verein hatten, randomisiert auf vier Gruppen verteilt. Zwischen dem Prä- und dem Posttest trainierte die Trainingsgruppe ‚Flicker‘ mit einem videobasierten Entscheidungstraining, das 480 Videos mit integrierten Flicker-Hinweisreizen beinhaltete. Die zweite Trainingsgruppe ‚ohne Flicker‘ trainierte in gleichem Umfang und mit den gleichen Videos, jedoch ohne integrierte Flicker. Eine Placebo- sowie eine Kontrollgruppe wurden berücksichtigt. Die Ergebnisse des Experiments 3 gaben letztlich keinen Aufschluss über potenzielle Lerneffekte eines videobasierten Entscheidungstrainings mit Aufmerksamkeitslenkung durch Flicker. Die Trainingsgruppe ‚Flicker‘ zeigte weder im Posttest noch im Retentionstest bessere Entscheidungsleistungen als die anderen drei Gruppen. Das heißt, dass auf der Basis der vorliegenden Ergebnisse nicht bestätigt werden kann, dass *Flicker Cueing* zu Lerneffekten bez. einer optimierten Ausrichtung des visuellen Aufmerksamkeitsfokus in 3-gegen-2 Situationen im Fußball führt.

Zusammenfassend lässt sich festhalten, dass erstens das Hinweisreizparadigma nicht auf die Untersuchung visueller Aufmerksamkeitsprozesse in sportartspezifischen Entscheidungssituationen übertragen werden kann. Zweitens scheint *Flicker Cueing* als visuelle Form der Aufmerksamkeitslenkung effektiver zu sein als verbale Instruktionen, so dass zukünftig über den Einsatz visueller Aufmerksamkeitslenkung verstärkt nachgedacht werden sollte. Und drittens scheinen frequente Flicker-Hinweisreize in videobasierten Entscheidungstrainings ihre Fähigkeit, die Aufmerksamkeit exogen auf die relevanten Informationen zu lenken, aufgrund von Gewöhnungseffekten zu verlieren. Zukünftige Forschung muss zeigen, inwieweit visuelle Hinweisreize durch permanente Veränderungen ihrer Parameter den Neuigkeitswert erhalten können und somit zum Training effizienter Aufmerksamkeitsorientierung im Sportspiel beitragen können.

Literaturverzeichnis

- Abernethy, B. (1990a). Anticipation in squash: Differences in advance cue utilization between expert and novice. *Journal of Sports Sciences*, 8, 17-34.
- Abernethy, B. (1990b). Expertise, visual search, and information pick-up in squash. *Perception*, 19, 63-77.
- Abernethy, B. (1991). Visual search strategies and decision-making in sport. *International Journal of Sport Psychology*, 22, 189-210.
- Abernethy, B. (1993). Searching for the minimal essential information for skilled perception and action. *Psychological Research*, 55, 131-138.
- Abernethy, B. (2001). Attention. In R. N. Singer, H. A. Hausenblas & C. M. Janelle (Eds.), *Handbook of sport psychology* (pp. 53-85). New York: Wiley.
- Abernethy, B., Gill, D. P., Parks, S. L. & Packer, S. T. (2001). Expertise and the perception of kinematic and situational probability information. *Perception*, 30, 233-252.
- Abernethy, B. & Parker, S. (1989). Perceiving joint kinematics and segment interactions as a basis for skilled anticipation in squash. In C. K. Gian, K. K. Chouk & K. C. Jah (Eds.), *Proceedings 7th World Congress in Sport Psychology* (pp. 56-58). Singapore: International Society of Sport Psychology.
- Abernethy, B. & Russell, D. G. (1987a). Expert-novice differences in an applied selective attention task. *Journal of Sport Psychology*, 9, 326-345.
- Abernethy, B. & Russell, D. G. (1987b). The relationship between expertise and visual search strategy in a racquet sport. *Human Movement Science*, 6, 283-319.
- Abernethy, B., Wann, J. P. & Parks, S. L. (1998). Training perceptual-motor skills for sport. In B. Elliott (Ed.), *Training in sport: Applying sport science* (pp. 1-55). London: Wiley Publications.
- Abernethy, B. & Wood, J. M. (2001). Do generalized visual training programs for sport really work?: An experimental investigation. *Journal of Sports Sciences*, 19, 203-222.
- Abernethy, B., Wood, J. M. & Parks, S. (1999). Can the anticipatory skills of experts be learned by novices? *Research Quarterly for Exercise and Sport*, 70, 313-318.
- Adam, J. J. & Wilberg, R. B. (1992). Individual differences in visual information processing rate and the prediction of performance differences in team sports: A preliminary investigation. *Journal of Sports Sciences*, 10, 261-273.
- Adolphe, R. M., Vickers, J. N. & Laplante, G. (1997). The effects of training visual attention on gaze behaviour and accuracy: A pilot study. *International Journal of Sports Vision*, 4, 28-33.
- Al-Abood, S. A., Bennett, S. J., Moreno Hernandez, F., Ashford, D. & Davids, K. (2002). Effect of verbal instructions and image size on visual search strategies in basketball free throw shooting. *Journal of Sports Sciences*, 20, 271-278.

- Allard, F. & Starkes, J. (1980). Perception in sport: Volleyball. *Journal of Sport Psychology*, 2, 22-33.
- Atkinson, A. P., Dittrich, W. H., Gemmell, A. J. & Young, A. W. (2004). Emotion perception from dynamic and static body expressions in point-light and full-light displays. *Perception*, 33, 717-746.
- Barclay, C. D., Cutting, J. E. & Kozlowski, L. T. (1978). Temporal and spatial factors in gait perception that influence gender recognition. *Perception & Psychophysics*, 23, 145-152.
- Bard, C. & Fleury, M. (1976). Analysis of visual search activity during sport problem situations. *Journal of Human Movement Studies*, 3, 214-222.
- Beardsworth, T. & Buckner, T. (1981). The ability to recognize oneself from a video recoding of one's movement without one's body. *Bulletin of the Psychonomic Society*, 18, 19-22.
- Benso, F., Turatto, M., Mascetti, G. G. & Umiltà, C. (1998). The time course of attentional focusing. *European Journal of Cognitive Psychology*, 10, 373-388.
- Berry, D. S. (1990). What can a moving face tell us? *Journal of Personality and Social Psychology*, 58, 1004-1014.
- Bertenthal, B. I., Proffitt, D. R. & Cutting, J. E. (1984). Infant sensitivity to figural coherence in biomechanical motions. *Journal of Experimental Child Psychology*, 37, 213-230.
- Bertenthal, B. I., Proffitt, D. R. & Kramer, S. J. (1987). Perception of biomechanical motions by infants: Implementation of various processing constraints. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 13, 577-585.
- Bertenthal, B. I., Proffitt, D. R., Spetner, N. B. & Thomas, M. A. (1985). The development of infant's sensitivity to biomechanical displays. *Child Development*, 56, 531-543.
- Bingham, G. P. (1987). Kinematic form and scaling: Further investigations on the visual perception of lifted weight *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 13, 155-177.
- Bingham, G. P. (1993). Scaling judgments of lifted weight: Lifter size and the role of the standard. *Ecological Psychology*, 5, 31-64.
- Blake, R. & Shiffrar, M. (2007). Perception of human motion. *Annual Review of Psychology*, 58, 47-73.
- Booth, A. E., Bertenthal, B. I. & Pinto, J. (2002). Perception of the symmetrical patterning of human gait by infants. *Developmental Psychology*, 38, 554-563.
- Broadbent, D. (1954). The role of auditory localization in attention and memory span. *Journal of Experimental Psychology*, 47, 191-196.
- Broadbent, D. (1958). *Perception and communication*. London: Pergamon Press.
- Brownlow, S., Dixon, A. R., Egbert, C. A. & Radcliffe, R. D. (1997). Perception of movement and dancer characteristics from point-light displays of dance. *Psychological Record*, 47, 411-421.

- Cañal-Bruland, R. (2007). Das Hinweisreizparadigma - sportpsychologische Anwendungen im Überblick. *Zeitschrift für Sportpsychologie*, 14, 53-66.
- Cañal-Bruland, R., Hagemann, N. & Strauß, B. (2005). Aufmerksamkeitsbasiertes Wahrnehmungstraining zur taktischen Entscheidungsschulung im Fußball. *Zeitschrift für Sportpsychologie*, 12, 39-47.
- Cañal-Bruland, R., Hagemann, N. & Strauß, B. (2006a). Perzeptuelle Expertise im Sport. *Sportwissenschaft*, 36, 321-334.
- Cañal-Bruland, R., Hagemann, N. & Strauß, B. (2006b). Wahrnehmungstraining im Sport. In M. Tietjens & B. Strauß (Eds.), *Handbuch Sportpsychologie* (pp. 262-267). Schorndorf: Hofmann.
- Cañal-Bruland, R., Hagemann, N. & Strauß, B. (2007). Videobasierte Wahrnehmungstrainings - praktischer Nutzen für Sportler und Schiedsrichter. *Spectrum der Sportwissenschaften*, 19, 51-64.
- Cañal-Bruland, R., Huys, R., Hagemann, N. & Williams, A. M. (2006). The effects of occlusion, neutralization, and deception of perceptual information on anticipation in tennis. *Journal of Sport & Exercise Psychology*, 28, S44-S45.
- Cañal-Bruland, R. & Wöllner, C. (in press). The spatial occlusion technique as an interdisciplinary approach for visual perception studies in sport and music psychology. *Journal of Human Movement Studies*.
- Castaneda, B. & Gray, R. (2007). Effects of focus of attention on baseball batting performance in players of differing skill levels. *Journal of Sport & Exercise Psychology*, 29, 60-77.
- Castiello, U. & Umiltà, C. (1992). Orienting of attention in volleyball players. *International Journal of Sport Psychology*, 23, 301-310.
- Castiello, U. & Umiltà, C. (1990). Size of the attentional focus and efficiency of processing. *Acta Psychologica*, 73, 195-209.
- Cheal, M., Lyon, D. R. & Gottlob, L. R. (1994). A framework for understanding the allocation of attention in location-precued discrimination. *The Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 47A, 699-739.
- Christina, R. W., Barresi, J. V. & Shaffner, P. (1990). The development of response selection accuracy in a football linebacker using video training. *The Sport Psychologist*, 4, 11-17.
- Cohen, J. (1988). *Statistical power analysis for the behavioral sciences* (2nd ed.). Hillsdale, NJ: Erlbaum.
- Coren, S., Ward, L. M. & Enns, J. T. (1994). *Sensation and Perception* (4. ed.). Fort Worth: Harcourt Brace & Company.
- Cox, R. H. (2002). *Sport psychology: concepts and applications* (5th ed.). Boston, MA: McGraw-Hill.
- Cutting, J. E. & Kozlowski, L. T. (1977). Recognizing friends by their walk: gait perception without familiarity cues. *Bulletin of the Psychonomic Society*, 9, 353-356.

- Cutting, J. E., Proffitt, D. R. & Kozlowski, L. T. (1978). A biomechanical invariant for gait perception. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 4, 357-372.
- Darwin, C. (1872). *The Expression of the Emotions in Man and Animals*. London: John Murray.
- Davidson, J. W. (1994). Which areas of a pianists's body convey information about expressive intention to an audience? *Journal of Human Movement Studies*, 26, 279-301.
- Deutsch, J. A. & Deutsch, D. (1963). Attention: Some theoretical considerations. *Psychological Review*, 70, 80-90.
- Dittrich, W. H., Troscianko, T., Lea, S. E. & Morgan, D. (1996). Perception of emotion from dynamic point-light displays represented in dance. *Perception*, 25, 727-738.
- Dougherty, R. F., Smith, R. F., Verardo, M. R. & Mayer, M. J. (1996). Visual search for flicker: high temporal frequency targets capture attention. *Investigative Ophthalmology and Vision Science*, 37, S296.
- Downing, C. J. (1988). Expectancy and visual-spatial attention: Effects on perceptual quality. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception & Performance*, 14, 188-202.
- Driver, J. (2001). A selective review of selective attention research from the past century. *British Journal of Psychology*, 92, 53-78.
- Egeth, H. E. & Yantis, S. (1997). Visual attention: Control, representation, and time course. *Annual Review of Psychology*, 48, 269-297.
- Egley, R. & Homa, D. (1991). Reallocation of visual attention. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception & Performance*, 17, 142-159.
- Enns, J. T. & Richards, J. C. (1997). Visual attentional orienting in developing hockey players. *Journal of Experimental Child Psychology*, 64, 255-275.
- Ericsson, K. A. (1996). The acquisition of expert performance: An introduction to some of the issues. In K. A. Ericsson (Ed.), *The Road to Excellence: The Acquisition of Expert Performance in the Arts and Sciences, Sports, and Games* (pp. 1-50): Mahwah, N.J.: Erlbaum.
- Ericsson, K. A. (2003). Development of elite performance and deliberate practice. In J. L. Starkes & K. A. Ericsson (Eds.), *Expert performance in sports* (pp. 49-83). Champaign, IL: Human Kinetics.
- Ericsson, K. A., Krampe, R. T. & Tesch-Römer, C. (1993). The role of deliberate practice in the acquisition of expert performance. *Psychological Review*, 100, 363-406.
- Eriksen, C. W. & Hoffmann, J. E. (1972). Temporal and spatial characteristics of select encoding from visual displays. *Perception and Psychophysics*, 12, 201-204.
- Eriksen, C. W. & Hoffmann, J. E. (1973). The extent of processing of noise elements during selecting encoding from visual displays. *Perception and Psychophysics*, 14, 156-160.

- Eriksen, C. W. & St. James, J. D. (1986). Visual attention within and around the field of focal attention: A zoom lens model. *Perception & Psychophysics*, *40*, 225-240.
- Eriksen, C. W. & Yeh, Y.-Y. (1985). Allocation of attention in the visual field. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception & Performance*, *11*, 583-597.
- Farrow, D. & Abernethy, B. (2002). Can anticipatory skills be learned through implicit video-based perceptual training? *Journal of Sports Sciences*, *20*, 471-485.
- Farrow, D. & Abernethy, B. (2003). Do expertise and the degree of perception-action coupling affect natural anticipatory performance? *Perception*, *32*, 1127-1139.
- Farrow, D. & Abernethy, B. (2007). Wahrnehmung von Expertinnen und Experten im Sport: Einige Kernfragen und -probleme. In N. Hagemann, M. Tietjens & B. Strauß (Eds.), *Psychologie der sportlichen Höchstleistung* (pp. 71-92). Göttingen: Hogrefe.
- Farrow, D., Chivers, P., Hardingham, C. & Sachse, S. (1998). The effect of video-based perceptual training on the tennis return of serve. *International Journal of Sport Psychology*, *29*, 231-242.
- Ferraz de Oliveira, R., Huys, R., Oudejans, R. R. D., van de Langenberg, R. & Beek, P. J. (2007). Basketball jump shooting is controlled online by vision. *Experimental Psychology*, *54*, 180-186.
- Findlay, J. M. (2004). Eye scanning and visual search. In J. M. Henderson & F. Ferreira (Eds.), *The Interface of Language, Vision and Action: Eye Movements and the visual world*: Psychology Press.
- Frensch, P. A. (1998). One concept, multiple meanings: On how to define the concept of implicit learning. In M. A. Stadler & P. A. Frensch (Eds.), *Handbook of implicit learning* (pp. 47-104). London: Sage Publications.
- Fröhlich, W. D. (2000). *Wörterbuch Psychologie*. München: Deutscher Taschenbuch Verlag.
- Gazzaniga, M. S., Ivry, R. B. & Mangun, G. R. (2002). *Cognitive neuroscience: The biology of the mind* (2nd ed.). New York: Norton.
- Gottlob, L. R., Cheal, M. & Lyon, D. R. (1999). Attention operating characteristics in a location-cuing task. *The Journal of General Psychology*, *126*, 271-287.
- Goulet, C., Bard, C. & Fleury, M. (1989). Expertise differences in preparing to return a tennis serve: A visual information processing approach. *Journal of Sport & Exercise Psychology*, *11*, 382-398.
- Grant, E. R. & Spivey, M. J. (2003). Eye movements and problem solving: Guiding attention guides thought. *Psychological Science*, *14*, 462-466.
- Greenwood, P. M. & Parasuraman, R. (2004). The scaling of spatial attention in visual search and its modification in healthy aging. *Perception & Psychophysics*, *66*, 3-22.

- Hagemann, N. & Ericsson, K. A. (2007). Der "Expert-Performance-Approach" zur Erklärung von sportlichen Höchstleistungen: Auf der Suche nach *deliberate practice* zur Steigerung der sportlichen Höchstleistung. In N. Hagemann, M. Tietjens & B. Strauß (Eds.), *Psychologie der sportlichen Höchstleistung* (pp. 17-39). Göttingen: Hogrefe.
- Hagemann, N. & Memmert, D. (2006). Coaching anticipatory skill in badminton: Laboratory versus field-based perceptual training. *Journal of Human Movement Studies*, 50, 381-398.
- Hagemann, N. & Strauß, B. (2006). Perzeptive Expertise von Badmintonspielern. *Zeitschrift für Psychologie*, 214, 37-47.
- Hagemann, N., Strauß, B. & Cañal-Bruland, R. (2006). Training perceptual skill by orienting visual attention. *Journal of Sport & Exercise Psychology*, 28, 143-158.
- Hänsel, F. (2006). Feedback und Instruktionen. In M. Tietjens & B. Strauß (Eds.), *Handbuch Sportpsychologie* (pp. 62-70). Schorndorf: Hofmann.
- Helmholtz, H. v. (1867). *Handbuch der physiologischen Optik*. Leipzig: Voss.
- Helsen, W. F. & Pauwels, J. M. (1993). The relationship between expertise and visual information processing in sport. In J. L. Starkes & F. Allard (Eds.), *Cognitive issues in motor expertise* (pp. 109-134). Amsterdam: North-Holland.
- Helsen, W. F. & Starkes, J. L. (1999). A multidimensional approach to skilled perception and performance in sport. *Applied Cognitive Psychology*, 13, 1-27.
- Henderson, J. M. (2003). Human gaze control during real-world scene perception. *Trends in Cognitive Sciences*, 7, 498-504.
- Henderson, J. M. & Macquistan, A. D. (1993). The spatial distribution of attention following an exogenous cue. *Perception & Psychophysics*, 53, 221-230.
- Hirai, M. & Hiraki, K. (2005). An event-related potential study of biological motion perception in human infants. *Cognitive Brain Research*, 22, 301-304.
- Hoenkamp, E. (1978). Perceptual cues that determine the labelling of human gait. *Journal of Human Movement Studies*, 4, 59-69.
- Hoffmann, J. E. (1998). Visual attention and eye movements. In H. Pashler (Ed.), *Attention* (pp. 119-153): Psychology Press.
- Hoffmann, J. E. & Nelson, B. (1981). Spatial selectivity in visual search. *Perception & Psychophysics*, 130, 283-290.
- Hoffmann, J. E., Nelson, B. & Houck, M. R. (1983). The role of attentional resources in automatic detection. *Cognitive Psychology*, 51, 379-410.
- Hohmann, T. (under review). Wahrnehmung biologischer Bewegungen - Methodik und Befunde zu Studien mit Pointlight-Darstellungen. *Zeitschrift für Sportpsychologie*.
- Hommel, B. (1998). Visuelle Aufmerksamkeit. In B. Strauß (Ed.), *Zuschauer* (pp. 29-55). Göttingen: Hogrefe.
- Höner, O. (2005). *Entscheidungshandeln im Sportspiel Fußball - Eine Analyse im Lichte der Rubikontheorie*. Schorndorf: Hofmann.

- Höner, O. (2006). Das Abschirmungs-Unterbrechungs-Dilemma im Sportspiel - Eine Eye-Tracking-Studie zum Konzept der kognitiven Orientierungen. *Zeitschrift für Psychologie*, 214, 173-184.
- Houlston, D. R. & Lowes, R. (1993). Anticipatory cue-utilization processes amongst expert and non-expert wicketkeepers in cricket. *International Journal of Sport Psychology*, 24, 59-73.
- Huys, R., Cañal-Bruland, R., Hagemann, N., Beek, P. J., Smeeton, N. J. & Williams, A. M. (in revision). 'Global' information pick up underpins anticipation skill of tennis shot direction. *Journal of Motor Behavior*.
- Ikeda, H., Blake, R. & Watanabe, K. (2005). Eccentric perception of biological motion is unscalably poor. *Vision Research*, 45, 1935-1943.
- Isaacs, L. D. & Finch, A. E. (1983). Anticipatory timing of beginning and intermediate tennis players. *Perceptual and Motor Skills*, 57, 451-454.
- Jackson, R. C. & Farrow, D. (2005). Implicit perceptual training: How, when, and why? *Human Movement Science*, 24, 308-325.
- James, W. (1890). *The principles of psychology*. New York: Holt.
- Janelle, C. M., Champenoy, J. D., Coombes, S. A. & Mousseau, M. B. (2003). Mechanisms of attentional cueing during observational learning to facilitate motor skill acquisition. *Journal of Sports Sciences*, 21, 825-838.
- Jendrusch, G. (1995). *Visuelle Leistungsfähigkeit von Tennisspieler(inne)n*. Köln: Sport & Buch Strauß.
- Jendrusch, G. (2006). Sportbezogene Leistungen des visuellen Systems. In U. Bartmus, G. Jendrusch, T. Henke & P. Platen (Eds.), *In memoriam Horst de Marées anlässlich seines 70. Geburtstages* (pp. 55-74). Köln: Sportverlag Strauß.
- Jiang, Y. & Chun, M. M. (2001). Selective attention modulates implicit learning. *The Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 54A, 1105-1124.
- Johansson, G. (1973). Visual perception of biological motion and a model for its analysis. *Perception & Psychophysics*, 14, 201-211.
- Johansson, G. (1976). Spatio-temporal differentiation and integration in visual motion perception. *Psychological Research*, 38, 379-393.
- Johnston, W. A., Hawley, K. J. & Farnham, J. M. (1993). Novel popout: empirical boundaries and tentative theory. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 19, 140-153.
- Jones, C. M. & Miles, T. R. (1978). Use of advance cues in predicting the flight of a lawn tennis ball. *Journal of Human Movement Studies*, 4, 231-235.
- Jonides, J. (1981). Voluntary versus automatic control over the mind's eye. In J. Long & A. Baddeley (Eds.), *Attention and performance IX* (pp. 187-203). Hillsdale, NJ: Erlbaum.
- Jonides, J. (1983). Further toward a model of the mind's eye's movement. *Bulletin of the Psychonomic Society*, 21, 247-250.

- Jonides, J. & Mack, R. (1984). On the cost and benefit of cost and benefit. *Psychological Bulletin*, *96*, 29-44.
- Kandel, E. R., Schwartz, J. H. & Jessell, T. M. (1995). *Neurowissenschaften*. Heidelberg: Spektrum.
- Keele, S. W. & Hawkins, H. L. (1982). Explorations of individual differences relevant to high level skill. *Journal of Motor Behavior*, *14*, 3-23.
- Kim, M.-S. & Cave, K. R. (1999). Top-down and bottom-up attentional control: On the nature of interference from a salient distractor. *Perception & Psychophysics*, *61*, 1009-1023.
- Kirlik, A., Walker, N., Fisk, A. D. & Nagel, K. (1996). Supporting perception in the service of dynamic decision making. *Human Factors*, *38*, 288-299.
- Konzag, G. (1981). Zur Bedeutung und Diagnostik der Distribution und Konzentration der Aufmerksamkeit von Sportspielern. In H. Schellenberger (Ed.), *Psychologie im Sportspiel* (pp. 36-59). Berlin: Sportverlag.
- Konzag, G. (1991a). Aufmerksamkeit und Kognition in der psychischen Regulation der Spieltätigkeit. In J.-P. Janssen, H. Mechling & M. Wegner (Eds.), *Informationsverarbeitung und Handlungskontrolle im Sportspiel* (pp. 5-28). Köln: Sport & Buch Strauß.
- Konzag, G. (1991b). Aufmerksamkeit und Leistung im Sport. In J. P. Janssen, E. Hahn & H. Strang (Eds.), *Konzentration und Leistung* (pp. 143-152). Göttingen: Hogrefe.
- Kozlowski, L. T. & Cutting, J. E. (1977). Recognizing the sex of a walker from a dynamic point light display. *Perception & Psychophysics*, *21*, 575-580.
- LaBerge, D. & Brown, V. (1989). Theory of attentional operations in shape identification. *Psychological Review*, *96*, 101-124.
- Lauwereyns, J. (1998). Exogenous/endogenous control of space-based/object-based attention: Four types of visual selection? *European Journal of Cognitive Psychology*, *10*, 41-74.
- Long, G. M. & Riggs, C. A. (1991). Training effects on dynamic visual acuity with freehead viewing. *Perception*, *20*, 363-371.
- Luck, S. J. (2002). Attention. In H. Pashler & S. Yantis (Eds.), *Stevens' handbook of experimental psychology - Volume 1: Sensation and perception* (pp. 233-286). New York: Wiley.
- Lum, J., Enns, J. T. & Pratt, J. (2002). Visual orienting in the college athletes: Explorations of athlete type and gender. *Research Quarterly for Exercise and Sport*, *73*, 156-167.
- Lyle, J. & Cook, M. (1984). Non-verbal cues and decision-making in games. *Momentum*, *9*, 20-25.
- Magill, R. A. (1998). Knowledge is more than we can talk about: Implicit learning in motor skill acquisition. *Research Quarterly for Exercise and Sport*, *69*, 104-110.
- Marey, E. J. (1895/ 1972). *Movement*. New York: Arno Press.

- Maringelli, F. & Umiltà, C. (1998). The control of the attentional focus. *European Journal of Cognitive Psychology*, 10, 225-246.
- Masters, R. S. W. (1992). Knowledge, nerves and know-how: The role of explicit versus implicit knowledge in the breakdown of a complex motor skill under pressure. *British Journal of Psychology*, 83, 343-358.
- Maxeiner, J. (1988). Aufmerksamkeit und Sport. *Sportpsychologie*, 4(4), 16-19.
- Maxwell, J. P., Masters, R. S. W., Kerr, E. & Weedon, E. (2001). The implicit benefit of learning without errors. *The Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 54A, 1049-1068.
- McAuliffe, J. (2004). Differences in attentional set between athletes and nonathletes. *The Journal of General Psychology*, 131, 426-437.
- McMorris, T. & Hauxwell, B. (1997). Improving anticipation of soccer goalkeepers using video observation. In T. Reilly, J. Bangsbo & M. Hughes (Eds.), *Science and football III* (pp. 290-294). London: E. & F.N. Spon.
- Montpare, J. M. & Zebrowitz-McArthur, L. (1988). Impressions of people created by age-related qualities of their gaits. *Journal of Personality and Social Psychology*, 55, 547-556.
- Moran, A. P. & Summers, J. (2004). Attention in Sport. In T. Morris & J. Summers (Eds.), *Sport Psychology: Theory, Applications and Issues* (2nd ed., pp. 101-120). Milton, Australia: Wiley.
- Moray, N. (1959). Attention in dichotic listening: Affective cues and the influence of instructions. *Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 11, 56-60.
- Müller, H. J. & Krummenacher, J. (2002). Aufmerksamkeit. In J. Müsseler & W. Prinz (Eds.), *Allgemeine Psychologie* (pp. 118-177). Heidelberg: Spektrum.
- Müller, H. J. & Rabbitt, P. M. A. (1989). Reflexive and voluntary orienting of visual attention: Time course of activation and resistance to interruption. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 15, 315-330.
- Müller, S., Abernethy, B. & Farrow, D. (2006). How do world-class cricket batsmen anticipate a bowler's intention? *The Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 59, 2162-2186.
- Munzert, J. (1995). Expertise im Sport. *Psychologie und Sport*, 2, 122-131.
- Munzert, J. (2006). Wahrnehmung und Aufmerksamkeit. In M. Tietjens & B. Strauß (Eds.), *Handbuch Sportpsychologie* (pp. 36-43). Schorndorf: hofmann.
- Nagano, T., Kato, T. & Fukuda, T. (2004). Visual search strategies of soccer players in one-on-one situations on the field. *Perceptual and Motor Skills*, 99, 968-974.
- Nakayama, K. & Mackeben, M. (1989). Sustained and transient components of focal visual attention. *Vision Research*, 29, 1631-1647.
- Neo, G. & Chua, F. K. (2006). Capturing focused attention. *Perception & Psychophysics*, 68, 1286-1296.
- Nettleton, B. (1986). Flexibility of attention and elite athletes' performance in "fast-ball games". *Perceptual and Motor Skills*, 63, 991-994.

- Neumaier, A. (1979). *Visuelle Informationsaufnahme sportlicher Bewegungsabläufe*. Köln.
- Neumaier, A. (1984). Zum Einfluß von Beobachtungsanweisungen auf die Antizipation von Volleyballangriffen. In E. Christmann (Ed.), *Volleyball trainieren* (pp. 171-194). Hamburg: Czwalina.
- Neumann, O. (1992). Theorien der Aufmerksamkeit: von Metaphern zu Mechanismen. *Psychologische Rundschau*, 43, 83-101.
- Neumann, O., Van der Heijden, A. H. C. & Allport, D. A. (1986). Visual selective attention: Introductory remarks. *Psychological Research*, 48, 185-188.
- Nougier, V., Azemar, G., Stein, J. F. & Ripoll, H. (1992). Covert orienting to central visual cues and sport practice relations in the development of visual attention. *Journal of Experimental Child Psychology*, 54, 315-333.
- Nougier, V., Ripoll, H. & Stein, J.-F. (1989). Orienting of attention with highly skilled athletes. *International Journal of Sport Psychology*, 20, 205-223.
- Nougier, V. & Rossi, B. (1999). The development of expertise in the orienting of attention. *International Journal of Sport Psychology*, 30, 246-260.
- Nougier, V., Rossi, B., Alain, C. & Taddei, F. (1996). Evidence of strategic effects in the modulation of orienting of attention. *Ergonomics*, 39, 1119-1133.
- Nougier, V., Stein, J.-F. & Azemar, G. (1990). Covert orienting of attention and motor preparation processes as a factor of success in fencing. *Journal of Human Movement Studies*, 19, 251-272.
- Nougier, V., Stein, J.-F. & Bonnel, A.-M. (1991). Information processing in sport and "orienting of attention". *International Journal of Sport Psychology*, 22, 307-327.
- Pan, K. & Eriksen, C. W. (1993). Attentional distribution in the visual field during same-different judgments as assessed by response competition. *Perception & Psychophysics*, 53, 134-144.
- Pashler, H. (1996). *The psychology of attention*. Cambridge, MA: MIT Press.
- Pashler, H. (Ed.). (1998). *Attention*. East Sussex: Psychology Press.
- Paull, G. & Glencross, D. (1997). Expert perception and decision making in baseball. *International Journal of Sport Psychology*, 28, 35-56.
- Pavlova, M., Krageloh-Mann, I., Sokolov, A. & Birbaumer, N. (2001). Recognition of point-light biological motion displays by young children. *Perception*, 30, 925-933.
- Penrose, J. M. T. & Roach, N. K. (1995). Decision making and advanced cue utilisation by cricket batsmen. *Journal of Human Movement Studies*, 29, 199-218.
- Pesce Anzeneder, C. (1997). *Orientierung und Fokussierung der visuell-räumlichen Aufmerksamkeit unter wechselnden Aufgabenanforderungen bei Volleyball-Hochleistungssportlern*. Berlin: Verlag Dr. Köster.
- Pesce Anzeneder, C. & Bösel, R. (1998). Modulation of the spatial extent of the attentional focus in high-level volleyball players. *European Journal of Cognitive Psychology*, 10, 247-267.

- Pesce Anzeneder, C., Bösel, R., Kortmann, O. & Mücke, M. (1998). Fokussierung der visuellen Aufmerksamkeit. *Leistungssport*, 2, 35-41.
- Pesce, C., Capranica, L., Tessitore, A. & Figura, F. (2003). Focusing of visual attention under submaximal physical load. *International Journal of Sport and Exercise Psychology*, 1, 275-292.
- Pesce, C., Casella, R. & Capranica, L. (2004). Modulation of visuospatial attention at rest and during physical exercise: Gender differences. *International Journal of Sport Psychology*, 35, 328-341.
- Pesce, C., Cereatti, L., Casella, R., Baldari, C. & Capranica, L. (2007). Preservation of visual attention in older expert orienteers at rest and under physical effort. *Journal of Sport & Exercise Psychology*, 29, 78-99.
- Pesce, C. & Tessitore, A. (2004). Visuelle Aufmerksamkeit unter körperlicher Belastung bei Nachwuchs-Fußballspielern. *Leistungssport*, 4, 14-19.
- Posner, M. I. (1980). Orienting of attention. *Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 32, 3-25.
- Posner, M. I., Nissen, M. J. & Ogden, W. C. (1978). Attended and unattended processing modes: The role of set for spatial location. In H. L. Pick & I. J. Saltzman (Eds.), *Modes of Perceiving and Processing Information*. Hillsdale, N.J.: Lawrence Erlbaum Associates.
- Poulton, E. C. (1957). On prediction in skilled movements. *Psychological Bulletin*, 54, 467-478.
- Proffitt, D. R. & Gilden, D. L. (1989). Understanding natural dynamics. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 15, 384-393.
- Raab, M. (2002). Wechselwirkungen taktischer Entscheidungsprozesse von Sportspielern. *psychologie und sport*, 9, 145-158.
- Raab, M. (2003a). Decision making in sports: Influence of complexity on implicit and explicit learning. *International Journal of Sport and Exercise Psychology*, 1, 310-337.
- Raab, M. (2003b). Implicit and explicit learning of decision making in sports is effected by complexity of situation. *International Journal of Sport Psychology*, 34, 273-288.
- Reber, A. S. (1989). Implicit learning and tacit knowledge. *Journal of Experimental Psychology: General*, 118, 219-235.
- Remington, R. & Pierce, L. (1984). Moving attention: Evidence for time invariant shift of visual attention. *Perception & Psychophysics*, 35, 393-399.
- Renshaw, I. & Fairweather, M. M. (2000). Cricket bowling deliveries and the discrimination ability of professional and amateur batters. *Journal of Sports Sciences*, 18, 951-957.
- Revien, L. (1987). *Eyeroics*. Great Neck, NY: Visual Skills Inc.
- Ripoll, H. (1988). Analysis of visual scanning patterns of volleyball players in a problem solving task. *International Journal of Sport Psychology*, 19, 9-25.

- Ritzdorf, W. (1983). Antizipation im Sportspiel - dargestellt am Beispiel des Tennisgrundschlags. *Leistungssport*, 13(3), 5-9.
- Runeson, S. & Frykholm, G. (1981). Visual perception of lifted weight. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception & Performance*, 7, 733-740.
- Runeson, S. & Frykholm, G. (1983). Kinematic specification of dynamics as an informational basis for person-and-action perception: Expectation, gender recognition, and deceptive intention. *Journal of Experimental Psychology: General*, 112, 585-618.
- Salmela, J. H. & Fiorito, P. (1979). Visual cues in ice hockey goaltending. *Canadian Journal of Applied Sport Sciences*, 4, 56-59.
- Savelsbergh, G. J. P., Onrust, M., Rouwenhorst, A. & Van Der Kamp, J. (2006). Visual Search and locomotion behaviour in a four-to-four football tactical position game. *International Journal of Sport Psychology*, 37, 248-264.
- Scott, D., Scott, L. M. & Howe, B. L. (1998). Training anticipation for intermediate tennis players. *Behavior Modification*, 22, 243-261.
- Scully, D. M. (1986). Visual perception of technical execution and aesthetic quality in biological motion. *Human Movement Science*, 5, 185-206.
- Shim, J. & Carlton, L. G. (1997). Perception of kinematic characteristics in the motion of lifted weight. *Journal of Motor Behavior*, 29, 131-146.
- Shim, J. & Carlton, L. G. (1999). Anticipation of movement outcome through perception of movement kinematics. *Journal of Sport & Exercise Psychology*, 21, S98.
- Shim, J., Carlton, L. G., Chow, J. W. & Chae, W. S. (2005). The use of anticipatory visual cues by highly skilled tennis players. *Journal of Motor Behavior*, 37, 174-175.
- Shim, J., Miller, G. & Lutz, R. (2005). Visual cues and information used to anticipate tennis ball shot and placement. *Journal of Sport Behavior*, 28, 186-200.
- Singer, R. N., Cauraugh, J. H., Chen, D., Steinberg, G. M. & Frehlich, S. G. (1996). Visual search, anticipation, and reactive comparisons between highly-skilled and beginning tennis players. *Journal of Applied Sport Psychology*, 8, 9-26.
- Singer, R. N., Cauraugh, J. H., Chen, D., Steinberg, G. M., Frehlich, S. G. & Wang, L. (1994). Training mental quickness in beginning / intermediate tennis players. *The Sport Psychologist*, 8, 305-318.
- Singer, R. N. & Janelle, C. M. (1999). Determining sport expertise: From genes to supremes. *International Journal of Sport Psychology*, 30, 117-150.
- Singer, R. N., Williams, A. M., Frehlich, S. G., Janelle, C. M., Radlo, S. J., Barba, D. A., et al. (1998). New frontiers in visual search: An exploratory study in live tennis situations. *Research Quarterly for Exercise and Sport*, 69, 290-296.
- Smeeton, N. J., Williams, A. M., Hodges, N. J. & North, J. (2004). Developing perceptual skill in tennis through explicit, guided-discovery, and discovery methods. *Journal of Sport & Exercise Psychology*, 24(Suppl.), 175.

- Smeeton, N. J., Williams, A. M., Hodges, N. J. & Ward, P. (2005). The relative effectiveness of various instructional approaches in developing anticipation skill. *Journal of Experimental Psychology: Applied*, 11, 98-110.
- Snowden, R. J. (2002). Visual attention to color: Parvocellular Guidance of attentional resources? *Psychological Science*, 13, 180-184.
- Stadler, M. A. & Frensch, P. A. (Eds.). (1998). *Handbook of implicit learning*. Thousand Oaks, CA: Sage.
- Starkes, J. L., Edwards, P., Dissanayake, P. & Dunn, T. (1995). A new technology and field test of advance cue usage in volleyball. *Research Quarterly for Exercise and Sport*, 66, 162-167.
- Starkes, J. L. (1987). Skill in field hockey: The nature of the cognitive advantage. *Journal of Sport Psychology*, 9, 146-160.
- Starkes, J. L. & Lindley, S. (1994). Can we hasten expertise by video simulations? *Quest*, 46, 211-222.
- Taylor, M. A., Burwitz, L. & Davids, K. (1994). Coaching perceptual strategy in badminton. *Journal of Sports Sciences*, 12, 213.
- Tenenbaum, G. (2003). Expert athletes: An integrated approach to decision making. In J. L. Starkes & K. A. Ericsson (Eds.), *Expert performance in sports* (pp. 191-218). Champaign, IL: Human Kinetics.
- Tenenbaum, G., Levy-Kolker, N., Sade, S., Liebermann, D. G. & Lidor, R. (1996). Anticipation and confidence of decisions related to skilled performance. *International Journal of Sport Psychology*, 27, 293-307.
- Tenenbaum, G., Sar-El, T. & Bar-Eli, M. (2000). Anticipation of ball location in low and high-skill performers: a developmental perspective. *Psychology of Sport and Exercise*, 1, 117-128.
- Tenenbaum, G., Stewart, E. & Sheath, P. (1999). Detection of targets and attentional flexibility: Can computerized simulation account for developmental and skill-level differences? *International Journal of Sport Psychology*, 30, 261-282.
- Theeuwes, J. (1991). Exogenous and endogenous control of attention: The effect of visual onsets and offsets. *Perception & Psychophysics*, 49, 83-90.
- Theeuwes, J. (1994). Endogenous and exogenous control of visual selection. *Perception*, 23, 429-440.
- Theeuwes, J. (1995). Abrupt luminance change pops out; abrupt color change does not. *Perception & Psychophysics*, 57, 637-644.
- Theeuwes, J., Kramer, A. F. & Atchley, P. (1999). Attentional effects on preattentive vision: Spatial precues affect the detection of simple features. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 25, 341-347.
- Titchener, E. B. (1910). *A textbook of psychology*. New York: MacMillan.
- Todd, J. T. (1983). Perception of gait. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception & Performance*, 9, 31-42.
- Treisman, A. (1964). Selective attention in man. *British Medical Bulletin*, 20, 12-16.

- Troje, N. F., Westhoff, C. & Lavrov, M. (2005). Person identification from biological motion: effects of structural and kinematic cues. *Perception & Psychophysics*, *67*, 667-675.
- Turatto, M., Benso, F. & Umiltà, C. (1999). Focusing of attention in professional women skiers. *International Journal of Sport Psychology*, *30*, 339-349.
- Turatto, M., Galfano, G., Gardini, S. & Mascetti, G. G. (2004). Stimulus-driven attentional capture: An empirical comparison of display-size and distance methods. *The Quarterly Journal of Experimental Psychology*, *57A*, 297-324.
- Umiltà, C. (1991). Attention in sport: Further lines of research. *International Journal of Sport Psychology*, *22*, 328-333.
- Vaeyens, R., Lenoir, M., Williams, A. M., Mazyn, L. & Phillipaerts, R. M. (2007). The effects of task constraints on visual search behavior and decision-making skill in youth soccer players. *Journal of Sport & Exercise Psychology*, *29*, 147-169.
- VandenBos, G. R. (Ed.). (2006). *APA Dictionary of Psychology* (1st ed.). Washington: American Psychological Association.
- Vickers, J. N. (1992). Gaze control in putting. *Perception*, *21*, 117-132.
- von Grünau, M. W., Faubert, J., Iordanova, M. & Rajska, D. (1999). Flicker and the efficiency of cues for capturing attention. *Vision Research*, *39*, 3241-3252.
- Walk, R. D. & Homan, C. P. (1984). Emotion and dance in dynamic point-light displays. *Bulletin of the Psychonomic Society*, *22*, 437-440.
- Wang, Q., Cavanagh, P. & Green, M. (1994). Familiarity and pop-out in visual search. *Perception & Psychophysics*, *56*, 495-500.
- Ward, P. & Williams, A. M. (2003). Perceptual and cognitive skill development in soccer: The multidimensional nature of expert performance. *Journal of Sport & Exercise Psychology*, *25*, 93-111.
- Ward, P., Williams, A. M. & Bennett, S. J. (2002). Visual search and biological motion perception in tennis. *Research Quarterly for Exercise and Sport*, *73*, 107-112.
- Ward, P., Williams, A. M. & Hancock, P. A. (2006). Simulation for performance and training. In K. A. Ericsson, N. Charness, P. J. Feltovich & R. R. Hoffman (Eds.), *The Cambridge Handbook of Expertise and Expert Performance* (pp. 243-262). Cambridge: University Press.
- Warner, C. B., Juola, J. F. & Koshino, H. (1990). Voluntary allocation versus automatic capture of visual attention. *Perception & Psychophysics*, *48*, 243-251.
- Weineck, J. (1997). *Optimales Training* (10. ed.). Balingen: Spitta Verlag.
- Welford, A. T. (1952). The "psychological refractory period" and the timing of high speed performance - A review and a theory. *British Journal of Psychology*, *43*, 2-19.
- Whitehead, R., MacKenzie, T., Schliebner, S. & Bachorowski, J. (1997). Effects of cue validity upon performance in the attention cueing paradigm. *Perceptual and Motor Skills*, *84*, 787-798.

- Williams, A. M. & Burwitz, L. (1993). Advance cue utilisation in soccer. In T. Reilly, J. Clarys & A. Stibbe (Eds.), *Science and football II* (pp. 239-244). London: E. & F.N. Spon.
- Williams, A. M. & Davids, K. (1998). Visual search strategy, selective attention, and expertise in soccer. *Research Quarterly for Exercise and Sport*, *69*, 111-128.
- Williams, A. M., Davids, K., Burwitz, L. & Williams, J. G. (1994). Visual search strategies in experienced and inexperienced soccer players. *Research Quarterly for Exercise and Sport*, *65*, 127-135.
- Williams, A. M., Davids, K. & Williams, J. G. (1999). *Visual perception & action in sport*. London: E. & F.N. Spon.
- Williams, A. M. & Elliot, D. (1999). Anxiety, expertise, and visual search strategy in karate. *Journal of Sport and Exercise Psychology*, *21*, 362-375.
- Williams, A. M. & Grant, A. (1999). Training perceptual skill in sport. *International Journal of Sport Psychology*, *30*, 194-220.
- Williams, A. M. & Ward, P. (2003). Perceptual expertise: Development in Sport. In J. L. Starkes & K. A. Ericsson (Eds.), *Expert performance in sports* (pp. 219-249). Champaign, IL: Human Kinetics.
- Williams, A. M., Ward, P. & Chapman, C. (2003). Training perceptual skill in field hockey: Is there transfer from the laboratory to the field. *Research Quarterly for Exercise and Sport*, *74*, 98-103.
- Williams, A. M., Ward, P., Knowles, J. M. & Smeeton, N. J. (2002). Anticipation skill in a real-world task: Measurement, training, and transfer in tennis. *Journal of Experimental Psychology: Applied*, *8*, 259-270.
- Williams, A. M., Ward, P., Smeeton, N. J. & Allen, D. (2004). Developing anticipation skills in tennis using on-court instruction: Perception versus perception and action. *Journal of Applied Sport Psychology*, *16*, 350-360.
- Williams, J. G. (1987). Visual demonstration and movement sequencing: effects of instructional control of the eyes. *Perceptual and Motor Skills*, *65*, 366.
- Williams, J. G. (1988). Perception of a throwing action from point-light demonstrations. *Perceptual and Motor Skills*, *67*, 147-204.
- Williams, J. G. (1989a). Motor skill instruction, visual demonstration and eye movements. *Physical Education Review*, *12*, 49-55.
- Williams, J. G. (1989b). Throwing action from full-cue and motion-only video models of an arm movement sequence. *Perceptual and Motor Skills*, *68*, 259-266.
- Wilson, T. A. & Falkel, J. (2004). *SportsVision. Training for better performance*. Champaign, IL: Human Kinetics
- Wolfe, J. M. & Horowitz, T. S. (2004). What attributes guide the deployment of visual attention and how do they do it? *Nature Reviews Neuroscience*, *5*, 1-7.
- Wright, D. L., Pleasants, F. & Gomez-Meza, M. (1990). Use of advanced visual cue sources in volleyball. *Journal of Sport & Exercise Psychology*, *12*, 406-414.

- Wright, R. D. & Ward, L. M. (1994). Shifts of visual attention: An historical and methodological overview. *Canadian Journal of Experimental Psychology*, 48, 151-166.
- Wulf, G. & Prinz, W. (2001). Directing attention to movement effects enhances learning: A review. *Psychonomic Bulletin & Review*, 8, 648-660.
- Yantis, S. (1993). Stimulus driven attentional capture. *Current Directions in Psychological Science*, 2, 156-161.
- Yantis, S. (1996). Attentional capture in vision. In M. Coles, G. Logan & A. Kramer (Eds.), *Converging operations in the study of visual selective attention*. Washington, DC: APA.
- Yantis, S. (1998). Control of visual attention. In H. Pashler (Ed.), *Attention* (pp. 223-256). East Sussex: Psychology Press.
- Yantis, S. & Hillstrom, A. P. (1994). Stimulus-driven attentional capture: Evidence from equiluminant visual objects. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception & Performance*, 20, 95-107.
- Yantis, S. & Jonides, J. (1984). Abrupt visual onsets and selective attention: Evidence from visual search. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception & Performance*, 10, 601-621.
- Yantis, S. & Jonides, J. (1990). Abrupt visual onsets and selective attention: Voluntary versus automatic allocation. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception & Performance*, 16, 121-134.
- Zelinsky, G. J., Rao, R. P. N., Hayhoe, M. M. & Ballard, D. H. (1997). Eye movements reveal the spatiotemporal dynamics of visual search. *Psychological Science*, 8, 448-453.

Anhang

Datentabellen Experiment 1.1

Tabelle 4. Durchschnittliche Antwortzeiten (richtiger Entscheidungen) über die sechs Hinweisreizbedingungen.

n	Antwortzeiten (ms)					
	Kontroll (SD)	Invalid (SD)	Peripher 2 (SD)	Foveal (SD)	Parafoveal (SD)	Peripher 1 (SD)
27	441.70 (47.69)	452.03 (47.04)	463.13 (62.90)	462.52 (60.42)	461.26 (64.82)	458.86 (58.79)

Tabelle 5. Durchschnittliche Antwortzeiten (richtiger Entscheidungen) der drei kleineren Hinweisreize über die sechs Hinweisreizorte.

Hinweisreize	n	Antwortzeiten (ms)					
		Beine (SD)	Füße (SD)	Hüfte (SD)	Kopf (SD)	Rumpf (SD)	Schulter (SD)
Foveal	27	467.28 (60.71)	466.23 (69.30)	453.58 (60.13)	462.42 (70.08)	463.68 (69.17)	462.83 (64.45)
Parafoveal		470.44 (73.12)	459.56 (66.39)	461.65 (70.57)	457.98 (69.25)	458.24 (68.30)	459,59 (70.95)
Peripher 1		458.06 (72.56)	465.19 (65.56)	463.25 (54.69)	456.69 (63.07)	454.84 (67.66)	454.45 (60.36)

Datentabellen Experiment 1.2

Tabelle 6. Durchschnittliche Antwortzeiten (richtiger Entscheidungen) über die sechs Hinweisreizbedingungen.

n	Antwortzeiten (ms)					
	Kontroll (<i>SD</i>)	Invalid (<i>SD</i>)	Peripher 2 (<i>SD</i>)	Foveal (<i>SD</i>)	Parafoveal (<i>SD</i>)	Peripher 1 (<i>SD</i>)
23	521.15 (81.63)	524.36 (78.34)	516.53 (82.39)	514.49 (79.64)	513.53 (68.88)	522.00 (79.67)

Tabelle 7. Durchschnittliche Antwortzeiten der drei kleineren Hinweisreize über die fünf Hinweisreizorte.

Hinweisreize	n	Antwortzeiten (ms)				
		Zentral (<i>SD</i>)	Int. + Kon. (<i>SD</i>)	Int. + Inkon. (<i>SD</i>)	Lat. + Kon. (<i>SD</i>)	Lat. + Inkon. (<i>SD</i>)
Foveal		519.20 (77.40)	506.06 (85.77)	518.50 (80.93)	505.76 (87.54)	521.74 (83.65)
Parafoveal	23	518.32 (75.78)	519.22 (78.07)	516.54 (60.52)	506.69 (81.49)	506.05 (67.20)
Peripher 1		521.32 (83.18)	525.80 (83.78)	534.73 (77.40)	510.19 (86.61)	514.75 (87.47)

Datentabellen Experiment 1.3

Tabelle 8. Durchschnittliche Reaktionszeiten bei validen und invaliden (bez. Hemisphäre) Hinweisreizen.

Validität	n	Reaktionszeit (ms)				
		Foveal (SD)	Parafoveal (SD)	Peripher 1 (SD)	Exzentrisch (SD)	Peripher 2 (SD)
Valid	20	340.00 (45.51)	342.37 (47.23)	341.69 (48.67)	361.01 (60.58)	389.09 (37.05)
Invalid		405.25 (49.93)	404.09 (48.56)	402.06 (42.62)	438.99 (58.51)	Siehe Abb. 14!

Tabelle 9. Durchschnittliche Reaktionszeiten für die Hinweisreiz-Zielreiz-Größenverhältnisse.

n	Reaktionszeit (ms)					
	Target	Target	Target	Target	Target	Target
	2x > Cue (SD)	1x > Cue (SD)	= Cue (SD)	1x < Cue (SD)	2x < Cue (SD)	3x < Cue (SD)
20	335.60 (48.25)	343.51 (46.58)	346.15 (49.61)	357.45 41.08	362.27 (40.88)	396.36 (38.28)

Datentabellen Experiment 2

Table 10. Durchschnittliche Antwortzeiten der visuell und verbal instruierten Gruppen in 3-gegen-2 Situationen.

Hinweisreizort	Antwortzeit (ms)		
	Verbal instruiert (<i>n</i> = 25) (<i>SD</i>)	Visuell instruiert (<i>n</i> = 25) (<i>SD</i>)	Gesamt (Mean) (<i>n</i> = 50) (<i>SD</i>)
Angreifer LI	1621.59 (347.21)	1436.99 (407.78)	1529.29 (386.25)
Zwischenr. LI	1627.52 (331.88)	1456.54 (423.34)	1542.03 (386.25)
Angreifer ZEN	1649.04 (317.41)	1441.94 (404.34)	1545.49 (374.66)
Zwischenr. RE	1656.59 (321.29)	1454.24 (445.88)	1555.41 (397.97)
Angreifer RE	1643.31 (321.69)	1446.05 (397.11)	1544.68 (371.28)
Hälfte LI	1700.10 (299.55)	1407.24 (439.48)	1553.67 (400.54)
Hälfte RE	1664.86 (323.26)	1422.47 (395.05)	1543.66 (377.64)
Ges. Situation	1645.45 (291.33)	1436.72 (406.80)	1541.08 (365.71)
Distraktor	1703.96 (339.38)	1442.45 (444.92)	1573.20 (413.30)
Kontroll	1569.13 (313.14)	1437.20 (428.98)	1503.17 (377.63)

Tabelle 11. Durchschnittliche Antwortrichtigkeit der visuell und verbal instruierten Gruppen in 3-gegen-2 Situationen.

Hinweisreizort	Antwortrichtigkeit (1 = 100%)		
	Verbal instruiert (<i>n</i> = 25) (<i>SD</i>)	Visuell instruiert (<i>n</i> = 25) (<i>SD</i>)	Gesamt (Mean) (<i>n</i> = 50) (<i>SD</i>)
Angreifer LI	.82 (.15)	.82 (.18)	.82 (.16)
Zwischenr. LI	.83 (.14)	.84 (.16)	.84 (.15)
Angreifer ZEN	.89 (.13)	.80 (.17)	.84 (.16)
Zwischenr. RE	.79 (.18)	.82 (.17)	.80 (.17)
Angreifer RE	.80 (.17)	.81 (.21)	.80 (.19)
Hälfte LI	.82 (.18)	.78 (.23)	.80 (.21)
Hälfte RE	.82 (.18)	.79 (.19)	.81 (.18)
Ges. Situation	.87 (.15)	.84 (.18)	.85 (.16)
Distraktor	.70 (.25)	.84 (.19)	.78 (.23)
Kontroll	.86 (.13)	.83 (.17)	.84 (.15)

Tabelle 12. Durchschnittliche Antwortzeiten der visuell und verbal instruierten Gruppen in 1-gegen-1 Situationen.

Hinweisreizort	Antwortzeit (ms)		
	Verbal instruiert	Visuell instruiert	Gesamt (Mean)
	(<i>n</i> = 25) (<i>SD</i>)	(<i>n</i> = 25) (<i>SD</i>)	(<i>n</i> = 50) (<i>SD</i>)
Kopf	2709.35 (106.07)	2635.90 (185.61)	2672.62 (154.14)
Schulter	2697.64 (116.51)	2689.25 (114.26)	2693.45 (114.28)
Rumpf	2685.17 (127.47)	2668.12 (154.90)	2676.64 (140.66)
Hüfte	2702.09 (98.75)	2694.22 (124.58)	2698.16 (111.33)
Beine	2689.58 (115.29)	2631.36 (228.17)	2660.47 (181.31)
Füße	2702.33 (124.61)	2655.49 (162.02)	2678.91 (144.99)
Oberkörper	2702.73 (128.64)	2700.31 (118.79)	2701.52 (122.55)
Unterkörper	2690.72 (119.73)	2672.68 (145.23)	2681.70 (132.04)
Ges. Spieler	2681.79 (130.13)	2660.02 (169.51)	2670.91 (149.96)
Distraktor	2741.45 (194.63)	2668.62 (165.86)	2705.03 (182.70)
Kontroll	2695.09 (138.37)	2660.25 (186.04)	2677.67 (163.21)

Tabelle 13. Durchschnittliche Antwortrichtigkeit der visuell und verbal instruierten Gruppen in 1-gegen-1 Situationen.

Hinweisreizort	Antwortrichtigkeit (1 = 100%)		
	Verbal instruiert	Visuell instruiert	Gesamt (Mean)
	(<i>n</i> = 25) (<i>SD</i>)	(<i>n</i> = 25) (<i>SD</i>)	(<i>n</i> = 50) (<i>SD</i>)
Kopf	.93 (.14)	.83 (.19)	.88 (.17)
Schulter	.93 (.12)	.89 (.15)	.91 (.14)
Rumpf	.97 (.11)	.87 (.17)	.92 (.15)
Hüfte	.94 (.11)	.89 (.18)	.92 (.15)
Beine	.92 (.17)	.86 (.20)	.89 (.19)
Füße	.89 (.11)	.86 (.16)	.87 (.14)
Oberkörper	.90 (.13)	.87 (.20)	.89 (.16)
Unterkörper	.92 (.13)	.89 (.20)	.91 (.17)
Ges. Spieler	.93 (.11)	.85 (.18)	.89 (.15)
Distraktor	.87 (.16)	.85 (.17)	.86 (.16)
Kontroll	.74 (.15)	.87 (.16)	.81 (.17)

Tabelle 14. Durchschnittliche Antwortzeiten kongruenter und inkongruenter Instruktionen über die drei Bedingungen.

Instruktion	n	Antwortzeit (ms)					
		Kongruenz			Inkongruenz		
		Angreifer (SD)	Zwischenr. (SD)	Hälfte (SD)	Angreifer (SD)	Zwischenr. (SD)	Hälfte (SD)
Verbal	25	1606.20 (323.03)	1609.87 (314.35)	1666.62 (286.99)	1665.85 (373.10)	1677.77 (321.78)	1681.64 (339.44)
Visuell	25	1443.57 (376.09)	1438.30 (460.34)	1407.77 (437.70)	1448.67 (446.62)	1465.18 (391.60)	1425.25 (392.90)

Tabelle 15. Durchschnittliche Antwortzeiten auf die drei unterschiedlichen Aufmerksamkeitsgrößen in 3-gegen-2 Situationen getrennt nach Instruktionsform.

Instruktion	n	Antwortzeit (ms)		
		Lokal (SD)	Medium (SD)	Global (SD)
Verbal	25	1621.70 (303.16)	1666.62 (286.99)	1645.45 (291.33)
Visuell	25	1441.27 (407.31)	1407.77 (437.70)	1436.72 (406.80)

Tabelle 16. Durchschnittliche Antwortzeiten auf die drei unterschiedlichen Aufmerksamkeitsgrößen in 1-gegen-1 Situationen getrennt nach Instruktionsform.

Instruktion	n	Antwortzeit (ms)		
		Lokal (SD)	Medium (SD)	Global (SD)
Verbal	25	2697.69 (108.70)	2696.72 (121.10)	2681.79 (130.13)
Visuell	25	2653.84 (175.41)	2682.77 (131.97)	2660.02 (169.51)

Datentabellen Experiment 3

Tabelle 17. Durchschnittliche Antwortzeiten und Anzahl korrekter Antworten über die drei Messzeitpunkte.

Gruppe	n	Antwortzeiten (ms)			Antwortrichtigkeit (1 = 100%)		
		Prätest (SD)	Posttest (SD)	Retention (SD)	Prätest (SD)	Posttest (SD)	Retention (SD)
Flicker	9	2013.70 (181.28)	1888.41 (230.36)	1871.97 (299.93)	.82 (.11)	.84 (.08)	.92 (.05)
Ohne Flicker	8	2170.03 (193.13)	1950.91 (135.26)	1896.24 (181.12)	.88 (.10)	.92 (.04)	.94 (.04)
Placebo (Spiel)	7	1951.04 (218.81)	1821.76 (255.72)	1751.59 (291.29)	.86 (.16)	.89 (.16)	.88 (.18)
Kontroll	7	2076.84 (85.56)	1896.92 (120.31)	1777.92 (227.16)	.84 (.12)	.93 (.06)	.95 (.04)

Lebenslauf

Ich wurde am 28.10.1978 in Münster geboren. Nachdem ich 1998 das Abitur abgelegt habe, studierte ich von 1999 bis 2004 die Fächer Sportwissenschaften, Spanisch und Erziehungswissenschaften für das Lehramt der Sekundarstufen II/I an der Westfälischen Wilhelms-Universität Münster.

Mein Erstes Staatsexamen legte ich im November 2004 ab. Der Titel meiner Staatsexamensarbeit lautete: „Der Einfluss videobasierter Trainings von Wahrnehmung und Aufmerksamkeit auf taktische Entscheidungsprozesse im Fußball“.

Im Jahre 2005 arbeitete ich als wissenschaftliche Hilfskraft, wissenschaftlicher Mitarbeiter und Lehrbeauftragter am Institut für Sportwissenschaften der Westfälischen Wilhelms-Universität in Münster. Seit Januar 2006 bin ich Promotionsstipendiat der Studienstiftung des deutschen Volkes.