

Antizipation von Fußballtorhütern

Untersuchung zur Konzeption einer kognitiven Leistungsdiagnostik im Kontext der sportwissenschaftlichen Talentforschung

Dissertation

zur Erlangung des Doktorgrades

der Wirtschafts- und Sozialwissenschaftlichen Fakultät

der Eberhard Karls Universität Tübingen

vorgelegt von

Florian Schultz

aus Frankfurt a. M.

Tübingen

2013

Tag der mündlichen Prüfung: 14.08.2013

Dekan: Professor Dr. rer. soc. Josef Schmid

1. Gutachter: Professor Dr. phil. Oliver Höner

2. Gutachter: Professor Dr. phil. Klaus Roth

Danksagung

Ich möchte mich an dieser Stelle bei einigen Personen bedanken, die auf unterschiedlichste Art und Weise zu der Erstellung dieser Arbeit beigetragen haben.

Mein ganz besonderer Dank gilt Prof. Dr. Oliver Höner, der mir nicht nur die Möglichkeit gegeben hat, in seinem Arbeitsbereich zu promovieren, sondern die Rolle des Doktorvaters in idealtypischer Weise ausfüllte. In allen Phasen der Dissertation hat er sich die Zeit genommen, meine Fragen kompetent und konstruktiv zu beantworten und mir in schwierigen Phasen mit neuen Impulsen den Weg zu weisen.

Ich danke Prof. Dr. Klaus Roth, der die Zweitbetreuung dieser Arbeit übernommen hat, für die stets aufschluss- und lehrreichen Diskussionen, die auch über den „Tellerand“ der Dissertation hinaus gingen.

Prof. Dr. Stephan Schwan vom Leibniz-Institut für Wissensmedien sowie Jun.-Prof. Dr. Markus Huff, mittlerweile Fachbereich für Psychologie, möchte ich für die mehrmalige Zurverfügungstellung des Eye-Tracking-Systems sowie von Räumlichkeiten für Vortests und zur Datenauswertung danken, ohne die die Umsetzung der empirischen Studien in der Form nicht möglich gewesen wäre. Besonderer Dank geht in diesem Zusammenhang an Dr. Frank Papenmeier vom Fachbereich für Psychologie, der mir mit seiner Erfahrung bzgl. Eye-Tracking den Einstieg in diese Thematik sehr erleichtert hat und auch in der Folgezeit bereitwillig technische Fragen beantworten und Probleme beheben konnte.

Ich möchte Jörg Daniel, dem sportlichen Leiter des DFB-Talentförderprogramms, danken, der bereits zu Beginn der Konzeptionsphase der Arbeit viele hilfreiche Hinweise aus „der Sicht der Praxis“ geben konnte und im weiteren Verlauf dafür sorgte, dass ich die U15- und U18-Landesverbandsauswahltorhüter testen durfte.

Dr. Yolanda Demetriou durchlief mit mir nahezu parallel die Doktorandenzeit und war mir dort als Kollegin und Freundin stets moralische Stütze. Vielen Dank!

Andreas Votteler gebührt Dank dafür, dass er viele Phasen der Dissertation mit helfender Hand begleitete und immer hilfreiche Unterstützung gab, wenn es um die Klärung statistischer Fragen ging.

Den weiteren Kollegen des Arbeitsbereichs Sportpsychologie und Methodenlehre möchte ich für das äußerst angenehme Arbeitsklima danken, das mit Sicherheit keine Selbstverständlichkeit ist.

Ich möchte meinen Eltern danken, die mich immer nach Kräften unterstützt und stets an mich geglaubt haben.

Last but not least danke ich meiner Frau Anne, die zeitlich viele Entbehrungen ohne ein Wort der Klage in Kauf nahm und die mir half, die Höhen der Dissertationsphase zu genießen und die Tiefen schnell zu durchwandern.

Florian Schultz

Inhaltsverzeichnis

1. Einführung	1
1.1 Allgemeine Problemstellung: Antizipation von Fußballtorhütern	1
1.2 Der „rote Faden“ der Arbeit.....	3
Theoretischer Teil	8
2. Theoretische Grundlagen zur Antizipation	8
2.1 Physiologische Grundlagen der visuellen Wahrnehmung: Das visuelle System	8
2.1.1 Anatomischer Aufbau des Auges.....	9
2.1.2 Anatomische Grundlagen von Blickbewegungen	11
2.1.3 Blickbewegungsarten	16
2.1.4 Visuomotorischer Verarbeitungsweg	18
2.2 Psychologische Grundlagen der Antizipation	22
2.2.1 Psychologische Grundlagen der visuellen Wahrnehmung	25
2.2.1.1 Stufen des Wahrnehmungsprozesses	26
2.2.1.2 Zusammenhang zwischen Wahrnehmung und Handlung	29
2.2.1.3 Bewegungswahrnehmung	36
2.2.2 Psychologische Grundlagen der visuellen Aufmerksamkeit	40
2.2.2.1 Merkmale	41
2.2.2.2 Selektivität.....	44
2.2.2.3 Bewusstsein	46
2.2.3 Psychologische Grundlagen des Gedächtnisses	47
2.2.3.1 Gedächtnisprozesse	47
2.2.3.2 Gedächtnismodelle	49
2.2.4 Antizipationsmodelle	54
2.2.5 Zusammenfassung der relevanten Erkenntnisse für die Untersuchung der Antizipation von Fußballtorhütern	60
3. Forschungsstand zur Antizipation im Kontext sportwissenschaftlicher Talentforschung	66
3.1 Paradigmatische Ansätze der Talentforschung	67
3.1.1 Entwicklung der Talentforschung.....	67
3.1.2 Begabungsansatz	72
3.1.2.1 Talentdiagnose	74
3.1.2.1.1 Talentprädiktoren.....	75
3.1.2.1.2 Talentsichtung und Talenterkennung	79
3.1.2.1.3 Talentauswahl.....	81
3.1.2.1.4 Talentprognose.....	84
3.1.2.2 Talentförderung.....	85
3.1.3 Expertiseforschung	88
3.1.3.1 Definition des Begriffs „Experte“	89

3.1.3.2	Untersuchungsmethodische Schritte im „Expert Performance Approach“	91
3.2	Untersuchungsmethodische Ansätze zur Erfassung kognitiver Prozesse	99
3.2.1	Prätestmanipulationen	100
3.2.2	Dumtestmessungen	104
3.2.2.1	Direkte Methoden.....	105
3.2.2.2	Indirekte Methoden	106
3.2.3	Posttestbericht	112
3.3	Empirische Erkenntnisse der sportwissenschaftlichen Expertise- und Antizipationsforschung.....	114
3.3.1	Sportartübergreifende Antizipationsforschung.....	114
3.3.2	Antizipation in Fußballtorhüter-Situationen.....	118
3.3.2.1	Antizipationsforschung in Deutschland.....	118
3.3.2.2	Antizipationsforschung im internationalen Raum.....	119
3.4	Zusammenfassung der relevantesten Erkenntnisse und Ableitungen für die eigenen empirischen Analysen.....	143
3.4.1	Zusammenfassung	143
3.4.2	Ableitungen für die eigenen empirischen Analysen.....	147
	Empirischer Teil.....	162
4.	Empirische Analysen der Antizipation von Fußballtorhütern.....	162
4.1	Konkrete Fragestellungen.....	162
4.2	Untersuchungsmethodik	165
4.2.1	Entwicklung der Instrumentarien.....	166
4.2.1.1	Entwicklung des experimentellen Settings	167
4.2.1.2	Erstellung der Stimulusvideos.....	172
4.2.2	Personenstichprobe	176
4.2.3	Merkmalsstichprobe und experimentelles Design	180
4.2.3.1	Überprüfung potenzieller Störfaktoren	180
4.2.3.2	Hypothesengeleitete inhaltliche Analysen der Antizipationsleistung zur Stützung der Validierung (behaviorale Ebene).....	182
4.2.3.3	Explorative Erkundung des Blickverhaltens (kognitive Ebene).....	187
4.2.4	Untersuchungsaufbau.....	188
4.2.5	Untersuchungsplan und -durchführung.....	195
4.2.6	Datenaufbereitung und Statistische Auswertungsverfahren.....	199
4.2.6.1	Überprüfung potenzieller Störfaktoren	199
4.2.6.2	Zuverlässigkeit der Testbatterie.....	200
4.2.6.3	Hypothesengeleitete inhaltliche Analysen der Antizipationsleistung zur Stützung der Validierung (behaviorale Ebene).....	202
4.2.6.4	Explorative Erkundung des Blickverhaltens (kognitive Ebene).....	204

4.3	Ergebnisse	209
4.3.1	Überprüfung potenzieller Störfaktoren	209
4.3.2	Zuverlässigkeit der Testbatterie	210
4.3.3	Hypothesengeleitete inhaltliche Analysen der Antizipationsleistung zur Stützung der Validierung (behaviorale Ebene).....	212
4.3.3.1	Teilstudie 1: Temporal Occlusion.....	212
4.3.3.2	Teilstudie 2: Selbstbestimmter Antizipationszeitpunkt.....	224
4.3.4	Explorative Erkundung des Blickverhaltens (kognitive Ebene).....	238
4.4	Zusammenfassende Interpretation und Diskussion der Ergebnisse aus Teilstudie 1 und 2.....	258
4.4.1	Interpretation und Diskussion der Überprüfung potenzieller Störfaktoren	258
4.4.2	Interpretation und Diskussion der Zuverlässigkeit der Testbatterie	259
4.4.3	Interpretation und Diskussion der hypothesengeleiteten inhaltlichen Analysen der Antizipationsleistung zur Stützung der Validierung (auf behavioraler Ebene)	261
4.4.4	Interpretation und Diskussion der Ergebnisse der explorativen Erkundung des Blickverhaltens (kognitive Ebene)	275
4.4.5	Fazit aus den empirischen Studien.....	283
5.	Zusammenfassung, Kritikpunkte und Ausblick	285
	Literatur	302
	Anhang	321

Abbildungsverzeichnis

<i>Abbildung 1.</i>	Struktur des menschlichen Auges (nach Gerrig & Zimbardo, 2008, S. 120. Nachdruck mit Genehmigung des Verlags).....	10
<i>Abbildung 2.</i>	Retinale Bahnen (aus Gerrig & Zimbardo, 2008, S. 121. Nachdruck mit Genehmigung des Verlags).	11
<i>Abbildung 3.</i>	Augenmuskeln (aus Gerrig & Zimbardo, 2008; Wolfe et al., 2009, S. 183).	12
<i>Abbildung 4.</i>	Das visuelle System incl. visueller Felder (Kolb & Whishaw, 2001, S. 289).	13
<i>Abbildung 5.</i>	Visueller Winkel eines Fußballs und Repräsentationsgröße auf der Retina bei unterschiedlichen Objektentfernungen (Cobley et al., 2012; Vickers, 2007, S. 21. Nachdruck mit Erlaubnis aus J.N. Vickers, 2007, Perception, cognition, and decision training: The quiet eye in action (Champaign, IL: Human Kinetics), 21).	14
<i>Abbildung 6.</i>	Primärer visueller Verarbeitungsweg (aus Carlson, 2004, S. 204. Nachdruck mit Genehmigung des Verlags).	19
<i>Abbildung 7.</i>	Cortikale Einteilung des Gehirns mit Ausdifferenzierung der Areale des visuellen Cortex (aus Vickers, 2007, S. 22).....	20
<i>Abbildung 8.</i>	Visuelles System vom Auge zu dorsalem und ventralem Pfad (aus Carlson, 2004, S. 221. Nachdruck mit Genehmigung des Verlags).....	21
<i>Abbildung 9.</i>	Schwerpunkte der kognitiven Psychologie (nach Gerrig & Zimbardo, 2008, S. 276).	23
<i>Abbildung 10.</i>	Ablauf der Verarbeitung von Wahrnehmungsinformationen (Gesichtssinn) (mod. nach Marr, 1982).	27
<i>Abbildung 11.</i>	Die drei Stufen des Wahrnehmungsprozesses (mod. nach Conzelmann, Hänsel & Höner, in Druck; Gerrig & Zimbardo, 2008; Konzag & Konzag, 1981).	28
<i>Abbildung 12.</i>	Merkmals-Integrations-Theorie mit spotlight of attention (nach Vickers, 2007, S. 55).....	29
<i>Abbildung 13.</i>	Das Constraint-led Modell incl. der drei Kategorien der Blickkontrolle (mod. nach Swinnen, Heuer, Massion & Casaer, 1994).....	36
<i>Abbildung 14.</i>	Bewegungswahrnehmung in den Sportspielen (mod. nach Gabler, 2004; in Anlehnung an Konzag & Konzag, 1981).	37
<i>Abbildung 15.</i>	Aufmerksamkeitsmerkmale und deren Pole.	44
<i>Abbildung 16.</i>	Gedächtnisspeicher und ihre Merkmale (aus Conzelmann et al., in Druck; mod. nach Zimbardo & Gerrig, 1996, S. 236ff.).....	50
<i>Abbildung 17.</i>	Klassifizierung der verschiedenen Gedächtnisarten (mod. nach Squire, 1987).	52
<i>Abbildung 18.</i>	Regelkreis mit Störgrößenaufschaltung für eine Torhütersituation (mod. nach Ritzdorf, 1982, S. 56).	55

<i>Abbildung 19.</i> Auf Informationsverarbeitung basierendes Modell der Antizipation und des Entscheidungshandelns im Sport (mod. nach Cobley et al., 2012; Hohmann, 2008; Williams & Ward, 2007, S. 215).	56
<i>Abbildung 20.</i> Schematisches Antizipationsmodell (mod. nach Müller & Abernethy, 2012, S. 182).	59
<i>Abbildung 21.</i> Grundlegende kognitive Prozesse der Antizipation.	61
<i>Abbildung 22.</i> Talentforschung auf der Basis des Begabungs- und des Expertiseansatzes (mod. nach Cobley et al., 2012; Hohmann, 2005, S. 237).	70
<i>Abbildung 23.</i> Problembereiche der Talentforschung (mod. nach Conzelmann & Höner, 2009).	71
<i>Abbildung 24.</i> Rahmenmodell der spitzensportorientierten und wissenschaftlich begleiteten Talententwicklung mit den Ankerpunkten initiale, juvenile und finale sportliche Leistung als Stationen der Talentdiagnose und Talentförderung (mod. nach Cobley et al., 2012; Hohmann, 2001, 2009).	74
<i>Abbildung 25.</i> Das mehrdimensionale Münchner Hochbegabungsmodell (ausCobley, Schorer & Baker, 2012, S. 4; mod. nach Heller, 2000; Heller & Hany, 1986; Hohmann, 2009).	77
<i>Abbildung 26.</i> Modell der Interaktion zwischen primären und sekundären Einflüssen auf die Entwicklung von Athleten (mod. nach Baker & Horton, 2004; aus Cobley et al., 2012, S. 4).	78
<i>Abbildung 27.</i> Potenzielle Talentprädiktoren im Fußball (mod. nach Williams & Franks, 1998; Williams & Reilly, 2000; Reilly et al., 2008; Höner, 2010; Vaeyens, Coelho e Silva, Visscher, Philippaerts & Williams, 2013).	79
<i>Abbildung 28.</i> Die drei Stufen der Karriereentwicklung international erfolgreicher Sportler nach Bloom (1985) in Verbindung mit den altersbezogenen Phasen der Expertiseentwicklung nach (Côté (1999); Hohmann, 2008) sowie Abbott und Collins (2004) und Côté, Baker und Abernethy (2007) (mod. nach Hohmann, 2009).	86
<i>Abbildung 29.</i> Strukturen der DFB-Talentförderung (Deutscher Fußball-Bund, 2009, S. 3).	88
<i>Abbildung 30.</i> Komponenten der sportlichen Expertise (mod. nach Janelle & Hillman, 2003, S. 25; Konzag & Konzag, 1981).	90
<i>Abbildung 31.</i> Der Expert Performance Approach incl. einiger stufenspezifischer Methoden (nach Williams & Ericsson, 2005, S. 286).	92
<i>Abbildung 32.</i> Bildausschnitt aus der Perspektive des Torhüters in der Untersuchung von Piras & Vickers (2011, S. 247).	157
<i>Abbildung 33:</i> Zielfelder im Tor.	174

<i>Abbildung 34.</i>	Verkleinerte Landoltring-Tafel (refraktiv.com).....	181
<i>Abbildung 35.</i>	Bildfolgen der occlusion-Zeitpunkte t-3 bis t1 für die vier Situationen, die allen Probanden präsentiert wurden (Bildausschnitte).	185
<i>Abbildung 36.</i>	Vorab definierte AOI am Beispiel der Person des Schützen.	188
<i>Abbildung 37.</i>	Draufsicht auf Stehpult-Arbeitsplatte mit Tastern und Markierungsflächen für die Hände.	189
<i>Abbildung 38.</i>	Setting im Seminarraum der Sportschule Wedau (Duisburg).....	191
<i>Abbildung 39.</i>	Schematischer Systemüberblick des 2-Rechner-Settings.....	193
<i>Abbildung 40.</i>	Kalibrierungspunkte des Eye-Trackers incl. Koordinaten.	194
<i>Abbildung 41.</i>	Graphische Darstellung der zeitlichen Entwicklungskurve der Antwortkorrektheit für die ausgeschlossenen Szenen in den Situationen „1:0_Ruhe“, „1:1“ und „2:2“ von Teilstudie 1.....	210
<i>Abbildung 42.</i>	Prozentualer Anteil korrekter Antworten in Teilstudie 1 für fünf occlusion-Zeitpunkte der vier Situationen (Ratewahrscheinlichkeit bei vier möglichen Lösungen: 25 %).....	212
<i>Abbildung 43.</i>	Vergleich der prozentualen Antwortkorrektheit zwischen den fünf gemeinsamen occlusion-Zeitpunkten der Situationen „1:0_Ruhe“, „1:0_Dribbling“, „1:1“ und „2:2“ in Teilstudie 1.	214
<i>Abbildung 44.</i>	Vergleich der Antizipationskorrektheit bzgl. Schussseite und Schusshöhe in den vier Situationen in Teilstudie 1.	216
<i>Abbildung 45.</i>	Vergleich der Antizipationskorrektheit bzgl. Schussseite und Schusshöhe zu den fünf gemeinsamen occlusion-Zeitpunkten in Teilstudie 1.....	216
<i>Abbildung 46.</i>	Antizipationskorrektheit bzgl. Schussseite und Schusshöhe in den vier Situationen im Verlauf über die fünf occlusion-Zeitpunkte in Teilstudie 1.....	217
<i>Abbildung 47.</i>	Vergleich der prozentualen Antwortkorrektheit in Teilstudie 1 zwischen den vier Situationen zu den Zeitpunkten, die signifikante Unterschiede aufweisen (t_{-3} , t_{-1} , t_0 , t_1).	219
<i>Abbildung 48.</i>	Absolute Antizipationskorrektheit der einzelnen Untergruppen in Teilstudie 1.....	221
<i>Abbildung 49.</i>	Antizipationskorrektheit der einzelnen Untergruppen pro occlusion-Zeitpunkt in Studie 1.	223
<i>Abbildung 50.</i>	Vergleich der durchschnittlichen Entscheidungszeitpunkte pro Situation bei korrekten und falschen Antworten in Teilstudie 2.	225
<i>Abbildung 51.</i>	Vergleich der horizontalen und vertikalen Antizipationskorrektheit in den vier Situationen in Teilstudie 2.....	225
<i>Abbildung 52.</i>	Vergleich der durchschnittlichen Antizipationsleistung zwischen den Situationen in Teilstudie 2.....	226
<i>Abbildung 53.</i>	Vergleich der durchschnittlichen Antizipationskorrektheit zwischen den Situationen in Teilstudie 2.	227

<i>Abbildung 54.</i>	Vergleich des durchschnittlichen Entscheidungszeitpunkts zwischen den Situationen in Teilstudie 2.	228
<i>Abbildung 55.</i>	Vergleich der absoluten Antizipationsleistung zwischen den Leistungsgruppen in Teilstudie 2.	229
<i>Abbildung 56.</i>	Vergleich der absoluten Antizipationsleistung zwischen den Untergruppen in Teilstudie 2.	230
<i>Abbildung 57.</i>	Vergleich des absoluten Entscheidungszeitpunkts zwischen den Untergruppen in Teilstudie 2.	231
<i>Abbildung 58.</i>	Vergleich der Antizipationsleistung zwischen den Leistungsgruppen innerhalb der vier Situationen in Teilstudie 2. ...	232
<i>Abbildung 59.</i>	Vergleich der Antizipationsleistung zwischen den Altersgruppen innerhalb der vier Situationen in Teilstudie 2.	233
<i>Abbildung 60.</i>	Vergleich der Antizipationsleistung zwischen den Untergruppen innerhalb der vier Situationen in Teilstudie 2.	233
<i>Abbildung 61.</i>	Vergleich des durchschnittlichen Entscheidungszeitpunkts pro Situation zwischen den Leistungsgruppen in Teilstudie 2.	234
<i>Abbildung 62.</i>	Vergleich des durchschnittlichen Entscheidungszeitpunkts bei korrekten Vorhersagen pro Situation zwischen den Leistungsgruppen in Teilstudie 2.	235
<i>Abbildung 63.</i>	Vergleich des durchschnittlichen Entscheidungszeitpunkts pro Situation zwischen den Altersgruppen in Teilstudie 2.	235
<i>Abbildung 64.</i>	Vergleich des durchschnittlichen Entscheidungszeitpunkts bei korrekten Vorhersagen pro Situation zwischen den Altersgruppen in Teilstudie 2.	236
<i>Abbildung 65.</i>	Vergleich des durchschnittlichen Entscheidungszeitpunkts bei korrekten Vorhersagen pro Situation zwischen den Untergruppen in Teilstudie 2.	237
<i>Abbildung 66.</i>	Vergleich des durchschnittlichen Entscheidungszeitpunkts bei korrekten Vorhersagen pro Situation zwischen den Untergruppen in Teilstudie 2.	237
<i>Abbildung 67.</i>	Vergleich der Blickanteile in Situation „1:0_Ruhe“ zwischen korrekten und falschen Antworten pro AOI in Teilstudie 1.	239
<i>Abbildung 68.</i>	Vergleich der Blickanteile in Situation „1:0_Ruhe“ zwischen korrekten und falschen Antworten pro AOI in Teilstudie 2.	240
<i>Abbildung 69.</i>	Vergleich der Blickanteile in Situation „1:0_Dribbling“ zwischen korrekten und falschen Antworten pro AOI in Teilstudie 1.	240
<i>Abbildung 70.</i>	Vergleich der Blickanteile in Situation „1:0_Dribbling“ zwischen korrekten und falschen Antworten pro AOI in Teilstudie 2.	241
<i>Abbildung 71.</i>	Vergleich der Blickanteile in Situation „1:1“ zwischen korrekten und falschen Antworten pro AOI in Teilstudie 1.	242
<i>Abbildung 72.</i>	Vergleich der Blickanteile in Situation „1:1“ zwischen korrekten und falschen Antworten pro AOI in Teilstudie 2.	243

<i>Abbildung 73.</i>	Vergleich der Blickanteile in Situation „2:2“ zwischen korrekten und falschen Antworten pro AOI in Teilstudie 1.....	244
<i>Abbildung 74.</i>	Vergleich der Blickanteile in Situation „2:2“ zwischen korrekten und falschen Antworten pro AOI in Teilstudie 2.....	245
<i>Abbildung 75.</i>	Vergleich der prozentualen Blickanteile in Teilstudie 1 zwischen korrekt und falsch antizipierten Schüssen im zeitlichen Verlauf innerhalb der einzelnen AOI in Situation „1:0_Ruhe“ .	246
<i>Abbildung 76.</i>	Vergleich der prozentualen Blickanteile in Teilstudie 1 zwischen korrekt und falsch antizipierten Schüssen im zeitlichen Verlauf innerhalb der einzelnen AOI in Situation „1:0_Dribbling“.	247
<i>Abbildung 77.</i>	Vergleich der prozentualen Blickanteile in Teilstudie 1 zwischen korrekt und falsch antizipierten Schüssen im zeitlichen Verlauf innerhalb der einzelnen AOI in Situation „1:1“.	248
<i>Abbildung 78.</i>	Vergleich der prozentualen Blickanteile in Teilstudie 1 zwischen korrekt und falsch antizipierten Schüssen im zeitlichen Verlauf innerhalb der einzelnen AOI in Situation „2:2“.	249
<i>Abbildung 79.</i>	Vergleich der relevanten AOI bei korrekten Antworten zwischen den vier Situationen in Teilstudie 1.	250
<i>Abbildung 80.</i>	Vergleich der Blickanteile pro AOI innerhalb der vier Situationen in Teilstudie 1 bei korrekt antizipierten Schüssen zwischen den Torhütern der Landesverbandsauswahl U15 und U18.	251
<i>Abbildung 81.</i>	Vergleich der Blickanteile pro AOI innerhalb der vier Situationen in Teilstudie 2 bei korrekt antizipierten Schüssen zwischen den Torhütern der Landesverbandsauswahl U15 und U18.	252
<i>Abbildung 82.</i>	Vergleich der Blickanteile in Teilstudie 2 pro Zeitpunkt für das AOI „Undefiniert“ in Situation „1:0_Ruhe“ zwischen den Torhütern der Landesverbandsauswahl U15 und U18.	253
<i>Abbildung 83.</i>	Vergleich der Blickanteile in Teilstudie 1 pro Zeitpunkt für das AOI „Hüfte“ in Situation „1:0_Dribbling“ zwischen den Torhütern der Landesverbandsauswahl U15 und U18.	254
<i>Abbildung 84.</i>	Vergleich der Blickanteile in Teilstudie 2 pro Zeitpunkt für das AOI „Undefiniert“ in Situation „1:0_Dribbling“ zwischen den Torhütern der Landesverbandsauswahl U15 und U18.	254
<i>Abbildung 85.</i>	Vergleich der Blickanteile in Teilstudie 1 pro Zeitpunkt für die AOI „Ball“, „Standbein“ und „Undefiniert“ in Situation „1:1“ zwischen den Torhütern der Landesverbandsauswahl U15 und U18.	255
<i>Abbildung 86.</i>	Vergleich der Blickanteile in Teilstudie 2 pro Zeitpunkt für die AOI „Standbein“ und „Undefiniert“ in Situation „1:1“ zwischen den Torhütern der Landesverbandsauswahl U15 und U18.	256
<i>Abbildung 87.</i>	Vergleich der Blickanteile in Teilstudie 1 pro Zeitpunkt für das AOI „Undefiniert“ in Situation „2:2“ zwischen den Torhütern der Landesverbandsauswahl U15 und U18.	257

Abbildung 88. Vergleich der Blickanteile in Teilstudie 2 pro Zeitpunkt für die AOI „Standbein“ und „Undefiniert“ in Situation „2:2“ zwischen den Torhütern der Landesverbandsauswahl U15 und U18. 257

Tabellenverzeichnis

<i>Tabelle 1.</i>	Definitive Schwerpunkte der vier unterschiedlichen Talentbegriffe (nach Hohmann & Carl, 2002, S. 5).....	69
<i>Tabelle 2.</i>	Katalog diagnostischer Prädiktoren sportlichen Talents (mod. nach Hohmann, 2009, S. 30).....	75
<i>Tabelle 3.</i>	Kategorisierung der Methoden zur Erfassung kognitiver Prozesse (mod. nach Schorer, 2007; Williams & Ericsson, 2005).....	100
<i>Tabelle 4.</i>	Informationsquellen pro Stimulus-Typ in den Blöcken 5 & 6 (nach Diaz et al., 2012, S. 858).	127
<i>Tabelle 5.</i>	Abhängige Variablen auf verhaltens- und kognitiver Ebene der Untersuchung von Savelsbergh et al. (2002).	132
<i>Tabelle 6.</i>	Beschreibung des Torhüterverhaltens auf einer 5-Punkte-Ratingskala (nach Dicks, Button, et al., 2010a, S. 1117).	136
<i>Tabelle 7.</i>	Antizipationsrelevante Areale/Hinweisreize aus Fußballtorhüter-Untersuchungen ohne Blickbewegungserfassung.....	152
<i>Tabelle 8.</i>	Antizipationsrelevante Areale aus Fußballtorhüter-Untersuchungen mit Blickbewegungserfassung.....	155
<i>Tabelle 9.</i>	Kontrollfragen bzgl. der wichtigsten Komponenten des experimentellen Settings (Williams & Ericsson, 2005).	167
<i>Tabelle 10.</i>	Übersicht über die Experimentalgruppen.	178
<i>Tabelle 11.</i>	Merkmalsstichprobe Teilstudie 1 „Temporal Occlusion“.....	184
<i>Tabelle 12.</i>	Merkmalsstichprobe Teilstudie 2 „Selbstbestimmter Antizipationszeitpunkt“.....	187
<i>Tabelle 13.</i>	Übersicht über Merkmalsstichprobe und statistische Verfahren für die Analysen behavioraler und kognitiver Ebene in Teilstudie 1 und 2.	207
<i>Tabelle 14.</i>	Pearson-Korrelation (korrigiert) der Antizipationskorrektheit, des Entscheidungszeitpunkts und des Gütemaßes der Antizipationsleistung der ersten und zweiten Videopräsentation in Teilstudie 2.....	211
<i>Tabelle 15.</i>	Korrelationen der prozentualen Blickanteile auf die AOI Standbein und Schussbein zwischen der 1. und 2. Videopräsentation in Teilstudie 2.....	211
<i>Tabelle 16.</i>	F-Wert, Signifikanz und Effektstärke der fünf gemeinsamen occlusion-Zeitpunkte für die post-hoc-Vergleiche des Faktors „Komplexität“.....	218
<i>Tabelle 17.</i>	Absolute Antizipationskorrektheit der drei Leistungs- und zwei Altersgruppen.....	222
<i>Tabelle 18.</i>	Ergebnisübersicht der Konsistenzanalyse (Reliabilität) auf behavioraler und kognitiver Ebene aus Teilstudie 1 und 2.	261

<i>Tabelle 19.</i>	Ergebnisübersicht der inhaltlichen Analysen der Antizipationsleistung auf behavioraler Ebene aus Teilstudie 1 und 2 (Hypothesen 1 bis 5).....	274
<i>Tabelle 20.</i>	Ergebnisübersicht der explorativen Erkundung des Blickverhaltens auf kognitiver Ebene aus Teilstudie 1 und 2 (Hypothesen 6 und 7).	282

1. Einführung

1.1 Allgemeine Problemstellung: Antizipation von Fußballtorhütern

Die Geburtsstunde des Torhüters kann auf das Jahr 1871 datiert werden. In diesem Jahr führte die englische Football Association eine Spielregel ein, die pro Mannschaft einem Spieler die Sonderstellung zugestand, den Ball mit den Händen zu spielen. Das Besondere an dieser Neuerung war nicht die Tatsache, dass der Ball in die Hände genommen werden durfte, sondern dass dieses Privileg nur noch einer bestimmten Person zuteilwurde – zwischen der Einführung des Tores 1865 und besagter Regeländerung durfte noch jeder Spieler vor dem Tor den Ball mit den Händen abwehren. Im weiteren Verlauf der Zeit entwickelten sich das Fußballspiel und sein Regelwerk weiter. Für den Torhüter bedeuteten diese Entwicklungen meist Einschränkungen seiner bis dahin bekannten Spielfreiheiten. Durfte er seit 1871 noch auf dem gesamten Spielfeld den Ball mit den Händen spielen, wurde ihm dies im Jahre 1902 untersagt. Seitdem ist der vornehmliche Hoheitsbereich des Torhüters auf den Strafraum begrenzt (vgl. Hoek, 1990). Die aktuell letzte Beschneidung seiner Rechte musste der Torhüter 1992 hinnehmen: Seit der Einführung der „Rückpassregel“ wird es ihm nicht mehr gestattet, den Ball mit den Händen aufzunehmen, wenn dieser von einem Mitspieler gezielt zugespielt wurde oder er den Ball direkt von einem Einwurf eines Mitspielers erhält (vgl. Deutscher Fußball-Bund, 2012).

Nicht nur aufgrund von Regeländerungen hat sich das Torhüterspiel immer wieder gewandelt. Der moderne, schnelle Fußball erfordert es, dass der Torhüter nicht mehr nur Bälle innerhalb des Strafraums mit den Händen abfangen kann, vielmehr muss er mittlerweile die technischen Fertigkeiten eines Feldspielers beherrschen, um bspw. für Rückpässe seiner Mitspieler anspielbar zu sein und Aufgaben wie die kontrollierte Spieleröffnung oder das schnelle Einleiten von Torchancen der eigenen Mannschaft durch gezielte, lange Pässe bzw. Abwürfe auszuführen. Die Erweiterung seines Aufgabenspektrums auf nunmehr sowohl defensive wie auch offensive Aktionen führte auch zu einer Anpassung des Anforderungsprofils, das an einen guten Torhüter gestellt wird. Dieses ist sehr facettenreich geworden und umfasst sowohl technische, motorische, psychologische als auch kognitive Faktoren.

Trotz des „mitspielenden Charakters“, der der Torhüterposition nun inhärent ist und den Herausforderungen, die sich dem Torhüter im offensiven Bereich stellen, liegen das Besondere und die Hauptaufgabe des Torhüterspiels nach wie vor in den Defensivaktionen. Diese können unterteilt werden in Aktionen zur Raum- und zur Zielverteidigung (vgl. Leitert, 2007). Bei der Raumverteidigung besteht die Aufgabe des Torhüters meistens darin, gegnerische Flanken abzufangen oder Steilpässe abzuwehren. Die höchste Priorität genießt aber die Zielverteidigung. Hierin liegt die genuine Bestimmung des Torhüters: Er soll Tore verhindern. Die Defensivaufgaben sind es, die die Torhüterposition zu einer Schlüsselposition innerhalb einer Fußballmannschaft werden lassen. Durch sie wird der Torhüter verantwortlich für den Aus-

gang vieler, oftmals spielentscheidender Situationen, die sowohl positiver als auch negativer Natur für den sportlichen Erfolg der eigenen Mannschaft sein können. Das Vorhaben des Torhüters, gegnerische Torchancen zu vereiteln, gelingt in Abhängigkeit von vielen unterschiedlichen Faktoren mal gut und mal weniger gut. Einer dieser Faktoren ist die zur Verfügung stehende Zeit, die dem Torhüter für eine Abwehraktion bleibt. Vor eine besondere Herausforderung wird er gestellt, wenn dabei der Zeitdruck zu groß wird, um Informationen des Ballflugs rechtzeitig zu verarbeiten (vgl. Munzert & Raab, 2009). Dieses Problem entsteht, wenn die reine Reaktionszeit nicht mehr ausreicht, um einen Schuss zu parieren, d. h. wenn der Zeitraum von Schussabgabe bis zur Überquerung der Torlinie des Balles geringer ist als die Aktionszeit des Torhüters. Um in solchen Situationen dennoch eine realistische Möglichkeit zu besitzen, den Ball erfolgreich abzuwehren (unabhängig von dem Glücksfall, angeschossen zu werden), muss eine notwendige Bedingung erfüllt sein: Der Torhüter muss antizipieren.

Antizipation stellt den zentralen Begriff dieser Arbeit dar. Allgemein formuliert handelt es sich bei Antizipation um eine „Erwartung, gedankliche Vorwegnahme eines Geschehens“ (Langenscheidt, 2013). Nähert man sich dem Begriff aus der psychologischen Betrachtungsweise an, kann die Definition um die Basis, auf der Antizipation stattfindet, erweitert werden. Sie ist die auf „Erfahrung und aktuelle Wahrnehmung gegründete gedankliche bzw. vorstellungsmäßige Vorwegnahme zukünftigen Geschehens“ (Schnabel & Thiess, 1993, S. 67). Diese Definition verweist damit bereits auf die Bedeutung grundlegender kognitiver Prozesse (im Gedächtnis gespeicherte Erfahrung und aktuelle Wahrnehmung) für die Antizipation. Für den sportpsychologischen Kontext muss spezifiziert werden, worum es sich bei dem „Geschehen“ handelt. Unter Berücksichtigung dieser Forderung wird Antizipation als die „vorstellungsgemäße Vorwegnahme fremder Bewegungen verstanden, die beim Bewegungsentwurf der folgenden eigenen Bewegung berücksichtigt wird“ (Gabler, 2004, S. 189). Neben der Präzisierung des vorweggenommenen Geschehens umfasst diese Definition auch das Ziel, das durch die Antizipation verfolgt wird. Ergänzend kann zudem noch ein Verweis eingefügt werden, der auf die Aufgabe der Informationsverarbeitung referenziert, so dass Antizipation als kognitiver Prozess zu verstehen ist, „durch den für die nachfolgende Handlung relevante Merkmale frühzeitig erkannt, bewertet und bei der Programmierung der eigenen Bewegung berücksichtigt werden können“ (Ritzdorf, 1982, S. 206).

Sämtliche genannten Facetten der Antizipation sind für das grundlegende Verständnis dessen, was Gegenstand der in dieser Arbeit beschriebenen theoretischen und empirischen Erkenntnisse ist, von großer Relevanz. Die bereits von den oben genannten Autoren hergestellten Bezüge zur Bedeutung basaler kognitiver Prozesse sowie der Informationsverarbeitung für eine handlungsrelevante Anwendung der Antizipation, können durch weitere Erkenntnisse der Kognitionspsychologie erweitert werden. Die Kombination aus bereits formulierten Vorschlägen zur Begriffsbestimmung und den angesprochenen Erweiterungen ergibt eine Definition

der Antizipation, die das Verständnis des Begriffs für die weiteren Ausführungen in den Folgekapiteln beschreibt:

Bei Antizipation handelt es sich um einen höheren kognitiven Prozess, der eine auf aktuelle Wahrnehmung, Aufmerksamkeitszuwendung und Erfahrung gegründete gedankliche bzw. vorstellungsmäßige Vorwegnahme fremder Bewegungen darstellt mit dem Ziel, die für die nachfolgende eigene Handlung relevanten Merkmale frühzeitig zu erkennen und aufzunehmen, diese zum Zwecke der Auswahl konkreter Handlungsvarianten zu bewerten, um abschließend eine Bewegungsausführung programmieren zu können.

Auf Basis dieser grundlegenden Definition von Antizipation und der geschilderten Anforderungen im Torhüterspiel hinsichtlich der Antizipation werden im Folgenden allgemeine Zielstellungen verfolgt, deren Bearbeitung die drei Säulen dieser Arbeit darstellen:

1. Die Aufarbeitung der *theoretischen Grundlagen* der für die Antizipation im sportlichen Kontext relevanten Bereiche
2. Die Darstellung und Diskussion des *Forschungsstands* hinsichtlich Talentforschung, methodischer Herangehensweisen und empirischer, inhaltlicher Erkenntnisse
3. Die Beschreibung, Auswertung und Interpretation der *eigenen empirischen Studien* zur Konzeption und Evaluation einer kognitiven Leistungsdiagnostik für Fußballtorhüter

Somit wird auf Basis theoretischer Grundlagen und Erkenntnisse aus dem Forschungsstand eine kognitive Leistungsdiagnostik für Fußballtorhüter konzipiert, die wissenschaftlich evaluiert wird und den Ausgangspunkt für eine perspektivische Anwendung in der Sportpraxis darstellen soll. Im Rahmen der empirischen Studien stehen dabei sowohl inhaltliche Analysen des Antizipations- und Blickverhaltens als auch die Entwicklung eines Diagnostikinstrumentes im Mittelpunkt. Während inhaltliche Fragestellungen anhand von Gruppenvergleichen bearbeitet werden, dienen Berechnungen zur Zuverlässigkeit des Tests der Evaluation des eingesetzten Instruments.

1.2 Der „rote Faden“ der Arbeit

Aus der Definition von Antizipation wird die Bedeutung ersichtlich, die die kognitiven Grundlagen der *Wahrnehmung*, der *Aufmerksamkeit* und des *Gedächtnisses* für die Antizipation besitzen. Da die Antizipation auf diesen drei Vorgängen basiert, kann sie als „höherer kognitiver Prozess“ eingestuft werden. An der Wahrnehmung und der darauf aufbauenden Informationsverarbeitung sind – wenn auch je nach Aufgabe in unterschiedlichem Ausmaß – sämtliche menschlichen Sinne beteiligt.

Aufgrund der besonderen Bedeutung der *visuellen Wahrnehmung* für den Bereich der Sportspiele im Allgemeinen (vgl. Schubert & Zehl, 1983) und die Antizipation von Fußballtorhütern im Speziellen, fokussieren sich die Ausführungen im theoretischen sowie im empirischen Teil der Arbeit auf diese Art der Informationsaufnahme.

Da ein umfassendes Verständnis der drei grundlegenden Prozesse notwendig ist, um die Entstehung korrekter visueller Antizipationen nachvollziehen zu können, werden im Zusammenhang mit *Säule 1 (theoretische Grundlagen der Antizipation)* deren physiologische und psychologische Voraussetzungen in Kapitel 2 im theoretischen Teil dieser Arbeit ausführlich dargestellt. Aufgrund der kognitionspsychologischen Ausrichtung der Arbeit liegt die stärkere Gewichtung dabei auf den psychologischen Aspekten. Auf Basis der dadurch erörterten Erkenntnisse wird es möglich, die in der Forschungslandschaft gängigsten Antizipationsmodelle zu beschreiben. Anschließend können die daraus resultierenden Ableitungen für die empirische Untersuchung der Antizipation von Fußballtorhütern diskutiert werden.

Im Zuge der Bearbeitung von *Säule 2* dieser Arbeit (*Forschungsstand*) wird deutlich, dass die Antizipation von Sportlern in den vergangenen Jahrzehnten ein intensiv erforschter Gegenstand war. In Untersuchungen, die sich sowohl mit kognitiven als auch behavioralen Aspekten der Antizipation befassten, fand nahezu ausnahmslos das „Experten-Novizen-Paradigma“ (Chi, Feltovich & Glaser, 1981) Anwendung, das durch den Vergleich von sportartspezifisch erfahrenen und leistungsstarken Athleten mit unerfahreneren und leistungsschwächeren Konterparts die Faktoren detektieren sollte, die für die Leistungsunterschiede im realen Sportkontext verantwortlich sind. Dieser Ansatz ist strukturell der *Expertiseforschung* zuzuordnen, die retrospektiv Erklärungsansätze für den aktuellen Erfolg der sogenannten „Experten“ sucht. Die umgekehrte Perspektive wird dagegen innerhalb des *Begabungsansatzes* eingenommen, mit dem versucht wird, anhand diagnostischer Testverfahren prospektiv sportlichen Erfolg vorherzusagen. Beide Ansätze, die Expertiseforschung und der Begabungsansatz, lassen sich als zentrale Untersuchungsansätze der *Talentforschung* zuordnen (vgl. Hohmann, 2005, 2009). Dabei ist zu betonen, dass viele Facetten, deren überdurchschnittliche Ausprägungen einem „Talent“ oder „Experten“ zugeschrieben werden (z. B. kognitive Prozesse wie die Antizipation), sowohl aus prospektiver als auch aus retrospektiver Perspektive betrachtet werden können (vgl. Conzelmann & Höner, 2009). Eine detaillierte Auseinandersetzung mit diesen paradigmatischen Ansätzen der Talentforschung erfolgt in Kapitel 3.1.

Säule 3 der vorliegenden Arbeit (*eigene empirische Studien*) legt den Schwerpunkt auf die Expertiseforschung. Als untersuchungsmethodisches Rahmenkonzept wird hierfür der dreistufige *Expert Performance Approach* gewählt (Ericsson & Smith, 1991). Dieses Modell formuliert die notwendigen Schritte zur Untersuchung des Erwerbs und der Struktur von Höchstleistungen und kann somit als Paradigma zur wissenschaftlichen Analyse von Expertenleistungen fungieren (vgl. Ericsson & Hagemann, 2007; Höner, 2005). Durch Anwendung dieses Paradigmas wird es

u. a. möglich, der Forderung von Williams und Ericsson (2005) nachzukommen, Experten-Novizen-Vergleiche durchzuführen, in deren Rahmen auch die Mechanismen der Expertiseleistung untersucht werden. Dies kann durch den Einsatz diverser Methoden realisiert werden. Von besonderer Bedeutung sind in diesem Zusammenhang die *Fehleranalyse* in Kombination mit der *temporal occlusion-Methode*, der *Reaktionszeiterfassung* sowie der *Blickbewegungsregistrierung*, die in den beiden Studien dieser Arbeit Anwendung finden. Bei der temporal occlusion-Methode werden zumeist Videostimuli zu unterschiedlichen Zeitpunkten abgebrochen, um aufgrund von Leistungsveränderungen zwischen zwei occlusion-Zeitpunkten eine Aussage darüber treffen zu können, ob in diesem Zeitfenster antizipationsrelevante Informationen verfügbar waren (vgl. z. B. Farrow & Abernethy, 2007). Eine andere Herangehensweise liegt der Methode der Reaktionszeiterfassung zugrunde. Hierbei werden die Versuchspersonen aufgefordert, so schnell wie möglich korrekt zu antizipieren, so dass Reaktionszeit und (mittels Fehleranalyse) Antizipationskorrektheit erfasst werden können. Um Ergebnisse, die aufgrund dieses untersuchungsmethodischen Vorgehens generiert werden, adäquat interpretieren zu können, ist es notwendig, ein gemeinsames Maß aus Schnelligkeit und Richtigkeit der Reaktion zu bilden und dieses zu analysieren (vgl. Höner, 2005). Die bisher beschriebenen Methoden sind als produktorientiert zu kategorisieren, da sie den messbaren Output des Antizipationsvorgangs erheben. Demgegenüber handelt es sich bei der Blickbewegungserfassung, die durch Eye-Tracking-Systeme realisiert wird, um ein prozessbegleitendes Verfahren, über das Aussagen bzgl. der visuellen Aufmerksamkeitszuwendung bzw. der visuellen Informationsverarbeitung der Versuchspersonen getätigt werden können (vgl. Gabler, 2004). Hintergrund dieser Erhebungsmethode ist die Idee, darauf aufbauend Rückschlüsse auf die zugrundeliegenden kognitiven Prozesse der Antizipation ziehen zu können. Die erwähnten Methoden sowie weitere, in der Forschungspraxis gängige und in Zusammenhang mit der Analyse der Antizipation von Sportlern häufig eingesetzte Methoden, werden in Kapitel 3.2 eingehender betrachtet. Aufbauend auf den Beschreibungen der untersuchungsmethodischen Ansätze zur Erfassung kognitiver Prozesse, wird eine kritische Auseinandersetzung mit den empirischen Erkenntnissen der sportwissenschaftlichen Antizipationsforschung in Kapitel 3.3 vollzogen. Im Verlauf der Beschreibung des entsprechenden Forschungsstandes wird deutlich, dass zur Antizipation von Fußballtorhütern bereits zahlreiche Untersuchungen vorliegen. Auffällig dabei ist, dass nahezu sämtliche Studien zu diesem Thema die unterschiedlichen Aspekte des Antizipationsverhaltens (auf behavioraler und kognitiver Ebene) der Torhüter in Elfmetersituationen überprüfen. Empirische Untersuchungen anhand dieser Situationen bieten einerseits einige Vorteile (z. B. den hohen Standardisierungsgrad). Andererseits sind aus inhaltlicher Perspektive auch einige Kritikpunkte an diesem Vorgehen anzuführen. Sie beziehen sich bspw. a) auf die verhältnismäßig geringe Praxisrelevanz, die aus der niedrigen Auftretenswahrscheinlichkeit von Strafstoßen im Spielverlauf resultiert, b) auf die von Torhütern in dieser Situation häufig eingesetzte „Glückspielstra-

tegie“ oder c) auf die in experimentellen Settings meist nicht abbildbare gegenseitigen Beeinflussungsversuche, die charakteristisch für das Verhalten von Torhüter und Schützen vor und während der Ausführung von Elfmeter sind (viele Elfmeterschützen verwenden eine „torhüterabhängige“ Strategie bei der Wahl einer Schussrichtung; vgl. Froese, 2012). Dennoch liefern viele dieser Studien aufschlussreiche Hinweise darauf, wodurch Torhüter zu einer korrekten Antizipation befähigt werden. Von besonderer Bedeutung ist diesbezüglich die Nutzung von antizipationsrelevanten *Hinweisreizen* – den „advance cues“ – durch die Torhüter. Es wird davon ausgegangen, dass Antizipationsvorteile von Experten im Vergleich zu Novizen u. a. auf ein spezifisches Blickverhalten zurückzuführen sind (vgl. z. B. Goulet, Bard & Fleury, 1989b; Helsen & Starkes, 1999; Martell & Vickers, 2004). Eindeutige Befunde darüber, aus welchen Informationsquellen diese Hinweisreize aufgenommen werden können, existieren bis dato allerdings nicht. Trotzdem kommt der Suche nach relevanten Hinweisreizen auch in den beiden empirischen Studien dieser Arbeit große Bedeutung zu. Deshalb werden die Resultate des Forschungsstandes dazu genutzt, um einen Großteil der Hypothesen hierfür zu formulieren. Dabei tritt das Forschungsdefizit zutage, dass bislang kaum Erkenntnisse darüber vorliegen, inwieweit Ergebnisse aus Elfmeterstudien auf die Antizipationsleistung von Torhütern in komplexeren, praxisrelevanteren Spielsituationen übertragen werden können. Zudem zeigt sich, dass trotz der umfangreichen wissenschaftlichen Auseinandersetzung mit dem spezifischen Bereich der Antizipation bei Fußballtorhütern Diagnostiken, die sich mit dem kognitiven Aspekt der Torhüterleistung beschäftigen, bis dato nicht bekannt sind (für eine motorische Torhüterdiagnostik siehe z. B. Ferrauti, Knoop, Pischetsrieder & Lange, 2009). In Kapitel 3.4 werden die konkreten Konsequenzen der vorangegangenen Ausführungen für die Untersuchung der Antizipation von Fußballtorhütern abgeleitet. Das sich daraus ergebende Ziel der empirischen Studien dieser Arbeit ist es, Untersuchungen zur Konzeption einer kognitiven Leistungsdiagnostik für Fußballtorhüter durchzuführen, mittels derer die Fokussierung auf Strafstoßsituationen aufgebrochen wird. Anhand verschiedener möglichst spielnaher Torschuss-Szenen werden unter experimentellen Bedingungen sowohl auf Verhaltensebene die Antizipationsleistung von Torhütern erfasst, als auch Erkenntnisse über die zugrundeliegenden kognitiven Prozesse der Antizipation generiert. Vor dem Hintergrund, aus einer *anwendungsorientierten Perspektive* ein potentiell Diagnostikinstrument erstellen zu wollen, das den Grundstein für einen perspektivischen Einsatz im Rahmen der Talentdiagnostik (im Bereich der Talentsichtung und -selektion) legt, wird ein Hauptaugenmerk auf die Überprüfung des Testgütekriteriums *Reliabilität* gelegt. Die Grundvoraussetzung für eine Eignung als Instrument zur Leistungsdiagnostik besteht in der Zuverlässigkeit, mit der die entsprechenden behavioralen Antizipationsdaten erhoben werden können. Solch eine Analyse ist auf Basis der kognitiven Daten nicht so einfach möglich, da bzgl. der von den Versuchspersonen ausgeführten Blickbewegungen starke intraindividuelle Unterschiede bei der Betrachtung desselben Stimulus zu verschiedenen Zeitpunkten vorliegen können. Dennoch ist

als weiteres notwendiges Kriterium zu sehen, dass es erst nach erfolgreicher Identifizierung relevanter visueller Hinweisreize möglich wird, das Diagnostikinstrument im Sinne einer Anwendung für den Leistungssport nutzen zu können (bspw. in Form eines Antizipationstrainings). Des Weiteren wird geprüft, ob die Resultate der beiden Studien den Ansprüchen an die Kriteriumsvalidität gerecht werden. Das Ziel dieser Analysen besteht darin, aufbauend auf den separaten Auswertungen der Studien abschließend einen Vergleich der Ergebnisse durchzuführen, der Aufschluss darüber geben soll, welche Methode zur Verwendung als kognitive Leistungsdiagnostik für Torhüter besser geeignet ist. Aus *sportpsychologischer Perspektive* wird mit den empirischen Studien im Sinne der klassischen Expertiseforschung geprüft, inwieweit die Leistungen der Probanden in den beiden experimentellen Settings von den Variablen „Können“ und „Erfahrung“ abhängig sind. Die konkreten Fragestellungen der beiden empirischen Studien zur Analyse der Antizipation von Fußballtorhütern, die Arbeiten zur Entwicklung der Instrumentarien, die Untersuchungsmethodik, Ergebnisse sowie deren Interpretation und Diskussion sind Inhalte von Kapitel 4.

Zum Abschluss der Arbeit erfolgt in Kapitel 5 eine Gesamtzusammenfassung der relevantesten Erkenntnisse, die im Verlauf der vorangegangenen Kapitel generiert wurden. Diese werden kritisch diskutiert, bevor in einem Ausblick die Perspektiven dargelegt werden, die sich aus den Untersuchungen zur Konzeption einer kognitiven Leistungsdiagnostik für Fußballtorhüter im Kontext der sportwissenschaftlichen Talentforschung ergeben.

Theoretischer Teil

2. Theoretische Grundlagen zur Antizipation

In Kapitel 2 dieser Arbeit werden aus theoretischer Perspektive die physiologischen sowie psychologischen Grundlagen für das Verständnis des kognitiven Prozesses der visuellen Antizipation gelegt. Hierfür wird in Kapitel 2.1 das visuelle System des Menschen eingehend betrachtet, das für die Informationsaufnahme optischer Reize verantwortlich ist und damit den Ausgangspunkt der Informationsverarbeitung für das Ziel der Antizipation darstellt. Kapitel 2.2 setzt sich mit den psychologischen Grundlagen der Aufmerksamkeit, der Wahrnehmung und des Gedächtnisses auseinander, die als basale kognitive Prozesse einen direkten Einfluss auf die Qualität der Antizipation als höheren kognitiven Prozess ausüben. Im Anschluss werden diverse Antizipationsmodelle beleuchtet, die auf die Domäne des Sports angewendet werden können. Abschließend erfolgt eine Zusammenfassung der relevanten psychologischen Erkenntnisse für die Untersuchung der Antizipation von Fußballtorhütern.

2.1 Physiologische Grundlagen der visuellen Wahrnehmung: Das visuelle System

In nahezu sämtlichen Sportarten – mit Ausnahme der Sportarten, die von sehbehinderten Athletinnen und Athleten ausgeübt werden – erfolgt die primäre Wahrnehmung von Informationen externer Ereignisse durch das *visuelle System*. Ein präzise funktionierendes visuelles System ist somit auch für Fußball-Torhüter von größter Bedeutung, z. B. bei der Informationsaufnahme bzgl. der Richtung eines von einem gegnerischen Angreifer abgegebenen Schusses. In der in Kapitel 4 dargestellten empirischen Untersuchung zur Antizipation von Fußballtorhütern stehen visuell dargebotene Informationen ebenfalls im Mittelpunkt. Unter anderem wird dort die Methode des Eye-Tracking eingesetzt, um über eine Blickbewegungserfassung der Probanden Rückschlüsse auf die zugrundeliegenden kognitiven Prozesse der Antizipation ziehen zu können (für eine detaillierte Beschreibung des Verfahrens siehe Kap. 3.2.2.2). Aufgrund der herausragenden Bedeutung der visuellen Wahrnehmung und des damit verbundenen visuellen Systems für die Antizipation werden im Folgenden deren relevante physiologischen Grundlagen erörtert. Diese sind notwendig, um einerseits die Funktion des eingesetzten Eye-Tracking-Verfahrens adäquat beschreiben und andererseits die erhobenen Blickbewegungsdaten der Probanden sinnvoll interpretieren zu können.

Dieses Kapitel befasst sich einleitend mit dem anatomischen Aufbau des Auges (Kap. 2.1.1), bevor die verschiedenen Arten der Blickbewegungen (Kap. 2.1.2 & 2.1.3) beschrieben werden, die dem Menschen zum Zwecke einer zielgerichteten Informationsaufnahme zur Verfügung stehen. Anschließend wird der weitere Ver-

lauf des visuomotorischen Verarbeitungswegs (Kap. 2.1.4) betrachtet, der für die Weiterleitung der aufgenommenen Informationen in das Gehirn verantwortlich ist.

2.1.1 Anatomischer Aufbau des Auges

Die visuelle Wahrnehmung – die Informationsaufnahme über Lichtreize mit Wellenlängen von 400 bis 750 nm – beginnt im Auge. Das Auge besteht aus einem optischen System an der Vorderseite, das durch Hornhaut (*Cornea*), Kammerwasser, Linse und Glaskörper ein zusammengesetztes Linsensystem darstellt (*dioptrischer Apparat*), bei dem ein Lichtreiz mehrere brechende Medien hintereinander zu durchdringen hat. Die Innenwand des Auges wird von der Netzhaut (*Retina*) bedeckt, deren Rezeptoren durch Lichtenergie stimuliert werden und diese in neuronale Aktivität umwandeln.

Bei der Betrachtung eines Objektes tritt dessen reflektiertes Licht durch Cornea, vordere Augenkammer und Pupille in das Auge ein und passiert die Linse. Die Pupille ist eine Öffnung der undurchsichtigen Regenbogenhaut (*Iris*) und kann als „Blendöffnung“ des Auges verstanden werden, während es sich bei der Iris um dessen „Blende“ handelt. Cornea und Linse besitzen die größte Brechkraft innerhalb des optischen Apparates. Ca. 80% der Gesamtbrechkraft der Augen, die bei 58,8 dpt liegt, sind der Cornea zuzuschreiben. Aufgrund ihrer starren Position kann sie die Brechkraft nicht verändern. Die Linse erbringt ca. 20% der Gesamtbrechkraft, kann ihre Form jedoch verändern, um die Brennweite der Augen den äußeren Gegebenheiten anzupassen. Die Brechkraftveränderung der Linse wird durch ein Wechselspiel zwischen ihrer Eigenelastizität und der Zugkraft der Zonulafasern am Linsenrand ermöglicht. Über die Zonulafasern werden die Kräfte der Ziliarmuskeln auf die Linse übertragen. Eine Kontraktion der Ziliarmuskeln (im vegetativen Nervensystem hervorgerufen durch Parasympathikuserregung) bedingt eine Zunahme der Linsenbrechkraft (Nahakkomodation), eine Erschlaffung (durch Sympathikuserregung und Parasympathikushemmung) führt zur Abnahme der Brechkraft (Fernakkomodation). Im Anschluss an die Lichtbrechung gelangt das Licht durch den mit Kammerwasser gefüllten Glaskörper (*Corpus vitreum*) als fokussierte, umgekehrte Repräsentation des betrachteten Objekts auf die Retina, wird dort durch ca. 127 Millionen lichtempfindliche Rezeptoren absorbiert und in Form elektrischer Signale über den Sehnerv (*N. opticus*) in das Gehirn weitergeleitet (vgl. Abbildung 1). Unter der Retina befinden sich zwei weitere Häute, die den Glaskörper umschließen: Die Aderhaut (*Chorioidea*) versorgt die Netzhaut mit Nährstoffen und geht im vorderen Teil des Auges in die Regenbogenhaut über. Die Lederhaut (*Sclera*) dient als Schutz für das Innere des Auges und verläuft im lichtzugewandten Teil des Auges in die durchsichtige Cornea (vgl. Eysel, 2006; Goldstein, 2008; Höner, 2005).

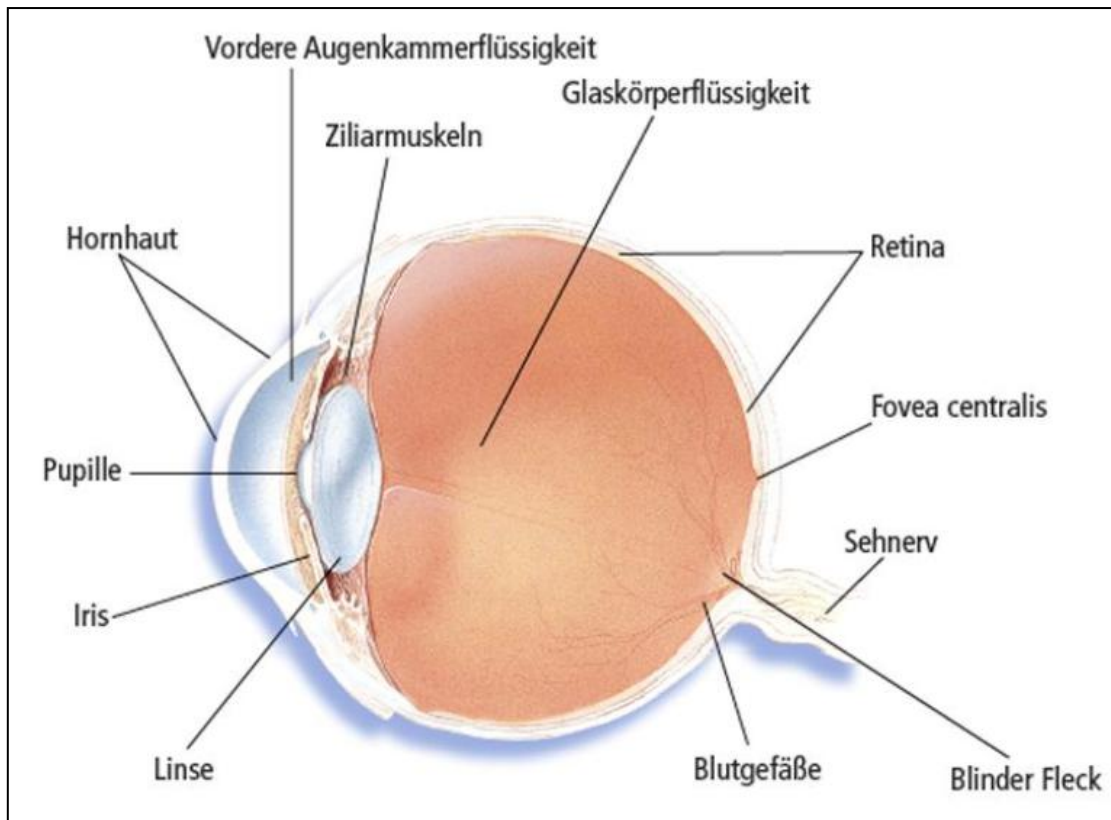


Abbildung 1. Struktur des menschlichen Auges (nach Gerrig & Zimbardo, 2008, S. 120. Nachdruck mit Genehmigung des Verlags).

Um die Lichtenergie in elektrische Signale zu transferieren, befinden sich auf der Retina drei Hauptschichten von Zellen: Die *Photorezeptoren*, die sich aus ca. 120 Millionen Stäbchen und 7 Millionen Zapfen zusammensetzen, die *bipolaren Zellen* und die etwa 1 Million *Ganglienzellen* (vgl. Abbildung 2; Eysel, 2006; Gerrig & Zimbardo, 2008).

Die *Photorezeptoren* der Retina sind dafür verantwortlich, dass die grundlegende Umwandlung von Lichtenergie zu neuronalen Reaktionen vollzogen wird. Die Photorezeptoren bestehen aus zwei Arten lichtempfindlicher Rezeptorzellen, den aufgrund ihrer Form sogenannten *Stäbchen* und *Zapfen*. Die Stäbchen sind in der Peripherie der Retina, also außerhalb der *Fovea centralis* (dem Bereich des schärfsten Sehens), konzentriert. Sie sind für das Sehen bei geringer Beleuchtung zuständig (skotopisches Sehen). Der Großteil der Zapfen ist ebenfalls in der Peripherie verortet. Die Besonderheit der Verteilung auf der Retina ist jedoch, dass in einem kleinen Bereich der Fovea (der Sehgrube oder dem gelben Fleck) ausschließlich Zapfen vorkommen. Die Zapfen sind auf das Sehen bei Helligkeit spezialisiert und verantwortlich für das Farbsehen (photopisches Sehen). Sowohl Stäbchen als auch Zapfen enthalten chemische Verbindungen, die Sehpigmente, die auf Lichtreize reagieren und neuronale Aktivität auslösen. Diese wird schließlich über den N. opticus zum Gehirn weitergeleitet. An der Stelle der Retina, an der der N. opticus austritt (*Papille*), sind keine Rezeptoren vorhanden. Deshalb wird dieses

Areal als „blinder Fleck“ bezeichnet (vgl. Gerrig & Zimbardo, 2008; Goldstein, 2008; Zimbardo & Gerrig, 1999).

Die Aufgabe der *Bipolarzellen* ist es, die Impulse der verschiedenen Photorezeptoren zu kombinieren und diese an die *Ganglienzellen* weiterzuleiten. Jede Ganglienzelle erzeugt aus den Impulsen der Bipolarzellen eine Impulsrate, die über ihr Axon zum visuellen Cortex geleitet wird. Die Axone der Ganglienzellen bilden den N. opticus (vgl. Gerrig & Zimbardo, 2008).

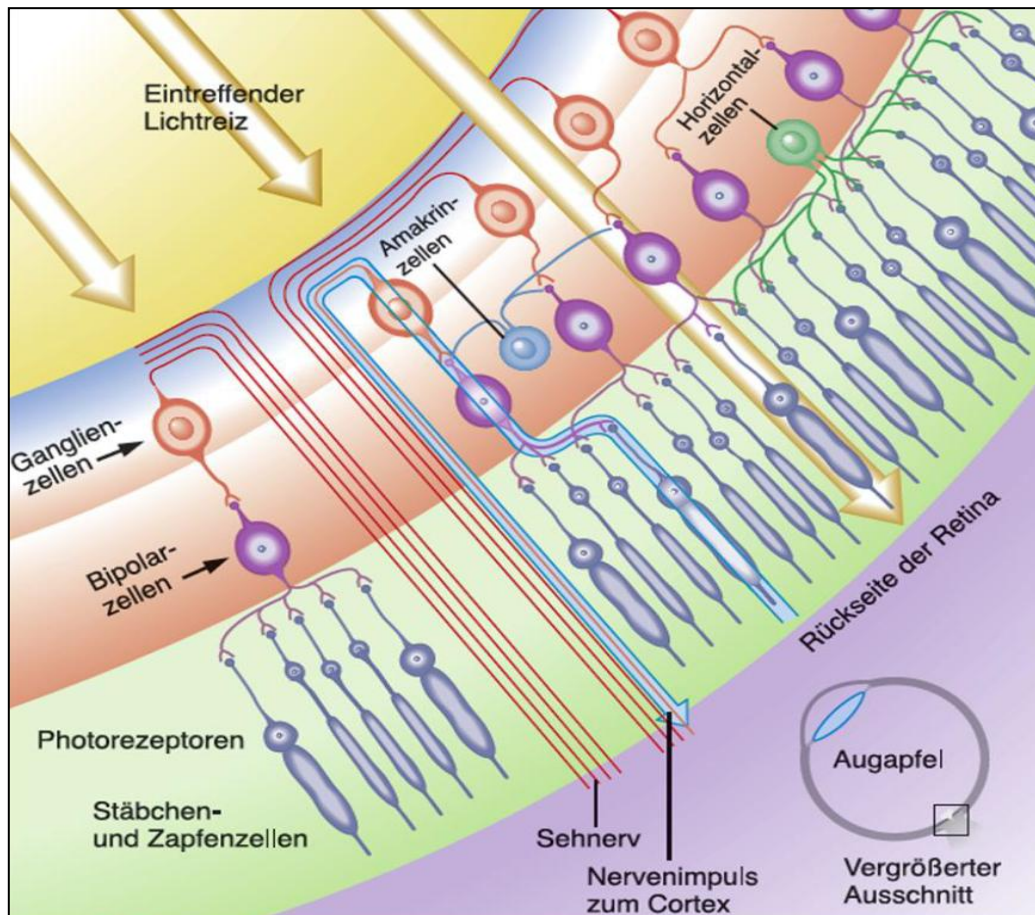


Abbildung 2. Retinale Bahnen (aus Gerrig & Zimbardo, 2008, S. 121. Nachdruck mit Genehmigung des Verlags).

2.1.2 Anatomische Grundlagen von Blickbewegungen

Die visuelle Informationsaufnahme ist „das Ergebnis der Wechselwirkung sensorischer und motorischer Leistungen des Auges und des Zentralnervensystems“ (Grüsser & Grüsser-Cornehls, 2000, S. 278). Der sensorische Anteil wird vor allem durch die Photorezeptoren (siehe Kap. 2.1.1) übernommen. Für die motorischen Leistungen sind die *Blickbewegungen* verantwortlich. Die dafür notwendige Blickkontrolle lässt sich als Prozess definieren, der den Blick innerhalb einer Szenerie auf ein Objekt oder Ereignis lenkt und dabei der aktuellen Wahrnehmung, der kognitiven sowie der behavioralen Aktivitäten dient (vgl. Henderson, 2003). Blickbewegungen stellen somit die Voraussetzung dafür dar, relevante Informationen der Au-

ßenwelt auch dann kontinuierlich in der Fovea zu halten, wenn sich deren räumliche Positionen verändern – sei es durch Eigen- oder Fremdbewegungen. Blickbewegungen stellen die schnellste motorische Möglichkeit dar, das visuelle Feld zu erweitern (weniger schnell sind Kopf- und Körperbewegungen). Sie können mit Geschwindigkeiten von bis zu 700°/s ausgeführt werden. Ermöglicht wird dies durch sechs Augenmuskeln, die als antagonistische Paare am Augapfel (*Bulbus oculi*) ansetzen. Die *Mm. recti laterales* und *mediales* sind für die horizontalen Bewegungen des Auges nach außen (Abduktion) und innen (Adduktion) verantwortlich. Die anderen Muskelpaare (*Mm. recti inferior* und *superior*, *Mm. obliqui inferior* und *superior*) führen primär die Hebungen (Elevation) oder Senkungen (Depression) der Augen aus (vgl. Abbildung 3). Die koordinierte Steuerung der drei Muskelpaare erfolgt über drei Hirnnerven, den *N. oculomotorius*, *N. trochlearis* und *N. abducens* (vgl. Eysel, 2006).

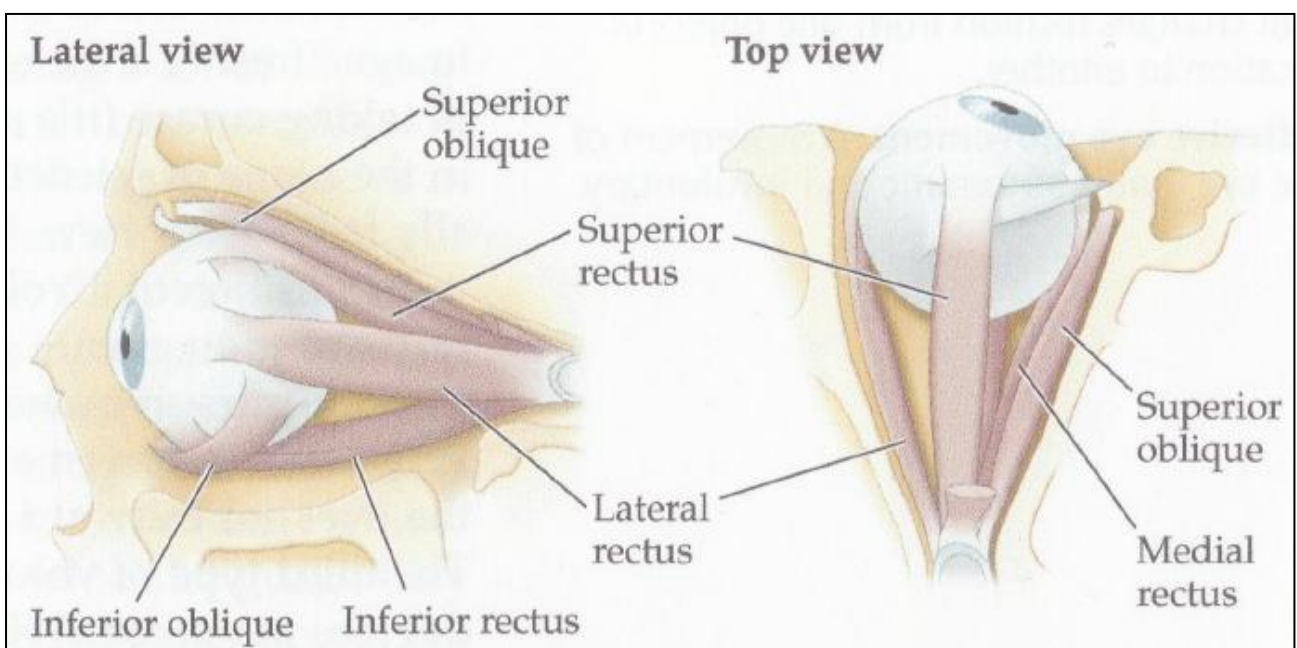


Abbildung 3. Augenmuskeln (aus Gerrig & Zimbardo, 2008; Wolfe et al., 2009, S. 183).

Visuelles Feld und Blickfeld

Unter dem Begriff des *visuelles Feldes* (oder Gesichtsfeldes) wird die absolute Menge an Licht verstanden, die über alle zentralen und peripheren Punkte der Außenwelt bei geradeaus gerichtetem und bewegungslosen Blick visuell wahrgenommen werden kann (vgl. Abernethy & Wood, 2001; Coren, Ward & Enns, 2004). In Abbildung 4 ist das visuelle System incl. der visuellen Felder beider Augen dargestellt. Die (binokularen) visuellen Felder besitzen eine Ausdehnung von 180-200° horizontal und 130° vertikal, wobei diese Werte interindividuell stark schwanken können (vgl. de Marées, 1991; Schnell, 1996; von Campenhausen, 1993). Durch den Einsatz von Blickbewegungen kann das visuelle Feld deutlich vergrößert werden (im horizontalen Bereich auf bis zu 270°), der dadurch wahrgenommene Bereich der Umwelt wird als *Blickfeld* bezeichnet (vgl. Jendrusch & Heck, 2001).

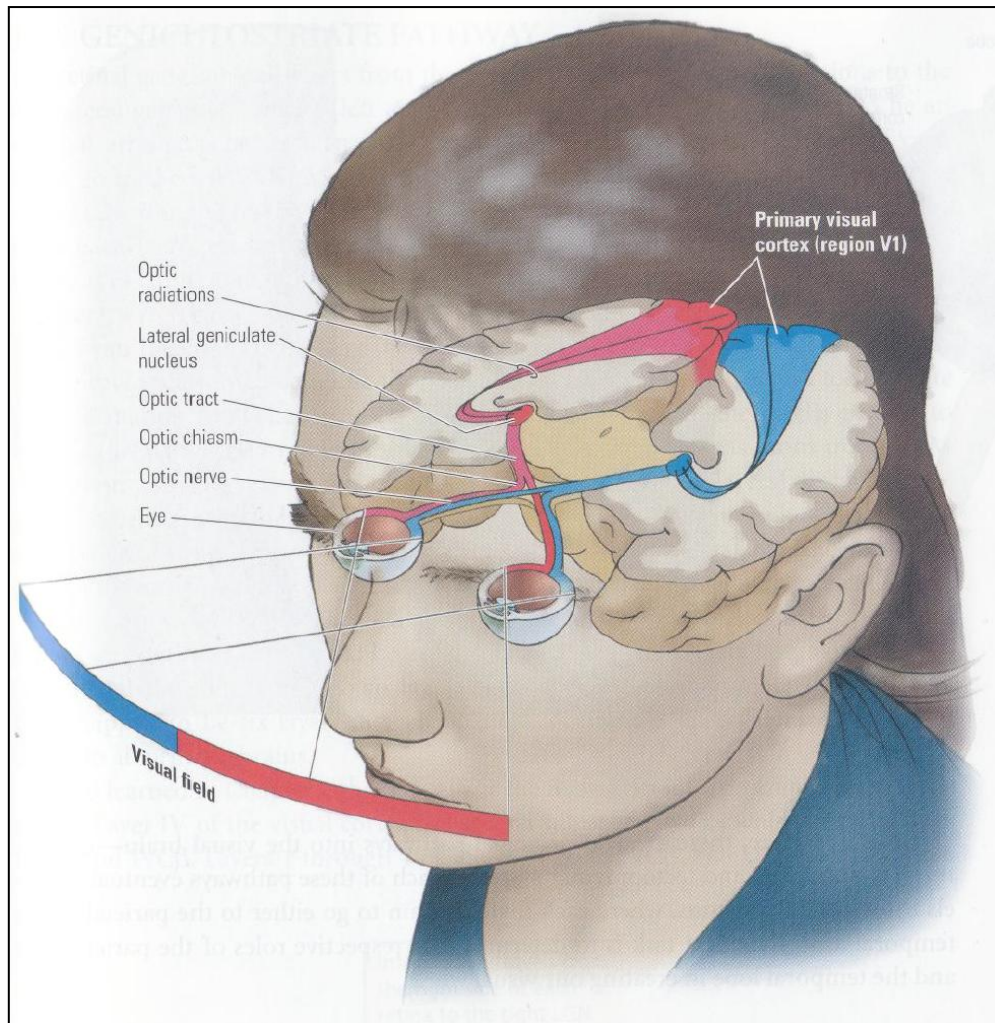


Abbildung 4. Das visuelle System incl. visueller Felder (Kolb & Whishaw, 2001, S. 289).

Die Größe der Repräsentation des erfassten Objekts auf der Retina ist vom visuellen Winkel abhängig, der sich aus der Verlängerung der Begrenzungslinien des Objektes durch die Linse ergibt (vgl. Abbildung 5; Vickers, 2007). Die Koordination der Augenbewegungen ist so konzipiert, dass durch „konjugierte Augenbewegungen, Vergenz- und Torsionsbewegungen beider Augen ... auf der Fovea centralis jedes Auges der fixierte Gegenstand jeweils gleich abgebildet wird“ (Eysel, 2010, S. 354). Bei konjugierten Augenbewegungen bewegen sich die Augen in die gleiche Richtung, bei Vergenzbewegungen werden die Augen spiegelbildlich zur Sagittalebene des Kopfes bewegt (bei Annäherung oder Entfernung eines fixierten Objektes). Gleichsinnige Torsionsbewegungen (Ein- und Auswärtsrotierungen) der Augen sind bspw. zu beobachten, wenn der Kopf während der Fixierung eines Objektes zur Seite geneigt wird (vgl. Eysel, 2010).

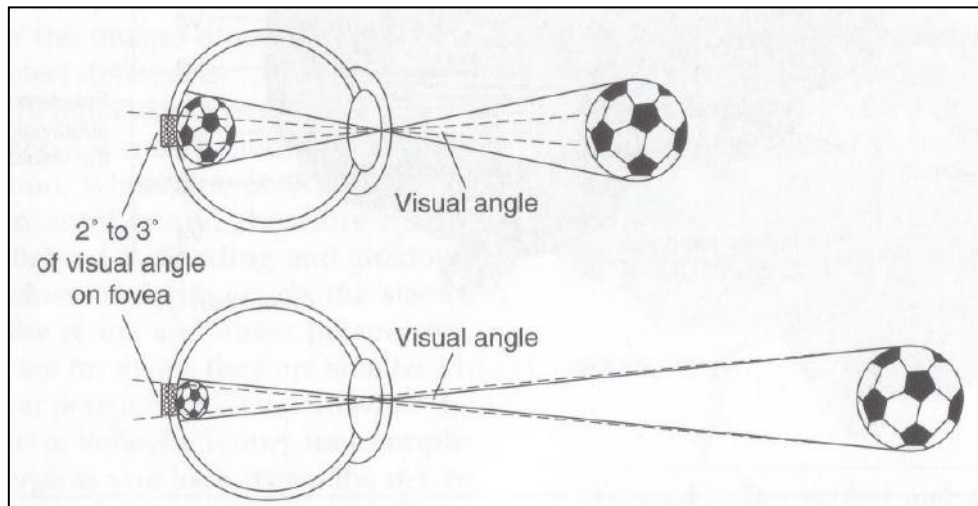


Abbildung 5. Visueller Winkel eines Fußballs und Repräsentationsgröße auf der Retina bei unterschiedlichen Objektentfernungen (Cobley et al., 2012; Vickers, 2007, S. 21. Nachdruck mit Erlaubnis aus J.N. Vickers, 2007, Perception, cognition, and decision training: The quiet eye in action (Champaign, IL: Human Kinetics), 21).

Zentrales und peripheres System

Visuelles Feld und Blickfeld werden durch zwei parallele visuelle Systeme erzeugt: Dem zentralen (fovealen) und dem peripheren System (vgl. Neumaier, 1988). Das *periphere System* beinhaltet die Areale der Retina, die nicht innerhalb der Fovea liegen. Die beiden Systeme unterscheiden sich hinsichtlich ihres Auflösungsvermögens. Der *foveale Bereich* eignet sich vor allem für die räumliche Auflösung, unter der man die Fähigkeit versteht, zwei räumlich eng beieinander liegende Reize noch als Einzelreize erkennen zu können. Diese Fähigkeit wird als Sehschärfe quantifizierbar und nimmt zur Peripherie der Netzhaut hin ab. Somit spiegelt sie die räumliche Verteilung der Netzhautzellen wider (siehe Kap. 2.1.1). Der periphere Bereich zeichnet sich durch sein hohes zeitliches Auflösungsvermögen aus. Damit wird die Fähigkeit beschrieben, Reize, die kurz hintereinander auf der Retina auftreten, noch als zeitlich voneinander getrennte Reize wahrzunehmen. Dem peripheren Bereich kommt somit z. B. bei der Wahrnehmung von Bewegungen eine wichtige Rolle zu. Das unterschiedlich gute zeitliche Auflösungsvermögen der beiden Systeme ist dabei nicht primär auf die unterschiedlichen Arten von Photorezeptoren zurückzuführen, sondern auf die Art der Reizweiterleitung und -verarbeitung. Das Zusammenspiel der beiden visuellen Systeme mit ihrer hohen räumlichen und zeitlichen Auflösung garantiert eine hohe Effizienz unserer visuellen Wahrnehmung. Die durch das periphere Sehen aufgenommenen Informationen werden den Informationen aus dem fovealen Bereich gegenüber bevorzugt verarbeitet. Beim plötzlichen Auftauchen von Objekten oder Bewegungen in der Peripherie des Sehens (im sportlichen Kontext z. B. durch Mit- und Gegenspieler, dem Erscheinen des Balles etc.), wird die foveale Wahrnehmung unterdrückt und die Aufmerksamkeit auf die Veränderungen in der Peripherie gelenkt. Nach dieser Detektion durch das periphere System wird eine Neuorientierung zunächst der Augen (mittels Augenbewegun-

gen) und – aufgrund seiner größeren Massenträgheit – anschließend des Kopfes durchgeführt, wodurch der interessierende Bereich in das Zentrum des Sehens verschoben wird. Dort kann aufgrund des besseren räumlichen Auflösungsvermögens des fovealen Systems 100 ms nach der Stabilisierung der Augen eine visuell scharfe und detaillierte Analyse der Situation erfolgen (vgl. Eysel, 2006; Jendrusch & Heck, 2001; Vickers, 2007).

Das zentrale und das periphere System besitzen auch einen großen Einfluss auf die Ausführung sportlicher Handlungen. So unterstützt das periphere Sehen Bewegungen der Gliedmaßen, die in einer kurzen Zeitperiode von ca. 100 bis 150 ms ausgeführt werden. Länger andauernde oder neuartige Bewegungen erfordern eine kognitive Kontrolle der Situation, die durch die Wahrnehmungsleistung des fovealen Systems erreicht werden kann. Bei der Ausführung komplexer Aufgaben sind beide Systeme an der Informationsaufnahme beteiligt (vgl. Vickers, 2007).

Tiefensehen

Die Erfassung eines relativ nahen Objektes mit beiden Augen (binokulare Fixation) erzeugt für jedes Auge ein geringfügig anderes visuelles Feld. Die Zusammenführung dieser leicht unterschiedlichen Bilder zu einer Repräsentation wird binokulare Fusion genannt und erzeugt eine dreidimensionale Wahrnehmung (binokulare Interaktion) (vgl. Vickers, 2007). Motorisch wird die binokulare Fusion bei Annäherung oder Entfernung des Objektes durch die beiden Vergenzbewegungen *Konvergenz* oder *Divergenz* der Augen ermöglicht (vgl. Eysel, 2006). Diese Art der Augenbewegungen bildet (zusammen mit der Vergrößerung des visuellen Winkels) die Grundlage einiger Theorien zur Vorhersage des Kollisionszeitpunktes eines Objektes mit dem Beobachter (z. B. „Tau“, siehe Kap. 2.2.1.3).

Für das *Tiefensehen* bzw. die *Tiefenwahrnehmung* ist die binokulare Fixation zwar dienlich, stellt allerdings keine notwendige Bedingung dar. Auch monokular ist eine Tiefenwahrnehmung aufgrund von fünf Hauptmechanismen möglich: 1) *Verdeckung*: Wird ein Objekt von einem anderen Objekt verdeckt, kann daraus geschlossen werden, dass sich das verdeckende Objekt näher am Beobachter befindet; 2) *Perspektive*: Parallele Linien laufen in der Ferne zusammen, gleichgroße Gegenstände erscheinen in der Ferne kleiner (lineare und Größen-Perspektive). Anhand des Grades an Konvergenz oder Verkleinerung kann auf die Entfernung geschlossen werden; 3) *Verteilung von Licht und Schatten*; 4) *Scheinbare Objektgröße*: Wenn die Größe eines Objektes bekannt ist, kann aus der aktuell wahrgenommenen Größe die Entfernung zu diesem Objekt abgeschätzt werden; 5) *Bewegungsparallaxe*: Wenn sich der Beobachter relativ zu einem fixierten Objekt bewegt, verschieben sich nahe Objekte schneller und stärker als Objekte in der Ferne. Die Mechanismen der Verdeckung und der Bewegungsparallaxe sind besonders robust gegen optische Täuschungen, da deren Interpretation weniger erfahrungsabhängig ist wie die der anderen aufgeführten Mechanismen (vgl. Eysel, 2006). Die durch diese Prinzipien ermöglichte monokulare Tiefenwahrnehmung wird bspw. dann be-

deutsam, wenn Probanden in einem experimentellen Setting auf zweidimensionale Stimuli reagieren sollen.

2.1.3 Blickbewegungsarten

Für konjugierte Blickbewegungen lassen sich drei verschiedene Blickbewegungsarten unterscheiden: *Sakkaden*, *Fixationen* und *Blickfolgebewegungen*. Diese Blickbewegungsarten können zwei Formen der Blickkontrolle zugeordnet werden: Bei der ersten Form erfolgen die Blickbewegungen zu schnell, um eine Informationsaufnahme und -verarbeitung zu ermöglichen. Dies ist bei Sakkaden der Fall. Bei der zweiten Form werden Umweltreize lange genug wahrgenommen, um Informationen aufzunehmen und diese im Gehirn weiterverarbeiten zu können. Dies trifft auf Fixationen und Blickfolgebewegungen zu (vgl. Vickers, 2007).

Sakkaden

„Sakkaden sind sprungartige, konjugierte, bewusst oder unbewusst ausgelöste Augenbewegungen“ (Eysel, 2006, S. 253), die eingesetzt werden, um von dem Ort einer visuellen Fixation zum nächsten zu gelangen. Dadurch geht mit diesen Blicksprüngen auch immer eine Verschiebung der Aufmerksamkeit einher (vgl. z. B. Höner, 2006). Sakkaden sind mit Geschwindigkeiten von 600-700°/s die schnellsten Bewegungen, die der menschliche Körper in der Lage ist auszuführen. Da es aufgrund der hohen ballistischen Geschwindigkeit kaum möglich ist, nach ihrem Beginn eine Korrektur der Bewegungsrichtung auszuführen, werden Richtung und Länge der Sakkade bereits vor deren Initiierung festgelegt (vgl. Westheimer, 1954). Ihre Amplituden können von etwa 3 Winkelminuten (bei Mikrosakkaden) bis zu 90° betragen, normalerweise vollziehen sie sich jedoch in einem Bereich von 15-20°. Wird der Blickpunkt um weniger als 10° um die Grundstellung der Augen im Kopf verändert, wird die Anpassung der Blickposition meist durch Augenbewegungen umgesetzt. Größere Blicksprünge werden meist durch die Aneinanderreihung mehrerer Sakkaden realisiert oder durch Kopfbewegungen unterstützt. Aufgrund der geringeren Masse beginnen hierbei zunächst die Augenbewegungen, bevor die Bewegung des Kopfes einsetzt. Während der Phase der Kopfbewegung bleibt der Blick im Raum unverändert, da die Augen über vestibuläre Signale („vestibulookulärer Reflex“, kurz „VOR“) sowie mechanorezeptorische Signale der Halsmuskulatur zurückbewegt werden (vgl. Eysel, 2010; Grüsser & Grüsser-Cornehls, 2000). Über die Gesamtdauer von Sakkaden gibt es unterschiedliche Angaben. Sie liegen zusammengefasst in einem Bereich von 10-100 ms (vgl. Deubel, 1994; Eysel, 2006; Holmqvist et al., 2011; Vickers, 2007; Yarbus, 1967). Während der Ausführung eines Blicksprungs findet eine sakkadische Suppression statt, durch die die visuelle Wahrnehmung und damit die Informationsverarbeitung unterdrückt werden. Die Suppressionszeit beginnt bereits 35-85 ms vor der Sakkade und dauert mindestens 150 ms an (vgl. z. B. Duchowski, 2007; Eysel, 2006; Holmqvist et al., 2011). Informationen, die während Fixationen oder Blickfolgebe-

wegungen aufgenommen wurden, bleiben während sakkadischen Blicksprüngen erhalten, so dass der Beobachter einen stabilen Eindruck der betrachteten Szenerie erhält (vgl. Irwin, 1996; Irwin & Brockmole, 2004).

Fixationen

Um die hohe räumliche Auflösung der Fovea centralis (siehe Kap. 2.1.2) für die Analyse von Stimulusmerkmalen zu nutzen, werden Fixationen und Blickfolgebewegungen eingesetzt, um das interessierende Objekt mit diesem Bereich der Retina erfassen zu können. Im Gegensatz zu den Sakkaden ist bei *Fixationen* eine Informationsaufnahme und -verarbeitung möglich. Im Allgemeinen wird dann von einer Fixation gesprochen, wenn der Blick, der auf einer visuellen Reizquelle ruht, einen visuellen Winkel von 3° oder weniger und eine Dauer von mindestens 100 ms aufweist (vgl. Carl & Gellman, 1987; Carpenter, 1988; Fischer, 1987; Optican, 1985; Vickers, 2007). Bei dieser Definition handelt es sich jedoch um keine strikte Vorgabe, unterschiedliche sportwissenschaftliche Forschergruppen definieren die Fixationskennziffern strenger (z. B. Piras & Vickers, 2011; Savelsbergh, van der Kamp, Williams & Ward, 2005). Der Begriff „Fixation“ ist zudem etwas irreführend, da die Augen dabei nicht absolut bewegungslos sind. Es gibt drei Arten von Mikro-Bewegungen, die die Augen während einer Fixation ausführen: Den Tremor (wahrscheinlich verursacht durch unwillkürliche Muskelbewegungen), die langsamen Driftbewegungen (Drifts), die die Augen vom Fixationszentrum wegbewegen und die Mikrosakkaden, die als Korrekturbewegungen auf die Drifts die Augen schnell in ihre Ausgangsposition zurückbringen (vgl. Holmqvist et al., 2011). Die 100 ms-Schwelle bei Fixationen ist notwendig, um einen Stimulus bewusst wahrnehmen und somit dessen Informationen im Gehirn verarbeiten zu können (vgl. Vickers, 2007). Fixationen treten zwischen Sakkaden auf und lassen sich abhängig von ihrer Dauer nach Schubert und Zehl (1983) in kurze (< 270 ms), mittlere (270-500 ms) und lange (> 500 ms) Fixationen unterteilen (vgl. Höner, 2005). Bei der bloßen Betrachtung einer Szenerie führen Menschen im Durchschnitt ca. drei Fixationen pro Sekunde aus (vgl. Goldstein, 2008). Bei komplexeren Aufgaben gelten die Dauer und die Anzahl der Fixationen als Indikator für den benötigten Aufwand der Informationsverarbeitung (vgl. Just & Carpenter, 1976). Für den sportwissenschaftlichen Kontext wurde dies erstmals durch Untersuchungen von Abernethy und Russell (1987b) und Abernethy (1988) bestätigt.

Blickfolgebewegungen

Ebenso wie Fixationen erlauben *Blickfolgebewegungen* die Aufnahme und Weiterverarbeitung von Informationen. Sie sind bewusste, konjugierte Augenbewegungen, die ein bewegtes Objekt mit einer Genauigkeit von ca. 1° in der Fovea halten können. Bewegte Objekte können bis zu einer Geschwindigkeit von 100°/s mit den Augen verfolgt werden. Bei Objekten, die sich schneller bewegen oder plötzlich beschleunigt werden, erfolgt durch zusätzliche Sakkaden eine erneute, möglichst präzise visuelle Annäherung, so dass das Objekt dadurch wieder eingeholt werden

kann (vgl. Eysel, 2006). Anschließend kann erneut eine Blickfolgebewegung ausgeführt werden, um eine – zumindest kurzfristige – Repräsentation des Objektes auf der Fovea centralis (bzw. in ihrer unmittelbaren Nähe) zur Identifizierung von Objektdetails zu erreichen (vgl. Jendrusch & Heck, 2001). In Sportarten, in denen sehr schnelle (Objekt-)Bewegungen auftreten, konnte bereits vor längerer Zeit bei erfahrenen Sportlern beobachtet werden, dass sie bspw. einen Ballflug nicht mit ihrem Blick zu verfolgen versuchen, sondern eher Sakkaden nutzen, um die zukünftige Position des Balles vorherzusagen (vgl. Bahill & LaRitz, 1984; Hubbard & Seng, 1954; Ripoll, 1991). Mittlerweile ist bekannt, dass dieses Vorgehen dadurch ermöglicht wird, dass sich bereits vor der Ausführung einer Sakkade die visuelle Aufmerksamkeit durch eine „antizipatorische Verschiebung“ auf den Bereich verlagert, in dem das relevante Objekt nach Beendigung der Sakkade vermutet wird (vgl. Rolfs, Jonikaitis, Deubel & Cavanagh, 2010).

Auch Blickfolgebewegungen müssen das beobachtete Objekt mindestens 100 ms erfassen, damit es bewusst wahrnehmbar wird und dessen Informationen im Gehirn verarbeitet werden können (vgl. Vickers, 2007). Sie unterscheiden sich von Sakkaden grundlegend dadurch, dass sie zum einen durch andere Gehirnareale gesteuert werden und zum anderen auf Stimuli angewiesen sind, die es zu verfolgen gilt, was für die Ausführung sakkadischer Blicksprünge nicht notwendig ist (vgl. Holmqvist et al., 2011).

2.1.4 Visuomotorischer Verarbeitungsweg

Informationen, die aus der Umwelt über den optischen Apparat aufgenommen wurden, müssen einen komplexen Weg zurücklegen, bis sie im Gehirn analysiert und darauf aufbauend motorische Aktionen ausgeführt werden können. Abbildung 6 veranschaulicht den *primären visuellen Verarbeitungsweg*, der bereits mit der Informationsaufnahme durch das Auge beginnt. Nach der Transformation der aufgenommenen Lichtreize in elektrische Impulse durch die Rezeptoren der Retina werden diese über den N. opticus in Richtung der hinteren Seite des Gehirns geleitet. An der Sehnervenkreuzung (*Chiasma opticum*) kreuzen sich die nasalen Fasern des N. opticus, so dass dahinter die linke Gesichtsfeldhälfte in der rechten Gehirnhemisphäre repräsentiert ist und vice versa. Lediglich der innerste Teil des zentralen Gesichtsfeldes ist beidseitig vertreten. Im weiteren Verlauf der gekreuzten Fasern des kontralateralen Auges und der ungekreuzten Fasern des ipsilateralen Auges wird nicht mehr vom N. opticus gesprochen, sondern vom *Tractus opticus*. Die Informationen werden vom Tractus opticus aus über das im Thalamus gelegene sechsschichtige *Corpus geniculatum laterale (CGL)*, der Schaltstation der Sehbahn, monosynaptisch auf die genikulären Schaltzellen der *Radiation optica* übertragen und von dort aus in die Eingangsschichten der primären Sehrinde (*Area striata* oder V1) im Hinterhauptlappen (*Lobus occipitalis*) weitergeleitet. Dort werden sie zunächst in Form ihrer einzelnen Merkmale gespeichert, bevor der Prozess der visuellen Wahrnehmung und der Gestalterkennung beginnt.

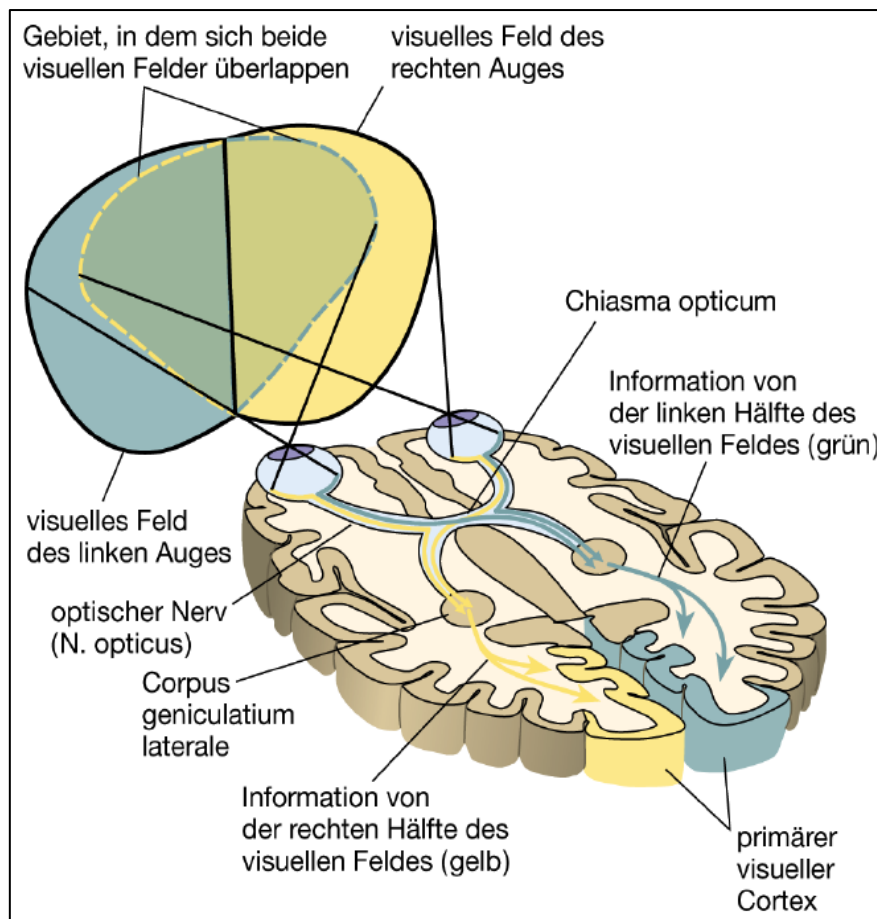


Abbildung 6. Primärer visueller Verarbeitungsweg (aus Carlson, 2004, S. 204. Nachdruck mit Genehmigung des Verlags).

In der primären Sehrinde werden Licht-, Schatten- und Farbeffekte aus der Fovea centralis verarbeitet, Kontraste wahrgenommener Bilder verstärkt und deren Konturen verbessert. Zudem sind die Neuronen in V1 sensibel für Orientierung und Bewegungserfassung. Die Strukturen von CGL und V1 sind retinotop organisiert, d.h. dass Punkte, die auf der Retina benachbart abgebildet werden, auch dort nebeneinander liegen. Der Bereich der Fovea ist in Anbetracht seiner Größe von nur 0,01% der retinalen Fläche im Vergleich zu der Größe der peripheren Bereiche bzgl. der Anzahl an beanspruchten retinotopen Zellen im Cortex mit 8-10% überrepräsentiert (vgl. van Essen & Anderson, 1995). 90% aller visuellen Informationen werden vom CGL zunächst zu V1 geleitet (vgl. Tong, 2003), bevor von dort aus die Informationsmerkmale an verschiedene Areale des visuellen Cortex verteilt werden. Dieser ist zusätzlich zur striaten Region V1 noch in die extrastriären visuellen Bereiche V2, V3/VP (ventralis posterior), V3a, V4 und MT (mediotemporaler Cortex)/V5 gegliedert (vgl. Abbildung 7). Jede dieser Regionen ist auf die Verarbeitung bestimmter visueller Informationsmerkmale spezialisiert. V2 bis V5 sind auf die Erfassung von Form und Bewegung spezialisiert. Zur weiteren Verarbeitung gelangen die Informationen von V3a und V5 sowie von V3 und V4 zeitlich parallel dorsal zum Scheitellappen (*Lobus parietalis*) an der Oberseite des Gehirns bzw. ventral zum seitlichen

Schläfenlappen (*Lobus temporalis*). Im somatosensorischen Cortex findet eine Zusammenführung von Informationen statt, die anschließend zum Frontallappen (*Lobus frontalis*), der Exekutive des Gehirns, gelangen, wo sie die Grundlage für das Entstehen von Zielen und Absichten darstellen. Danach werden die Informationen zum prämotorischen und motorischen Cortex gesendet, von wo aus sie zum Rückenmark und den Effektoren geleitet werden (vgl. Eysel, 2006; Goldstein, 2008; Schwegler & Lucius, 2011; Vickers, 2007).

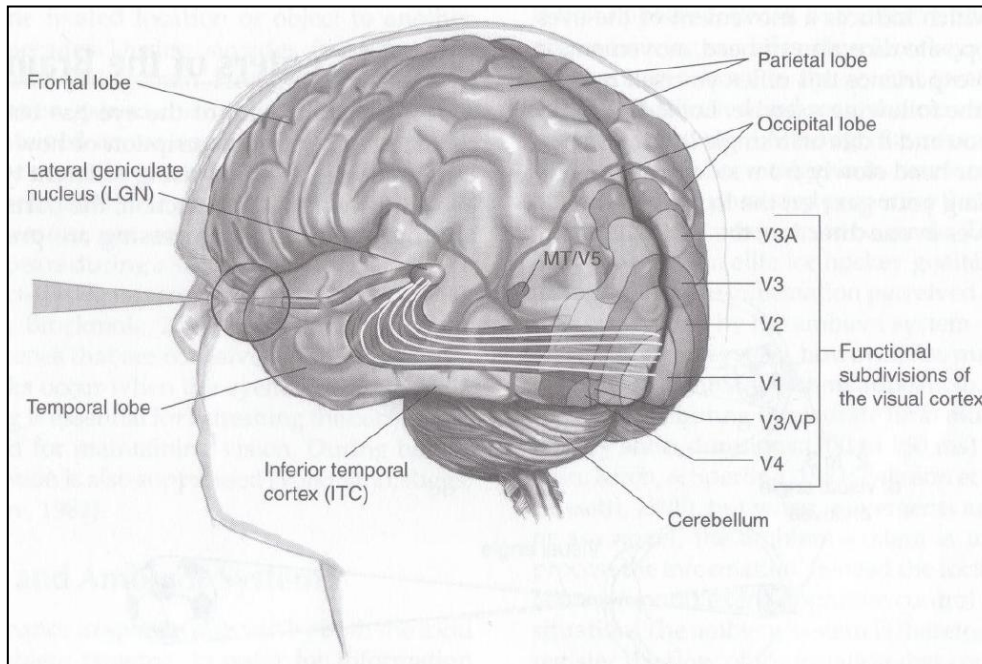


Abbildung 7. Cortikale Einteilung des Gehirns mit Ausdifferenzierung der Areale des visuellen Cortex (aus Vickers, 2007, S. 22).

Ventraler und dorsaler Verarbeitungsstrom

Das Konzept, demzufolge die Informationsweiterleitung aus dem striären Cortex in andere Hirnareale über zwei Verarbeitungsströme mit unterschiedlichen Funktionen stattfindet, wurde von Ungerleider und Mishkin (1982) erstmals vorgestellt. Ihre Resultate aus Läsionsverfahren an Affen ließen die Schlüsse zu, dass der von V1 zum Temporallappen (*Lobus temporalis*) führende Verarbeitungsstrom für die Identifizierung von Objekten erforderlich ist, der zum Parietallappen (*Lobus parietalis*) führende Strom dagegen für die Positionsbestimmung eines Objektes. Aufgrund dessen bezeichneten sie den Strom von V1 zum Temporallappen als „Was-Strom“ und den Strom von V1 zum Parietallappen als „Wo-Strom“. Diese beiden Verarbeitungsströme werden aufgrund ihrer Verlaufsrichtung auch als *ventraler* (zum Temporallappen) und *dorsaler* (zum Parietallappen) *Strom* bezeichnet. Durch die konkret zugeordneten Funktionen der beiden anatomisch beschreibbaren Ströme findet die inhaltliche Auseinandersetzung – wie eingangs des Kapitels erwähnt – an einer Schnittstelle zwischen Anatomie und Psychologie statt.

Anatomisch betrachtet liegt der Beginn beider Ströme bereits in der Retina. Ihre namensgebenden, unterschiedlichen Richtungswechsel finden jedoch erst nach

dem Durchlaufen des visuellen Cortex statt (vgl. Abbildung 8). Der dorsale Strom beginnt an den sogenannten M-Ganglienzellen der Retina, die mit großen Zellkörpern ausgestattet sind. Die Axone dieser Ganglienzellen sind über Synapsen mit den ersten beiden (der insgesamt sechs) Schichten des CGL verbunden. Zusammenfassend werden sie als magnozellularäre Schichten bezeichnet. Der Ursprung des ventralen Verarbeitungsstroms in der Retina liegt in Ganglienzellen mit kleinen Zellkörpern, den P-Ganglienzellen. Sie sind über ihre Axone synaptisch mit den Schichten 3 bis 6 des CGL verbunden. Sie werden als parvozelluläre Schichten bezeichnet. Es wird angenommen, dass es sich bei den unterschiedlichen Schichttypen um zwei getrennt Kanäle handelt. Der parvozelluläre Kanal transportiert Informationen über Farbe, Textur, Form und Tiefe an den Cortex, der magnozellularäre Kanal über Bewegungen (vgl. Schiller, Logothetis & Charles, 1990).

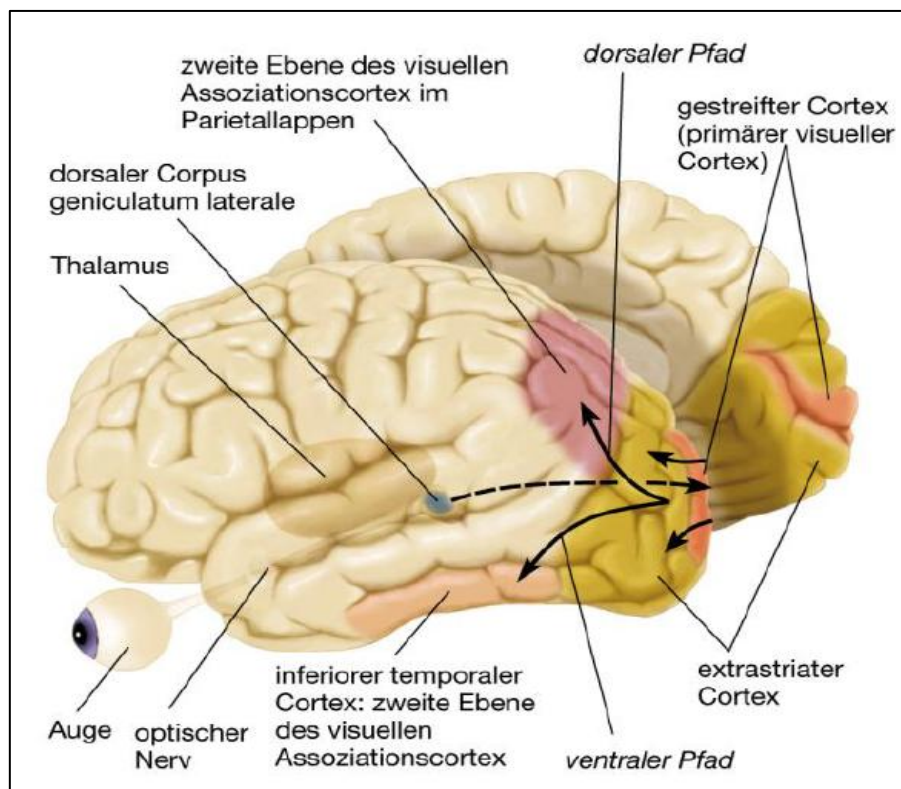


Abbildung 8. Visuelles System vom Auge zu dorsalem und ventralem Pfad (aus Carlson, 2004, S. 221. Nachdruck mit Genehmigung des Verlags).

Obwohl dorsaler und ventraler Strom nach der primären Sehrinde unterschiedliche Wege vollziehen und viele Belege dafür existieren, dass sie auch unterschiedliche Funktionen besitzen, sind die beiden Verarbeitungsströme nicht vollständig voneinander getrennt, so dass ein steter Informationsaustausch zwischen ihnen stattfinden kann. Dies erscheint dahingehend plausibel, dass beim Aggieren in der Umwelt Objekte ständig sowohl identifiziert als auch lokalisiert werden müssen. Des Weiteren fließen Signale nicht nur in eine Richtung der Ströme, sondern es besteht ein bidirektionaler Informationsfluss. Der als „Feedback“ bezeichnete, abwärts verlaufende Informationsfluss leitet Signale von höheren Gehirnregionen zurück in

das visuelle System (vgl. Merigan & Maunsell, 1993; Ungerleider & Haxby, 1994). Dadurch kann beeinflusst werden, welche Signale aufgenommen werden sollen. Damit stellt dieses Feedback einen der Mechanismen des Top-down-Prozesses dar (siehe Kap. 2.2.1.1) (vgl. Goldstein, 2008).

Bzgl. der Attributzuschreibung der beiden Verarbeitungsströme legen Milner und Goodale (1995) einen Alternativvorschlag zur Benennung als „Wo- und Was-Ströme“ vor. Ihrer Ansicht nach handelt es sich beim ventralen Strom in Übereinstimmung mit Ungerleider und Mishkin (1982) zwar um einen Verarbeitungsweg zur Objektwahrnehmung, also einen „Was-Strom“, jedoch modifizieren sie das Konzept durch die Erweiterung der Funktion des dorsalen Stroms. Sie postulieren, dass dieser Verarbeitungsstrom der Handlung dient. Das Ausführen einer Handlung beinhaltet zwar das Wissen um die Objektposition, zusätzlich dazu sei aber auch eine physische Interaktion mit dem Objekt inkludiert. Demzufolge handelt es sich bei dem dorsalen Strom eher um einen „Wie-Strom“, der Informationen über das Ausrichten einer Handlung auf einen Stimulus transportiert. Diese Annahme wird durch neuropsychologische Untersuchungen zur Auswirkung von Hirnschäden bestätigt (vgl. Goldstein, 2008).

2.2 Psychologische Grundlagen der Antizipation

Der Terminus *Kognition* fasst diverse psychische Teilfunktionen zusammen, die in enger Wechselbeziehung stehen. Bevor auf die einzelnen antizipationsrelevanten kognitiven Prozesse inhaltlich eingegangen werden kann, ist es zunächst notwendig, das im Folgenden zugrundegelegte Verständnis der Begriffe *Kognition* und *kognitive Prozesse* zu erläutern.

Die wissenschaftliche Teildisziplin der Psychologie, die sich mit der Erforschung Kognition beschäftigt, ist die *kognitive Psychologie* (oder Kognitionspsychologie). Sie ist „die Wissenschaft, die untersucht, wie der Geist und die Psyche organisiert sind und intelligentes Denken hervorbringen und wie die Prozesse des Denkens im Gehirn sichtbar werden“ (Anderson, 2007, S. 1) und befasst sich konkret mit den Fragen, „how people perceive, learn, remember, and think about information“ (Sternberg, 2003, S. 527). Die methodologischen Grundlagen zur Erforschung kognitiver Prozesse stammen von dem niederländischen Physiologen Franciscus Cornelis Donders (1868). Seine Untersuchungen zur Geschwindigkeit geistiger Prozesse führten zu der bedeutenden Erkenntnis, dass mit der Steigerung der kognitiven Anforderungen einer Aufgabe eine längere Bearbeitungszeit einhergeht. Dieser Zusammenhang ist – operationalisiert durch die Erfassung von Reaktionszeiten – bis dato Grundlage vieler Untersuchungen zur Ausführung kognitiver Abläufe, die in den in Abbildung 9 aufgeführten Forschungsschwerpunkten der kognitiven Psychologie durchgeführt werden. Die Psychologie von Wilhelm Wundt, der 1879 in Leipzig das erste psychologische Labor eröffnete, kann aufgrund seiner präferierten Untersuchungsmethode der Introspektion (für eine Beschreibung dieser Methode siehe Kap. 3.2.2.2) bereits als kognitive Psychologie bezeichnet werden. Anfang

des 20. Jahrhunderts wurde die kognitionspsychologische Idee vor allem durch die Gestaltpsychologie weiter verbreitet, deren Begründer Max Wertheimer, Wolfgang Köhler und Kurt Koffka waren. In den Jahren zwischen 1950 und 1970 vollzog sich die sog. „kognitive Wende“, durch die das bis dahin vorherrschende paradigmatische Konzept des Behaviorismus an Einfluss verlor und die kognitive Psychologie u. a. durch die Entwicklung des Informationsverarbeitungsansatzes populärer wurde. In den letzten Jahrzehnten wurde die kognitive Psychologie durch die Fachrichtungen Philosophie, Neurowissenschaften, Linguistik und Künstliche Intelligenz/Informatik ergänzt. Dieser interdisziplinäre Verbund wird unter dem Terminus *Kognitionswissenschaften* zusammengefasst (vgl. Gerrig & Zimbardo, 2008).

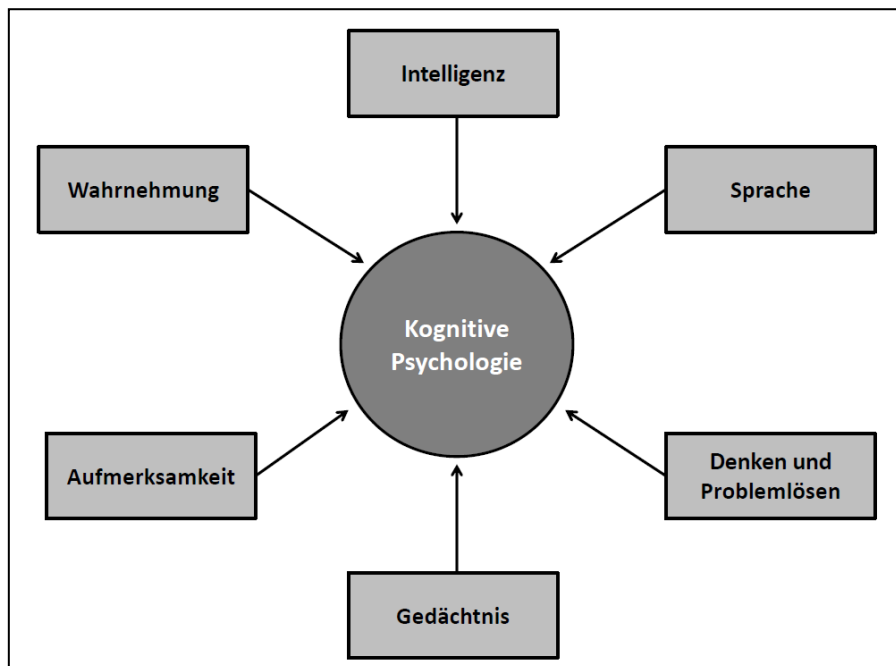


Abbildung 9. Schwerpunkte der kognitiven Psychologie (nach Gerrig & Zimbardo, 2008, S. 276).

Auf inhaltlicher Ebene werden unter den Begriff *Kognition* zunächst ganz allgemein alle Formen des Wissens gefasst. Innerhalb der Kognition kann zwischen Inhalten und Prozessen unterschieden werden. Die *Inhalte der Kognition* stellen z. B. Faktenwissen oder Gedächtnisinhalte dar. *Kognitive Prozesse* werden eingesetzt, um aufgenommene Informationen zu interpretieren und darauf aufbauend bspw. eigene Handlungen zu planen (vgl. Gerrig & Zimbardo, 2008). Diese Prozesse lassen sich in *drei Stufen der Informationsverarbeitung* unterteilen, die in unterschiedlichem Maße mit den in Abbildung 9 aufgeführten kognitiven Teilbereichen verknüpft sind. Vereinfacht dargestellt umfassen die drei Stufen 1) die *Informationsaufnahme* („stimulus identification“ oder „perception“), die sensorisch gesteuert ist und durch Wahrnehmung und selektive Aufmerksamkeit erfolgt, 2) die *Entscheidung für konkrete Handlungsvarianten* („response selection“ oder „decision making“), die die Senso-Motorik betrifft und sowohl für das Entscheidungshandeln als auch für die Antizipation relevant ist und 3) die *Organisation der Bewegungsausführung* („res-

ponse programming“), die eine motorische Handlung („movement execution“) zur Folge hat (vgl. Munzert & Raab, 2009).

Antizipation basiert vor allem auf den ersten beiden Stufen der Informationsverarbeitung und kann dementsprechend als ein höherer kognitiver Prozess eingestuft werden, der auf anderen kognitiven Prozessen wie der *Wahrnehmung*, der *Aufmerksamkeit* und dem *Gedächtnis* beruht (vgl. Conzelmann et al., in Druck). Die Prozesse der Wahrnehmung und der Aufmerksamkeit sind eng miteinander verbunden. Die Aufmerksamkeit ist zu einem großen Teil für die Auswahl der Informationen verantwortlich, die wahrgenommen werden. Die Antizipationsleistung wird somit direkt durch die unterschiedlichen Ausprägungen der diversen Aufmerksamkeitsmerkmale (Intensität, Selektivität, Umfang, Richtung, Umschaltfähigkeit, Orientierung und Schwankung) beeinflusst. Die Weiterverarbeitung der Informationen, die durch die Aufmerksamkeitslenkung aufgenommen wurden, findet im Gedächtnis statt. Dort werden die Informationen zunächst enkodiert, um anschließend – in Abhängigkeit ihrer Relevanz für das jeweilige Individuum – ggf. gespeichert zu werden, damit sie in entsprechenden zukünftigen Situationen durch einen dritten Gedächtnisprozess wieder abgerufen werden können. Erst das Zusammenspiel der aufgeführten kognitiven Prozesse ermöglicht eine präzise Antizipation, sei es als Vorhersage eines intendierten Ereignisses im Zusammenhang mit eigenem, zielgerichtetem Handeln oder als Antizipation fremder Handlungseffekte und Objektbewegungen.

Für eine detaillierte Auseinandersetzung mit dem Thema der Antizipation ist es notwendig, einführend deren kognitive Grundlagen (Wahrnehmung, Aufmerksamkeit und Gedächtnis) eingehender zu betrachten, auch wenn die aufgeführten Teilbereiche der Kognition in der Realität nicht trennscharf voneinander abzugrenzen sind. Nicht wenige Wissenschaftler verstehen die Wahrnehmungsprozesse bspw. als einen „Sammelbegriff für all diejenigen Aktivitäten, ... die der Informationsaufnahme dienen und ebenfalls kognitive Prozesse wie Aufmerksamkeit, Gedächtnis und exekutive Funktionen beinhalten“ (Furley & Memmert, 2009, S. 33). Die hier vorgenommene separate Betrachtung der einzelnen (ausgewählten) kognitiven Teilbereiche erfolgt aus pragmatischen Gründen und stellt lediglich den inhaltlichen Schwerpunkt der einzelnen Unterkapitel dar. Gelegentliche inhaltliche Überschneidungen sind für ein ganzheitliches Verständnis der kognitiven Prozesse unabdingbar und entstehen zumeist dann, wenn Übergänge zwischen den Teilbereichen beschrieben werden. Die Darstellungen beschränken sich dabei aufgrund der inhaltlichen Relevanz für das Thema der Antizipation von Fußballtorhütern jeweils auf die visuellen Grundlagen der einzelnen Bereiche.

In den folgenden Teilkapiteln werden die psychologischen Grundlagen der visuellen Wahrnehmung (Kap. 2.2.1), der visuellen Aufmerksamkeit (Kap. 2.2.2) sowie des Gedächtnisses (Kap. 2.2.3) detailliert beleuchtet. Darauf aufbauend wird in Kapitel 2.2.4 ein Überblick über ausgewählte Antizipationsmodelle gegeben, bevor abschließend die relevanten Erkenntnisse des gesamten Kapitels für die Untersu-

chung der Antizipation von Fußballtorhütern zusammenfassend abgeleitet werden (Kap. 2.2.5).

2.2.1 Psychologische Grundlagen der visuellen Wahrnehmung

Ein zentraler kognitiver Prozess, der eine grundlegende Voraussetzung für eine erfolgreiche Antizipation darstellt, ist die *Wahrnehmung*. Allgemein formuliert bezieht sich der Begriff Wahrnehmung im weitesten Sinne darauf, Objekte und Ereignisse der Umwelt zu empfinden, zu verstehen, zu identifizieren und zu klassifizieren, um eine adäquate Reaktion darauf vorzubereiten (vgl. Gerrig & Zimbardo, 2008). Wahrnehmung stellt eine sensorische Erfahrung dar, die mit multimodalen Sinneserfahrungen (im Kontext Sport vor allem visuell) beginnt, jedoch zusätzlich eine Vielzahl weiterer Prozesse umfasst, die zu ganzheitlichen Wahrnehmungsempfindungen führen. Eine Auswertung der Umweltinformationen wird über die verschiedenen Stufen des Wahrnehmungsprozesses (siehe Kap. 2.2.1) durchgeführt (vgl. Conzelmann et al., in Druck; Zimbardo & Gerrig, 1999). Voraussetzung für diese Verarbeitungsleistungen ist die Fähigkeit des Menschen, aufgrund seiner genetischen Disposition sowie seiner Erfahrung Informationen ergänzen, selektieren und reduzieren zu können. Durch diese Zielgerichtetheit ist die Wahrnehmung kein passiver Vorgang, sondern ein aktiver und dynamischer psychischer Prozess (vgl. Gabler, 2004; Murch & Woodworth, 1978). Dieser Prozess kann aus drei Perspektiven betrachtet werden: Aus der physikalischen Perspektive (mittels objektiver Bestimmung der physikalischen Eigenschaften der Wahrnehmungsgegenstände), der physiologischen Perspektive (bzgl. der Informationsaufnahme und -weiterleitung ausgehend von den menschlichen Sinnessystemen bis ins Gehirn) und der psychologischen Perspektive (bzgl. der Informationsverarbeitung in der Hirnrinde (Cortex) zu bewussten Wahrnehmungserlebnissen) (vgl. Gabler, 2004).

Der erste Schritt der Informationsverarbeitung liegt in der *Informationsaufnahme*, die bei einem gesunden Menschen über die fünf Sinnesorgane erfolgt. Im sportpsychologischen Kontext stand bislang primär die visuelle Wahrnehmung von Sportlern im Fokus des Interesses, da die visuellen Informationsquellen in den meisten Sportarten die dominante Informationsquelle darstellen, um sich in Handlungssituationen zu orientieren, Eigenbewegungen zu kontrollieren und Bewegungen oder Handlungseffekte anderer zu antizipieren (vgl. Conzelmann et al., in Druck; für eine Darstellung auditiver Wahrnehmungsprozesse für die Bewegungssteuerung im Rahmen der Sonifikationsforschung vgl. Effenberg, 2004; Höner, 2011). Aus diesem Grund beschränken sich die folgenden Darstellungen auf die Informationsaufnahme über das visuelle System. Für einen Überblick über den anatomischen Aufbau der anderen Sinnesorgane und deren Bedeutung für die Informationsverarbeitung sei an dieser Stelle auf einschlägige Lehrbücher der Wahrnehmungspsychologie (z. B. Gerrig & Zimbardo, 2008; Goldstein, 2008) oder

der menschlichen (Sinnes-)Physiologie (z. B. Schmidt, Lang & Heckmann, 2010; Schmidt & Schaible, 2006) verwiesen.

Die visuelle Wahrnehmung wird in den kommenden Kapiteln aus der *psychologischen Perspektive* durch Beschreibung der verschiedenen Stufen des Wahrnehmungsprozesses (Kap. 2.2.1.1) und grundlegender Theorien zu dem Zusammenhang zwischen Wahrnehmung und Handlung (Kap. 2.2.1.2) betrachtet. Der Unterschied zwischen der physiologischen und der psychologischen Ebene der Wahrnehmung lässt sich anhand der Differenzierung zwischen „distalem“ und „proximalem“ Reiz darstellen. Das, was visuell wahrgenommen wird, entstammt einem distalen Reiz (einem physikalischen Objekt) in der Umwelt, dessen reflektiertes Licht auf das Auge trifft. Die psychologische Komponente der Wahrnehmung wird erforderlich, sobald aus dem optischen Abbild auf der Netzhaut, dem proximalen Reiz, Informationen über das betrachtete physikalische Objekt abgeleitet werden sollen. Der psychologische Teil der Wahrnehmung kann somit als ein Prozess verstanden werden, „in dessen Verlauf der distale Reiz aus Informationen des proximalen Reizes erschlossen wird“ (Zimbardo & Gerrig, 1999, S. 109).

Der genannte Verlauf soll anhand der Stufen des Wahrnehmungsprozesses nachgezeichnet werden (Kap. 2.2.1.1). Anschließend wird in Kapitel 2.2.1.2 der bedeutsame Zusammenhang zwischen Wahrnehmung und Handlung erörtert, bevor abschließend der für die Antizipation in besonderem Maße relevante Aspekt der Bewegungswahrnehmung dargestellt wird (Kap. 2.2.1.3).

2.2.1.1 Stufen des Wahrnehmungsprozesses

Wie bereits im bisherigen Verlauf von Kapitel 2 ausführlich beschrieben, beginnt die visuelle Wahrnehmung mit der Aufnahme von Lichtenergie der Objekte aus der Umwelt. Die Steuerung der Augen auf entsprechende Objekte erfolgt durch das Blickverhalten, das in synthetisches und analytisches Blickverhalten unterteilt werden kann. Das *synthetische Blickverhalten* ist dadurch gekennzeichnet, dass zur Erfassung relevanter Bereiche des visuellen Feldes nur wenige Fixationen eingesetzt werden. Ziel ist es, mit einer Fixation möglichst viele Informationen (auch aus der Peripherie) integrativ zu erfassen (vgl. Abernethy, 1991). Das *analytische Vorgehen* untergliedert dagegen das visuelle Feld in verschiedene Bereiche, die jeweils durch Fixationen abgesucht werden (vgl. Höner, 2005; zur Bedeutung synthetischen und analytischen Blickverhaltens im Sport siehe Kap. 3.4.2). Bevor die durch das Blickverhalten erfassten Objekte bewusst wahrgenommen werden können, sind einige Verarbeitungsschritte notwendig. Nachdem die Lichtreize durch die Rezeptoren der Retina in neuronale Information umgewandelt wurden, erfolgt eine erste Bedeutungszuschreibung. Dieser Vorgang beschreibt in einem Modell von Marr (1982) den ersten Verarbeitungsschritt, der ausgehend von der Lichtenergie bis hin zur Objekterkennung absolviert werden muss (vgl. Abbildung 10). Der Vorgang der Merkmalsextraktion resultiert in der Erstellung einer *Primärskizze*. Die Erweiterung dieser Skizze um Tiefeninformationen erzeugt eine Repräsentation

der Lage von Oberflächen im Raum, die Marr „2½-D-Skizze“ nennt. Die Anwendung der Gesetze der Gestaltpsychologie (Unterscheidung von Figur und Grund, Ähnlichkeit, Nähe, Geschlossenheit, gute Gestalt, gemeinsame Bewegung; vgl. Gerrig & Zimbardo, 2008) ermöglicht die Gliederung der Elemente in Objekte, wodurch ein „3-D-Modell“ entsteht. In einem letzten Schritt werden die Objektmerkmale mit Kontextinformationen verknüpft, wodurch die Objekterkennung vollzogen werden kann. Das Ergebnis dieser Verarbeitungsschritte sind bewusst zugängliche Informationen in Form von Repräsentationen der Objekte und ihrer Lage in der Umgebung. Diese Informationen wiederum stellen den Input für höhere kognitive Verarbeitungsprozesse dar (vgl. Anderson, 2007).

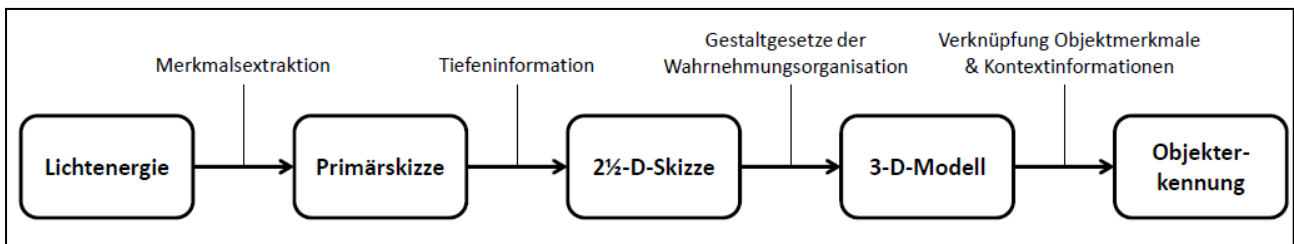


Abbildung 10. Ablauf der Verarbeitung von Wahrnehmungsinformationen (Gesichtssinn) (mod. nach Marr, 1982).

Als eine Erweiterung des Modells von Marr kann der dreistufige Wahrnehmungsprozess verstanden werden, der in Abbildung 11 dargestellt ist. Im Vergleich zum Marr-Modell wird deutlicher zwischen „datengesteuerten“ („Bottom-up“) und „konzeptgesteuerten“ („Top-down“) Wahrnehmungsprozessen differenziert, zudem wird die Bedeutung weiterer kognitiver Prozesse hervorgehoben. Auf der ersten Stufe der Wahrnehmung führt die *neuronale Kodierung* von visuellen Reizen zu einer Empfindung. Bei der Wahrnehmung im Falle eines Fußballtorhüters, der in Erwartung eines Torschusses Informationen aus der Umwelt sammelt (z. B. Positionen des gegnerischen Angreifers und der eigenen Verteidiger), handelt es sich um einen Bottom-up gesteuerten Prozess. Die zweite Stufe stellt die *perzeptuelle Organisation* dar, mittels derer eine innere Repräsentation – ein Perzept – des äußeren Reizes konstruiert wird. Ähnlich wie in dem Modell von Marr werden hier auf Basis von Vorwissen und Erfahrung anhand der gestaltpsychologischen Prinzipien Beschreibungen bzgl. Größe, Form, Bewegung und Entfernung des betrachteten Objektes möglich, wodurch ein dreidimensionaler Eindruck entsteht. Auf der dritten Stufe des Modells findet schließlich die *Identifizierung* bzw. *Einordnung* statt. Hierfür sind der Zugriff auf erfahrungsbedingte Gedächtnisinhalte sowie die Durchführung höherer kognitiver Prozesse notwendig. Auf dieser Stufe wird dem Perzept eine inhaltliche Bedeutung zugewiesen. Einem Torhüter wird es dadurch möglich, Mit- von Gegenspielern zu unterscheiden sowie aufgrund seines Erfahrungswissens zugleich einzuschätzen, ob aus der Position, an der sich der ballführende Gegenspieler befindet, eine Gefahr für sein Tor ausgeht (Top-down-Prozess). Nolting und Paulus (2009) sprechen in diesem Zusammenhang in ihrem Grundmodell der Verhaltensklärung von „erfassendem Denken“ (vgl. Conzelmann et al., in Druck).

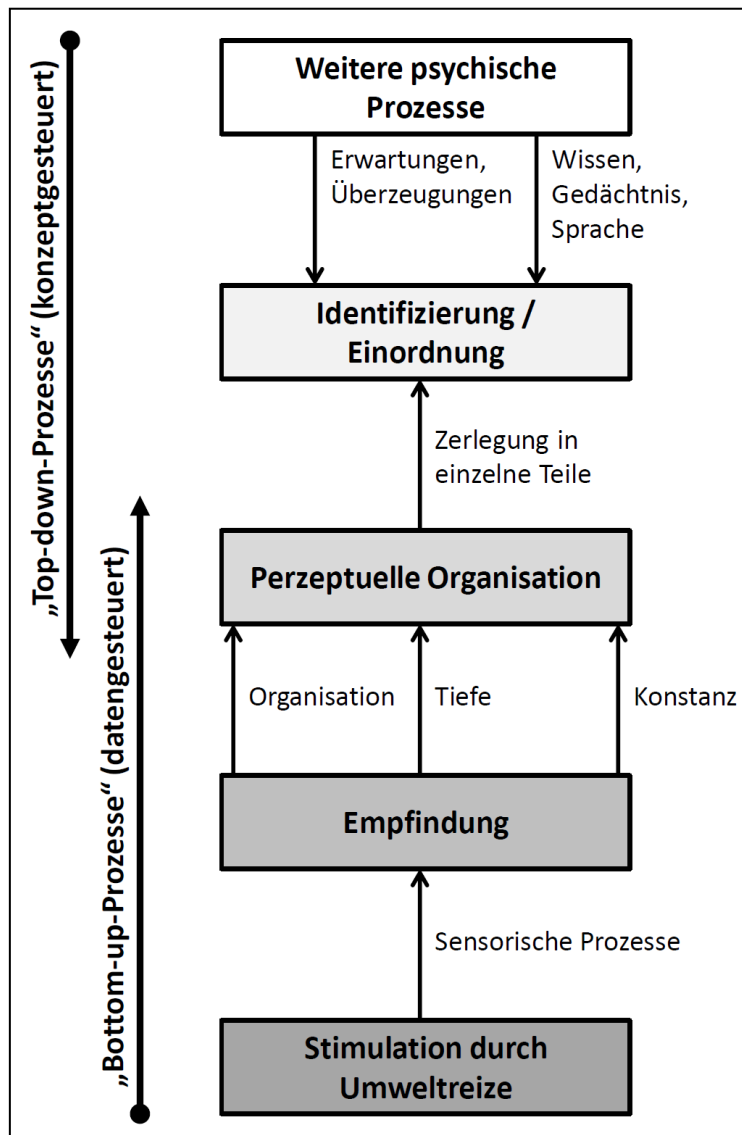


Abbildung 11. Die drei Stufen des Wahrnehmungsprozesses (mod. nach Conzelmann, Hänsel & Höner, in Druck; Gerrig & Zimbardo, 2008; Konzag & Konzag, 1981).

Die Stufen der perzeptuellen Organisation sowie der Identifizierung bzw. Einordnung entsprechen den Vorgängen, die Treisman und Gelade (1980) sowie Treisman (1999) in ihrer *Merkmals-Integrations-Theorie* (feature integration theory) als Antwort auf das „Bindungsproblem“ (binding problem) formulieren. Als Bindungsproblem wird die Frage danach bezeichnet, wie das Gehirn verschiedene Merkmale des visuellen Feldes zusammensetzt. Die Merkmals-Integrations-Theorie geht davon aus, dass zunächst Aufmerksamkeit auf einen Reiz gelenkt werden muss, bevor es möglich wird, dessen Merkmale (Farbe, Orientierung, Größe, Entfernung etc.) zu einem Muster zu kombinieren. Ohne diese Aufmerksamkeitszuwendung können die Merkmale zwar ebenfalls wahrgenommen werden, jedoch ist eine zuverlässige Zuordnung nicht möglich und kann sogar zu Wahrnehmungstäuschungen führen. Die notwendige Aufmerksamkeit wird häufig mit der „Spotlight-Metapher“ beschrieben (für eine ausführliche Erläuterung siehe Kap. 2.2.2.2). Dabei wird die Aufmerksamkeit auf ein Objekt oder einen Ort derart fokussiert, dass

alle anderen Aspekte in den Hintergrund treten. Erst durch diesen Schritt wird eine Identifikation des entsprechenden Gegenstandes ermöglicht, der im Gedächtnis gespeichert ist (vgl. Abbildung 12; Anderson, 2007; Vickers, 2007).

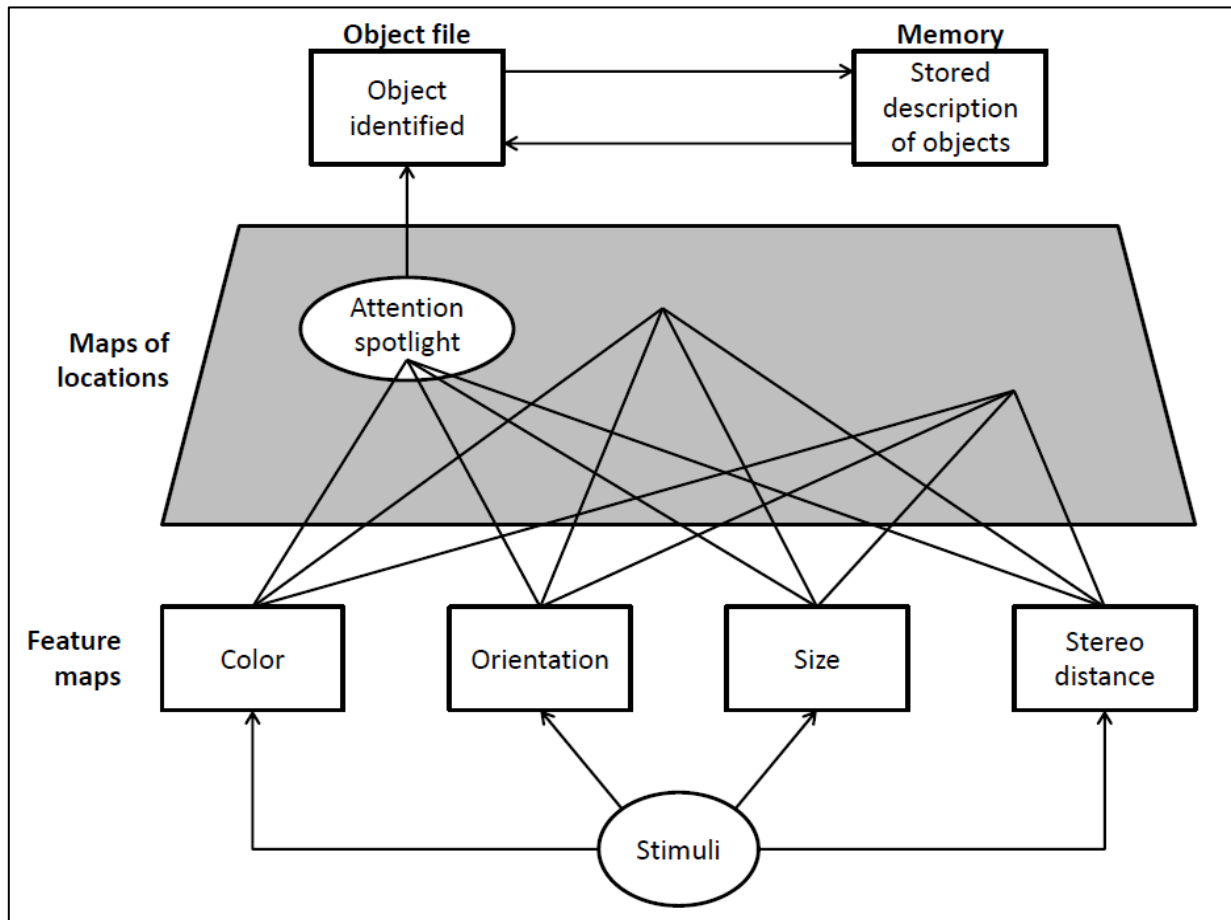


Abbildung 12. Merkmals-Integrations-Theorie mit spotlight of attention (nach Vickers, 2007, S. 55).

2.2.1.2 Zusammenhang zwischen Wahrnehmung und Handlung

Ein wesentlicher Aspekt bei der Betrachtung von Wahrnehmungsvorgängen ist der enge Zusammenhang zwischen Wahrnehmung und motorischer Handlung sowie deren Wechselbeziehung. Wahrnehmung kann als aktiver Vorgang bezeichnet werden, an dem auch immer motorische Komponenten beteiligt sind (vgl. Conzelmann et al., in Druck). Im Alltag sowie im Sport findet Wahrnehmung dann statt, wenn eine Eigenbewegung in der Umwelt oder eine Interaktion mit dieser stattfindet. Für einige Forscher stellen Handlungen das wichtigste Resultat von Wahrnehmungsprozessen dar, da sie (evolutionär betrachtet bis in die heutige Zeit) überlebensnotwendig sind. In der psychologischen Forschungslandschaft wird dieser Zusammenhang *Wahrnehmungs-Handlungs-Kopplung* (perception-action-coupling) genannt. Dieser theoretische Ansatz geht auf die Arbeiten von Brunswik (1955, 1956) zurück und wurde von Gibson (1966, 1979) in seinem ökologischen Ansatz erweitert. In der heutigen Zeit besitzt die Ökologische Psychologie zwar nur noch wenige Vertreter, dennoch ist innerhalb der Wahrnehmungsforschung die Un-

tersuchung der Bedeutung von Handlung und Bewegung für die Wahrnehmung nach wie vor relevant (vgl. Goldstein, 2008; Vickers, 2007). Aus physiologischer Perspektive wird die Wahrnehmungs-Handlungs-Kopplung mit der Existenz der separaten (wenn auch miteinander im Austausch stehenden) dorsalen und ventralen Verarbeitungsströme begründet (siehe Kap. 2.1.4). Milner und Goodale (1995; 2008) postulieren, dass der ventrale Strom für die Objektwahrnehmung verantwortlich ist, der dorsale Strom dagegen für die visuelle Kontrolle zielgerichteter Handlungen.

„Common-coding-Theorie“ und „Theory of Event Coding“

Einen weiteren Beleg für den engen Zusammenhang zwischen Wahrnehmung und Handlung liefert die *„Common-coding-Theorie“* von Prinz (1990, 1997). Grundlegender Gedanke der Theorie ist, dass Wahrnehmung und Handlung Prozesse und Repräsentationen miteinander teilen. Die – zumindest teilweise – Überschneidung von Wahrnehmungs- und Handlungscodierung macht eine aufwändige Übersetzung sensorischer Codes in motorische Codes unnötig, so dass es aufgrund sensorischer Informationen zu einer „direkten“ Erregung der Muskulatur und damit zu einer Handlungsausführung kommen kann. Als ein Beleg für diese Annahme wird die Fähigkeit des Menschen (und einiger Tierarten) angeführt, Handlungen anderer imitieren und dadurch erlernen zu können. Zudem kann aus der Theorie von Prinz geschlossen werden, dass aufgrund des Anteils gemeinsam codierter Wahrnehmungs- und Handlungsrepräsentationen eine präzisere Wahrnehmung beobachteter Handlungen möglich wird. Stellt die beobachtete Handlung einen Teil des eigenen Handlungsrepertoires dar, wird die Wahrnehmung dieser zusätzlich verbessert (vgl. Schütz-Bosbach & Prinz, 2007). Des Weiteren wird davon ausgegangen, dass Handlungskontrolle antizipativ verläuft und von der Repräsentation der erwarteten sensorischen Konsequenzen kontrolliert wird (vgl. Greenwald, 1970, 1972; James, 1890; Lotze, 1852). Diese antizipativen Prozesse werden als Verbindung zwischen den Wahrnehmungs- und Handlungsprozessen angesehen (vgl. Hommel, Müsseler, Aschersleben & Prinz, 2001; Prinz, 1990, 1997).

Die Common-coding-Theorie stellt die Grundlage für die *„Theory of Event Coding“* (TEC) von Hommel et al. (2001) dar. Die TEC liefert ein theoretisches Gerüst für die kognitive Verbindung von Wahrnehmung und Handlungsplanung. Für Hommel et al. sind Wahrnehmung und Handlungsplanung insofern funktionell gleichwertig, dass sie internale Repräsentationen externer Ereignisse erstellen. Sowohl Wahrnehmungs- als auch Handlungs-codes verkörpern das Ergebnis von und den Stimulus für eine bestimmte sensomotorische Koordination. Verschiedene Stimulusmerkmale sind in verschiedenen kortikalen Arealen codiert (siehe Kap. 2.1.4) und scheinen durch die Koordination der Codes integriert zu werden, die sie repräsentieren. Kombiniert man nun die Ansichten, dass Stimulusrepräsentationen aus besonderen Codes zusammengesetzt sind und dass Repräsentationen von Wahrnehmung und Handlungsereignissen gleichartig sind, folgt daraus, dass Handlungspläne ebenfalls aus vorübergehenden Zusammensetzungen von Hand-

lungscodes bestehen sollten. Handlungen scheinen somit auf eine Art repräsentiert zu werden, die der Repräsentation von visuellen Objekten zumindest ähnlich ist.

Spiegelneuronensystem

Einen Beleg für die Common-coding-Theorie und damit für die enge Verknüpfung zwischen visuellem und motorischem System lieferte auf neurophysiologischer Ebene die erstmals bei Makaken-Affen entdeckte Existenz eines *Spiegelneuronensystems* (mirror neuron system, MNS; vgl. di Pellegrino, Fadiga, Fogassi, Gallese & Rizzolatti, 1992; Gallese, Fadiga, Fogassi & Rizzolatti, 1996). Die Spiegelneuronen weisen sowohl bei der Ausführung bestimmter (bedeutungsvoller) Handlungen als auch bei deren bloßer Wahrnehmung ein besonders hohes Aktivitätspotential auf. Die ersten indirekten Belege dafür, dass solch ein Neuronensystem auch beim Menschen existiert, lieferten Untersuchungen mittels funktioneller Magnet-Resonanz-Tomographie (fMRT; siehe Kap. 3.2.2.1) und transkranieller Magnetstimulation (TMS) (vgl. Rizzolatti & Craighero, 2004; Rizzolatti & Sinigaglia, 2010). Die Untersuchung des systemischen Korrelats des Spiegelneuronensystems konnte zeigen, dass es stärker auf beobachtete Handlungen reagiert, wenn diese auch vom Beobachter ausgeführt werden können (vgl. Buccino et al., 2004). Die Fähigkeit des Spiegels ermöglicht es, aufgrund beobachteter Handlungen Vorhersagen treffen zu können, die wiederum eine hohe Relevanz für die eigene Handlungsplanung besitzen (vgl. z. B. Graf et al., 2007). Für die Funktionalität der prädiktiven Funktion dieser Handlungssimulationen ist eine entscheidende Voraussetzung, dass sie auch die Vorbereitung von Handlungen ermöglicht, die komplementär zu der beobachteten Handlung stehen. Evidenz für diese Annahme konnten verschiedene Studien liefern (vgl. z. B. Newman-Norlund, van Schie, van Zuijlen & Bekkering, 2007). Die Ergebnisse dieser Studien belegen die Befunde von Rizzolatti und Craighero (2004), dass in etwa nur $\frac{1}{3}$ der Spiegelneurone ein ausschließlich kongruentes Antwortverhalten aufweisen, während $\frac{2}{3}$ bei einem breiteren Spektrum reagieren (vgl. Graf, Schütz-Bosbach & Prinz, 2010). Mukamel, Ekstrom, Kaplan, Iacoboni und Fried (2010) lieferten vor kurzem erstmals den direkten elektrophysiologischen Nachweis von Spiegelneuronen im menschlichen Gehirn (vgl. Schütz-Bosbach, 2010; Shiffrar & Heinen, 2010). Ein Unterschied zwischen den Systemen bei Affen und Menschen besteht darin, dass die Spiegelneurone im prämotorischen Cortex der Affen nur aktiv werden, wenn die Aktionen direkt vor ihnen ausgeführt werden. Bei Handlungen, die über ein Videoband präsentiert wurden, fand keine Aktivierung statt (vgl. Ferrari, Gallese, Rizzolatti & Fogassi, 2003). Der menschliche prämotorische Cortex hingegen reagiert z. B. auch auf videobasierte Point-Light-Darstellungen (siehe Kap. 3.2.1). Somit scheint es so zu sein, dass das menschliche Spiegelneuronensystem fähiger ist, abstrakte visuelle Repräsentationen von Handlungen zu verarbeiten. Ein Problem des Erklärungsansatzes zur Verbindung von Wahrnehmung und Handlung durch das MNS liegt jedoch darin, dass die klassischen motorischen Areale, die für die Bewegungsausführung mitverantwortlich sind (primärer motorischer Cortex so-

wie supplementär-motorisches Areal), im Spiegelneuronensystem keine Relevanz besitzen. Dieses Problem kann durch die Annahme gelöst werden, dass es bei der Bewegungswahrnehmung zu einer internen Simulation der beobachteten Bewegung kommt und dadurch die Aktivierung eines neuronalen Netzwerkes vollzogen wird, das sowohl das MNS als auch die motorischen Areale umfasst (vgl. Zentgraf, Munzert, Bischoff & Newman-Norlund, 2011). Untersuchungen an Tänzern ergaben, dass das quantitative Ausmaß aktivierter Gehirnareale dabei abhängig ist von der motorischen Expertise des Beobachters bzgl. der betrachteten Bewegung (vgl. Calvo-Merino, Grèzes, Glaser, Passingham & Haggard, 2006; Cross, de Hamilton & Grafton, 2006). Zudem konnte in Studien zu Rückschlagspielen nachgewiesen werden, dass dieses neuronale Netzwerk auch bei der Antizipation fremder Handlungseffekte (z. B. der Schlagrichtung) aktiviert wird (vgl. Wright, Bishop, Jackson & Abernethy, 2010; Wright & Jackson, 2007) und dieser Befund bei Experten im Vergleich zu Novizen stärker ausgeprägt ist (vgl. Wright, Bishop, Jackson & Abernethy, 2011). Für den primären Aufgabenbereich von Fußball-Torhütern – dem Abwehren von Torschüssen – kann aus den aufgeführten Erkenntnissen abgeleitet werden, dass die Antizipationsleistung bzgl. der Schussrichtung möglicherweise anteilig auf die eigene motorische Erfahrung der Torhüter bei der Ausführung von Schüssen zurückgeführt werden kann.

Embodiment

Aufbauend auf den Erkenntnissen von Untersuchungen zur gemeinsamen Codierung von Wahrnehmung und Handlung, fanden in den letzten Jahren verstärkt Forschungsbemühungen mit einem Schwerpunkt im Bereich des *Embodiment* („Verkörperung“) statt. Die Grundannahme besteht hierbei darin, dass intelligentes Verhalten (z. B. zielgerichtete Handlungen, Entscheidungsfindung etc.) auf die Interaktion von Wahrnehmung, Handlung und Kognitionen basiert und auch nur unter Berücksichtigung dieser Kombination korrekt beschrieben werden kann (vgl. Raab, de Oliveira & Heinen, 2009). Die Theorie des Embodiment ist eng verknüpft mit klassischen Theorien, wie z. B. der Trias aus „Wahrnehmen-Denken-Handeln“ – die spätestens seit der Formulierung der gestaltpsychologischen Prinzipien bekannt ist – oder den drei Stufen der Informationsverarbeitung (siehe Kap. 2.2) und kann als Erweiterung dieser angesehen werden. In Abgrenzung zu den traditionellen Theorien ist hierbei besonders der bedeutsame Einfluss des motorischen Systems auf höhere kognitive Funktionen hervorzuheben (vgl. Goldman & de Vignemont, 2009). Das Thema Embodiment findet mittlerweile in vielen verschiedenen Forschungsdisziplinen Beachtung (z. B. Philosophie, Neurowissenschaften). Für die Sportmotorik und Sportpsychologie kann dieser Themenbereich in drei unterschiedliche Bereiche unterteilt werden: *Embodied perception*, *embodied cognition* und *embodied action* (vgl. Hohmann, Heinen & Raab, 2010).

Die Theorien zur *embodied perception* verstehen das visuelle System als physikalisches, kontextabhängiges System und wenden sich damit von dem klassischen Verständnis als reinen Prozessor ab. Die zentrale Annahme dieser Theorien ist,

dass die Wahrnehmung durch spezifische Faktoren wie physische Zustände, Handlungsoptionen einer Person oder dem antizipierten Aufwand bei der Aufgabenbewältigung bestimmt wird, was z. B. durch Untersuchungen von Proffitt (Bhalla & Proffitt, 1999; Proffitt, 2006; Proffitt, Bhalla, Gossweiler & Midgett, 1995) und Warren (1984; Warren & Whang, 1987) belegt wird. Eine Schlussfolgerung aus dieser Erkenntnis ist, „dass visuelle Sensitivität menschlicher Bewegungen von den sportlichen Fähigkeiten des Beobachters abhängig sein müsste“ (Shiffrar & Heinen, 2010, S. 137; für einen kurzen Überblick zu möglichen Kritikpunkten vgl. Hegele, 2010).

Unter dem Begriff *embodied cognition* wird der Einfluss von Wahrnehmung und Handlung auf die Kognitionen betont. Die Kernannahme dieses Forschungsbereichs besagt, dass kognitive Prozesse einer starken Beeinflussung der Interaktion zwischen Körper und Umwelt unterliegen (vgl. Wilson, 2002). Diese Interaktion führt bei Beobachtungen von Objekten oder Handlungen in einem Bottom-up-Prozess (siehe Kap. 2.2.1.1) zu Aktivierungen in assoziierten sensomotorischen Arealen des Gehirns. Bei späteren Wahrnehmungen der Objekte oder Handlungen wird in einem Top-down-Prozess eine partielle Reaktivierung dieser Areale hervorgerufen. Das bedeutet, dass in den erstellten perzeptuellen Codierungen auch prinzipielle Handlungsoptionen und -notwendigkeiten – Gibson (1979) nennt diese „Affordanzen“ – sowie motorische Informationen enthalten sind, die für eine Handlungsausführung notwendig sind (vgl. Barsalou, 1999). Hecht, Vogt und Prinz (2001) sowie Casile und Giese (2006) konnten zudem zeigen, dass sich Bewegungserfahrung nicht nur auf die eigene Bewegungsausführung auswirkt, sondern Wahrnehmung und Handlung dadurch auch in dem Maße beeinflusst werden, dass bedeutsame Auswirkungen bzgl. Bewegungserkennung und -diskrimination zu verzeichnen sind. Dem motorischen System kommt dabei jedoch nicht nur bei Beobachtungen und Vorstellungen von vom Individuum selbst reproduzierbaren Handlungen eine entscheidende Rolle zu, sondern auch bei abstrakten, nicht-biologischen Prädiktionsaufgaben in der Umwelt (vgl. Beilock & Hohmann, 2010; Hohmann et al., 2010).

Im Bereich der *embodied action* steht das implizite Wissen des Individuums über anatomische sowie biomechanische Möglichkeiten und Limitationen des eigenen Körpers im Mittelpunkt. Dieses Wissen beeinflusst die Wahrnehmung und kann positive Auswirkungen auf Problemlöseprozesse haben (Hohmann et al., 2010).

Constraints-led Modell

Das *Constraints-led Modell* („einschränkungsgeleitetes Modell“; Newell, 1986; Newell & McDonald, 1994; Newell & Vaillancourt, 2001; Williams, Davids & Williams, 1999; Williams, Janelle & Davids, 2004) wurde als theoretischer Ansatz entworfen, um die verschiedenen Erklärungsansätze für motorisches Lernen und motorische Kontrolle aus der kognitiven Psychologie, der ökologischen Psychologie sowie den dynamischen Systemtheorien so zu vereinen, dass dadurch eine Erklärung für das Erlernen sämtlicher motorischer Fertigkeiten gegeben werden kann.

An dieser Stelle soll das Modell jedoch als weiterer (theoretischer) Beleg für die enge Verbindung von Wahrnehmung und Handlung angeführt und erläutert werden.

Die Ausgangsbasis des Modells stellen drei Kategorien von Einschränkungen dar, die allesamt Einfluss auf Wahrnehmung und Handlung eines Sportlers und damit (indirekt) auf seine motorische Koordination ausüben. Bei den drei Kategorien handelt es sich um organismische, umweltbezogene und aufgabenbasierte Einschränkungen (vgl. Abbildung 13). Diese Unterteilung stimmt mit der überein, die bereits Nitsch (1975) für die Merkmale sportlichen Handelns vorgenommen hat (vgl. auch Nitsch, 2004). Die organismischen Einschränkungen umfassen verschiedene physische und physiologische Aspekte einer Person, wie z. B. Körpergewicht und -größe sowie synaptische Verbindungen, die für die Kontrolle kognitiver Prozesse und Körperfunktionen verantwortlich sind. Diese Faktoren werden ihrerseits beeinflusst durch genetische Disposition, Ernährung, Entwicklungsverlauf und – im Bereich des Sports – auch von der Trainingserfahrung. Zu den umweltbezogenen Einschränkungen sind externale Faktoren wie z. B. Schwerkraft, natürliche Temperatur und Lichtintensität zu zählen (vgl. Newell & McDonald, 1994). Die Einschränkungen, die durch die Aufgabenstellung vorgegeben werden, umfassen nach Newell (1986) in einem experimentellen Kontext bspw. das Ziel der Aufgabe, die Regeln, wonach die Probanden ihre Antworten abgeben können sowie den Versuchsaufbau (vgl. Cañal-Bruland & Williams, 2010; Vickers, 2007).

Die drei grundlegenden Kategorien der Einschränkungen beeinflussen in direkter Weise den sogenannten Wahrnehmungs-Handlungs-Kreis eines Individuums, dessen Aufgabe es ist, in der Umgebung, in der eine Bewegung stattfinden soll (perceptual-motor workspace), nach relevanten Informationen für die Handlungsausführung zu suchen und diese zu verarbeiten. Zunächst handelte es sich bei dem Wahrnehmungs-Handlungs-Kreis noch um ein abstraktes Konzept (vgl. Newell & McDonald, 1994), das erst durch den Fortschritt in der Entwicklung mobiler Blickerfassungsgeräte (Eye-Tracker) konkretisiert werden konnte. Dadurch wurde es möglich, die Beziehung zwischen dem Blickverhalten des Probanden und seiner physikalischen Handlung zu spezifizieren. Die Resultate der Untersuchungen, die sich dieses methodischen Vorgehens bedienen, lassen darauf schließen, dass nicht nur ein genereller Wahrnehmungs-Handlungs-Kreis für sämtliche motorischen Aufgaben existiert, sondern dass die menschliche Wahrnehmung – operationalisiert über das Blickverhalten – bei sportlichen Aktivitäten in Abhängigkeit von der auszuführenden Handlung drei übergeordneten Aufgabentypen und damit verbundenen Wahrnehmungs-Handlungs-Kreisen zugeordnet werden kann: Den *Zielaufgaben* (targeting tasks), den *Abfangaufgaben unter Zeitdruck* (interceptive timing tasks) und den *taktischen Aufgaben* (tactical tasks) (vgl. Abbildung 13). Manche sportlichen Aufgaben erfordern nur eine dieser Blickkontroll-Kategorien, andere hingegen benötigen alle drei. Die lässt sich am Beispiel des Fußball-Torhüters verdeutlichen: Die Blickkontrolle bei seiner primären Aufgabe, dem Abfangen eines Torschusses (interceptive timing task), unterscheidet sich von dem Blickverhalten, dass er beim

Spielen eines Passes zu einem Mitspieler (targeting task) oder beim „lesen“ des Spielverlaufs (tactical task) anwendet. Um einen auf das Tor geschossenen Ball abwehren zu können, muss der Torhüter sein Blickverhalten an die unterschiedlichen Phasen des Ballfluges anpassen. Zu Beginn steht die *Objekterkennung*, die durch Fixationen und Blickfolgebewegungen des Balles gekennzeichnet ist und eine erste Orientierung darstellt. In der darauffolgenden Phase der *Objektverfolgung* werden Folgebewegungen der Augen eingesetzt, um das Abbild des Balles auf der Fovea möglichst stabil zu halten und dessen Geschwindigkeit und ggf. Drall erfassen zu können. Der Einsatz von Folgebewegungen ist hierbei allerdings nur bis zu einer Ballgeschwindigkeit von ca. 100°/sek. möglich (vgl. z. B. Eysel, 2006). Liegt die Geschwindigkeit höher muss der Blick des Torhüters Sakkaden vollziehen, um das Objekt visuell wieder „einzufangen“. In der letzten Phase, der *Objektkontrolle*, werden erneut Fixationen oder kleinere Folgebewegungen verwendet, um den Blick kurz vor dem Abfangen auf dem Ball stabil zu halten. Das Blickverhalten in Vorbereitung auf einen Pass zum Mitspieler erfordert dagegen keine solch große Variabilität und dient lediglich zu dessen räumlicher Lokalisierung. Für die erfolgreiche Analyse taktischer Spielsituationen ist es notwendig, dass sich der Torwart darüber bewusst ist, auf welchen Bereich der Szenerie er seinen Blick lenken muss, um möglichst viele relevante Informationen aufnehmen zu können. Experten zeichnen sich diesbezüglich dadurch aus, dass sie durch Einsatz des synthetischen Blickverhaltens ihren Blick im Zentrum der beobachteten Szenerie fixieren und über die Peripherie Informationen in größere Chunks zusammenfassen können. Novizen hingegen wenden in vergleichbaren Situationen durch ein analytisches Blickverhalten (siehe Kap. 2.2.1.1) eine weniger effektive Strategie an, indem sie einzelne Objekte oder Orte direkt fixieren und somit häufiger Blicksprünge vollziehen müssen, während denen die Informationsaufnahme unterdrückt ist. Zusammenfassend kann herausgestellt werden, dass ein bestimmtes Blickverhalten je nach Aufgabentyp zielführender als ein anderes ist und dass diese Fähigkeit ein entscheidender Faktor sowohl für die sportliche Expertise als auch für die Ausführung sportlicher Handlungen ist (vgl. Vickers, 2007).

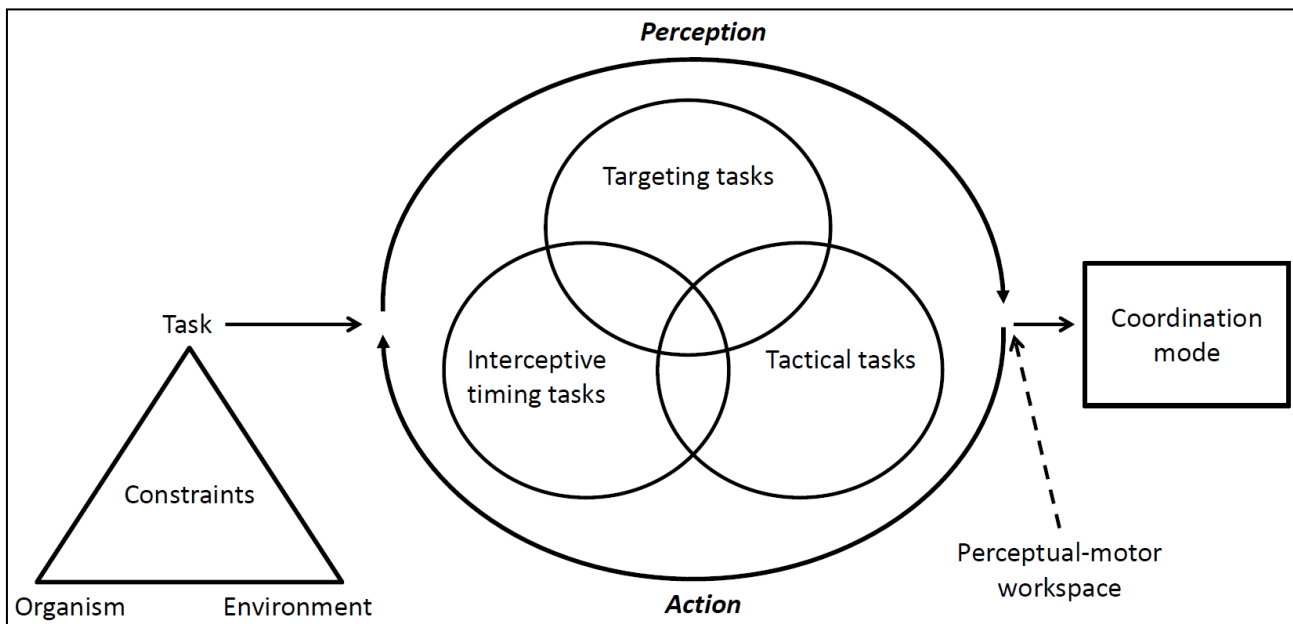


Abbildung 13. Das Constraint-led Modell incl. der drei Kategorien der Blickkontrolle (mod. nach Swinnen, Heuer, Massion & Casaer, 1994).

2.2.1.3 Bewegungswahrnehmung

Physiologisch lässt sich die *Wahrnehmung von Bewegungen* durch das *Reafferenzprinzip* (von Holst & Mittelstaedt, 1950) erklären. Die Bewegungswahrnehmung hängt von drei Arten von Signalen ab: Einem *motorischen Signal* an die Augenmuskeln, einer *Efferenzkopie* (einer Kopie des motorischen Signals) und einem *afferenten Signal*, das durch Stimulation der Rezeptoren auf der Retina entsteht. Ob in einer Szenerie Bewegung wahrgenommen wird, hängt davon ab, ob die Efferenzkopie, das afferente Signal oder beide zu einer Struktur namens *Komparator* gelangen. Überwiegt im Komparator entweder die Efferenzkopie oder das afferente Signal, wird Bewegung wahrgenommen. Gelangen beide Signale gleichzeitig zum Komparator, heben sie sich gegenseitig auf, so dass kein Bewegungseindruck vermittelt wird (vgl. Goldstein, 2008).

Innerhalb des Themenkomplexes der Wahrnehmung ist die Bewegungswahrnehmung für Antizipationsleistungen im Sport von besonderer Bedeutung. In Mannschaftssportarten ist es für einen erfolgreichen Spielverlauf bspw. unabdingbar, Bewegungsrichtungen von Mit- und Gegenspielern oder die Flugkurve bzw. den Auftreffpunkt des Balles möglichst präzise vorhersehen zu können. Es lassen sich in einer Spielsituation somit zwei verschiedene Arten von Bewegungen wahrnehmen: Biologische Bewegungen, die weiter in Eigen- und Fremdbewegungen unterteilt werden können und (nicht-biologische) Objektbewegungen (vgl. Abbildung 14).

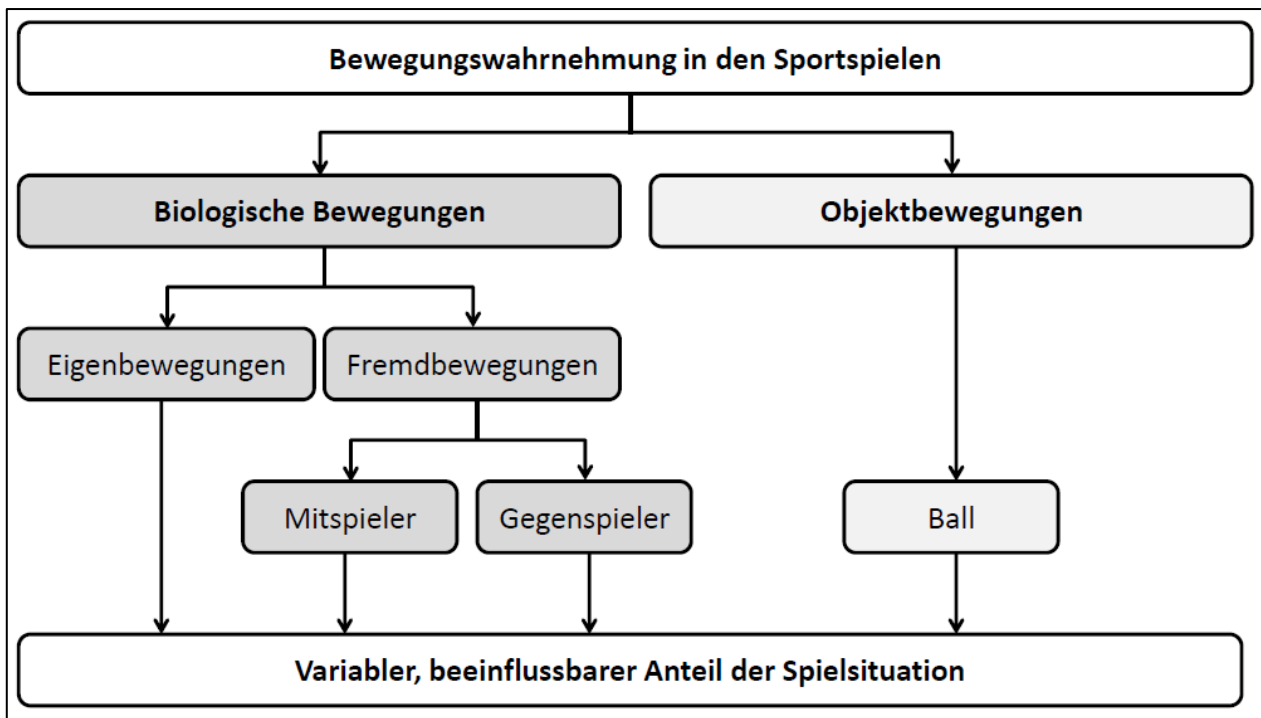


Abbildung 14. Bewegungswahrnehmung in den Sportspielen (mod.nach Gabler, 2004; in Anlehnung an Konzag & Konzag, 1981).

Die sich im Verlauf eines Spiels ständig verändernden Spielsituationen verlangen von jedem beteiligten Akteur ein hohes Maß an Flexibilität, Umschaltfähigkeit und Genauigkeit von Wahrnehmung und Aufmerksamkeit (bzgl. Aufmerksamkeit siehe Kap. 2.2.2).

Wahrnehmung von Eigenbewegungen

Die Wahrnehmung von Eigenbewegungen kann mit dem Konzept des *optischen Flusses* (Optic flow; Gibson, 1950) erklärt werden. Der optische Fluss beschreibt die visuell wahrgenommene Bewegung von Objekten in Relation zur Bewegung des Beobachters. Das Ausmaß des optischen Flusses wird über den „Bewegungsgradienten“ (Gibson, 1979) beschrieben, der eine Funktion der Entfernung vom Beobachter zum Beobachteten ist. Der Bewegungsgradient liefert somit Informationen über Bewegungsgeschwindigkeit und -richtung. Bei der Wahrnehmung des optischen Flusses entsteht für den Betrachter ein Punkt, in dem keine Bewegung sichtbar ist. Dies ist der sogenannte „Expansionspunkt“ (focus of expansion, FOE), der sich am Zielpunkt der Bewegung befindet und dem Betrachter Informationen über seine Bewegungsrichtung liefert. Die Bewegung des Beobachters erzeugt also einen optischen Fluss, der wiederum Informationen liefert, um weitere zielgerichtete Bewegungen zu steuern. Ein weiteres wichtiges Merkmal des optischen Flusses ist, dass der Beobachter über ihn invariante (unter verschiedenen Bedingungen konstant bleibende) Informationen bezieht. Diese Informationen werden geliefert, solange sich der Beobachter bewegt, da der optische Fluss unabhängig von der Position des Beobachters auftritt. Beim Expansionspunkt handelt es sich ebenfalls um

eine invariante Information, da er immer in der Fortsetzung der Bewegungsrichtung des Beobachters liegt (vgl. Eysenck & Keane, 2013; Goldstein, 2008). Zusätzlich zum optischen Fluss stehen dem Menschen noch andere Strategien zur Verfügung, um die eigene Bewegungsrichtung und -geschwindigkeit zu ermitteln. Diese werden bspw. in der Dunkelheit benötigt, wenn keine Flussinformationen zur Verfügung stehen (vgl. z. B. Fajen & Warren, 2007; Harris & Rogers, 1999; Rushton, Harris, Lloyd & Wann, 1998; Sun, Campos, Young, Chan & Ellard, 2004).

Wahrnehmung von Fremd- und Objektbewegungen

Bei der Wahrnehmung von Fremdbewegungen handelt es sich im sportlichen Kontext meist um die Wahrnehmung *biologischer Bewegungen*. Der Begriff biologische Bewegung wurde von Gunnar Johansson (1973, 1976) als Bezeichnung für Bewegungsmuster, die für sich fortbewegende, lebende Organismen charakteristisch sind, eingeführt. Sie unterscheidet sich vor allem durch das höhere Maß an Komplexität von einfachen mechanischen Bewegungen. Frühe Untersuchungen mittels der von Johansson entwickelten *Point-Light-Technik* (siehe Kap. 3.2.1) konnten bereits belegen, dass die Darbietung kinematischer Bewegungsmuster ausreicht, um menschliche Bewegungen als solche wahrnehmen zu können (vgl. Cutting & Kozlowski, 1977; Johansson, 1973). Weiterführende Point-Light-Studien konnten nachweisen, dass auf Basis der wahrgenommenen biologischen Bewegung Identifizierungen der handelnden Person (vgl. z. B. Loula, Prasad, Harber & Shiffrar, 2005; Troje, Westhoff & Lavrov, 2005) und der ausgeführten Handlung (vgl. z. B. Dittrich, 1993; Norman, Payton, Long & Hawkes, 2004) möglich sind. Zudem genügen Point-Light-Animationen realer Personen, um deren emotionalen Zustand zu erkennen (vgl. z. B. Dittrich, Troscianko, Lea & Morgan, 1996; Walk & Homan, 1984).

Die Wahrnehmung biologischer Bewegungen ist daher mehr als die Verknüpfung von klassischer Objektwahrnehmung und Geschwindigkeitsberechnungen. Das Ziel einer Modellbildung zur Erklärung dieser besonderen Art der Wahrnehmung besteht darin, einfache, basale Wahrnehmungsmechanismen zu suchen, die in Abhängigkeit der Komplexität der Wahrnehmungsaufgabe miteinander kombiniert werden können. Diese Mechanismen lassen sich drei unterschiedlichen Ebenen zuordnen (vgl. Munzert & Raab, 2009). Die erste Ebene bezieht sich auf die *sensomotorische Informationsaufnahme*, die die Ausführung der Motorik unterstützt. Im Sinne der ökologischen Wahrnehmungspsychologie (Gibson, 1982) wird hierbei von einer direkten Parameterwahrnehmung, der „direkten Parameterspezifikation“ (Neumann, 1989), ausgegangen, durch die die sensorische Kontrolle von Verhaltensparametern ohne zwischengeschaltete kognitive Prozesse erfolgen kann. Dies ist jedoch nicht als kategorische Notwendigkeit zu verstehen; bei hochkomplexen Ausführungskontexten – bei denen es eher um möglichst präzise statt möglichst schneller Ausführungen geht – ist es unwahrscheinlich, dass eine Reizinformation die motorische Reaktion automatisch steuert (vgl. Blichke & Munzert, 2003). Ein Beispiel für die direkte Parameterspezifikation ist der in der Wahrneh-

mungs- und Motorikforschung viel diskutierte Parameter „tau“ (Lee, 1976), der es einem Beobachter ermöglicht, den Kollisionspunkt mit einem Objekt („Time-to-Contact“, TTC) aufgrund der retinalen Vergrößerung und der retinalen Geschwindigkeit dieses Objektes (also durch die Expansionsrate der Projektion) vorherzusagen. Dabei ist es irrelevant, ob sich ein Objekt auf den Betrachter oder der Betrachter selbst sich auf ein Objekt zubewegt. Entfernungsinformationen werden dabei nicht benötigt. Tresilian (1999) führt eine Reihe von Fangaufgaben an, bei denen tau jedoch nur eingeschränkt zur Anwendung kommen kann (z. B. wenn das abzufangende Objekt eine unregelmäßige Form besitzt (Rugby) oder der Treffpunkt des Objektes relativ weit vom Auge entfernt ist). Das bedeutet, dass der Mensch neben tau noch weitere Wahrnehmungsprozesse verwenden muss, um TTC zu antizipieren. Ein weiterer Aspekt, der für zusätzliche Wahrnehmungsprozesse spricht, ist, dass das tau-Konzept auf einer monokularen Strategie basiert, obwohl bspw. für Fangaufgaben die Binokularität eine wichtige Rolle spielt. Abhilfe für das Problem der Monokularität bei tau liefert ein Modell von Rushton und Wann (1999), in das die binokulare Disparität einfließt. Eine weitere Möglichkeit, TTC aufgrund räumlicher Parameter des Ballfluges vorherzusagen, liegt in der Berücksichtigung des Winkels zwischen der Ausrichtung des Blickwinkels und der Horizontalen („Gaze Strategie“; vgl. McLeod & Dienes, 1993; Michaels & Oudejans, 1992). Die Gaze-Strategie funktioniert allerdings nicht, wenn das Objekt direkt auf den Beobachter zufliegt, also ein Winkel von 0° zwischen Auge und Objekt besteht. In einem solchen Fall kann wiederum die tau-Strategie angewendet werden. Daher wird für die Bewältigung vieler Fangaufgaben eine Kombination aus Gaze- und tau-Strategie als sinnvoll erachtet (vgl. Conzelmann et al., in Druck; Munzert, 2006; Munzert & Raab, 2009). McBeath, Shaffer und Kaiser (1995) schlagen die Strategie der „linearen optischen Trajektorie“ (LOT) für die Vorhersage des TTC vor. Die Entwicklung dieser Strategie basiert auf einer Untersuchung im Baseball, bei der die Frage im Mittelpunkt stand, wie ein Outfield-Spieler einen Ball fangen kann, der über 100 Meter von seinem Standort entfernt geschlagen wird. LOT basiert darauf, dass der Spieler seinen Laufweg so gestaltet, dass der Ball aus seiner Perspektive eine gerade Linie beschreibt. Der Ball behält auf diese Weise immer seine optische Position direkt über dem Spieler. Kurz vor dem Bodenkontakt des Balles ist der Spieler (bei entsprechender Geschwindigkeit) an der entsprechenden Position, um den Ball zu fangen. Auch diese Theorie lässt Spielraum für Kombinationen mit anderen Wahrnehmungsstrategien (vgl. Goldstein, 2008).

Die beiden weiteren Ebenen der Wahrnehmungsmechanismen, die *Feature-Wahrnehmung* und die *wissensbasierte Wahrnehmung*, sind der semantischen Informationsaufnahme zuzuordnen, die der Identifikation und Interpretation des Umfelds dient. Im Zusammenhang mit der Antizipation bewegungsrelevanter Merkmale aus biologischen Bewegungen spielt vor allem die kognitiv durchdrungene Feature-Wahrnehmung eine wichtige Rolle. Die Features können allerdings nicht direkt wahrgenommen werden, sie setzen interne Repräsentationen dieser Merkmale voraus. Dabei ist der Zugriff auf umfangreiche und differenzierte Wis-

sensrepräsentationen hilfreich, um möglichst frühzeitig handlungsrelevante Hinweisreize identifizieren und interpretieren zu können. Die Feature-Wahrnehmung wird primär im Kontext der Expertiseforschung untersucht (siehe Kap. 3.1.3; vgl. Munzert & Raab, 2009). Die wissensbasierte Wahrnehmung zeichnet sich durch kognitive Prozesse höherer Ordnung aus, die durch die Kombination aus situativen Informationen und Wissensbeständen im Gedächtnis determiniert werden und im sportlichen Kontext vor allem Relevanz für das Denken und Entscheiden besitzen (vgl. Conzelmann et al., in Druck).

2.2.2 Psychologische Grundlagen der visuellen Aufmerksamkeit

Ein weiterer entscheidender kognitiver Prozess, von dem u. a. die Qualität von Antizipationsleistungen abhängt, ist die *Aufmerksamkeit*. Es besteht mittlerweile größtenteils Konsens darüber, dass sich der Prozess der Aufmerksamkeit aus mehreren Facetten, wie z. B. der auditiven oder visuellen Aufmerksamkeit aber auch der Aufmerksamkeit in der perzeptuellen Verarbeitung und in der Reaktionserzeugung, zusammensetzt. Informationen werden in den verschiedenen Wahrnehmungssystemen simultan verarbeitet. Dieser Parallelismus in der menschlichen Kognition setzt sich jedoch nicht durch das gesamte informationsverarbeitende System fort. Die Limitation, dass zu einer bestimmten Zeit nur einem einzigen Aspekt der Umwelt Aufmerksamkeit beigemessen werden kann, wird durch einen Engpass oder „Flaschenhals“ (bottleneck) hervorgerufen. Sobald solch ein Engpass auftritt, muss durch kognitive Prozesse selektiert werden, welchen Teilbereichen einer Situation Aufmerksamkeit gewidmet werden soll und welche Komponenten vernachlässigt werden können (vgl. Anderson, 2007). Diese Aufmerksamkeitszuwendung kann beobachtet und aus dem Verhalten einer Person geschlossen werden. Aufmerksamkeit stellt somit ein hypothetisches Konstrukt dar, mit dem das beobachtete Verhalten beschrieben und begründet werden soll. Der Begriff der Aufmerksamkeit wird im Allgemeinen meist „als Oberbegriff für gerichtete und eingegrenzte Wahrnehmung verwandt“ (Gabler, 2004, S. 180).

Im Bereich der visuellen Informationsverarbeitung wird bereits auf der Stufe der Informationsselektion deutlich, dass hier ein Wahrnehmungseingpass („Flaschenhals“) auftreten kann, der eine parallele Wahrnehmung mehrerer Informationen ausschließt. Aus diesem Grund muss die Entscheidung getroffen werden, welcher Bereich der Umwelt foveal fixiert wird. Dadurch wird auch festgelegt, welcher Informationsquelle der größte Teil der visuellen Verarbeitungsressource zur Verfügung gestellt wird. Weiteren Informationsquellen in der beobachteten Szenerie, die lediglich peripher erfasst werden, wird nur ein geringer Teil der Verarbeitungsressource zugeteilt. Normalerweise findet die Aufmerksamkeitslenkung auf den Teil des visuellen Feldes statt, der fixiert wird. Dieser Aspekt ist grundlegend für den Einsatz von Systemen zur Blickbewegungserfassung (für Erläuterungen von Ausnahmen dieser Regel und Beschreibung der Methode der Blickbewegungserfassung siehe Kap. 3.2.2.2). Bis vor einigen Jahren wurde noch davon ausgegangen,

dass Aufmerksamkeit und Blickbewegungen voneinander entkoppelt betrachtet werden können. Eine Reihe von Studien, vor allem aus den Disziplinen der Kognitionspsychologie und der Neurowissenschaften, konnten jedoch überzeugende Belege dafür anführen, dass unter bestimmten Voraussetzungen ein Blicksprung auch immer mit einer Verschiebung der Aufmerksamkeit einhergeht (vgl. Corbetta, 1998; Deubel & Schneider, 1996; Henderson, 2003; Kowler, Anderson, Doshier & Blaser, 1995; Kustov & Robinson, 1996; Shepherd, Findlay & Hockey, 1986). Probanden war es in entsprechenden Untersuchungen nicht möglich, Sakkaden zu einem neuen Ziel zu vollführen und gleichzeitig ihre Aufmerksamkeit auf dem Ort der vorangegangenen Fixation zu belassen. Es konnte gezeigt werden, dass nach der Ausführung einer Sakkade eine Verschiebung der Aufmerksamkeit in die Richtung erfolgt, in die der Blicksprung stattfand. Diese Erkenntnis konnte durch Untersuchungen mit bildgebenden Verfahren bestätigt werden, die gemeinsame neuronale Strukturen für die Blickbewegungen und die Verschiebung der visuellen Aufmerksamkeit im Parietal- und Frontallappen nachgewiesen haben (vgl. Vickers, 2007). Ausgehend von diesen Erkenntnissen wurden in den letzten Jahrzehnten etliche Aufmerksamkeitsmerkmale definiert, von denen die in der Forschungslandschaft aktuell favorisierten in Kapitel 2.2.2.1 zusammenfassend beschrieben werden. Anschließend wird in Kapitel 2.2.2.2 ein kurzer Überblick über die gängigsten Modelle bzgl. der selektiven visuellen Aufmerksamkeit gegeben. Kapitel 2.2.2.3 stellt den Zusammenhang zwischen Aufmerksamkeit und Bewusstsein dar und erläutert dessen Bedeutung für sportliche Handlungen.

2.2.2.1 Merkmale

Im Verlauf der wissenschaftlichen Auseinandersetzung mit dem Themenbereich der Aufmerksamkeit postulierten diverse Forschergruppen verschiedene *Aufmerksamkeitsmerkmale*. Die im Folgenden erörterten Aufmerksamkeitsmerkmale widersprechen einander dabei nicht prinzipiell, teilweise ergänzen sie sich. Gelegentlich werden dieselben Aufmerksamkeitsmerkmale von verschiedenen Autoren mit unterschiedlichen Termini versehen. Die dargestellten Strukturierungen der Aufmerksamkeitsmerkmale sind exemplarisch ausgewählt worden, diverse andere Forscher wählen eine andere Struktur oder differenzieren bestimmte Aspekte mehr oder weniger deutlich (vgl. z. B. Gabler, 2004).

Wiemeyer (2002) definiert als zentrale Aspekte der Aufmerksamkeit die *Intensität* und *Selektivität*, die durch die weiteren Merkmale *Umfang*, *Richtung*, *Umschaltfähigkeit* und *Schwankung* ergänzt werden. Der im Rahmen des Constraints-led Modells (siehe Kap. 2.2.1.2) vorgestellte Einfluss durch Person, Situation und Aufgabe auf die Wahrnehmung im Allgemeinen, trifft hierbei in besonderem Maße auch auf die Aufmerksamkeit zu. Furley und Memmert (2009) nennen mit Bezug auf diverse andere Forschergruppen (z. B. Coull, 1998; Mirsky, Anthony, Duncan, Ahearn & Kellam, 1991; van Zomeren & Brouwer, 1994) vier Subprozesse der Aufmerksamkeit: Neben den auch von Wiemeyer angeführten Prozessen der *selektiven Auf-*

merksamkeit und der *Umschaltfähigkeit* (hier in engem Zusammenhang mit *Aufmerksamkeitsorientierung* zu sehen), werden die Aspekte der *geteilten Aufmerksamkeit* und der *Konzentration* differenziert, die bei Wiemeyer Bestandteil des Merkmals *Intensität* sind. Ebenso wie die von Furley und Memmert (2009) aufgeführte Differenzierung der Aufmerksamkeitsmerkmale unterscheidet auch das *Modell der Aufmerksamkeitsregulation* von Nideffer (1976) bzw. Nideffer und Sagal (2002) vier Formen der Aufmerksamkeit. Die Systematisierung wird hierbei jedoch anhand der beiden Dimensionen *weite vs. enge* und *internale vs. externale Aufmerksamkeit* durchgeführt. Die Dimension der weit oder eng gefassten Aufmerksamkeit ist inhaltlich mit den oben aufgeführten Merkmalen (z. B. der Aufmerksamkeitsintensität) vergleichbar. Sowohl internale als auch externale Aufmerksamkeit können weit oder eng gefasst sein. Da diese vier Aufmerksamkeitsregulationsprozesse nicht parallel in gleicher Intensität angewendet werden können, stellt auch hier die situationsangemessene Umschaltfähigkeit eine wichtige Komponente dar (vgl. Conzelmann et al., in Druck). Im Folgenden werden die von den unterschiedlichen Forschergruppen angeführten Aufmerksamkeitsmerkmale eingehender beschrieben.

Das Aufmerksamkeitsmerkmal der *Intensität* kann durch die beiden Pole *Konzentration* und *Distribution* (geteilte Aufmerksamkeit) spezifiziert werden. Konzentration stellt eine gesteigerte Intensitätsform der Aufmerksamkeit dar, die sich auf einen engen Ausschnitt des potentiell möglichen Wahrnehmungsumfangs beschränkt und diesen besonders intensiv betrachtet, wohingegen bei der Distribution die Aufmerksamkeit weit gestreut bleibt. Distribution wird dann notwendig, wenn die Aufmerksamkeit parallel auf mehrere Informationsquellen und/oder Aufgaben gerichtet werden muss (vgl. Conzelmann et al., in Druck). Die Konzentration kann sich auf externale Reize oder auch auf internale Vorgänge (z. B. Gedanken) beziehen. In Abgrenzung zum übergeordneten Begriff der Aufmerksamkeit, der die mehr oder weniger bewusste Verarbeitung selektierter Reize bezeichnet, wird Konzentration als willentlicher Prozess verstanden, der gewährleistet, dass ausschließlich solchen Reizen Aufmerksamkeit zuteilwird, die für die aktuelle Situation Relevanz besitzen (vgl. Beckmann, 1991). Die Fähigkeit zur Konzentration ist eng mit weiteren kognitiven sowie emotionalen und motivationalen Prozessen verbunden. Eine erhöhte emotionale Erregung kann sich bspw. negativ auf die Konzentrationsfähigkeit auswirken. Aus diesem Grund kann Konzentration nicht als eindimensionale Fähigkeit kategorisiert werden, sondern muss als mehrdimensionales Verhaltenskonstrukt betrachtet werden (vgl. Gabler, 2004; Wegner, 1994; Wegner & Janssen, 2005). Das „Zwei-Phasen-Modell der Aufmerksamkeit“ von Beckmann (1991) unterscheidet zwei Wege der Konzentrationslenkung. Zum einen kann die Konzentration aktiv auf eine bevorstehende Aufgabe oder auf Objekte gelenkt werden, um diesbezüglich irrelevante Aspekte auszublenden. Der Nachteil dieses Vorgehens liegt darin, dass es durch die bewusste Steuerung selbst bereits einen Teil der Verarbeitungskapazität beansprucht. Zum anderen besteht die Möglichkeit, dass eine hohe Konzentration durch das „Aufgehen“ in einer Aufgabe erzeugt wird. Hierbei treten auf-

gabenimmanente Aspekte so stark in den Vordergrund, dass die Aufmerksamkeit ohne willentliche Anstrengung direkt auf sie gelenkt wird und anderen Reizen keinen Zugang zu tieferer Verarbeitung ermöglicht. Dieser Vorgang – der auf das „Flow-Konzept“ von Csikszentmihalyi (1987, 1992) verweist – bietet den Vorteil, dass er selbst keine Verarbeitungskapazität benötigt, was als Voraussetzung für eine optimale (sportliche) Leistung angesehen werden kann (vgl. Gabler, 2004).

Das zweite zentrale Merkmal der Aufmerksamkeit, die *Selektivität*, bezieht sich auf die Auswahl bestimmter Stimuli. Ziel der Selektion ist es, die Stimuli aus der Maße an dargebotenen Reizen auszuwählen, die die beabsichtigte Handlungsrealisierung funktional unterstützen (vgl. Conzelmann et al., in Druck). Im Kontext der Sportspiele übt der Aspekt der selektiven Aufmerksamkeit allerdings nicht nur positiven Einfluss auf die beteiligten Sportler aus, er kann auch negative Konsequenzen hervorrufen. Problematisch wird die Selektivität dann, wenn die aktuelle Situation vom Sportler eine simultane Teilung der Aufmerksamkeit (z. B. auf Mit- und Gegenspieler sowie Ballflug) verlangt (vgl. Abernethy, 2001; Furley & Memmert, 2009). Von der selektiven Aufmerksamkeit, die aufgrund ihrer Zuwendung zu bestimmten Sachverhalten als räumlicher Prozess verstanden werden kann, ist die *Vigilanz* zu unterscheiden, bei der es sich um eine allgemeine Aufmerksamkeitserhöhung handelt, die einen örtlich unbestimmten, zeitlichen Prozess darstellt. Vigilanz beschreibt einen quantifizierbaren Zustand des Organismus, dessen Ausprägungen in einem Kontinuum von hellwach bis komatös reichen. Fernandez-Duque und Posner (1997) konnten nachweisen, dass die beiden Aufmerksamkeitsprozesse der Selektivität und der Vigilanz unabhängig voneinander ablaufen, die selektive Aufmerksamkeit somit auch nicht durch den Grad der Vigilanz beeinflusst wird (vgl. Spitzer, 2002).

Zwischen der selektiven Aufmerksamkeit und der *Aufmerksamkeitsorientierung* besteht ein enger Zusammenhang, da beide Prozesse die Lenkung der Aufmerksamkeit beeinflussen. Während die selektive Aufmerksamkeit jedoch eine Auswahl zwischen unterschiedlichen Stimuli trifft, bezieht sich die Aufmerksamkeitsorientierung lediglich auf einen besonders auffälligen (salienten) Stimulus des Wahrnehmungsfeldes. Meistens wird die Aufmerksamkeitsorientierung als die Fähigkeit bezeichnet, diverse Reize im Raum schnell zu detektieren, die Aufmerksamkeit dorthin zu lenken und bei Auftreten eines neuen relevanten Reizes von dort wieder zu entfernen (vgl. Furley & Memmert, 2009). Innerhalb dieses Konzeptes kann laut Vickers (2007) differenziert werden zwischen offener und verdeckter Aufmerksamkeitsorientierung. Bei der offenen Orientierung sind Blick und Aufmerksamkeit auf dasselbe Objekt oder denselben Reiz gelenkt. Bei der verdeckten Aufmerksamkeitsorientierung unterscheiden sich die Positionen des Blickes und der Aufmerksamkeit (bzgl. der negativen Auswirkungen dieses Verhaltens auf die Interpretation von Blickbewegungserfassungen siehe Kap. 3.2.2.2).

Die *Umschaltfähigkeit* umschreibt einen ähnlichen Vorgang wie die Aufmerksamkeitsorientierung. Betont werden hierbei die Fähigkeiten zum Wechsel zwischen ei-

ner verteilten und einer konzentrierten Aufmerksamkeit sowie zur flexiblen Ausrichtung der Aufmerksamkeit auf verschiedene Merkmale (vgl. Cañal-Bruland, 2007). Weitere Aufmerksamkeitsmerkmale sind laut Wiemeyer (2002) der *Aufmerksamkeitsumfang*, der die Anzahl der Objekte beschreibt, die auf einmal erfasst werden können (vgl. Häcker & Stapf, 2009), sowie die *Aufmerksamkeitsschwankung*, mit der die Veränderung der Aufmerksamkeitsintensität bei anhaltender Konzentration auf einen Reiz umschrieben wird. Hintergrund dieser Schwankungen ist die Tatsache, dass die Aufmerksamkeit aufgrund von Habituation nicht über einen längeren Zeitraum hinweg in gleicher Intensität auf einen Reiz gerichtet bleiben kann (vgl. Häcker & Stapf, 2009).

Abbildung 15 bietet zusammenfassend einen Überblick der genannten Aufmerksamkeitsmerkmale sowie – soweit differenzierbar – der Pole innerhalb dieser Merkmale.

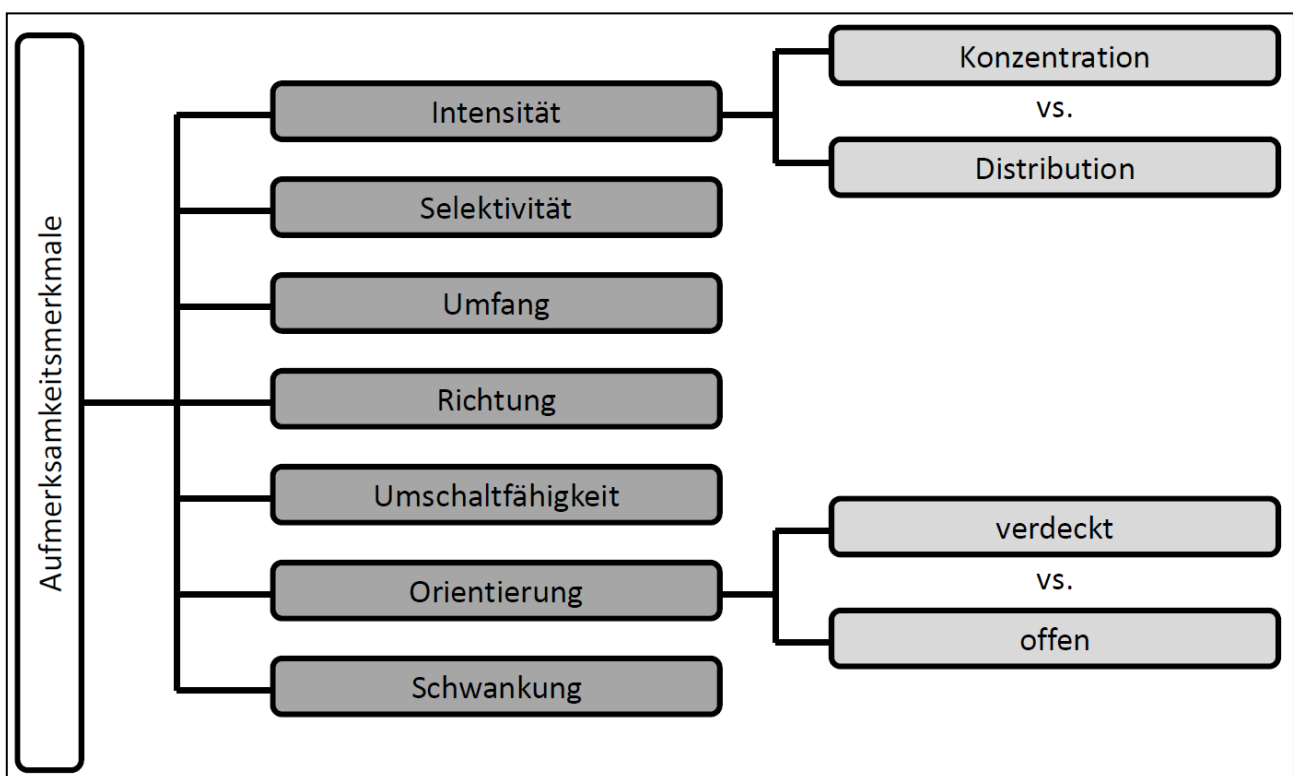


Abbildung 15. Aufmerksamkeitsmerkmale und deren Pole.

2.2.2.2 Selektivität

Ein Schwerpunkt in der Forschung zur visuellen Aufmerksamkeit liegt in der Untersuchung der Mechanismen, die der Selektivität der Aufmerksamkeit zugrunde liegen. Hierzu wurden verschiedene theoretische Modelle entwickelt, die einen gemeinsamen Kern in der Annahme haben, dass die Kapazität der visuellen Aufmerksamkeit limitiert ist und damit der Selektivität der Aufmerksamkeit eine entscheidende Rolle zukommt (vgl. Theeuwes, Kramer & Atchley, 1999). Diese gemeinsame Grundannahme führt zu einem teilweise hohen Anteil an inhaltlichen Überschneidungen zwischen den einzelnen Modellen. Ausgehend von dem be-

kanntesten Modell, der *Spotlight-Metapher* von Posner (1980), werden die Gemeinsamkeiten mit der *Zoom-Lens-Metapher* (Eriksen & St. James, 1986; Eriksen & Yeh, 1985) sowie der *Gradiententheorie des Aufmerksamkeitsfokus* (LaBerge & Brown, 1989) kurz dargelegt und deren Unterschiede hervorgehoben.

Die Spotlight-Metapher

Bei der *Spotlight-Metapher* (Posner, 1980) wird die Aufmerksamkeit mit einem beweglichen Scheinwerfer verglichen, dessen Lichtstrahl auf einen bestimmten Reiz fokussiert (konzentriert) ist, um (ausschließlich) diesen möglichst deutlich erfassen zu können. Es wird davon ausgegangen, dass der Durchmesser dieses attentionalen Scheinwerfers eine konstante Größe besitzt. Die Aufmerksamkeit kann als kontinuierlicher Vorgang von einem Reiz zu einem anderen verlagert werden. Auf Reize, die im Zentrum des Scheinwerfers liegen, kann schneller reagiert werden als auf Reize, die zunächst noch durch eine Bewegung aufgesucht werden müssen. Die Verlagerung eines engen Scheinwerferfokus auf andere Teile des visuellen Feldes nimmt eine gewisse Zeit in Anspruch, was je nach zu bewältigender Aufgabe mit Problemen verbunden sein kann (vgl. Anderson, 2007; Cañal-Bruland, 2007; Gabler, 2004). Bzgl. der Aufmerksamkeitsorientierung definiert Posner (1988) drei Steuerungsmechanismen: Zunächst löst der „Disengage“-Mechanismus die Aufmerksamkeit von einem Reiz, anschließend wird über den „Move“-Mechanismus die Verlagerung der Aufmerksamkeit von einem Reiz zu einem anderen umgesetzt, bevor mittels des „Engage“-Mechanismus die Aufmerksamkeit an den neuen Reiz gebunden wird.

Die Zoom-Lens-Metapher

Die Zoom-Lens-Metapher (Eriksen & St. James, 1986; Eriksen & Yeh, 1985) vergleicht die visuelle Aufmerksamkeit mit einer variablen Linse, die eine hohe Auflösung eines sehr kleinen Bereichs oder eine geringe Auflösung eines vergleichsweise großen Bereichs ermöglicht. Turatto, Benso und Umilta (1999) resümieren daraus, dass Größe bzw. Weite des Aufmerksamkeitsfokus in einem inversen Verhältnis zur Effizienz der Informationsverarbeitung steht. In Übereinstimmung mit der Spotlight-Metapher gilt auch hier die Annahme, dass Reize, die sich außerhalb des Fokus befinden, nicht verarbeitet werden können, während das Aufmerksamkeitssystem auf einen kleinen Bereich gerichtet ist (vgl. Cañal-Bruland, 2007).

Das Gradientenmodell

Das Gradientenmodell von Downing (1988) beinhaltet die Grundannahme, dass die Auflösung der Aufmerksamkeit des betrachteten Reizes vom Zentrum zur Peripherie hin abnimmt. Die Steigung dieses Gradienten ist variabel und wird durch die Aufgabenstellung determiniert. Die Weite des aufmerksam betrachteten Bereichs entspricht laut LaBerge und Brown (1989) unterschiedlichen Gradienten der Aufmerksamkeitsressourcen. Ein Gradient ist somit umso steiler, je enger der visuelle Aufmerksamkeitsfokus ausgerichtet ist und vice versa. Das Gradientenmodell lässt

– im Gegensatz zur Spotlight- und Zoom-Lens-Metapher – eine Weiterverarbeitung der Reize zu, die sich außerhalb des fokussierten Bereichs befinden. Die Qualität der Aufnahme und Weiterverarbeitung dieser Reize ist dabei abhängig von der Größe des Aufmerksamkeitsfokus und damit von der Steigung des Gradienten (vgl. Cañal-Bruland, 2007).

2.2.2.3 *Bewusstsein*

Historische Konzeptionen der Aufmerksamkeit gehen noch von einer starken Kopplung an das Bewusstsein aus (vgl. z. B. James, 1890). Zudem wurden Aufmerksamkeit und Bewusstsein als einheitliche Systeme dargestellt. Inzwischen wird jedoch die Ansicht vertreten, dass solch eine enge Verbindung von Aufmerksamkeit und Bewusstsein nicht haltbar ist (vgl. Shiffrin, 1997), da viele Aufmerksamkeitsphänomene unbewusst ablaufen (oder zumindest unbewusst abzulaufen scheinen). Eine Studie von Goodale und Milner (1992) deutet bspw. darauf hin, dass die unbewusste Nutzung visueller Informationen bei der Bewegungsausführung möglich ist (vgl. Wiemeyer, 2002). Mittlerweile wird daher zwischen *präattentiven* (nicht bewusst wahrgenommenen) und *attentiven* (bewusst wahrgenommenen) *Aufmerksamkeitsprozessen* differenziert. Dabei üben laut Schachter, McAndrews und Moscovitch (1988) präattentive Informationen zu einem späteren Zeitpunkt Einfluss auf attentive Prozesse aus (vgl. Munzert & Raab, 2009). Relativ verbreitet ist die Annahme, dass für ein attentives Erleben eine kontrollierte (selektive) Aufmerksamkeit notwendig ist, die mit einer erhöhten Beanspruchung kognitiver Ressourcen einhergeht (für einen Überblick widersprechender Thesen vgl. z. B. Wiemeyer, 2002). Den Gegenpol zur kontrollierten Aufmerksamkeit stellen automatisierte (generelle) Prozesse dar (Shiffrin & Schneider, 1977), die im Allgemeinen keiner Aufmerksamkeit bedürfen. Kontrollierte und automatisierte Aufmerksamkeit sind dabei nicht klar voneinander abgrenzbar, sondern gehen kontinuierlich ineinander über (vgl. Birbaumer & Schmidt, 2006; Gerrig & Zimbardo, 2008). Für die sportwissenschaftliche Forschung besitzt diese Erkenntnis vor allem für die Bereiche des motorischen und kognitiven Lernens eine hohe Relevanz, wenn es um die Effekte von impliziten und expliziten Instruktionen geht.

In den Forschungsbereichen, die sich mit dem Bewusstsein auseinandersetzen, herrscht noch keine einheitliche Meinung darüber, wann genau visuelles Bewusstsein beginnt. Die gängigsten Annahmen, die in drei übergeordneten Modellvorstellungen zusammengefasst werden können, basieren zum einen auf Läsionsstudien an Tieren, denen durch chirurgische Eingriffe Teile des Gehirns entfernt wurden, zum anderen auf Untersuchungen an Menschen mit Hirnschädigungen (Tong, 2003). *Hierarchische Modelle* des visuellen Bewusstseins gehen davon aus, dass dieses erst beginnt, wenn die aufgenommenen Informationen höhere cortikale Areale erreichen (vgl. Crick & Koch, 1995). Die Vertreter von *interaktiven Modellen* sprechen sich hingegen dafür aus, dass visuelles Bewusstsein bereits dann beginnt, wenn die Informationen im Gehirn in Areal V1 angelangt sind, also zu einem

sehr frühen Zeitpunkt der visuellen Verarbeitung (vgl. Buller, 2001; Pollen, 1999). *Alternative Modelle* besagen, dass der Beginn des visuellen Bewusstseins als eher flexibel und situationsabhängig betrachtet werden muss und weniger von der „Hardware“ vorgegeben wird (vgl. Tononi & Edelman, 1998).

Allgemein kann festgehalten werden, dass das menschliche Gehirn ca. 30 bis 50 ms benötigt, um die Merkmale eines einfachen visuellen Stimulus in der occipitalen Region zu registrieren. Nach 70 bis 100 ms erreichen die Informationen die parietalen, temporalen, somatosensorischen und frontalen Areale des Gehirns, so dass simple motorische Kommandos initiiert werden können. Weitere 70 bis 80 ms werden benötigt, bevor die motorischen Kommandos die Muskeln erreichen. Eine beobachtbare Bewegung kann erst nach ca. 180 bis 190 ms ausgeführt werden. Somit dauert es selbst dann, wenn visuelles Bewusstsein bereits sehr früh auf dem visuellen Pfad beginnen sollte, mindestens 180 bis 190 ms, bevor ein visueller Stimulus wahrgenommen und eine einfache motorische Antwort ausgeführt ist (vgl. Vickers, 2007).

2.2.3 Psychologische Grundlagen des Gedächtnisses

Aus der Perspektive des Informationsverarbeitungsansatzes werden kognitive Prozesse primär als spezielle Formen der Transformation von Informationen verstanden. Als *Gedächtnis* wird die Fähigkeit bezeichnet, über die Bildung von Repräsentationen aus Umweltreizen Informationen aufzunehmen (Enkodieren), diese zeitlich überdauernd aufzubewahren (Speichern) und bei Bedarf wiederzugeben (Abruf) (vgl. Conzelmann et al., in Druck; Zimbardo & Gerrig, 1999). Durch diese Vorgänge können Lernerfahrungen aufbewahrt und auf spezifische Reize hin wiedergegeben werden. Dies kann in Form bewusster Vorstellungsabläufe, verbaler Äußerungen oder motorischer Aktionen geschehen (vgl. Gabler, 2004). Es wird davon ausgegangen, dass sich diese Prozesse in einem Gedächtnissystem vollziehen, das aus mehreren Speichern besteht.

Im Bereich der psychologischen Grundlagen des Gedächtnisses wird an dieser Stelle differenziert zwischen Gedächtnisprozessen (Kap. 2.2.3.1) im Sinne des Informationsverarbeitungsansatzes und dem Gedächtnis(speicher)modell (Kap. 2.2.3.2), in dessen Zusammenhang zudem auch auf die diversen Gedächtnisarten eingegangen wird.

2.2.3.1 Gedächtnisprozesse

Um Informationen in Wissen zu transferieren, dass zu einem späteren Zeitpunkt wieder zur Verfügung stehen soll, werden drei mentale Prozesse benötigt: *Enkodierung*, *Speicherung* und *Abruf*.

Bei der *Enkodierung* handelt es sich um die erste Stufe des Informationsverarbeitungsprozesses, die zu einer mentalen Repräsentation der Informationen aus der Außenwelt führt. Die Charakteristiken dieser mentalen Repräsentationen bestehen

darin, dass in ihnen zum einen die wichtigsten Eigenschaften früherer Erfahrungen erhalten bleiben und dass diese zum anderen von dem Individuum erneut selbst präsentiert (vergegenwärtigt) werden können. Die mentalen Repräsentationen individueller Erfahrungen werden auch „Gedächtnisspuren“ genannt (vgl. Gerrig & Zimbardo, 2008; Zimbardo & Gerrig, 1999). Ein Aspekt der Enkodierung, dessen Ziel – ähnlich wie bei der selektiven Aufmerksamkeit (siehe Kap. 2.2.2.2) – eine Informationsreduktion und damit eine Verringerung der benötigten kognitiven Ressourcen darstellt, wird als *Chunking* (Miller, 1956) bezeichnet. Ein Chunk ist definiert als bedeutungsvolle Informationseinheit (Anderson, 1996). Beim Prozess des Chunking werden Informationen in der Art rekonfiguriert, dass sie aufgrund von Ähnlichkeiten oder anderen Organisationsstrukturen gruppiert oder auf Basis von im Langzeitgedächtnis gespeicherten Informationen zu größeren Mustern kombiniert werden (vgl. Baddeley, 1996). Durch diesen Vorgang und des daraus resultierenden geringeren Kapazitätsbedarfs im Kurzzeitgedächtnis, wird eine deutliche Vergrößerung der Gedächtnisspanne erzeugt (vgl. Gerrig & Zimbardo, 2008; für eine detaillierte Beschreibung der Gedächtnismodelle siehe Kap. 2.2.3.2). Miller (1956) postulierte die Anzahl von fünf bis neun Chunks, die maximal im Kurzzeitgedächtnis des Menschen gespeichert werden können. Chase und Simon (1973) bestätigten diese Zahl bei einem Experten-Novizen-Vergleich im Rahmen eines Schachexperiments. Zudem konnten sie aber feststellen, dass sich die Größe dieser einzelnen Chunks zwischen Experten und Novizen unterschied (siehe auch Kap. 3.1.3.2). Die Chunks der Schachgroßmeister beinhalteten mehr Informationen als die der Novizen. Die effektivere Chunk-Bildung ermöglicht es Experten, ihren Blick auf das Zentrum des interessierenden Bereichs zu lenken und das periphere Sehen dazu zu nutzen, komplexere Wahrnehmungsbereiche zu erfassen. Dieser Vorgang wird auch als „visual pivot“ bezeichnet. Personen, deren Leistungsniveau sich unterhalb des Expertisegrades befindet, müssen eine weniger effektive Blickstrategie anwenden, mit der einzelne Ziele erfasst werden, die über die gesamte erfasste Szenerie hinweg verteilt sind. Sie verfügen nicht über die erforderlichen gechunkten Gedächtnisinhalte, um die aus der Peripherie aufgenommenen Informationen interpretieren zu können (vgl. Vickers, 2007). Eine Weiterentwicklung des Chunk-Modells führten Gobet und Waters (2003) mit der Konzeption ihrer „template theory“ durch. Diese Theorie geht davon aus, dass häufig verwendete Chunks in komplexere Datenstrukturen, die templates, eingebunden werden. Templates sind allgemeinere schematische Strukturen, die sowohl Kerninformationen beinhalten (vergleichbar mit den Informationen, die in Chunks gespeichert werden), darüber hinaus jedoch auch sogenannte „slots“ umfassen. Slots können durch variable Informationen ausgefüllt werden (im Schach kann eine bestimmte Position auf dem Brett z. B. durch unterschiedliche Figuren belegt werden) und erlauben somit eine größere Flexibilität des Anwenders. Ein weiterer Vorteil der templates liegt darin, dass sie größer sind als Chunks sowie komplexere und abstraktere Repräsentationen darstellen (vgl. Eysenck & Keane, 2013).

Im Anschluss an eine (korrekte) Enkodierung erfasster Informationen folgt die *Speicherung* (vorausgesetzt, besagte Informationen sollen aufbewahrt werden). Eine Speicherung von Informationen erfordert sowohl kurzzeitige als auch langzeitige Veränderungen in den entsprechenden Gehirnstrukturen (vgl. Gerrig & Zimbardo, 2008).

Der letzte Gedächtnisprozess ist der *Abruf* von Informationen, die im vorangegangenen Schritt erfolgreich gespeichert wurden. Bei einem erfolgreichen Abruf gelingt der Zugriff auf diese Gedächtnisinhalte oftmals in Sekundenbruchteilen (vgl. Gerrig & Zimbardo, 2008). Die Art, in der Informationen enkodiert werden, hat einen direkten Einfluss darauf, wie zuverlässig und präzise sie zu einem späteren Zeitpunkt wieder abgerufen werden können. Die „Theorie der Verarbeitungstiefe“ (Craik & Lockhart, 1972; Lockhart & Craik, 1990) geht in diesem Zusammenhang davon aus, dass Informationen umso wahrscheinlicher in Gedächtnis verbleiben, je tiefer sie verarbeitet wurden.

Die simplen und klar abgrenzbaren Definitionen der einzelnen Gedächtnisprozesse sollen nicht darüber hinwegtäuschen, dass deren Interaktion äußerst komplex ist. Gerrig und Zimbardo (2008) veranschaulichen diese Komplexität anhand der Enkodierung und der Interpretation des Satzes „Sie ist so mutig wie Jeanne d’Arc“ wie folgt: „Sie müssen die Bedeutungen jedes einzelnen Wortes abrufen, Sie müssen grammatische Regeln abrufen, die Ihnen angeben, wie Wortbedeutungen im Deutschen kombiniert werden, und Sie müssen Informationen zur Kultur abrufen, die Ihnen angeben, wie mutig denn Jeanne d’Arc war“ (S. 236).

2.2.3.2 Gedächtnismodelle

In der Kognitionspsychologie wurde im Laufe der vergangenen Jahrzehnte eine Vielzahl von Gedächtnistheorien entwickelt. Als gängigste Modellvorstellung des Gedächtnisses hat sich ein *Drei-Speicher-Modell* (Atkinson & Shiffrin, 1968) durchgesetzt, dessen Komponenten sich hinsichtlich zeitlicher, struktureller und/oder funktionaler Charakteristiken unterscheiden (vgl. Abbildung 16). Am Beginn der Informationsaufnahme steht das *sensorische Gedächtnis* (auch als *Ultrakurzzeitgedächtnis* bezeichnet), das eine direkte Repräsentation der aufgenommenen Information darstellt. Das sensorische Gedächtnis besitzt eine sehr große Kapazität, die Verweildauer der Informationen dort ist in Abhängigkeit von der jeweiligen Modalität jedoch sehr kurz. Die Informationen aus dem sensorischen Gedächtnis werden selektiert und entweder bewusst (explizit) in das *Arbeitsgedächtnis*, welches in engem Zusammenhang mit dem Konzept des Kurzzeitgedächtnisses steht, enkodiert oder unbewusst (implizit) in das *Langzeitgedächtnis* überführt (vgl. Conzelmann et al., in Druck; Furley & Memmert, 2010; Gabler, 2004). Im Folgenden werden die einzelnen Gedächtnisspeicher näher beschrieben. Aufgrund der uneinheitlichen Verwendung des Begriffs „Arbeitsspeicher“ und der teilweise unterschiedlichen Annahmen, die diesem Konzept zugrunde liegen, wird auf die aktuelle Diskussion bzgl. dieses Themas detaillierter eingegangen.

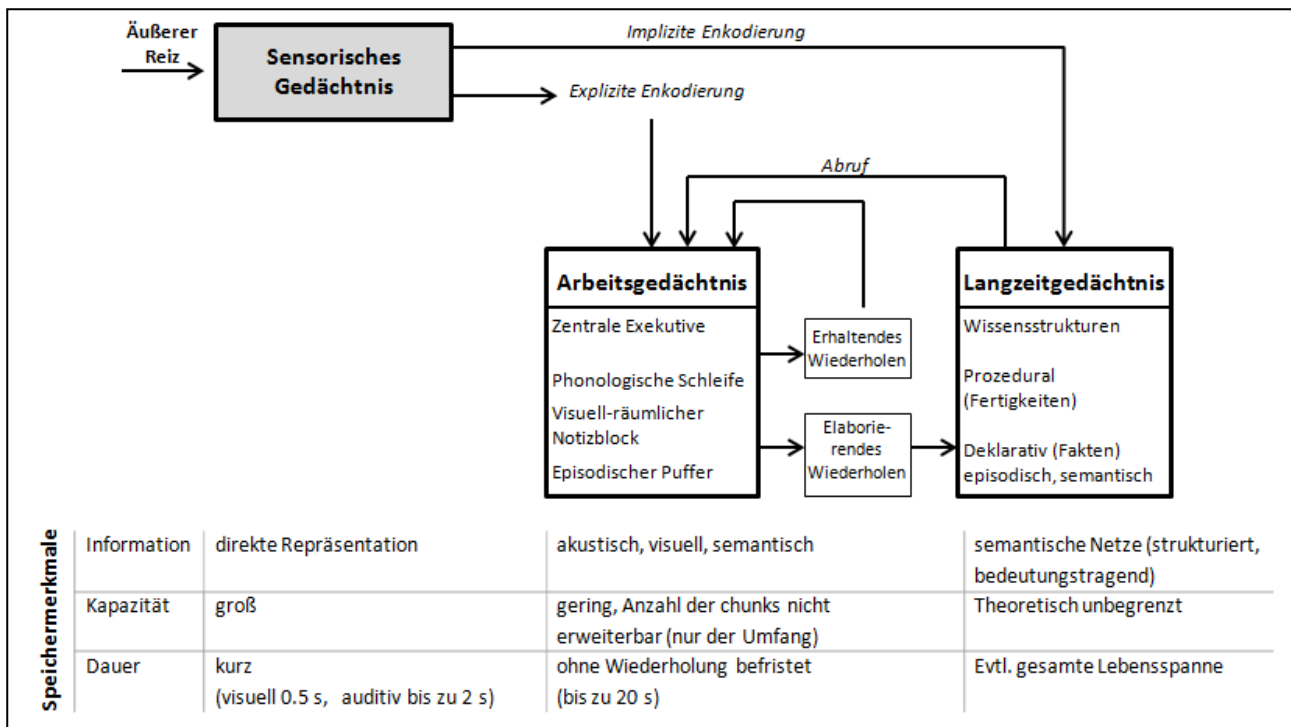


Abbildung 16. Gedächtnisspeicher und ihre Merkmale (aus Conzelmann et al., in Druck; mod. nach Zimbardo & Gerrig, 1996, S. 236ff.).

Sensorisches Gedächtnis (Ultrakurzzeitgedächtnis)

Nachdem Informationen aus der Umwelt erstmals in das System eingegangen sind, werden sie zunächst nur flüchtig im *sensorischen Gedächtnis* gehalten. Die Existenz eines solchen Speichers mit der Spezialisierung auf visuelle Reize, der eine effektive visuelle Informationsaufnahme gewährleistet und auch unter der Bezeichnung *Ultrakurzzeitgedächtnis* in die Forschungsliteratur Eingang gefunden hat (vgl. Gabler, 2004; Klix, 1980), wurde bereits von Sperling (1960) postuliert. Neisser (1976) führte den Begriff des „ikonischen Gedächtnisses“ für ein Gedächtnissystem im visuellen Bereich ein, das eine sehr große Informationsmenge für sehr kurze Zeit speichern kann (der äquivalente Speicher für das auditive System wird als „echoisches Gedächtnis“ bezeichnet). Während sich die Information im sensorischen Speicher befindet, ist es dem Betrachter möglich, den Aufmerksamkeitsfokus auf sie zu lenken und sie wiederzugeben. Ohne eine Weiterverarbeitung und die Weiterleitung ins Arbeits- oder Langzeitgedächtnis gehen die Inhalte des sensorischen (ikonischen) Gedächtnisses jedoch bereits nach ca. 0.5 Sekunden wieder verloren (vgl. Anderson, 2007; Gerrig & Zimbardo, 2008).

Kurzzeit- und Arbeitsgedächtnis

Informationen, die aus dem sensorischen Gedächtnis durch eine explizite Enkodierung weitergeleitet wurden, gelangen in das *Kurzzeitgedächtnis* (vgl. Abbildung 16). Dort werden die Informationen weiter identifiziert, kodiert und strukturiert. Die Kapazität dieses Speichers ist verhältnismäßig gering, nach ca. 20 Sekunden ohne bewusste Wiederholung („rehearsal“) gehen die Informationen verloren, wenn sie

nicht in das Langzeitgedächtnis überführt werden. Neben der Wiederholung der Informationen bietet das „Chunking“ (siehe Kap. 2.2.3.1) eine weitere Möglichkeit, die Kapazität des Kurzzeitgedächtnisses zu erweitern (vgl. Gabler, 2004; Gerrig & Zimbardo, 2008; Zimbardo & Gerrig, 1999).

Das Konzept des *Arbeitsgedächtnisses* ist eine Erweiterung zu dem des Kurzzeitgedächtnisses. Es ist jedoch inkorrekt, die beiden Begrifflichkeiten synonym zu verwenden (vgl. Berti, 2010). Für Baddeley (2002, 2007; vgl. auch Baddeley & Hitch, 1974) beinhaltet das Arbeitsgedächtnis mehrere interagierende Subsysteme, zu denen der *räumlich-visuelle* „Notizblock“ zur Speicherung visueller Eindrücke, die *phonologische* „Schleife“ für die Speicherung verbaler Informationen sowie eine Zusatzspeicher, der *episodische* „Puffer“, gehören. Die Verknüpfung und Verwaltung dieser Subsysteme wird durch eine Exekutive realisiert (vgl. Conzelmann et al., in Druck). Diese Strukturierung des Arbeitsgedächtnisses stellt jedoch nur eine von vielen dar. So umfasst das Arbeitsgedächtnis im Verständnis von Cowan (1998) bspw. sämtliche Prozesse, „die Informationen für kognitive Funktionen verfügbar halten (Papier und Bleistift nicht ausgeschlossen)“ (Berti, 2010, S. 3). Bis dato existiert also keine strikte und verbindliche Definition des Arbeitsgedächtnisses. Berti postuliert jedoch, dass auch so unterschiedliche Modelle des Arbeitsgedächtnisses, wie die von Baddeley und Hitch sowie Cowan vorgelegten, im Kern miteinander vereinbar sind. Gemeinsam ist diesen Modellvorstellungen, dass sie davon ausgehen, dass es sich beim Arbeitsgedächtnis um eine Vielzahl von Prozessen handelt, die Informationen über einen kurzen Zeitraum zur Verfügung halten, um sie für mentale oder kognitive Aufgaben und Funktionen nutzbar zu machen. Dieser letzte Aspekt, dass die Informationen nicht zum Selbstzweck sondern als Grundlage weiterer Verarbeitungsschritte im Arbeitsgedächtnis gespeichert werden, ist für Berti „der entscheidende Schritt von der Ebene des Kurzzeitgedächtnisses zum Arbeitsgedächtnis“ (2010, S. 6). Ob es sich beim Arbeitsgedächtnis um eine eigene Struktur, ergänzend zu Kurzzeit- und Langzeitgedächtnis, handelt oder ob es als Zusammenspiel unabhängiger Prozesse und Strukturen verstanden wird, ist aus der theoretischen Perspektive nicht entscheidend. Dem Prinzip der Parsimonie folgend wird dafür plädiert, zu den vorausgesetzten Gedächtnis-, Aufmerksamkeits- oder Kontrollsystemen kein zusätzliches Arbeitsgedächtnissystem anzunehmen, sondern das Arbeitsgedächtnis eher als Bindeglied zwischen den einzelnen Systemen zu verstehen (vgl. Berti, 2010).

Langzeitgedächtnis

Dem *Langzeitgedächtnis* werden Informationen entweder über eine implizite Enkodierung aus dem sensorischen Gedächtnis oder explizit (bewusst) über das Kurzzeit- bzw. Arbeitsgedächtnis überstellt (vgl. Abbildung 16). Das Langzeitgedächtnis ist theoretisch weder bzgl. der Kapazität an Informationen, die gespeichert werden können, noch hinsichtlich der Dauer, für die die Informationen aufbewahrt und abgerufen werden können, limitiert. Im sportlichen Kontext ist das Langzeitgedächtnis von besonderer Bedeutung. Es ermöglicht dem Sportler den Zugriff auf Gedächtnis-

nisinhalte, die bspw. für Bewegungsausführungen, taktische Analysen von Spielsituationen oder die Antizipation gegnerischer Handlungseffekte auf Basis von Erfahrungswissen relevant sind (vgl. Conzelmann et al., in Druck; Gabler, 2004). Durch die Möglichkeit, gespeichertes aus dem Langzeitgedächtnis abrufen zu können, stellt es neben der Außenwelt eine weitere Informationsquelle dar. Erklärungsansätze dafür, inwieweit die Inhalte des Langzeitgedächtnisses durch Abruf für das Arbeitsgedächtnis verfügbar sind, wurden durch zahlreiche Theorien geliefert. Sie gehen allesamt davon aus, dass die Verfügbarkeit der Informationseinheiten des Langzeitspeichers zeitlich variiert. In seiner „ACT“-Theorie (Adaptive Control of Thought, ursprünglich Active Control of Thought) formuliert Anderson (1983; vgl. auch Anderson & Lebiere, 1998) die Annahme, dass das Abrufen der Gedächtnisinhalte, den sogenannten Gedächtnisspuren, von der Darbietung assoziierter Konzepte abhängt. Ein ähnliches Konzept ist der „SAM“-Theorie (Search of Associative Memory; Gillund & Shiffrin, 1984; Raaijmakers & Shiffrin, 1981) immanent, laut der die Gedächtnisspuren in Abhängigkeit von kontextualen Hinweisreizen aktiviert werden (vgl. Anderson, 2007).

Im Zusammenhang mit dem Langzeitgedächtnis muss zwischen verschiedenen Gedächtnis- bzw. Wissensarten differenziert werden. Diese unterscheiden sich entweder bzgl. der Inhalte, die sie repräsentieren oder der Art, wie sie diese Inhalte zur Verfügung stellen. Squire (1987) liefert eine – von vielen – Klassifizierung der verschiedenen Gedächtnisarten (vgl. Abbildung 17). Er unterscheidet auf höchster Ebene zwischen deklarativem und nichtdeklarativem Gedächtnis (vgl. auch Janssen, 1995). Das deklarative Gedächtnis umfasst bewusstes, willentlich gesteuertes Erinnern (recall) und Wiedererkennen (recognition) von semantischen (Fakten) und episodischen (Ereignissen) Gegebenheiten. Das nondeklarative Gedächtnis schließt das implizite Behalten, Aktivierungstendenzen, Gewohnheiten sowie prozedurale Fähigkeiten von z. B. motorischer oder kognitiver Natur ein (vgl. Anderson, 2007; Gabler, 2004).

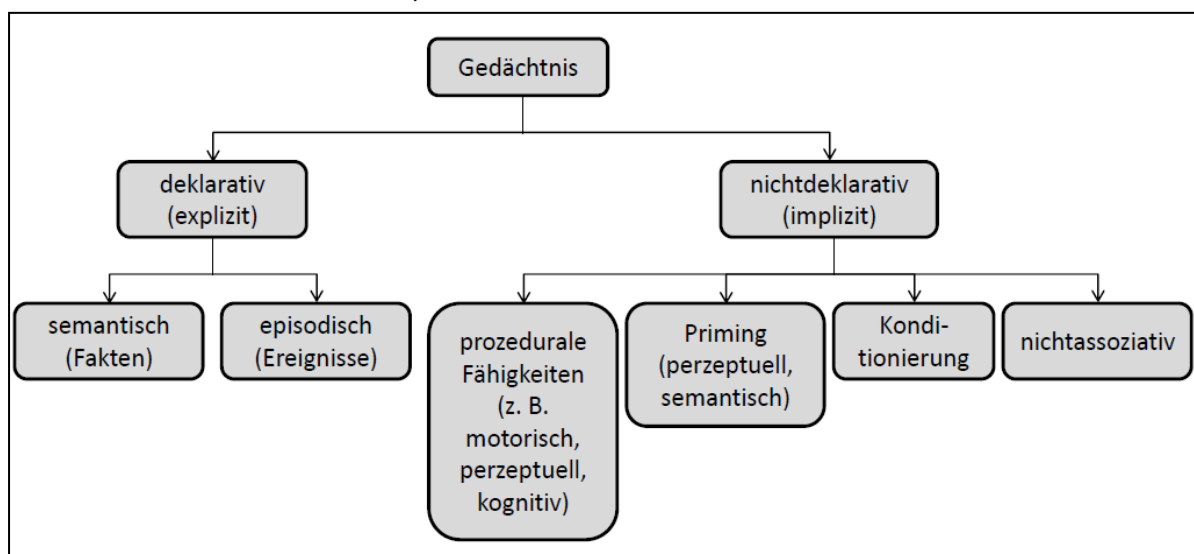


Abbildung 17. Klassifizierung der verschiedenen Gedächtnisarten (mod. nach Squire, 1987).

Andere Systematiken, die sich explizit auf Wissenstypen beziehen, konzentrieren sich auf die Unterscheidung zwischen faktischem und prozeduralem Wissen. Faktenwissen wird meist als deklaratives oder propositionales (als propositionales Netzwerk organisiert) Wissen bezeichnet („knowing that“). Innerhalb des deklarativen Gedächtnisses lassen sich nach Tulving (1972) zwei Dimensionen unterscheiden: das episodische und das semantische Wissen. Die beiden Dimensionen unterscheiden sich hinsichtlich der Hinweisreize, die für einen Abruf der gespeicherten Informationen notwendig sind. Episodische Gedächtnisinhalte umfassen individuelle, persönlich erlebte Informationen über spezifische Ereignisse. Diese Gedächtnisinhalte benötigen für einen Abruf Hinweisreize, die Aussagen über Zeitpunkt und Inhalt des gesuchten Ereignisses liefern. Dem gegenüber stehen semantische Gedächtnisinhalte, die sich aus Informationen zusammensetzen, denen in vielen unterschiedlichen Kontexten begegnet wurde (z. B. Wörtern) und die für eine erneute Nutzung nicht auf solch präzise Hinweisreize angewiesen sind, wie es bei episodischem Wissen der Fall ist. Der Gegenpol zu faktischem (deklarativem) Wissen ist das prozedurale Wissen, das meist als bereichsspezifisches Wissen darüber verstanden wird, wie etwas auszuführen ist („knowing how“). Beispiele hierfür sind typische Abfolgen von Handlungsschritten oder Situations-Aktions-Kopplungen. Somit lassen sich einige zentrale Aspekte des prozeduralen Wissens als Wenn-Dann-Beziehungen beschreiben, die den Entscheidungsprozess vereinfachen und damit zeitlich beschleunigen. Eine präzise Definition der Inhalte des prozeduralen Wissens ist jedoch nicht trivial. Im Bereich der motorischen Expertise z. B. bezieht sich prozedurales Wissen bei Aufgaben mit geringer strategischer Komponente wahrscheinlich vollständig auf die Bewegungsausführung, wohingegen bei steigender strategischer Anforderung zusätzlich wohl auch noch die Auswahl der geeigneten Bewegung hinzukommt (vgl. Abernethy, Thomas & Thomas, 1993; Gabler, 2004; Gerrig & Zimbardo, 2008; Munzert & Raab, 2009). Dennoch ist prozedurales Wissen im Sport nicht per se mit Können gleichzusetzen, da sich im Verlauf des Expertiseerwerbs Wissen und Können nicht synchron entwickeln müssen. So ist es bspw. in komplexen Sportspielsituationen möglich, dass sich ein Athlet zwar der bestmöglichen Lösung bewusst ist, diese jedoch aufgrund mangelnder motorischer Fertigkeit nicht umsetzen kann (vgl. Munzert, 1995). Als zusätzliche Kategorie zum prozeduralen und deklarativen Wissen wird das metakognitive Wissen („knowing about knowing“; Brown, 1975) verstanden, auf das aufgrund seiner geringen Bedeutung für die kognitive und motorische Leistung im Sport an dieser Stelle jedoch nicht weiter eingegangen wird.

Eine letzte Unterscheidung im Zusammenhang mit dem Langzeitgedächtnis bezieht sich auf die Nutzung von dort gespeicherten Informationen. Es wird dabei zwischen implizitem und explizitem Abrufen differenziert. Eine implizite Wissensabfrage wird ohne bewusste Anstrengung durchgeführt, eine explizite Abfrage setzt eine solche bewusste Anstrengung voraus. Die Differenzierung zwischen implizitem und explizitem Vorgang kann ebenfalls auf die erstmalige Aneignung von Gedächtnisinhalten übertragen werden. In der Realität sind beide Prozesse meistens weder bei der

Enkodierung noch beim Abrufen eindeutig voneinander zu trennen, sondern werden parallel ausgeführt. Implizite Gedächtnisinhalte besitzen den Vorteil, dass sie sehr stabil sind, wenn eine transferadäquate Verarbeitung stattgefunden hat, d. h. wenn zwischen den Bedingungen, zu denen implizit enkodiert wurde und denen, zu denen implizit Abgerufen wird, eine große Übereinstimmung existiert (vgl. Gerrig & Zimbardo, 2008; Roediger, Gallo & Geraci, 2002).

2.2.4 Antizipationsmodelle

Im Folgenden werden theoretische Modelle vorgestellt, die die Einflussfaktoren auf den höheren kognitiven Prozess der Antizipation beschreiben. Des Weiteren wird dargestellt, wie sich der Antizipationsprozess im zeitlichen Verlauf entwickelt und welche Auswirkungen dieser auf die Beobachtung einer gegnerischen Aktion im sportlichen Kontext hat.

Für das Verständnis antizipativer Vorgänge ist der inhaltliche Zusammenhang zwischen der Antizipation fremder Handlungseffekte, so wie sie hier im Fokus der Betrachtung steht, und der Antizipation „als gedankliche Vorwegnahme eigener Bewegungen im Sinne der Bildung eines Bewegungsentwurfs“ (Meinel & Schnabel, 1987, S. 85) bedeutsam. Letztere bezieht sich auf zielgerichtetes Handeln, das nach Hacker (1988) als Vorwegnahme eines intendierten Ergebnisses definiert ist und neben der Vorstellung des beabsichtigten Handlungseffekts auch die volitiven Komponenten umfasst, die die Ausführung lenken. Auf Ebene der Motorik können diese Vorgänge rein unbewusst (implizit) ablaufen. Eine entsprechende Beschreibung wird bspw. in dem Modell der antizipativen Verhaltenskontrolle von Hoffmann (1993), das durch den Vergleich von antizipierten Effekten mit real eingetretenen Ereignissen einen Erklärungsansatz für motorisches Lernen darstellt (vgl. Hossner & Künzell, 2003), oder dem Modell der motorischen Kontrolle von Jordan (1994) geliefert (vgl. Munzert & Raab, 2009). Diese Art der Antizipation, die abermals die enge Verknüpfung von Wahrnehmung und Handlung im Sinne der „Common-coding-Theorie“ (siehe Kap. 2.2.1.2) unterstreicht, ist bedeutsam für jede Art der eigenen Bewegungsausführung und somit auch für das erfolgreiche Abwehren eines Torschusses notwendig. In der Sportwissenschaft hat die Antizipation eigener Handlungseffekte z. B. Niederschlag in dem Modell der „Triadischen Phasenstruktur der Handlung“ (Nitsch, 2000) als erste Stufe vor der Realisation und der Interpretation der Handlung gefunden. Durch die postulierte gemeinsame Kodierung von Wahrnehmung und Handlung wird den *internen Modellen*, die die eigene Bewegungsausführung steuern, auch die Funktion zugeschrieben, die Antizipation von Handlungskonsequenzen anderer Personen zu ermöglichen (vgl. z. B. Grush, 2004; Miall, 2003; Wolpert & Flanagan, 2001). Umgesetzt wird dies durch interne Simulation der beobachteten Bewegung. Die dadurch hervorgerufene Aktivierung des motorischen Systems leitet Signale an die Wahrnehmungsprozesse zurück, wodurch Erwartungen über den weiteren Verlauf der beobachteten Bewegung generiert und die darauf aufbauenden Vorhersagen eingeschränkt werden (vgl.

Wilson & Knoblich, 2005). Durch dieses Modell kann eine Erklärung für die Möglichkeit der Antizipation von biologischen Bewegungen geliefert werden. Die Vorhersage des Verhaltens von unbelebten Objekten, bspw. der Flugkurve eines Balles, wird ebenfalls durch das motorische System unterstützt und scheint zudem durch höhere kognitive Prozesse wie der Anwendung interner Modelle der Schwerkraft gewährleistet (vgl. Hubbard, 2005; Zago & Lacquaniti, 2005). Ergebnisse aus fMRT-Untersuchungen (für eine Beschreibung dieser Methode siehe Kap. 3.2.2.1) deuten darauf hin, dass beobachtete Bewegungen nicht Reproduzierbar sein müssen, um das motorische System zu aktivieren (vgl. Schubotz, 2010).

Modelle, die sich auf die Antizipation gegnerischer Handlungseffekte und Objektbewegungen konzentrieren, liegen lediglich in geringer Anzahl vor. Forschungsbe-mühungen im Bereich der kognitiven Wahrnehmungsexpertise standen daher bereits häufiger in der Kritik, in zu geringem Maße theoretisch fundiert zu sein (vgl. z. B. Abernethy et al., 1993; Williams et al., 1999; Williams & Ward, 2007). Einen frühen Ansatz, den Ablauf des Antizipationsprozesses zu beschreiben, stellt das auf Regelkreisen basierende kybernetische Modell von Ritzdorf (1982) dar. Abbil-dung 18 zeigt einen der Regelkreise, der für die Situation des Torhüters bei der Vorbereitung zum Abwehren eines Torschusses modifiziert wurde.

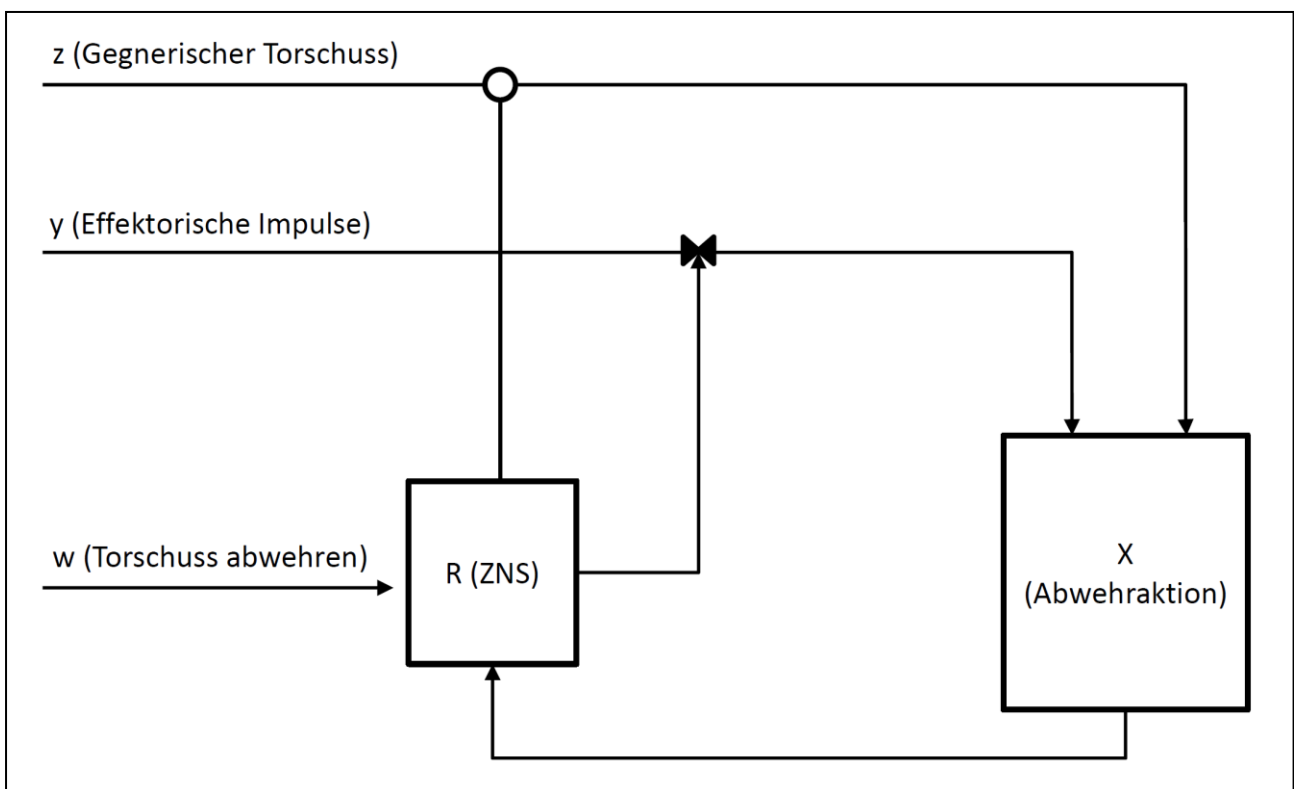


Abbildung 18. Regelkreis mit Störgrößenaufschaltung für eine Torhütersituation (mod. nach Ritzdorf, 1982, S. 56).

Das Ziel, das der Torhüter in diesem Modell verfolgt, ist das Abwehren eines Torschusses (Führungsgröße w). Dies soll über eine Abwehraktion (Regelgröße X) erreicht werden, die wiederum beeinflusst wird durch die Ausführung des gegnerischen Schusses (Störgröße z) sowie den eigenen effektorischen Impulsen (Stell-

größe y). Die Steuerung der Impulse erfolgt über das zentrale Nervensystem (Regler R). Durch ein rechtzeitiges Erfassen des gegnerischen Schusses können adäquate effektorische Impulse gegeben werden, die dazu führen, dass die Abwehraktion so ausgeführt werden kann, dass der Torschuss pariert wird. Die Erfassung der Störgröße z kann jedoch nicht direkt stattfinden, sondern erfordert komplexe kognitive Prozesse des *Erkennens, Bewertens* und *Bestimmens einer adäquaten Handlung*. Sie setzt sich aus einer Vielzahl an Parametern (z. B. Anlaufwinkel des Schützen, Körperhaltung etc.) zusammen, die rechtzeitig und korrekt erkannt werden müssen, um erfolgreich antizipieren zu können (vgl. Ritzdorf, 1982). Dieselbe Problematik wird aktuell unter dem Begriff der *Feature-Wahrnehmung* thematisiert, wobei nochmals betont wird, dass eine direkte Wahrnehmung deshalb nicht möglich ist, weil es sich bei den Features um Hinweise auf zukünftige Ereignisse handelt, deren Interpretation von der Güte ihrer individuellen internen Repräsentation abhängig ist. Die Unterschiede zwischen Experten und Novizen bei der Bewältigung domänenspezifischer kognitiver Aufgaben weisen bspw. auf Differenzen bzgl. dieser Repräsentationen hin (vgl. Munzert & Raab, 2009).

Ein auf der Informationsverarbeitung basierendes Modell, das gleichermaßen Anwendung für die Antizipation sowie das Entscheidungshandeln findet, wurde von Williams und Ward (2007) entworfen (vgl. Abbildung 19). Bei diesem Modell handelt es sich vor allem um eine Darstellung der Einflussfaktoren auf die Antizipation und das Entscheidungshandeln sowie deren Interaktion miteinander. Mechanismen, die eine Erklärung für die beiden kognitiven Prozesse liefern könnten, werden nicht dargestellt.

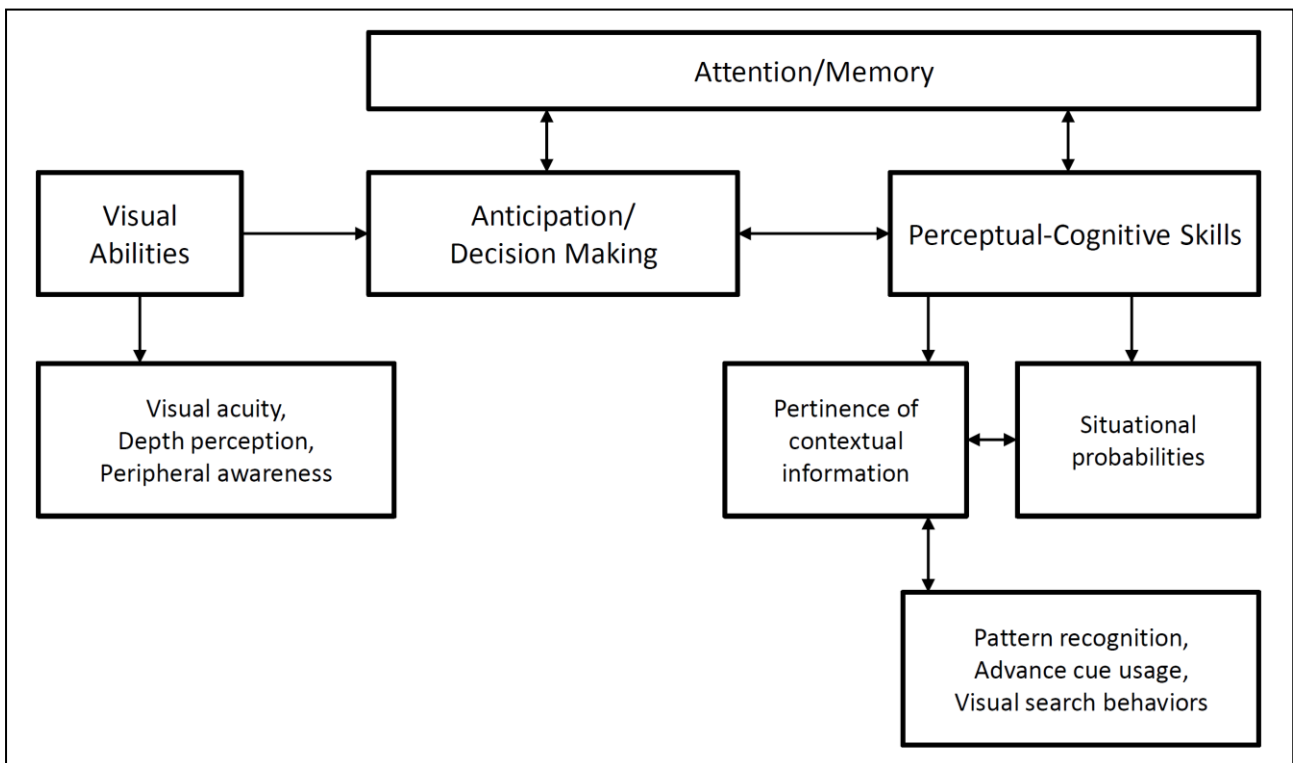


Abbildung 19. Auf Informationsverarbeitung basierendes Modell der Antizipation und des Entscheidungshandelns im Sport (mod. nach Copley et al., 2012; Hohmann, 2008; Williams & Ward, 2007, S. 215).

Die Antizipationsfähigkeit wird von Williams und Ward in Abhängigkeit von visuellen Fähigkeiten wie z. B. der Sehschärfe, der Tiefenwahrnehmung und dem peripheren Sehen beschrieben (der visuellen „Hardware“; zur Diskussion hardware- vs. softwarebedingter Expertisevorteile siehe Kap. 3.1.3). Des Weiteren findet eine gegenseitige Beeinflussung von Antizipation und der Wahrnehmungsfähigkeit statt, die auf Mustererkennung, der Analyse von Hinweisreizen sowie dem visuellen Suchverhalten basiert. Erweitert wurde das Modell in Abbildung 19 um die Interaktion zwischen den grundlegenden kognitiven Prozessen der Aufmerksamkeit und des Gedächtnisses mit der Antizipations- und der Wahrnehmungsfähigkeit.

Ein komplexeres Modell von Müller und Abernethy (2012) beschreibt für die Beobachtung eines gegnerischen Tennisschlags den Antizipationsvorgang im zeitlichen Verlauf von der Schlagvorbereitung bis zum Zeitpunkt kurz nach dem Treffen des Balles, ab dem für den Betrachter Ballfluginformationen verfügbar sind. Das Modell wurde auf die Situation des Torhüters in Erwartung eines Torschusses angepasst und ist in Abbildung 20 dargestellt. Im Mittelpunkt der Abbildung befindet sich je eine Verlaufslinie für Torhüter-Experten (grüne Linie) und Torhüter, die sich auf einem niedrigeren Leistungsniveau bewegen (blaue Linie). Das Modell umfasst vier Ordinatenachsen, die (a) angeben, wie präzise das beobachtete Ereignis spezifiziert werden kann, (b) eine Aussage darüber treffen, wie viele Informationen aus dem visuellen Feld extrahiert werden können, (c) die raum-zeitliche Präzision der Positionierung des Torhüters zum Zwecke des Abfangens des Balls beschreiben und (d) die Freiheitsgrade (oder Handlungsoptionen) angeben, die dem Torhüter für das Erreichen des intendierten Ziels zur Verfügung stehen. Die Achsen (a) und (b) beziehen sich somit auf die Bewegungswahrnehmung des gegnerischen Spielers, die Achsen (c) und (d) auf die eigene Bewegungsausführung des Torhüters. Ober- und unterhalb der Verlaufslinien befinden sich ebenfalls insgesamt vier Abszissenachsen, die allesamt als Zeitachsen zu verstehen sind. Die unteren Achsen beziehen sich auf die Bewegungswahrnehmung und stellen den zeitlichen Verlauf von Beginn der gegnerischen Bewegungsausführung bis zu deren Ende dar und benennen (exemplarisch potentiell) informationstragende Areale, die zu bestimmten Zeitpunkten in Relation zum Fuß-Ball-Kontakt des Schützen antizipationsrelevant werden (solche oder ähnliche Zeitspannen werden als Abbruchzeitpunkte von Videostimuli beim Einsatz der temporal-occlusion-Methode verwendet; siehe Kap. 3.2.1). Die obere Abszissenachse gibt die spezifischen Phasen der Bewegungsausführung des Torwarts (A_1 - A_6) an, die mit den wahrgenommenen Informationen der gegnerischen Bewegung (P_1 - P_6) gekoppelt werden müssen, um den Torschuss erfolgreich antizipieren zu können. Aus dem Verlauf der beiden farbigen Kurven wird ersichtlich, dass die weniger guten Torhüter erst zu einem späteren Zeitpunkt der Bewegungsbeobachtung in der Lage sind, solche Informationen zu extrahieren und mit eigenen Handlungen zielführend zu verbinden. Dadurch behalten sie bis zum Ende der gegnerischen Aktion eine größere Unsicherheit bzgl. des bevorstehenden Handlungseffekts bei, können insgesamt weniger Informationen aufneh-

men, agieren raum-zeitlich weniger präzise und sind nicht in der Lage, eine eindeutig beste motorische Aktion zum Erreichen ihres Ziels auszuwählen.

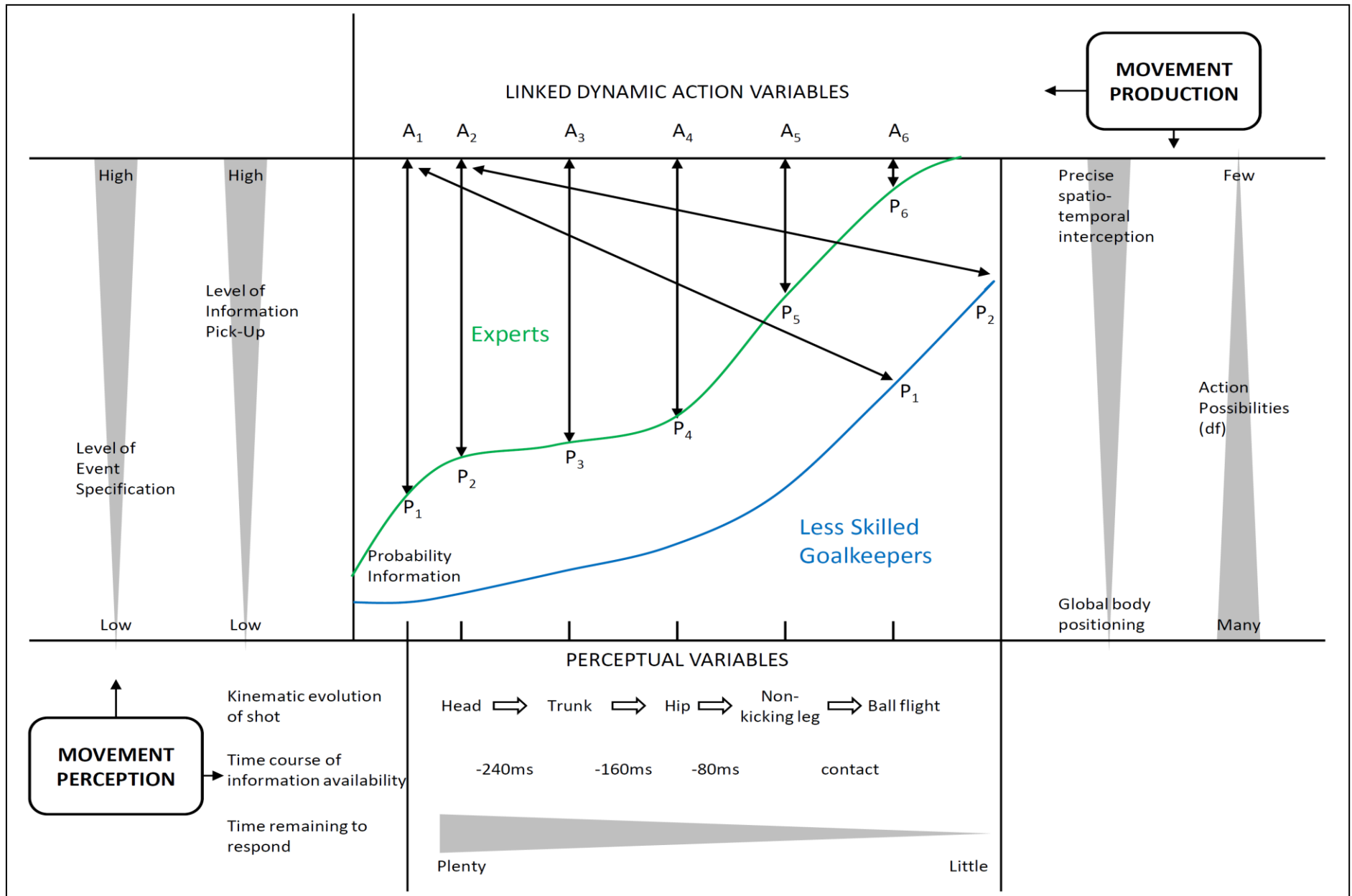


Abbildung 20. Schematisches Antizipationsmodell (mod. nach Müller & Abernethy, 2012, S. 182).

2.2.5 Zusammenfassung der relevanten Erkenntnisse für die Untersuchung der Antizipation von Fußballtorhütern

Die in dem vorangegangenen Kapitel dargestellten psychologischen Grundlagen der Kognition liefern neben allgemeingültigen Beschreibungen relevanter Aspekte auch konkrete Ableitungen für die Domäne Sport. Die für die Untersuchung der Antizipation von Fußballtorhütern bedeutsamen Erkenntnisse des Kapitels werden im Folgenden zusammengefasst.

Grundlegend ist zunächst festzuhalten, dass die Antizipationsfähigkeit eines Torhüters davon abhängig ist, wie effektiv seine kognitiven Prozesse der Wahrnehmung, der Aufmerksamkeit und des Gedächtnisses in den spezifischen Situationen, mit denen er im Verlauf eines Fußballspiels konfrontiert wird, ablaufen und miteinander interagieren (vgl. Abbildung 21). Besondere Bedeutung kommt dabei der Informationsaufnahme und der Entscheidung für eine konkrete Handlungsvariante, den ersten beiden Stufen der Informationsverarbeitung, zu. Die antizipationsrelevante Informationsaufnahme eines Torhüters erfolgt primär über die visuelle Wahrnehmung, die über Blickbewegungen gesteuert wird. Blickbewegungen ermöglichen es dem Torhüter, ein horizontales Blickfeld von bis zu 270° zu erfassen, was vor allem in komplexen Spielsituationen mit einer hohen Anzahl von beteiligten Spielern notwendig ist, um adäquat agieren zu können. Das konkrete Blickverhalten ist dabei u. a. von der Aufgabe abhängig, mit der sich der Athlet konfrontiert sieht (targeting task, interceptive timing task oder tactical task, vgl. Kap. 2.2.1.2). Bei der Betrachtung der Szenerie vor dem Tor führt das Zusammenwirken von fovealem und peripherem Sehen aufgrund der sich ergänzenden hohen räumlichen und zeitlichen Auflösung der beiden Systeme zu einer effizienten Wahrnehmung durch den Torhüter. Informationsaufnahme wird dabei sowohl durch das foveale als auch das periphere System ermöglicht, was sich Experten in ihrem synthetischen Blickverhalten zunutze machen. Diese Blickverhaltensstrategie ist – zumindest theoretisch – unabhängig davon einsetzbar, ob der Torhüter eine reale dreidimensionale Situation in einem Spiel oder lediglich ein zweidimensionales Abbild dieser auf einem Bildschirm oder einer Leinwand in einem Laborsetting betrachtet. Die fehlenden Tiefeninformationen bei 2-D-Stimuli werden durch das Gehirn auf Basis der Prinzipien der Verdeckung, der Perspektive, der Verteilung von Licht und Schatten, der scheinbaren Objektgröße sowie der Bewegungsparallaxe erzeugt. Eine weitere Ableitung für Untersuchungen der Antizipation kann aufgrund der unterschiedlichen Geschwindigkeiten getätigt werden, mit denen Blickbewegungen ausgeführt werden. Da Sakkaden im Gegensatz zu Fixationen und Blickfolgebewegungen zu schnell ablaufen, um Informationen aufnehmen und verarbeiten zu können, erscheint es naheliegend, dass eine visuelle Suchstrategie mit möglichst wenigen Sakkaden (und dafür geringeren Fixationszahlen längerer Dauer) bei interceptive timing tasks am effektivsten ist, um handlungsrelevante Informationen aus der Umwelt zu extrahieren (bspw. um die Flugbahn eines Torschusses rechtzeitig antizipieren zu können).

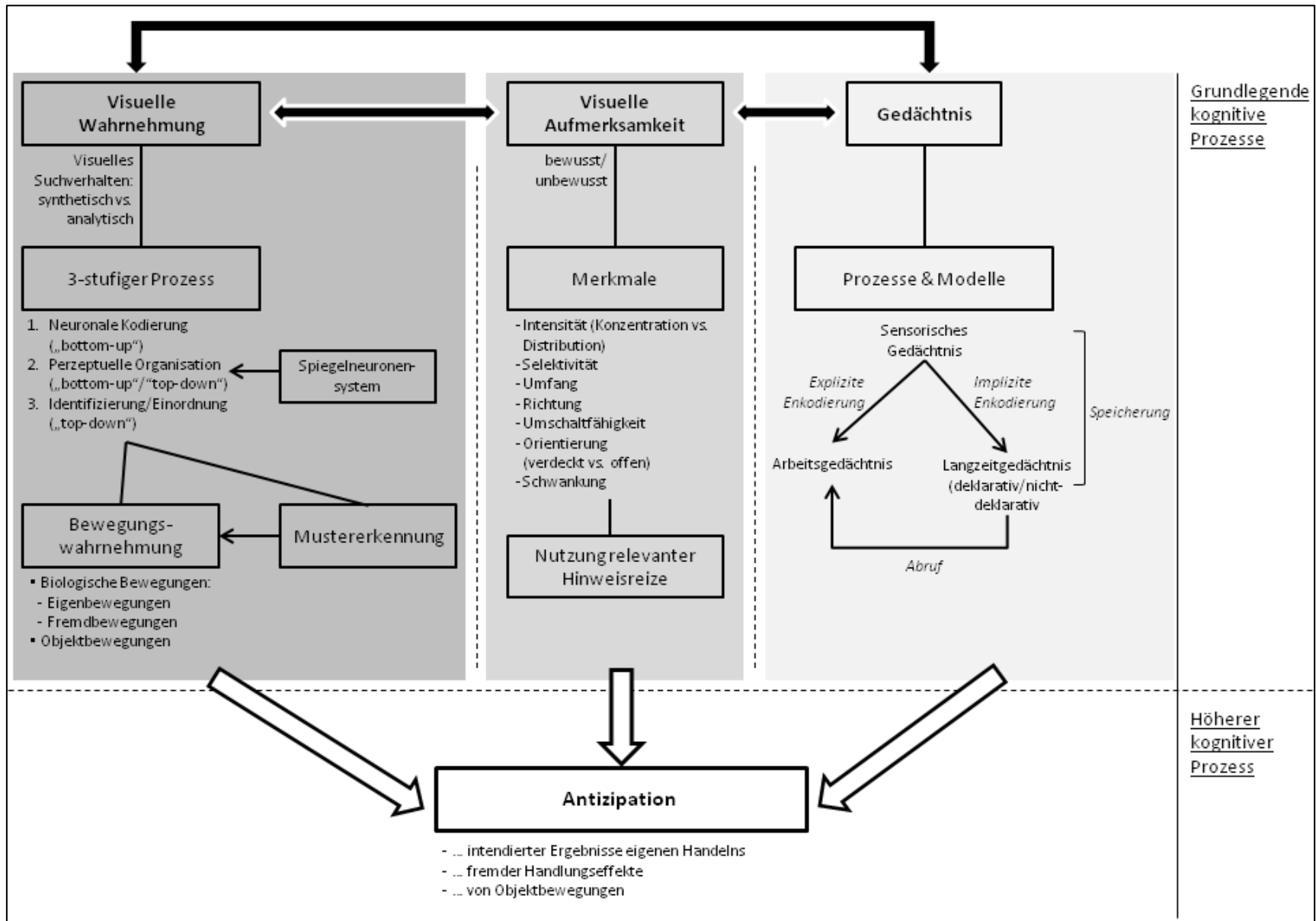


Abbildung 21. Grundlegende kognitive Prozesse der Antizipation.

Unter Berufung auf den dreistufigen Wahrnehmungsprozess, der die neuronale Kodierung, die perzeptuelle Organisation und die Identifizierung bzw. Einordnung umfasst, lassen sich auf kognitiver Ebene Erklärungen dafür finden, warum im Zusammenhang mit der Antizipation von Torschüssen ein Vorteil von Torhüter-Experten im Vergleich zu Novizen zu erwarten ist: Je stärker konzeptgesteuert (durch einen „Top-down-Prozess“) eine Wahrnehmungsstufe ist, umso größer sind die Vorteile, die Experten aufgrund ihres Erfahrungswissens besitzen. Ein Unterschied zwischen Experten und Novizen dürfte demnach kaum auf die erste Wahrnehmungsstufe, auf der die neuronale Kodierung der Umweltreize in Empfindungen stattfindet, zurückzuführen sein, da es sich dabei um einen rein datengesteuerten („Bottom-up“-) Prozess handelt. Eine bessere Antizipationsleistung von Experten dürfte teilweise in der zweiten Stufe, der perzeptuelle Organisation, die auf Vorwissen und Erfahrung (z. B. auch mit konkreten Spielsituationen) basiert, begründet sein. Diese Stufe wird sowohl durch datengesteuerte als auch konzeptgesteuerte Prozesse beeinflusst. Den größten Vorteil besitzen Experten jedoch wahrscheinlich auf der dritten, ausschließlich konzeptgesteuerten Stufe des Modells, der Identifizierung und Einordnung. Auf dieser Stufe findet u. a. auf Basis erfahrungsbedingter Gedächtnisinhalte, die bei Experten per definitionem ausgeprägter sind, der eigentliche Prozess der Antizipation statt.

Auf Ebene der Informationsverarbeitung bedingt die Existenz eines ventralen und dorsalen Verarbeitungsstroms aus dem striären Cortex heraus Konsequenzen für die Entwicklung eines ökologisch validen experimentellen Settings. Auch wenn die beiden postulierten Ströme nicht vollständig voneinander getrennt sind, so werden ihnen doch unterschiedliche Funktionen attestiert. Der ventrale Strom ist demnach zuständig für die Objektidentifizierung, der dorsale Strom dagegen für die Bestimmung der Objektposition sowie eine physische Interaktion mit dem Objekt zum Zwecke der Handlungsausführung. Das bedeutet, dass in einer realen Spielsituation, in der der Torhüter Torschüsse tatsächlich abwehren, also mit dem Objekt Ball interagieren muss, beide Verarbeitungsströme benötigt werden (vgl. van der Kamp, Rivas, van Doorn & Savelsbergh, 2008). Im Umkehrschluss bedeutet dies für experimentelle Untersuchungen, dass neben dem Einsatz repräsentativer Stimuli die Antwortabgabe der Versuchspersonen möglichst realitätsnah, also durch motorische Bewegung, erfolgen sollte. Eine zu abstrakte Antwortabgabe (ohne motorische Aktion) hätte zur Folge, dass primär der ventrale Pfad aktiviert wird, was wiederum in der Realsituation nicht der Fall ist. Dadurch würde somit die Aussagekraft der gewonnenen Ergebnisse reduziert.

Die enge Verknüpfung der mit unterschiedlichen Funktionen betrauten Verarbeitungswege ist ein Beleg für die Kopplung von Wahrnehmungsvorgängen und Handlungsausführungen. Ein weiteres Indiz dafür ist die Existenz des Spiegelneuronensystems, das es ermöglicht, aufgrund von beobachteten Handlungen Vorhersagen tätigen zu können, die für die anschließende Handlungsplanung des Beobachters relevant sind. Letztere können komplementär zu den beobachteten Handlungen sein. Smeeton und Williams (2012) gehen davon aus, dass Unter-

schiede in der Funktion des Spiegelneuronennetzwerks – die sich primär auf die Qualität der erzeugten internen Repräsentationen auswirken – für unterschiedliche Antizipationsleistungen verantwortlich sind. Diese Annahme lässt vermuten, dass Torhüter, die selbst gute Schützen sind, einen Vorteil daraus erlangen, dass sie sich in einen gegnerischen Angreifer bei der Ausführung eines Torschusses „hineinversetzen“ können. Des Weiteren würde dies bedeuten, dass Feldspieler, die sich als gute Schützen auszeichnen, aus der Perspektive des Torhüters die Flugrichtung von geschossenen Bällen ebenfalls häufig korrekt vorhersagen müssten. Unterstützt wird diese Aussage auch durch die „Common-coding-Theorie“ (und in Erweiterung der „Theory of Event Coding“), die aufgrund der gemeinsamen Prozesse und Repräsentationen von Wahrnehmung und Handlung besagt, dass die Wahrnehmung einer Handlung verbessert wird, wenn sie einen Bestandteil des eigenen Handlungsrepertoires darstellt. Das bedeutet jedoch nicht, dass diese Feldspieler die entsprechenden Schüsse auch in einer realen Spielsituation abwehren könnten, da sie zwar das prozedurale Wissen über die korrekte Antizipation besitzen, allerdings im Vergleich zu Torhütern in der Regel z. B. über eine schlechter ausgeprägte Sprungkraft oder Koordination verfügen. Ein Vorteil der menschlichen Wahrnehmung im Vergleich zu der von Tieren besteht darin, dass das Spiegelneuronensystem nicht nur bei in situ beobachteten Handlungen aktiviert wird, sondern auch bei abstrakteren, zweidimensionalen Darstellungen wie Videosequenzen oder Point-Light-Präsentationen. Für die Konzeption eines experimentellen Settings zur Untersuchung der Antizipationsleistung von Torhütern bedeutet dies, dass die Durchführung in einer Laborsituation mittels zweidimensionaler Stimulusdarbietung bzgl. der Aktivierung des Spiegelneuronennetzwerks keine offenkundigen Nachteile birgt.

Der im Rahmen der Embodiment-Forschung untersuchte Teilbereich der „embodied perception“ spezifiziert die Aussage der „Common-coding-Theorie“ bzgl. verbesserter Wahrnehmung von Handlungen des eigenen Handlungsrepertoires dahingehend, dass sie durch die sportlichen Fähigkeiten des Beobachters beeinflusst wird, die sich u. a. aus seinem physischen Zustand, den verfügbaren Handlungsoptionen und dem kalkulierten Aufwand bei der Aufgabenbewältigung zusammensetzen. Dies kann als Argument dafür angesehen werden, dass bei ökologisch weniger validen Laborsettings die Vorteile von Torhüter-Experten nicht in Gänze zutage treten können und die Differenzen bzgl. der Antizipationsleistung zwischen Experten und Novizen dabei eher unterschätzt werden.

Das Constraints-led Modell definiert drei Einflussfaktoren (organismische, umwelt- und aufgabenbezogene) auf den Wahrnehmungs-Handlungs-Kreis, mittels dessen ein Akteur in seiner Umgebung (dem perceptual-motor workspace) nach relevanten Informationen für eine situationsadäquate eigene Handlungsausführung sucht. Es konnte gezeigt werden, dass in Abhängigkeit vom Aufgabentyp, mit dem eine Person konfrontiert wird, unterschiedliche Wahrnehmungs-Handlungs-Kreise aktiviert werden, die wiederum verschiedene Blickstrategien erfordern. Ein Torhüter sieht sich beim Abwehren eines Torschusses einer *Abfangaufgabe unter Zeitdruck*

(interceptive timing task) ausgesetzt, in der er sein visuelles Suchverhalten zunächst für die Objekterkennung, für die anschließende Objektverfolgung sowie für die abschließende Objektkontrolle einsetzen muss. Laut Vickers (2007) wird das Blickverhalten u. a. durch die Anzahl und Art der Orte und Objekte beeinflusst, die sich in der visuellen Umgebung einer Person befinden. Ein Ort ist im Fall des Torhüters z. B. das Spielfeld mit seinen Begrenzungslinien, als Objekte sind der Ball sowie Mit- und Gegenspieler bezeichnet. Je mehr Objekte der Torhüter visuell verarbeiten muss, desto entscheidender ist eine effektive Aufmerksamkeitslenkung (vor allem bzgl. selektiver Aufmerksamkeit sowie Umschalt- und Konzentrationsfähigkeit), um die Aufmerksamkeit zwischen den Objekten verlagern und im entscheidenden Moment auf das richtige Objekt (bspw. den Schützen und den Ball) konzentrieren zu können. Daraus kann geschlossen werden, dass für Torhüter eine korrekte Antizipation eines Torschusses umso schwieriger sein müsste, je mehr zusätzliche Objekte (Mit- und Gegenspieler) sich in seinem Blickfeld befinden. Zudem kann davon ausgegangen werden, dass die Aufmerksamkeitslenkung bei Torhüter-Experten besser ausgeprägt ist als bei Novizen, sich der beschriebene Effekt bei unerfahreneren Torhütern also stärker abzeichnen sollte.

Die Eigenschaften des kognitiven Prozesses der Aufmerksamkeit haben Konsequenzen auf die Auswahl der Methoden, die in einem experimentellen Setting zur Erfassung der zugrundeliegenden Mechanismen der Antizipation angewendet werden sollten. Viele Aufmerksamkeitsprozesse sind nicht bewusstseinspflichtig und laufen vor allem bei stark automatisierten Vorgängen (zumindest scheinbar) unbewusst ab. Das visuelle Suchverhalten von Torhütern in Erwartung eines Torschusses ist diesen automatisierten Abläufen zuzuordnen. Daher liegt die Vermutung nahe, dass Torhüter in diesen Situationen Blickbewegungen ausführen, die zur unbewussten Aufnahme von Informationen führen. Aus diesem Grund scheint die Aussagekraft von Interviews und Fragebögen eingeschränkt zu sein, wenn darüber bspw. betrachtete Areale abgefragt werden sollen, die der Torhüter als Grundlage für seine Antizipation genutzt hat. Als zielführender hat sich diesbezüglich der Einsatz von Eye-Tracking-Systemen erwiesen.

Die in Kapitel 2.2.4 beschriebenen Antizipationsmodelle liefern einige Erklärungsansätze für die Überlegenheit von Experten im Vergleich zu weniger erfahrenen oder weniger leistungsstarken Torhütern. So kann bspw. aus dem Modell der „Triadischen Phasenstruktur der Handlung“ (Nitsch, 2000) abgeleitet werden, dass eine gute Antizipationsleistung auf präzisen internen Simulationen der gegnerischen Handlungsausführung beruht und vice versa. Diese Simulationen sind von entscheidender Bedeutung, da die antizipationsrelevanten Informationen aus ihnen extrahiert und interpretiert werden müssen. Das kybernetische Modell von Ritzdorf (1982) sowie Modelle zur Feature-Wahrnehmung betonen diesen Vorgang und begründen ihn damit, dass eine direkte Wahrnehmung dieser Informationen ohne höhere kognitive Verarbeitung nicht möglich ist. Ein Leistungsunterschied zwischen unterschiedlich erfahrenen und leistungsstarken Torhütern kann somit (zumindest anteilig) auf die Differenzen bzgl. der Güte der internen Repräsentationen und de-

ren Interpretation zurückgeführt werden. Aus dem Modell von Williams und Ward (2007) sind für Antizipationsstudien vor allem die Einflussfaktoren relevant, die auf die Antizipationsfähigkeit einwirken. Folgt man den Ausführungen der Autoren und misst den visuellen Fähigkeiten (z. B. der Sehschärfe) eines Torhüters Bedeutung für dessen Antizipationsleistung bei, müssen diese in kommenden Untersuchungen bei den Versuchspersonen überprüft und bei der Interpretation der Ergebnisse berücksichtigt werden. Die (empirisch fundierte) Aussage, dass die Antizipation von der Wahrnehmungsfähigkeit des Individuums und damit u. a. von der Qualität der Auswertung von Hinweisreizen und dem visuellen Suchverhalten abhängig ist, liefert einen weiteren Begründungsansatz für die Überlegenheit von Experten gegenüber Intermediates oder Novizen hinsichtlich ihrer Antizipationsleistung. Ebenso können diese Vorteile auf eine effektivere Aufmerksamkeitslenkung oder auf erfahrungsbedingtes effizienteres Abrufen von Gedächtnisinhalten zurückzuführen sein. Das Antizipationsmodell von Müller und Abernethy (2012) fasst anschaulich die bisherigen Erkenntnisse von Experten-Novizen-Vergleichen zusammen, die konkret auf das Beispiel eines Tennisschlages angewendet wurden, jedoch auch auf die Situation eines Fußballtorhüters bei der Vorhersage der Schussrichtung eines bevorstehenden Torschusses übertragen werden können (für einen Überblick über die Erkenntnisse aus Antizipationsstudien mit Fußballtorhütern siehe Kap. 3.3.2). Somit kann dieses Modell als Grundlage für die Hypothesenbildung bei der Konzeption von weiteren Experten-Novizen-Untersuchungen dienen. Die Ergebnisse dieser Studien können mit den postulierten Expertenvorteilen des Modells verglichen und somit im weitesten Sinne validiert werden. Dies betrifft auf kognitiver Ebene bspw. die Aussage, dass weniger erfahrene oder leistungsstarke Torhüter erst zu einem späteren Zeitpunkt der gegnerischen Bewegungsausführung in der Lage sind, antizipationsrelevante Informationen zielführend verwerten zu können.

Aufgrund ihrer besonderen Bedeutung für die folgenden Kapitel seien an dieser Stelle abschließend die Erkenntnisse aus Kapitel 2.2 nochmals prägnant aufgeführt, die insbesondere für ein umfassendes Verständnis der konzeptionellen Ableitungen der in Kapitel 4 dargestellten Untersuchung notwendig sind:

- Antizipation ist als höherer kognitiver Prozess abhängig von den grundlegenden Prozessen Wahrnehmung, Aufmerksamkeit und Gedächtnis, die in der Realität nicht trennscharf voneinander abgrenzbar sind.
- Visuelle Wahrnehmung wird über das Blickverhalten gesteuert, was wiederum u. a. abhängig ist von der zu bewältigenden Aufgabe (targeting task, interceptive timing task, tactical task).
- Das Abwehren eines Torschusses ist eine interceptive timing task (Abfangaufgabe unter Zeitdruck), in der das Blickverhalten (foveal und peripher) sukzessive für Objekterkennung, -verfolgung und -kontrolle eingesetzt wird.
- Das Blickverhalten eines Torhüters wird durch die Anzahl und Art der Orte und Objekte beeinflusst, die er visuell verarbeiten muss. Je komplexer die dargebotene Situation (je mehr Mit- und Gegenspieler sich im visuellen Feld des Torhüters befinden), desto schwieriger wird eine korrekte Antizipation.

Eine erfolgreiche Antizipation wird deshalb durch eine effektive Aufmerksamkeitslenkung bedingt.

- Die Blickverhaltensstrategie scheint unabhängig von der Art der Stimulusdarstellung (2D vs. 3D) zu sein.
- Bessere Antizipationsleistungen von Experten im Vergleich zu anderen Gruppen basieren bei interceptive timing tasks auf:
 1. dem Einsatz einer synthetischen Blickstrategie (wenige Sakkaden, geringe Fixationszahlen, längere Fixationsdauern),
 2. einer besseren perzeptuellen Organisation (Stufe 2 der Informationsverarbeitung) sowie
 3. der präziseren Einordnung und Interpretation (Stufe 3 der Informationsverarbeitung) von Informationen, deren Grundlagen Vorwissen und Erfahrung sind.
- Für eine erfolgreiche Abwehraktion in einer realen Spielsituation werden im Gehirn des Torhüters der ventrale und der dorsale Verarbeitungsstrom benötigt. Ein ökologisch valides experimentelles Setting erfordert daher möglichst realitätsnahe Stimuluspräsentationen und Antwortabgaben der Probanden.
- Die zielführendste Methode zur Überprüfung zugrundeliegender kognitiver Prozesse der Antizipation ist die Blickbewegungserfassung (Eye-Tracking). Durch sie wird sehr präzise das automatisierte, nicht bewusstseinspflichtige visuelle Suchverhalten von Torhütern erfasst.
- Das Modell von Müller und Abernethy (2012) postuliert auf kognitiver Ebene den Expertisevorteil, dass antizipationsrelevante Informationen bereits zu einem früheren Zeitpunkt der gegnerischen Bewegungsausführung zur Vorbereitung einer adäquaten Abwehrhandlung genutzt werden können. U. a. diese Hypothese wird in der empirischen Untersuchung dieser Arbeit geprüft.

3. Forschungsstand zur Antizipation im Kontext sportwissenschaftlicher Talentforschung

In Kapitel 3 findet die Aufbereitung des Forschungsstandes zur Antizipation statt, der im Lichte der sportwissenschaftlichen Talentforschung beleuchtet wird. Grundlage dafür bildet Kapitel 3.1, das auf Basis der historischen Entwicklung des Talentbegriffs mit dem Begabungs- und Expertiseansatz die wichtigsten paradigmatischen Ansätze der Talentforschung beschreibt. Im Zusammenhang mit der Expertiseforschung werden die Methoden detailliert beschrieben, die zur Erfassung kognitiver Prozesse von Expertiseleistungen genutzt werden können und die teilweise in Kombination miteinander in den in Kapitel 4 dargestellten empirischen Untersuchungen Anwendung finden (Kap. 3.2). Im Anschluss werden in Kapitel 3.3 die bisherigen empirischen Befunde der sportwissenschaftlichen Antizipationsforschung dargelegt und diskutiert. Abschließend werden die relevantesten Erkenntnisse der Talentforschung und der untersuchungsmethodischen Ansätze sowie die bisheri-

gen empirischen Befunde der sportwissenschaftlichen Antizipationsforschung zusammengefasst und ihre Bedeutung für die Untersuchung der Antizipation von Fußballtorhütern herausgearbeitet, was zur Ableitung wichtiger Implikationen für die Konzeption des experimentellen Settings der Studien im empirischen Teil dieser Arbeit führt (Kap. 3.4).

3.1 *Paradigmatische Ansätze der Talentforschung*

Die Zielsetzung des folgenden Kapitels ist es, die Entwicklung der Talentforschung bis zu ihrem heutigen Verständnis nachzuvollziehen, um die Schwächen früherer Talentdefinitionen herauszuarbeiten und dadurch die Stärken aktueller Definitionen zu betonen (Kap. 3.1.1). Darauf aufbauend gilt es, die prospektiven und retrospektiven untersuchungsmethodischen Herangehensweisen innerhalb der Talentforschung zu beschreiben, die zur Erforschung von Antizipation genutzt werden können (Kap. 3.1.2 & 3.1.3). Im weiteren Verlauf wird mit dem „Expert Performance Approach“ ein Rahmenmodell vorgestellt, das die Grundlage der Konzeption des experimentellen Settings dieser Arbeit darstellt (Kap. 3.1.3.2).

3.1.1 *Entwicklung der Talentforschung*

Das Problemfeld des sportlichen Talents rückte Anfang der 1960er-Jahre in den Fokus des verbandsportlichen Interesses. Der vom Deutschen Leichtathletik-Verband (DLV) gegründete Leistungsrat formulierte 1965 aufgrund der damals postulierten geringen Konkurrenzfähigkeit auf dem Niveau des Hochleistungssports einen „Zehn-Punkte-Plan zur Talentfindung und -förderung“, um diese Entwicklung perspektivisch umkehren zu können. Die verstärkt sportwissenschaftliche Auseinandersetzung mit diesem Themenbereich begann zeitlich versetzt zu Beginn der 1970er-Jahre, als z. B. Feige (1973) seine Grundpositionen bzgl. der Frage einer frühen Spezialisierung versus entwicklungsgemäßigem Leistungsaufbau formulierte (vgl. Joch, 1992). In den darauffolgenden Jahren gewann die praxisorientierte *Talentforschung* aufgrund des Nachwuchsmangels in vielen Sportarten immer mehr an Bedeutung. Die damals formulierte Intention der *Talentforschung* ist es, auf Basis vorpuberaler, puberaler und adoleszenter Leistungen Vorhersagen über zukünftige Spitzenleistungen treffen zu können. Dieser prospektive Ansatz wurde auf der theoretischen Basis des aus der Entwicklungs- und Pädagogischen Psychologie stammenden „Begabungsansatzes“ entwickelt (vgl. Hohmann, 2005; Hohmann & Carl, 2002). Demnach sind relevante Talentfaktoren sowohl genetische Dispositionen („nature“) als auch zufällige oder gezielt variierbare Umwelteinflüsse („nurture“). In der „Veranlagungs- versus Umweltdebatte“ oder „nature-nurture“-Debatte herrscht mittlerweile größtenteils Einigkeit darüber, dass sowohl die individuellen Merkmalsausstattungen als auch die Umweltbedingungen überdurchschnittlich günstig ausgeprägt sein müssen – wie von Gimbel (1976) bereits erstmals formuliert – um durch deren Wechselwirkung sportliche Höchstleis-

tungen zu ermöglichen (vgl. Baker & Davids, 2007; Hohmann, 2009; Malina & Bouchard, 1986). Zu den Anfängen der *Talentforschung* ist man noch von einer weitgehenden Unveränderbarkeit natürlicher Anlagen und damit von einer großen Stabilität leistungsrelevanter Faktoren (z. B. Körpergröße, aerobe Ausdauer, Maximalkraft etc.) ausgegangen (z. B. Daus, 1987). Durch die Erkenntnis, dass selbst diese stabilen Merkmale auch durch Umweltfaktoren beeinflusst werden können, wurde die enge Fokussierung auf die Talentdiagnose durch die Erforschung von Einflüssen und Wirkungen von Fördermaßnahmen erweitert (vgl. Baur, 1988; Gabler & Ruoff, 1979; Hohmann, 2009). In den letzten Jahren wurde der Einfluss der genetischen Veranlagung (Heredität) weiter relativiert (vgl. z. B. Hohmann, 2005). Die Hypothese der Existenz eines einzigen „Talentgens“ wird aktuell kaum noch vertreten. Mittlerweile sind rund 250 Gene bekannt, die direkt oder indirekt mit der Veranlagung für überdurchschnittlich sportrelevante Fähigkeiten in Verbindung gebracht werden (Bray et al., 2009). Eine präzise Quantifizierung des Einflusses des Genotyps (der genetischen Erbanlagen) ist jedoch auch durch die Identifikation relevanter Gene nach wie vor nicht möglich, da deren Wirkungen nicht isoliert betrachtet werden können. Zudem variieren die Phänotypen – die zusätzlich die Interaktion der Gene mit der Umwelt umfassen – in Abhängigkeit von der konkreten sportlichen Situation interindividuell sehr stark. In welchem Ausmaß welche Gene für eine Adaption an Trainingsreize verantwortlich sind, ist ebenfalls bislang unbekannt (vgl. Baker, 2012). Die Erkenntnisse, die bis dato zu diesem Problembereich vorliegen, sind somit allgemeinerer Natur und recht vage. So kann festgehalten werden, dass die genetische Disposition stärker die körperlichen Strukturen beeinflusst und die Umwelteinflüsse stärkere Auswirkungen auf die körperlichen Funktionen haben (vgl. Janelle, Coombes, Singer & Duley, 2007).

Die aufgeführten Erkenntnisse bzgl. der „nature-nurture“-Thematik führten dazu, dass zunächst eine Entwicklung weg von einem engen Talentbegriff, dessen Fokus auf der überdurchschnittlichen Leistungsfähigkeit zu einem bestimmten Zeitpunkt der Entwicklung liegt, hin zu einer weiten Talentvorstellung stattfand, die das Hauptaugenmerk auf überdurchschnittliche Leistungszuwachsraten im gesamten Entwicklungsverlauf des Talents legt. Zudem fand ein Übergang von einem statischen Talentbegriff, der wenig Spielraum für Entwicklungen oder Interventionen lässt, zu einem dynamischen, prozessual verstandenen Talentbegriff statt, der Raum für Veränderbarkeit lässt (vgl. Hohmann & Carl, 2002). Hohmann und Carl (2002) geben einen Überblick über die vier aus dieser Entwicklung resultierenden unterschiedlichen Talentbegriffe (vgl. Tabelle 1).

Tabelle 1. Definitive Schwerpunkte der vier unterschiedlichen Talentbegriffe (nach Hohmann & Carl, 2002, S. 5).

	Eng	Weit
Statisch	<ul style="list-style-type: none"> • Personen mit auf einen bestimmten Entwicklungsabschnitt bezogenen überdurchschnittlichen <i>Leistungsresultaten</i> (vgl. Letzelter, 1981) 	<ul style="list-style-type: none"> • Personen mit körperlichen, motorischen und psychischen <i>Dispositionen</i>, die bei günstigen <i>Umweltbedingungen</i> spätere Höchstleistungen gestatten (vgl. Gabler, 1990); • mit der <i>Bereitschaft</i>, solche Leistungen auch zu vollbringen (vgl. Carl, 1988); • mit den für Höchstleistungen notwendigen sozialen und materiellen <i>Umweltbedingungen</i> (vgl. Carl, 1988)
Dynamisch	<ul style="list-style-type: none"> • Personen mit auf den Entwicklungsverlauf bezogenen überdurchschnittlichen <i>Leistungszuwachsraten</i> (vgl. Siris, 1974; Letzelter, 1981; Bulgakova, 1978; Küpper, 1993) 	<ul style="list-style-type: none"> • Personen mit <i>entwicklungsfähigen Leistungsresultaten</i> aufgrund eines pädagogisch begleiteten und trainingsgesteuerten <i>Veränderungsprozesses</i> in Richtung späterer hoher Leistungen (vgl. Joch, 1997)

Aufbauend auf dieser Entwicklung definiert Hohmann (2009, S. 14) aus der prospektiven Perspektive des Begabungsansatzes ein Talent im Spitzensport u. a. als eine Person, die

„unter Berücksichtigung des bereits realisierten Trainings im Vergleich mit Referenzgruppen ähnlichen biologischen Entwicklungsstandes und ähnlicher Lebensgewohnheiten überdurchschnittlich sportlich leistungsfähig ist und bei der man unter Berücksichtigung personinterner (endogener) Leistungsdispositionen und verfügbarer kontextueller (exogener) Förderbedingungen in prospektiver Hinsicht begründbar annimmt oder mathematisch-prognostisch ermittelt, dass sie in einem nachfolgenden Entwicklungsabschnitt sportliche Spitzenleistungen erreichen kann.“

Eine Erweiterung dieses prospektiven Betrachtungsansatz der Talentdefinition erfolgt durch eine retrospektive Perspektive: „Als Talent im Spitzensport wird eine Person bezeichnet, die ... aus retrospektiver Sicht in ihrer Sportlerkarriere bereits nachweislich Spitzenleistungen erbracht hat“ (Hohmann, 2009, S. 14). Bei diesem Ansatz der *Talentforschung* richtet der Untersucher den Blick unter Einsatz einer „Wo-waren-sie-Methode“ (Letzelter, 1981, S. 47) in die Vergangenheit. Die Arbeit von Bloom (1985) war maßgeblich dafür verantwortlich, dass eine – immer noch andauernde – Verlagerung der sportwissenschaftlichen Fokussierung hin zum sog. „Expertiseansatz“ erfolgte. Klassischerweise werden hierbei aktuell auf höchstem Leistungsniveau agierende Athleten („Experten“) nach ihrem sportlichen Entwicklungsverlauf befragt, um Merkmale zu identifizieren, die sie von weniger erfolgreichen Sportlern unterscheiden. Die Bezeichnung „Experte“ wird allerdings in der Wissenschaft keineswegs einheitlich verwendet. Es existieren diverse Definitionen, die eine trennscharfe Verwendung im Sinne einer Nominaldefinition schwierig machen (siehe Kap. 3.1.3.1). Hohmann (2005, 2009) fasst den prospektiven „Bega-

bungsansatz“ (siehe Kap. 3.1.2) sowie den retrospektiven „Expertiseansatz“ (siehe Kap. 3.1.3) unter dem Überbegriff der *Talentforschung* zusammen (vgl. Abbildung 22).

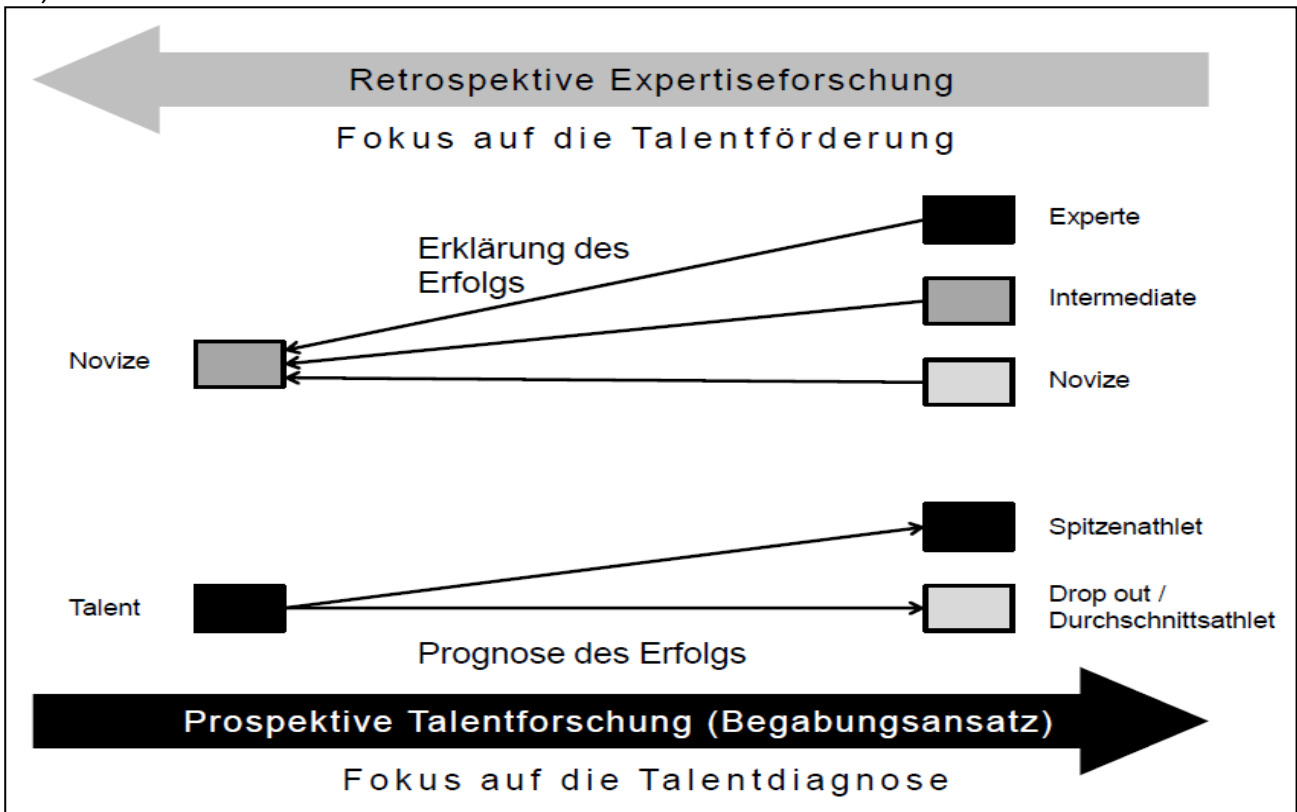


Abbildung 22. Talentforschung auf der Basis des Begabungs- und des Expertiseansatzes (mod. nach Cobley et al., 2012; Hohmann, 2005, S. 237).

Conzelmann und Höner (2009) haben ein Modell zu den Problembereichen der *Talentforschung* entworfen, in dem die Interaktion zwischen den verschiedenen Betrachtungsebenen der Wissenschaft und der Praxis beschrieben wird. Die Ebene der Wissenschaft lässt sich je nach Zielsetzung der jeweils durchgeführten Forschungsprozesse differenzieren in a) grundlagenwissenschaftliche, erkenntnisorientierte Theorie- und Sachproblem-Programme sowie in b) anwendungs- und problemorientierte Programme zur Entwicklung operativen Hintergrundwissens und Techniken-Programme (vgl. Höner, 2008). Den anderen Pol der Betrachtungsweisen stellt die Sportpraxis dar, die sich in Form der wissenschaftlich reflektierten Praxis den anwendungsorientierten Forschungserkenntnissen öffnet. Das Modell von Conzelmann und Höner setzt im Bereich der Forschungsprogramme an und stellt dort den Zusammenhang zwischen der „Hochbegabungs-“ und „Expertiseforschung“ dar. Auf der Ebene der Sportwissenschaft resultieren daraus die prospektive sowie die retrospektive Betrachtungsweise sportlichen Talents. Zudem wird die Bedeutung für die anwendungsorientierte Forschung und weitergehend für die Tätigkeit der Verbände skizziert sowie deren Auswirkungen auf das Individuum veranschaulicht (vgl. Abbildung 23). Bei eingehender Betrachtung der sportwissenschaftlichen Ebene wird deutlich, dass viele Facetten, die einem „Talent“ und/oder einem

„Experten“ inhärent sind, sowohl aus prospektiver als auch aus retrospektiver Perspektive beleuchtet werden können. Dies könnte z. B. konditionelle Fähigkeiten, technomotorische Fertigkeiten, psychologische Eigenschaften oder kognitive Vorgänge betreffen. Vor dem Hintergrund des Paradigmas der „Expertiseforschung“ wird der Forschungsschwerpunkt allerdings häufig auf die Kognition gelegt. Aufgrund der zentralen Bedeutung des Expertiseparadigmas für die vorliegende Arbeit, steht auch hier die Analyse der kognitiven Mechanismen im Mittelpunkt.

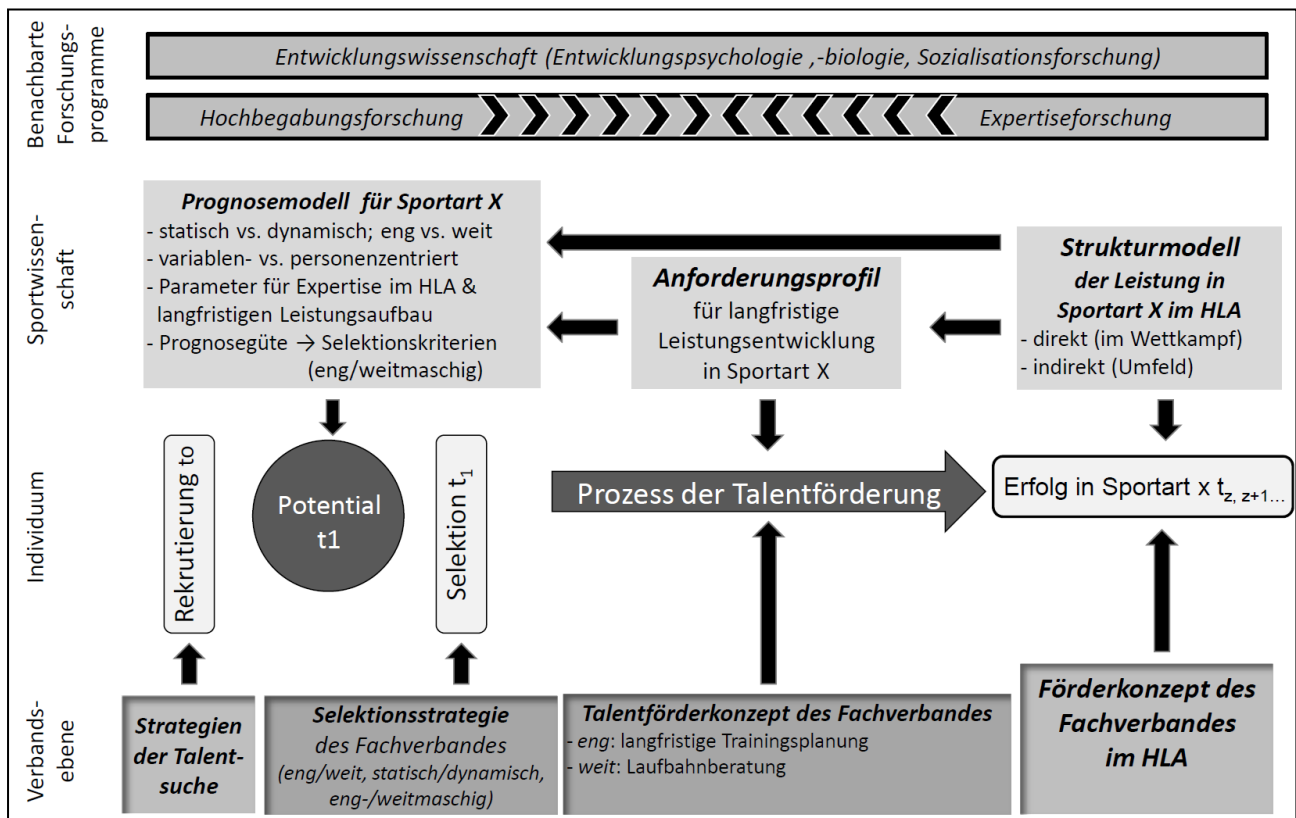


Abbildung 23. Problembereiche der Talentforschung (mod. nach Conzelmann & Höner, 2009).

Zusammenfassend formulieren Hohmann und Carl (2002) vier Forderungen, auf die eine angewandte sportwissenschaftliche Talentforschung ausgerichtet sein sollte:

- „Auf der Basis von wissenschaftlichen Erkenntnissen und Diagnosen Orientierungswerte (Ist-Normen) für die Entwicklung von Nachwuchssportlern vom Anfänger zum Höchstleister zu formulieren;
- auf der Basis einer hinreichenden Anzahl von bereits erhobenen Diagnose-daten die zukünftige Dynamik der Leistungsentwicklung eines vermeintlich talentierten Nachwuchssportlers mit Hilfe eines allgemeinen mathematischen Modells simulativ zu prognostizieren;
- die vorhandenen Strategien zur Talentsuche, Talentauswahl und Talentförderung zu evaluieren und ggf. zu optimieren;

- alternative Förder- oder Trainingsmodelle experimentell zu überprüfen und ihre Effektivität im Hinblick auf die Zielerreichung zu bestimmen.“ (Hohmann & Carl, 2002, S. 25f.)

Die kommenden Teilkapitel bauen auf dem modernen (weiten und dynamischen) Verständnis des Talentbegriffs auf und beschreiben die Forschungsprogramme des prospektiven „Begabungsansatzes“ (Kap. 3.1.2) und des retrospektiven „Expertiseansatzes“ (Kap. 3.1.3). Im Bereich des „Begabungsansatzes“ werden im Sinne eines dynamisch-prozessualen Modells der Talententwicklung (vgl. Hohmann, 2009) die Stufen der Talentsichtung, -auswahl, -prognose und -förderung behandelt. Im Bereich der „Expertiseforschung“ wird anschließend nach einer Begriffsdefinition mit dem „Expert Performance Approach“ (Ericsson & Smith, 1991) das Rahmenmodell für den empirischen Teil dieser Arbeit vorgestellt, dessen zentrales Ziel es ist, grundlegende, vor allem kognitive Mechanismen sportlicher Höchstleistungen zu erforschen und damit als Erweiterung des ursprünglichen Expertiseansatzes gesehen werden kann.

3.1.2 *Begabungsansatz*

Der Begabungsansatz stellt innerhalb der Talentforschung die prospektive Perspektive dar, deren Fokus auf der künftigen Entwicklung begabter junger Athleten sowie der Prognose der späteren Höchstleistung liegt, die durch gezielte Interventionen (Förder- und Trainingsmaßnahmen) maßgeblich unterstützt werden sollen (vgl. Heller, 2002). Diesem Ansatz liegen zwei Annahmen zugrunde: 1) Talent ist identifizierbar und somit messbar, 2) die Finalleistung kann aufgrund der Leistungen zu einem früheren Zeitpunkt vorhergesagt werden (vgl. Cobley et al., 2012). Diese Kernannahmen sind für den Bereich der Wissenschaft kritisch zu hinterfragen. Für den Bereich der Praxis sind sie hingegen jedoch unausweichlich.

Bei der Auseinandersetzung mit dem Themenbereich der prospektiven Talentforschung in einschlägiger wissenschaftlicher Literatur wird deutlich, dass eine trennscharfe Unterscheidung zwischen den Begriffen „(Hoch)Begabung“ und „Talent“ sehr schwierig ist. Oftmals werden die Begriffe synonym verwendet. So gibt es bei den Definitionen von „Begabung“, bspw. von Stamm (1999), und „Talent“, z. B. von Joch (2001), große inhaltliche Schnittmengen. Laut Stamm (1999, S. 10) ist „Begabung ... erstens das Potential eines Individuums zu ungewöhnlicher oder auffälliger Leistung, also die Kompetenz eines Menschen. Sie ist darüber hinaus zweitens ein Interaktionsprodukt, in dem die individuelle Anlagepotenz mit der sozialen Umgebung in Wechselwirkung steht“. Joch (2001) charakterisiert „Talent“ durch Dispositionen bzw. Anlagen, Bereitschaft, soziales Umfeld sowie die erbrachte Leistung. Für eine differenziertere Betrachtung beider Begriffe spricht sich aufgrund der theoretischen Relevanz z. B. Gagné (2004) aus (vgl. Cobley et al., 2012). „Begabung“ bedeutet seiner Definition zufolge „the possession and use of outstanding natural abilities ... in at least one ability domain“ in dem Ausmaß, dass sich die entsprechende Person mindestens unter den besten 10% der Gleichaltrigen befindet. Da-

gegen bezeichnet er „Talent“ als „the outstanding mastery of systematically developed abilities ... in at least one field of human activity“, wodurch die Person zu den besten 10% der Gleichaltrigen zu zählen ist, die ebenfalls in der entsprechenden Domäne aktiv sind oder waren (Gagné, 2011, S. 11). „Begabung“ liefert mit ihren herausragenden natürlichen Fähigkeiten somit die Grundlage für die Entwicklung von herausragendem Wissen und herausragenden Fertigkeiten, dem „Talent“. Diesen Grundgedanken setzt Gagné (2003, 2004, 2008) in seinem „Differentiated Modell of Giftedness and Talent“ (DMGT) um. Für Cobley et al. (2012) ist solch eine differenzierte Betrachtungsweise aus praktischer Sicht bspw. für die Identifizierung von jungen Athleten mit dem größten Leistungspotential jedoch unerheblich. Aus diesem Grund werden im weiteren Verlauf lediglich im strukturellen Kontext beide Begriffe verwendet, wenn es innerhalb der Forschungsrichtung der Talentforschung um die Gegenüberstellung des prospektiven Begabungsansatzes und des retrospektiven Expertiseansatzes geht. Auf Ebene der Individuen werden die Begriffe „Begabung“ und „Talent“ inhaltlich synonym verwendet.

Betrachtet man die Entwicklungsgeschichte der sportwissenschaftlichen Talentforschung, so fallen die unterschiedlichen Forschungsrichtungen auf, von denen aus sich anfangs monodisziplinär mit dem Problembereich auseinandergesetzt wurde. Die Versuche, die empirisch gewonnenen Einzelbefunde zu interpretieren und eine Transferierbarkeit auf die Sportpraxis zu schaffen, führten schließlich zu der Erkenntnis, dass nur die integrative Betrachtungsweise der unterschiedlichen Ergebnisse zu einem Fortschritt innerhalb der Talentforschung führen kann. Deshalb wurden in den letzten zwei Jahrzehnten vermehrt multidisziplinäre, längsschnittlich angelegte Konzepte entwickelt, um globalere Resultate bzgl. des Talentphänomens zu erhalten (vgl. Hohmann, 2009). Erste Ansätze zeigten, dass zu starr konzipierte Programme zur Talentidentifikation und -entwicklung, die die Interaktion zwischen den Faktoren Individuum, Umwelt und konkreter Aufgabe (vgl. Renshaw, Davids & Savelsbergh, 2010) nicht in ein dynamisches Konzept integrieren konnten, nicht erfolversprechend waren (vgl. auch die Ausführungen zur „Constraints-led-Perspektive“ in Kap. 2.2.1.2). In traditionellen Ansätzen fand eine Überbetonung von anthropometrischen und physiologischen Merkmalen statt, so dass einige potentiell talentierte Kinder zunächst nicht erkannt oder bereits frühzeitig ausselektiert wurden, weil durch die durchgeführten Messungen das Talentpotential nicht identifiziert werden konnte (vgl. Renshaw, Davids, Phillips & Kerhervé, 2012). Unter anderem um diesem Problem zu begegnen, entwickelte Hohmann (2001, 2009) ein integratives Rahmenmodell der Talentforschung (vgl. Abbildung 24), dessen „wichtigstes Kennzeichen ... der doppelte Prozesscharakter“ (Hohmann, 2009, S. 17) ist. Zum einen verlaufen die Prozesse der Talentdiagnose und -förderung eng miteinander verzahnt und parallel ab, zum anderen findet ein chronologischer Ablauf von Eingangs-, juveniler und finaler Leistung statt. Die regelmäßige wechselseitige Abstimmung zwischen Diagnose und Förderung stellt dabei im Sinne der dynamischen Talententwicklung ein zentrales Element dar (vgl. Hohmann, 2009).

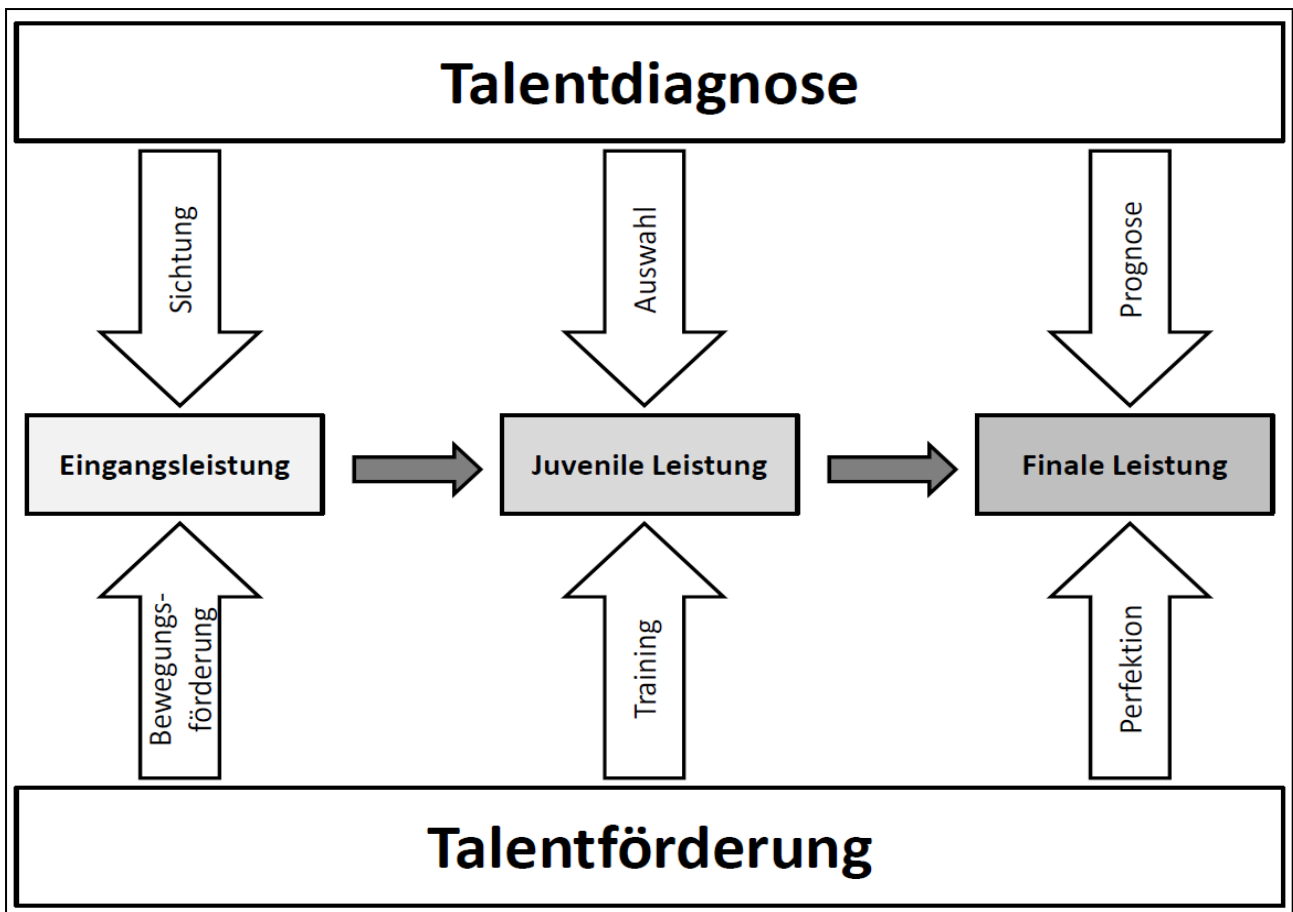


Abbildung 24. Rahmenmodell der spitzensportorientierten und wissenschaftlich begleiteten Talententwicklung mit den Ankerpunkten initiale, juvenile und finale sportliche Leistung als Stationen der Talentdiagnose und Talentförderung (mod. nach Cobley et al., 2012; Hohmann, 2001, 2009).

In den folgenden Unterkapiteln werden primär in Anlehnung an die Arbeiten von Hohmann (2004, 2005, 2009) die verschiedenen Bereiche der Talentdiagnose (Kap. 3.1.2.1) beleuchtet. Des Weiteren werden die verschiedenen Facetten der Talentförderung (Kap. 3.1.2.2) beschrieben und deren Umsetzung in die Praxis exemplarisch anhand des „DFB-Talentförderprogramms“ dargestellt.

3.1.2.1 Talentdiagnose

Der Prozess der Talentdiagnose lässt sich chronologisch in die Phasen der Talent-sichtung und -erkennung, die auf Basis der Eingangsleistung erfolgt, der Talent-auswahl aufgrund der juvenilen Leistung sowie der Talentprognose der finalen Leistung der Talente unterteilen (vgl. Abbildung 24). Bevor in den Unterkapiteln 3.1.2.1.2 bis 3.1.2.1.4 detailliert auf die drei Phasen eingegangen wird und die methodischen Probleme der einzelnen Bereiche kritisch reflektiert werden können, muss in Kapitel 3.1.2.1.1 zunächst geklärt werden, welche Talentprädiktoren die Grundlage der Talentdiagnose darstellen.

3.1.2.1.1 Talentprädiktoren

„Kriterienvielfalt und Prognoseunsicherheit dokumentieren ... nicht vorrangig einen defizitären Erkenntnisstand und sind nicht Ausdruck von unzureichender Fachkompetenz. Sie sind gegenstandsimmant und gehören zwangsläufig zur Talentthematik dazu“ (Joch, 2001, S. 62). Trotz dieser Schwierigkeiten gibt es eine Reihe von Talentfaktoren, die aus der Perspektive der unterschiedlichen sportwissenschaftlichen Teildisziplinen formuliert wurden. Hohmann (2009) listet die in Tabelle 2 aufgeführten diagnostischen Talentprädiktoren für die Bereiche Eingangsleistung, juvenile und finale Leistung auf.

Tabelle 2. Katalog diagnostischer Prädiktoren sportlichen Talents (mod. nach Hohmann, 2009, S. 30).

Eingangsleistung	Juvenile Leistung	Finale Leistung
(1) Genetisch bedingte Dispositionen	(2) Leistungsauffälligkeit in Bezug auf Wettkampfleistung und sportmotorische Leistungsfähigkeit bzw. Leistungsmerkmale (3) Leistungsentwicklungstempo und Trainierbarkeit (4) Utilisation (Ausnutzungsgrad) von Leistungsvoraussetzungen (5) Psychophysische Belastbarkeit	(6) Prognostische Höchstleistung (Prognoseleistung)

In der Phase der Diagnose von Eingangsleistungen spielen vor allem die *genetisch bedingten Dispositionen* für Leistungsvoraussetzungen und deren *Vererbbarkeit* (Heredität) eine Rolle. Janelle et al. (2007) vermuten einen großen Einfluss der genetischen Ausprägungen auf die Physiologie, die motorischen Fähigkeiten, die Adaptation an Trainingsreize, die Persönlichkeit, die Intelligenz, die Kognition und die psychophysischen Prozesse sowie die Gesundheit eines Talents. Da die Messung der Heredität solcher Leistungsvoraussetzungen jedoch nur sehr aufwändig durchführbar ist und sich ihre tatsächliche Bedeutung für diverse Leistungsmerkmale als geringer als ursprünglich vermutet herauskristallisierte, wurde in der Trainingswissenschaft der Fokus verstärkt auf die Betrachtung der Stabilität von Wettkampfleistungen und bedeutsamen Leistungsvoraussetzungen über einen längeren Zeitraum gelegt. Es zeigte sich, dass lediglich in der vorpuberalen Phase einige Merkmale relativ stabil und somit leistungsprognostisch relevant sind. Aus dieser Erkenntnis lässt sich ableiten, dass die *Trainierbarkeit* eines Talents als der wichtigste genetische Einflussfaktor auf die Leistungsentwicklung betrachtet werden kann (vgl. Bouchard, Malina & Perusse, 1997; Hohmann, 2009; Skinner, 2001). Im weiteren Verlauf der Talententwicklung gibt es vor allem in der Phase des juvenilen Alters eine Reihe diagnostischer Prädiktoren. Dabei gilt die Talentauswahl anhand von *Leistungsauffälligkeiten in Training oder Wettkampf* für die Praxis als das bedeutendste Kriterium. Der Hauptgrund hierfür ist, dass die Leistung meist

recht einfach und objektiv erfasst werden kann. Während die Aussagekraft dieses Kriteriums bei jungen Sportlern noch recht begrenzt ist, da die Bedingungen, die zu einer auffälligen Leistung führten, nur selten bekannt sind, nimmt sie mit steigendem Alter zu (vgl. Hohmann, 2005). Besonders effektiv ist eine Prognose aufgrund von Leistungsauffälligkeiten in Sportarten, in denen vor allem konditionelle und physiologische Faktoren Determinanten des Erfolgs sind. Bei den komplexeren Spilsportarten sind zusätzlich auch koordinativ-technische und kognitiv-taktische Faktoren (u. a. die Antizipation) von entscheidender Bedeutung, die allerdings bei den meisten Verfahren zur Talentsichtung nicht berücksichtigt werden (können), was wiederum zuverlässige Prognosen erschwert (vgl. Hohmann, 2009).

Weitere Talentprädiktoren, die im juvenilen Alter diagnostiziert werden können, sind das *Leistungsentwicklungstempo* sowie – nach wie vor – die *Trainierbarkeit*. Für Willimczik, Meierarend, Pollmann und Reckeweg (1999) ist das relative Entwicklungstempo der entscheidende Talentindikator. Dabei werden die Leistungszuwächse in Abhängigkeit vom jeweiligen individuellen Ausgangsniveau betrachtet (vgl. Hohmann, 2009). In Bezug auf die Trainierbarkeit perspektivisch bedeutsamer Elemente muss man aufgrund entsprechender genetischer Dispositionen zwischen den Gruppen der „high responder“ und „low responder“ sowie der „early responder“ und „late responder“ unterscheiden (vgl. Hohmann & Carl, 2002). Der Anteil von Entwicklungstempo und Training am sportlichen Leistungsfortschritt wird meist durch den zusammengefassten Index „Zuwachsrate“ beschrieben (vgl. Hohmann, 2005).

In einem engen Zusammenhang mit der Zuwachsrate steht die *Utilisation* (der Ausnutzungsgrad) von Leistungsvoraussetzungen. Idealerweise werden Leistungsanstiege unter möglichst geringer Ausschöpfung der entsprechenden individuellen psychophysischen Voraussetzungen realisiert, d.h. dass die maximalen Adaptationsreserven nicht verfrüht aufgebraucht werden sollten. Zur Utilisation zählt darüber hinaus auch das Vermögen des jugendlichen Sportlers, kontextuelle Förderbedingungen in möglichst geringem Maße auszunutzen (vgl. Hohmann, 2009).

Das *Ausmaß an psychophysischer Belastbarkeit* stellt ebenfalls einen relevanten Talentprädiktor in der juvenilen Phase dar. Eine erstmalige Diagnose dieses Faktors sollte zu einem möglichst frühen Zeitpunkt in der juvenilen Entwicklungsphase durchgeführt werden. Im weiteren Verlauf ist diese Diagnostik in regelmäßigen, zeitlich kurzen Abständen zu wiederholen, damit der Trainer die Möglichkeit erhält, die Beanspruchungsreaktionen seines Sportlers präzise erfassen und auswerten zu können (vgl. Hohmann, 2009).

Sämtliche für die Zeitpunkte der Eingangsleistung und der juvenilen Leistung aufgeführten Talentprädiktoren fließen in die „Berechnung“ der *prognostischen Höchstleistung* ein, um die finale Leistung eines Athleten möglichst präzise vorherzusagen zu können. Wenn ein Kind oder ein Jugendlicher die Diagnosemerkmale in der entsprechenden altersspezifischen Ausprägung erfüllt, wird ihm Talent bescheinigt. Am zuverlässigsten ist die Talentzuschreibung, wenn die prognostizierte Finalleistung mathematisch ermittelt werden kann. Voraussetzung dafür ist jedoch,

dass die in die Berechnung einfließenden unabhängigen Variablen tatsächlich eine *prognostische Validität* besitzen. Die Überprüfung der prognostischen Validität gestaltet sich in der Realität allerdings recht aufwändig: Die Ausprägungen der Merkmale der Athleten, für die ein hohes Leistungsniveau prognostiziert wurde, müssen nach Beendigung ihrer Karriere mit den früheren Prädiktorausprägungen der Sportler verglichen werden, die in ihrer sportlichen Laufbahn faktisch reale Höchstleistungen erzielt haben (vgl. Hohmann, 2009). Erst durch diese Betrachtung wird eine Beurteilung der prognostischen Validität einzelner diagnostizierter Merkmale möglich.

Die in Tabelle 2 aufgeführten Prädiktoren beziehen sich auf interpersonelle Merkmale. Eine alleinige Betrachtung dieser Punkte greift im Sinne des dynamischen Talentbegriffs jedoch zu kurz. Ebenso sind weitere psychologische sowie kontextuelle-soziologische Merkmale zu berücksichtigen, die als Moderatoren einen Einfluss auf die Leistungsentwicklung eines Talenten ausüben (vgl. Hohmann, 2009; Abbildung 25).

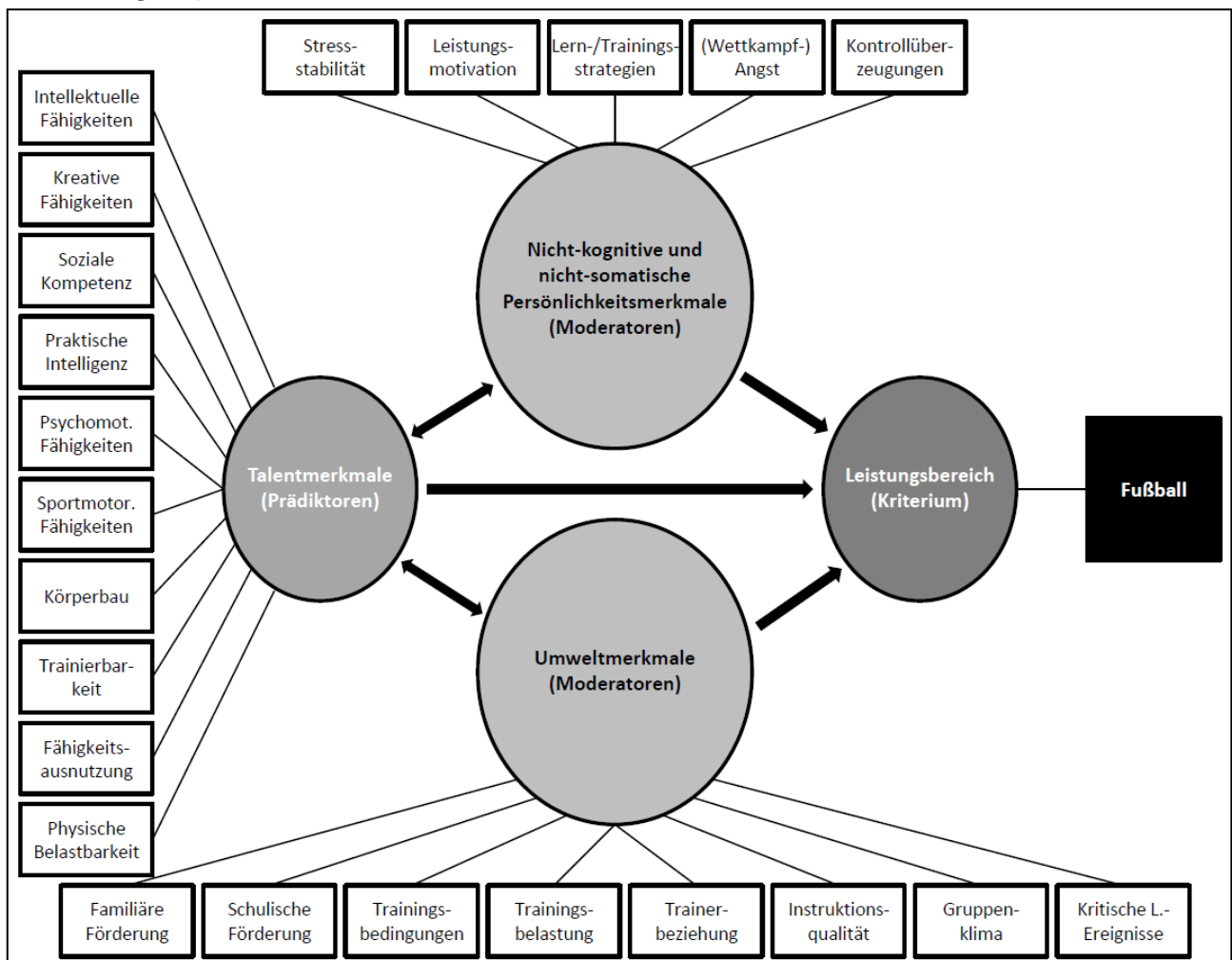


Abbildung 25. Das mehrdimensionale Münchner Hochbegabungsmodell (ausCobley, Schorer & Baker, 2012, S. 4; mod. nach Heller, 2000; Heller & Hany, 1986; Hohmann, 2009).

Ein anderes Modell zur Talententwicklung stammt von Baker und Horton (2004), die diesbezüglich zwischen primären und sekundären Einflussfaktoren differenzie-

ren (vgl. Abbildung 26). Zu den primären Einflüssen werden bspw. Gene, Training oder psychische Faktoren gezählt, die direkt zum Fertigkeitserwerb und zur sportlichen Leistung beitragen. Sekundäre Einflüsse sind Faktoren, die keinen solchen direkten Effekt aufweisen, jedoch auf die primären Einflüsse förderlich oder hemmend wirken können, wie bspw. Kontext- oder sozio-kulturelle Variablen (vgl. Cobley et al., 2012).

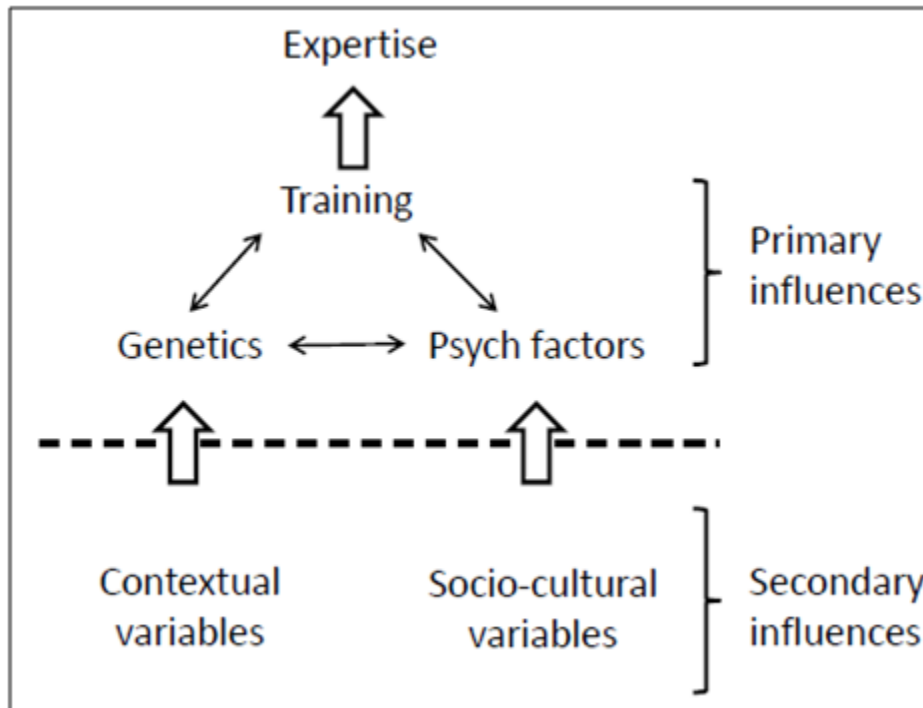


Abbildung 26. Modell der Interaktion zwischen primären und sekundären Einflüssen auf die Entwicklung von Athleten (mod. nach Baker & Horton, 2004; aus Cobley et al., 2012, S. 4).

Potenzielle Talentprädiktoren konkret für die Sportart Fußball werden von Williams und Franks (1998; erweitert durch Höner, 2010; Reilly, Williams, Richardson, Fisher & Bailey, 2008; Williams & Reilly, 2000) aufgeführt. Danach haben soziologische, physiologische, physische und psychologische Prädiktoren einen Einfluss auf die Talententwicklung. Zu den psychologischen Prädiktoren ist u. a. auch die perzeptuell-kognitive Fertigkeit der Antizipation zu zählen (vgl. Abbildung 27).

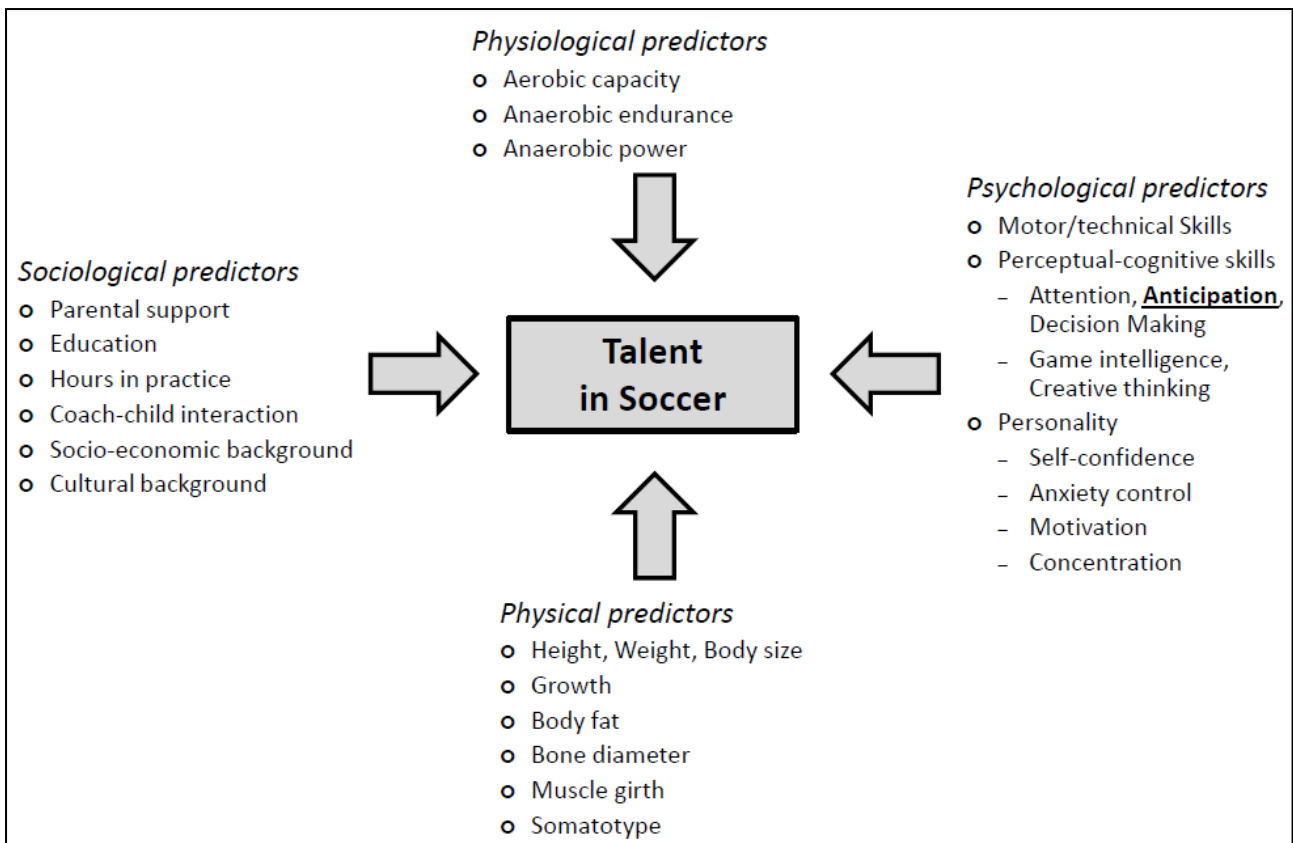


Abbildung 27. Potenzielle Talentprädiktoren im Fußball (mod. nach Williams & Franks, 1998; Williams & Reilly, 2000; Reilly et al., 2008; Höner, 2010; Vaeyens, Coelho e Silva, Visscher, Philippaerts & Williams, 2013).

Eine rein psychologische Betrachtungsweise nehmen MacNamara, Button und Collins (2010a, 2010b) vor, indem sie auf Basis einer retrospektiven Studie „Psychological Characteristics of Developing Excellence (PCDEs)“ definieren. Die PCDEs umfassen neben Lernstrategien, der Fähigkeit der realistischen Zielsetzung und des Planens auch Einstellungen und Emotionen. Die große Bedeutung psychologischer Faktoren konnte ebenfalls durch Untersuchungen von Abbott und Collins (2004), van Yperen (2009) sowie MacNamara und Collins (2010) aufgezeigt werden (für einen Überblick siehe MacNamara & Collins, 2012).

Nachdem in diesem Kapitel Talentprädiktoren dargelegt wurden, die sich je nach sportwissenschaftlich-disziplinärer Perspektive auf unterschiedliche Aspekte fokussieren, wird in den folgenden Kapiteln beschrieben, wie sich das Wissen um diese Prädiktoren auf die Praxis der Talentsichtung, -auswahl und -prognose auswirkt.

3.1.2.1.2 Talentsichtung und Talenterkennung

Der erste Schritt innerhalb der prospektiven Talentforschung ist die *Sichtung* bzw. *Erkennung* „of talented children that are not yet involved in regular training procedures“ (Hohmann, 2004, S. 8). Der Begriff „Talentsichtung“ bezieht sich dabei eher auf die inhaltliche Komponente der Begutachtung und Bewertung eines Ta-

lents, während „Talenterkennung“ auf den organisatorischen Bereich dieses Vorgangs verweist. Die Sichtung erfolgt in diesem ersten Schritt auf Basis der Eingangsleistung der Kinder. Bei der Talentsichtung gilt es, die Interessen von mindestens zwei an diesem Prozess beteiligten Parteien miteinander zu vereinbaren: die der Sportvereine und -verbände und die der jungen Athleten. Vereine und Verbände haben ein großes (u. a. ökonomisches) Interesse daran, für ihre Sportart entsprechende Talente bereits frühzeitig zu erkennen und in ihre Förderprogramme zu integrieren bzw. weniger talentierten Sportler die oftmals kostenintensive Förderung zu verweigern. Für die jungen Athleten eröffnet eine frühe Sichtung die Möglichkeit, ihr individuelles Begabungspotential optimal entfalten zu können. Zudem wird durch eine zuverlässige Sichtung tatsächlicher Talente die Gefahr von negativen Konsequenzen einer frühzeitigen sportartspezifischen Spezialisierung reduziert, die bei der Einbindung von weniger geeigneten Kindern in entsprechende Förderprogramme entstehen können (vgl. Hohmann, 2009).

In der Praxis erfolgen Talentsichtungsmaßnahmen an Kindern in der Regel durch Überprüfung der allgemeinen motorischen Begabung (vgl. Hohmann, 2005; siehe auch Kap. 3.1.2.1.1). Die dafür zur Verfügung stehenden Diagnoseinstrumente sind allerdings nur eingeschränkt prognostisch valide, so dass häufig auch die subjektive Bewertung durch einen Trainer herangezogen wird (vgl. Hohmann, 2009).

Es gibt jedoch auch *Kritikpunkte*, die im Zusammenhang mit einer frühen Talentsichtung angeführt werden. Zum einen stellt sich die Frage, ob es ethisch vertretbar ist, Kinder vor dem Hintergrund rein leistungssportlicher Motive zu sichten, damit sie möglichst erfolgreich für ihren Verein oder ihren Verband tätig sein können und nicht die für ihre Persönlichkeitsentwicklung optimale Ausbildung in den Mittelpunkt der Förderbemühungen zu stellen (vgl. Hohmann, 2004). Zum anderen muss man sich vergegenwärtigen, dass es aufgrund der Wechselwirkungen zwischen genetischen Anlagen und diversen Umweltfaktoren und der daraus resultierenden Notwendigkeit einer dynamischen Talentvorstellung kaum möglich ist, anhand der Eingangsleistung präzise Vorhersagen bzgl. der Leistungsentwicklung zu treffen (vgl. Beckmann, Elbe & Seidel, 2008). Aus diesem Grund schlagen bereits Ruoff (1980) sowie Regnier, Salmela und Russell (1993) vor, die Diagnostik bei Kindern und Jugendlichen häufiger durchzuführen und die Prognosezeiträume zu verringern (vgl. Hohmann, 2009). Gegen eine frühe Talentsichtung und die damit einhergehende frühe Spezialisierung auf eine Sportart sprechen auch Ergebnisse einer Untersuchung von Vaeyens, Güllich, Warr und Philippaerts (2009), die zeigen, dass Athleten, die ein spezifisches Trainingsprogramm zu einem späteren Zeitpunkt ihrer Entwicklung aufnahmen, später eher Olympische Medaillen errungen haben. Die Autoren führen dies auf die möglichen Vorteile zurück, die eine breitere sportliche Ausbildung mit sich bringt (vgl. Renshaw et al., 2012; siehe auch die Diskussion im Rahmen des „deliberate practice“-Ansatzes in Kap. 3.1.3.2).

3.1.2.1.3 Talentauswahl

Im Gegensatz zur Talentsichtung bezieht sich die *Talentauswahl* auf die Selektion von Athleten der (vor-)pubertären und jugendlichen Altersklassen, die bereits in einen regelmäßigen Trainingsbetrieb involviert sind. Das Ziel der Talentauswahl besteht darin, die Sportler zu identifizieren, denen zum Zeitpunkt der Selektion die größten Chancen auf eine erfolgreiche Sportlerkarriere attestiert werden (vgl. Hohmann, 2004; Joch, 1997). Das wichtigste Kriterium für die Auswahl von Talenten im juvenilen Alter stellt aufgrund fehlender systematischer und flächendeckender Diagnostiken die *Wettkampfleistung* dar. Die Auswahl im Zuge dieser ersten Selektionsstufe ist für die ausgewählten Talente häufig der Beginn weiterführender Talentfördermaßnahmen und damit der Einstieg in das zielgerichtete und sukzessiv belastungsintensivere Training (vgl. Hohmann, 2009).

Der Prozess der Talentauswahl ist durch einige *methodische Probleme* gekennzeichnet, die zum Zwecke einer erfolgreichen Selektion im Zuge der Datenauswertung behoben werden müssen oder – wenn dies nicht möglich ist – bei einer Interpretation zumindest berücksichtigt werden sollten. Diese Probleme können hervorgerufen werden durch das Auftreten eines *Relative Age Effects* (RAE oder kalendarischer Alterseffekt bzw. age bias), eines *Birthplace Effects* oder auf der sog. *Schwellenwertproblematik* basieren.

Der Relative Age Effect

Der *Relative Age Effect* beschreibt Abweichungen der Geburtstage von Spielern von der annähernden Gleichverteilung in der Gesamtbevölkerung (vgl. z. B. Carling, Le Gall, Reilly & Williams, 2009; Helsen, van Winckel & Williams, 2005; Höner, 2010; Lames, Augste, Dreckmann, Görsdorf & Schimanski, 2008). Bei den zumeist jahrgangsweise durchgeführten Talentdiagnosen kann dies zu systematischen Selektionsfehlern aufgrund des kalendarisch bedingten Entwicklungsvorsprungs von Talenten führen, die zu einem frühen Zeitpunkt im Jahr geboren wurden (vgl. z. B. Hohmann, 2009; Lames et al., 2008; Musch & Grondin, 2001). Auf Ebene der Vereine und Verbände kann daraus eine ineffiziente Talentförderung, auf Ebene der Individuen eine unfaire Talentförderung resultieren. Der RAE konnte in vielen Sportarten nachgewiesen werden, besonders deutlich auch im Fußball (vgl. Barnsley, Thompson & Legault, 1992; Cobby, Baker, Wattie & McKenna, 2009; Glamser & Vincent, 2004; Helsen et al., 2005; Votteler & Höner, 2012). Die gängigste Hypothese, die eine Erklärung für den RAE liefert, geht davon aus, dass ältere Kinder eines Jahrgangs von ihrer Umwelt bereits in frühem Alter in höherem Maße unterstützt und in ihrer sportlichen Tätigkeit bestärkt werden, was sich positiv auf ihre Entwicklung und die Motivation, Zeit und Energie in Training zu investieren, auswirkt (vgl. Côté et al., 2007; Musch & Grondin, 2001). Lames et al. (2008) beschreiben in ihrem *Dynamischen Modell der Entstehung und Verstärkung eines RAE*, dass diese Sportler absolut bessere Leistungen erzielen, daraufhin eher als Talent selektiert werden, somit verstärkt Fördermaßnahmen und positives Feedback erhalten und deshalb ihre Leistungen weiter steigern können. Der RAE kann

sich in Ausnahmefällen sportartspezifisch jedoch auch zugunsten der später im Jahr Geborenen auswirken: In Sportarten, in denen Faktoren wie Ästhetik und Beweglichkeit im Vordergrund stehen (wie z. B. bei der rhythmischen Sportgymnastik oder dem Eiskunstlaufen), kann es zu einer bevorzugten Selektion von jüngeren Athleten kommen, deren körperliche Entwicklung noch nicht so weit vorangeschritten ist (vgl. z. B. Baker, Janning, Wong, Cobley & Schorer, 2012).

Um dem RAE entgegenzuwirken, gibt es verschiedene Ansätze und Modelle. Eine Möglichkeit besteht darin, als Selektionskriterium nicht die aktuelle Wettkampfleistung heranzuziehen, sondern das Augenmerk verstärkt auf das prognostizierte Entwicklungspotential zu richten. Dieses Vorgehen ist allerdings nur mit erheblichem Sichtungsaufwand zu realisieren und erfordert eine Vielzahl an qualifizierten Trainern, die die entsprechenden Sichtungsmaßnahmen durchführen. Ein Modell, das den RAE eliminiert oder zumindest reduziert (allerdings Probleme auf anderen Ebenen hervorruft), stammt aus den USA und Kanada. Im kanadischen und US-amerikanischen Jugend-Football werden die Spieler nicht nach Altersklassen sondern nach Körpergewicht in Mannschaften zusammengefasst (vgl. Côté et al., 2007). Hohmann (2009) plädiert dafür, das Alter der Sportler zwischen den verschiedenen Alterskategorien zu modellieren („fuzzifizieren“) oder zumindest den Einfluss des kalendarischen oder biologischen Alters an den erfassten Leistungsdaten (wenn möglich) rechnerisch zu beseitigen.

Der Birthplace Effect

Der *Birthplace Effect* beschreibt den Einfluss des Geburtsortes bzw. der Einwohnerzahl des Ortes, an dem ein Athlet aufgewachsen ist, auf die Wahrscheinlichkeit, im Erwachsenenalter herausragende sportliche Leistungen zu zeigen. Laut Kytta (2002) bieten kleinere Städte bessere Möglichkeiten für Kinder, sich spielerisch im Sinne eines „deliberate play“ (siehe Kap. 3.1.3.2) in verschiedenen Sportarten zu entfalten und sich mit Kindern anderer Altersklassen im sportlichen Wettstreit zu messen. Ebenso erscheint in kleineren Städten der frühe Zugang zum Vereinssport einfacher als in Großstädten oder auf dem Land, was zu einer erhöhten Selbstwirksamkeit beitragen kann (vgl. Côté et al., 2007). Auf theoretischer Ebene kann der – ursprünglich für das akademische Selbstkonzept formulierte – „*big fish, little pond effect*“ (BFLPE) von Marsh (1987) für eine Erklärung des positiven Effektes der psycho-sozialen Umgebung einer Kleinstadt auf die sportliche Entwicklung eines Talents herangezogen werden. Übertragen auf den Sport besagt der BFLPE, dass ein Talent („big fish“) in einer kleineren Stadt („little pond“) aufgrund der herausragenden Stellung innerhalb seiner Mannschaft und der damit verbundenen Anerkennung von Mitspielern und Trainer seine sportliche Selbstwirksamkeitsüberzeugung steigern kann. Cote, MacDonald, Baker und Abernethy (2006) konnten in ihrer Studie zeigen, dass zumindest in den Sportsystemen der USA und Kanadas kontextuelle Faktoren, die dem Birthplace-Effect zugeschrieben werden, größere Auswirkungen auf die Talententwicklung besitzen als der Relative Age Effect.

Die Schwellenwertproblematik

Ein Ziel im Rahmen der Talentauswahl ist es, Verfahren zu entwickeln, die eine möglichst objektive Festlegung zulassen, welcher Nachwuchssportler als förderungswürdiges Talent angesehen werden kann. Ein beliebtes Verfahren auf diesem Weg ist die Orientierung an *Schwellenwerten* (cut-off-Werten), die für eine Selektion überschritten werden müssen (vgl. Kupper, 1984). Der Vorteil dieses Vorgehens liegt darin, dass die Schwellenwerte auf Basis erbrachter Leistungen mathematisch relativ simpel berechnet werden können. Grundlage der Berechnung bildet die Annahme, dass die Begabungen in der Gesamtbevölkerung näherungsweise normalverteilt vorliegen. Schwieriger als die reine Berechnung ist die inhaltliche Festlegung dessen, wo ein Schwellenwert gesetzt werden sollte (vgl. Hohmann & Carl, 2002). In der Forschungsliteratur zu diesem Thema finden sich unterschiedliche Angaben, die auf eine relativ willkürliche Festlegung schließen lassen: Der Schwellenwert, der in der ehemaligen DDR und in Russland zur Aufnahme in die Kinder- und Jugendsportschulen berechnete, lag bei zwei Standardabweichungen oberhalb des Mittelwerts in der entsprechenden Altersklasse (vgl. Ljach, 1997), was eine Rekrutierungsquote von ca. 2.30% der getesteten Kinder bedeutete (vgl. Hohmann, 2005). Denselben Wert definieren Ziemainz und Hill (2004) als Voraussetzung für das Erreichen der 2. Stufe des australischen Talent Search-Programms (vgl. Hohmann, 2009). Von dem tschechischen Wissenschaftler Kovar (1981) stammt die Forderung, den cut-off-Wert bei drei Standardabweichungen zu taxieren, wodurch noch 0.13% der Kinder selektiert würden (vgl. Hohmann, 2005). Der Brasilianer Matsudo (1996) plädiert mit vier Standardabweichungen oberhalb des Mittelwertes für eine noch höhere Ansetzung des Schwellenwertes, so dass nur 0.003% als förderungswürdige Talente kategorisiert werden würden.

Die angeführten Beispiele verdeutlichen, dass es bislang keinen Konsens darüber gibt, wo ein Schwellenwert als Kriterium für eine sinnvolle Talentselektion anzusetzen ist. Aus diesem Grund birgt eine frühzeitige Delegation von Talenten alleine auf Basis eines überschrittenen cut-off-Wertes Gefahren: Faktoren wie wechselseitige Kompensation und Potenzierung, aber auch der wechselseitigen Suppression bedeutsamer Leistungsmerkmale im Verlauf eines langfristigen Trainingsprozesses werden nicht berücksichtigt (vgl. Hohmann, 2009). Somit wird Athleten, deren Potential sich erst zu einem späteren Zeitpunkt in deutlich überdurchschnittlichen Leistungen niederschlägt, die Möglichkeit einer spitzensportlichen Karriere verwehrt.

Ein (zumindest theoretisch) möglicher Lösungsansatz des Selektionsproblems stellt die „fuzzy-logic“ (vgl. Brechtel, Zinner, Kautz, Wolff & Patotschka, 2002; Zinner, 1994) dar, die nicht mit festen Schwellenwerten operiert, sondern „weiche Übergänge“ zwischen den Polen Eignung und Nicht-Eignung erstellt und dazu prozentuale Zugehörigkeitswahrscheinlichkeiten liefert. Der Vorteil hierbei besteht u. a. darin, dass Schwächen in einem Bereich der Talentmerkmale durch Stärken in einem anderen Bereich (je nach Gewichtung) kompensiert werden können (vgl. Hohmann, 2005). Bislang hat sich aber auch diese Herangehensweise nicht flächendeckend

durchgesetzt, so dass die Talentauswahl allein auf Basis normalverteilter Qualifikationsnormen problematisch bleibt (vgl. Hohmann, 2009).

3.1.2.1.4 Talentprognose

Nolting und Paulus (1999, S. 189) verstehen unter „Prognose“ die Vorhersage eines zukünftigen Kriteriums auf Basis der in der Diagnostik gewonnenen Daten über relevante Prädiktoren. Die Auswahl dieser relevanten Prädiktoren birgt allerdings einige Schwierigkeiten und verlangt von den im Bereich der Talentförderung tätigen Trainern und Wissenschaftlern die Auseinandersetzung mit dem sog. „Prädiktorenproblem“ (Willimczik, 1982, S. 143). Dieses Problem tritt vor allem in komplexeren Sportarten (wie z. B. den Spielsportarten) auf, in denen eine konkrete Festlegung von Talentprädiktoren nach wie vor sehr schwierig ist. Um dem „Prädiktorenproblem“ zu begegnen, sollten möglichst viele Merkmale der Eingangs- und juvenilen Leistung in einer Diagnostik getestet werden, um die Wahrscheinlichkeit zu erhöhen, dass sich darunter prognostisch valide Prädiktoren befinden (vgl. Hohmann, 2009). Dabei ist jedoch zu berücksichtigen, dass eine Vorhersage nicht durch eine rein quantitative Steigerung der erfassten Merkmale verbessert werden kann, sondern dass es sich dabei zusätzlich um tatsächlich bedeutsame Faktoren handeln muss, die auch objektiv, reliabel und valide erfasst werden können (vgl. Nolting & Paulus, 2009). Die Überprüfung dieser Forderung kann allerdings erst nach Erreichen der finalen Leistungsfähigkeit retrospektiv erfolgen. Dabei muss überprüft werden, ob die Athleten, die in ihrer Kindheit oder Jugend als Talente identifiziert wurden, aufgrund ihrer finalen Leistungen zu dem Personenkreis gezählt werden können, die in ihrer Sportart die tatsächlichen Höchstleistungen vollbringen. Da dies im sportlichen Kontext (zumindest theoretisch) verhältnismäßig einfach zu realisieren ist, führt dieses Vorgehen zudem zu einer Entschärfung des „Kriteriumsproblems“ (Willimczik, 1982, S. 143).

Der geforderte Einsatz einer Breitband-Diagnostik zur Lösung des „Prädiktorenproblems“ ist in der Praxis allerdings sehr zeit- und kostenintensiv. Darüber hinaus sind auch die inhaltlichen Limitationen solch einer Diagnostik zu berücksichtigen: Selbst die Kombination mehrerer nachweislich bedeutsamer Prädiktoren kann keine hundertprozentige Vorhersagegenauigkeit liefern. Dies liegt unter anderem daran, dass die zukünftige Leistung eines Talents nicht nur von personalen Aspekten abhängt, sondern auch durch künftige Kontextfaktoren beeinflusst wird, die sich meist nur schwer oder gar nicht vorhersagen lassen (vgl. Nolting & Paulus, 2009). Aus diesen Gründen werden – wie bereits an anderer Stelle erwähnt – diejenigen Athleten als Talente ausgewählt, die durch ihre aktuellen Wettkampfleistungen positiv auffallen oder von Experten als solche identifiziert werden. Es handelt sich bei diesem Vorgehen somit um eine hypothetische Klassifizierung, deren Korrektheit – d.h. die Antwort auf die Frage, ob ein als Talent identifizierter Sportler später tatsächlich zum Spitzensportler wird – langfristig empirisch überprüft werden müsste,

was oftmals wiederum aus ökonomischen Überlegungen heraus unterlassen wird (vgl. Hohmann, 2009).

Hohmann (2009) schlägt deshalb aus methodischer Sicht für die (trainingswissenschaftliche) Bearbeitung des Problembereichs der Talentprognose ein „hybrides“ Modell vor, dass sich sowohl der Vorteile des prospektiven Begabungsansatzes als auch des retrospektiven Expertiseansatzes bedient. Mit Hilfe des begabungsorientierten Ansatzes können frühzeitig Prognosen entwickelt werden, die dann anhand der finalen Leistung im Rahmen des Expertiseansatzes verifiziert werden können.

3.1.2.2 Talentförderung

Eine erste, nicht-institutionelle Förderung von motorisch begabten Kindern kann bereits zu einem sehr frühen Zeitpunkt *innerhalb der Familie* stattfinden. Dabei kann sich ein bewegungsfreundlicher Lebensstil der Eltern prägend auf das Verhalten und damit positiv auf die motorische Entwicklung des Kindes auswirken. Einen ersten Kontakt mit organisierter, sportartunspezifischer Bewegungsförderung kann das Kind im Vorschulalter bspw. durch Angebote wie *Kinderturnen o.ä.* erhalten (vgl. Hohmann, 2009). Danach wird, in Abhängigkeit von der Sportart, zu unterschiedlichen Zeitpunkten mit der Talentsichtung begonnen. Im Anschluss an die Talentsichtung und -selektion findet im idealen Fall durch *Sportvereine und -verbände* eine gezielte Förderung der identifizierten Talente in ihrer Sportart statt. Das Ziel hierbei ist es, den jungen Athleten eine optimale Entwicklung ihres sportartspezifischen Talents zu ermöglichen und somit gleichzeitig die Basis dafür zu schaffen, diese Sportler perspektivisch dem Hochleistungssport zuzuführen, damit Vereine und Verbände international konkurrenzfähig bleiben können.

Die Frage danach, wie eine optimale Förderung in den verschiedenen Entwicklungsstadien eines jungen Talents auszusehen hat, kann nicht über alle Sportarten hinweg allgemeingültig beantwortet werden. Es gibt jedoch Karriereverläufe, die für einige Disziplinen exemplarisch stehen und somit auch Rückschlüsse auf eine entsprechende Förderung zulassen. So hat Bloom (1985) aufbauend auf einer retrospektiven Befragung von Leistungssportlern ein Modell des Karriereentwicklungsverlaufs entworfen, das in drei verschiedene, aufeinander aufbauende Phasen unterteilt wird: Die *Einstiegs-, Commitment* und *Profisport-Phase*. Dieses Modell wird von Côté (1999) durch sein dreistufiges Entwicklungsmodell sportlicher Spitzenleistungen ergänzt, in dem *sampling-, specialising-* und *investment years* beschreiben, welche Schwerpunkte in den jeweiligen Phase gesetzt werden müssen. Abbott und Collins (2004) fügen dem noch die *maintenance* und *perfection years* hinzu, die das erforderliche Verhalten im Erwachsenenalter darlegen (vgl. Farrow, 2012; Hohmann, 2009). Die drei von Côté (1999) formulierten Stufen skizzieren den Weg, an dessen Ende ein Talent mit größter Wahrscheinlichkeit sportliche Höchstleistungen zu vollbringen vermag. Als zusätzliche wichtige Outputvariablen werden in diesem Entwicklungsverlauf eine gesteigerte körperliche Gesundheit sowie große Freude an der Ausübung des Sports aufgeführt (vgl. Abbildung 28). Aufbauend auf

der Studie von Côté (1999) legen Côté et al. (2007) auch Entwicklungswege dar, deren inhaltliche Schwerpunkte anders zusammengesetzt sind, deren Konsequenzen im Erwachsenenalter neben dem Erreichen sportlicher Höchstleistungen jedoch z. B. mit einer reduzierten körperlichen Gesundheit oder reduzierter Freude am Sport einhergehen.

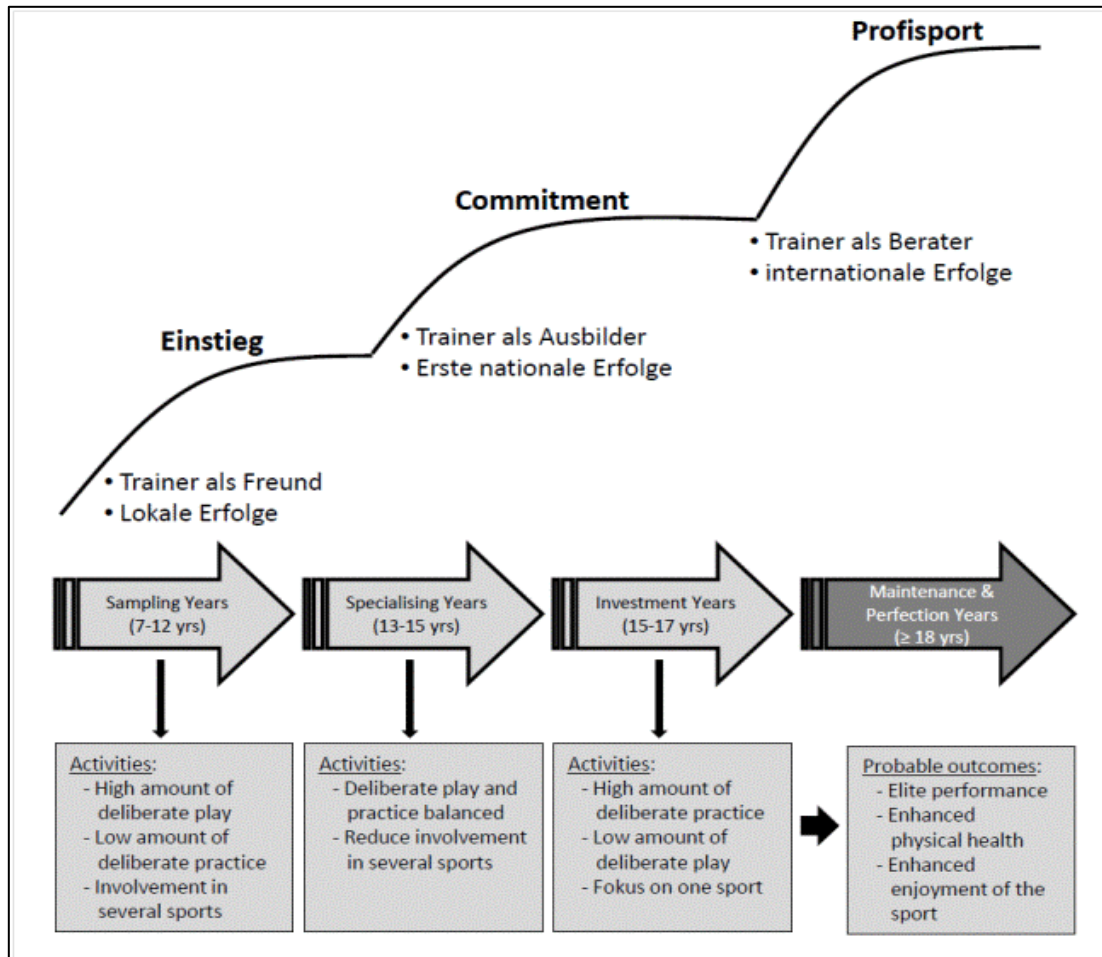


Abbildung 28. Die drei Stufen der Karriereentwicklung international erfolgreicher Sportler nach Bloom (1985) in Verbindung mit den altersbezogenen Phasen der Expertiseentwicklung nach Côté (1999); Hohmann, 2008) sowie Abbott und Collins (2004) und Côté, Baker und Abernethy (2007) (mod. nach Hohmann, 2009).

Die Linearität der Entwicklung, die durch die Modelle von Bloom (1985) und Côté (1999) konstatiert wird, ist der Kernpunkt der *Kritik*, die z. B. von Bailey et al. (2010) geäußert wird. Diese Forschergruppe betont, dass die Entwicklung auf den genannten Stufen sowohl spezifisch variiert als auch von kulturellen Faktoren beeinflusst wird und somit nicht-linear verläuft (vgl. auch MacNamara et al., 2010a, 2010b; MacNamara & Collins, 2012; Ollis, MacPherson & Collins, 2006).

Trotz der Kritikpunkte sind die beschriebenen Modelle hilfreich, um Talentförderprogramme strukturell einzuordnen, wie am Beispiel des vom DFB durchgeführten Programms verdeutlicht werden soll:

Das 2002 vom Deutschen Fußball-Bund initiierte Talentförderprogramm ist weltweit eines der größten seiner Art. Strukturell ist dieses Programm vierstufig organisiert.

Aufbauend auf Stufe 1, der Basisförderung, stellt die Talentförderung die zweite Stufe der Ausbildungsstruktur der Talent- und Eliteförderung des DFB dar. Ihr folgen auf Stufe 3 die Eliteförderung und auf Stufe 4 der Spitzenfußball (vgl. Deutscher Fußball-Bund, 2010). Aufgrund seiner Größe, der Ausdifferenzierung in unterschiedliche Förderstufen sowie der dort mittlerweile erreichten Breite an eingesetzten Diagnostiken, soll das DFB-Talentförderprogramm im Folgenden exemplarisch beschrieben werden. Zudem erfolgte die Konzeption der empirischen Untersuchungen zur Antizipation von Fußballtorhütern, die in Kapitel 4 beschrieben werden, im Rahmen des DFB-Talentförderprogramms und in enger Zusammenarbeit mit dem DFB.

Die übergeordneten Ziele, die der DFB mittels seines Talentförderprogramms erreichen möchte, bestehen darin, jedes fußballerische Talent in Deutschland rechtzeitig zu erfassen und altersgerecht zu fördern. Darauf aufbauend sollen die Top-Talente identifiziert und selektiert werden, um ihnen eine noch intensivere Förderung zukommen lassen zu können. Dabei ist das Talentförderprogramm so ausgelegt, dass es trotz früh einsetzender Sichtungsmaßnahmen die notwendige Durchlässigkeit besitzt, um Talente, die aufgrund ihrer Entwicklung erst verhältnismäßig spät überdurchschnittliche Leistungen zeigen, noch in das Programm zu integrieren. Um eine bundesweit flächendeckende Förderung zu gewährleisten, hat der DFB insgesamt 366 Stützpunkte in 29 Koordinatorengebieten errichtet, an denen insgesamt 14.000 Talente beiderlei Geschlechts in den Kernjahrgängen von der U12 bis zur U15 (C- und D-Jugend-Bereich) einmal pro Woche eine zusätzliche Trainingseinheit durch ca. 1.000 Honorartrainer erhalten (vgl. Schott, 2010). Übertragen auf das Stufenmodell von Côté (1999) setzt die erste Sichtsungsmaßnahme des DFB bereits zum Ende der *sampling years* ein, der Großteil der Fördermaßnahmen findet in der Phase der *specialising years* statt, in der beim DFB das Hauptaugenmerk auf das fußballspezifische Grundlagentraining gelegt wird. Die Ausbildung an den Stützpunkten fungiert als Brücke zwischen der Jugendarbeit in den kleineren Vereinen und den 46 Nachwuchsleistungszentren der Bundesligisten sowie den 29 Eliteschulen des Fußballs (vgl. Abbildung 29). Das im Alter von 15 bis 18 Jahren beginnende Spezialisierungstraining beim DFB entspricht den Inhalten der *investment years* von Côté (1999), wird allerdings nicht mehr im Rahmen des Talentförderprogramms durchgeführt.

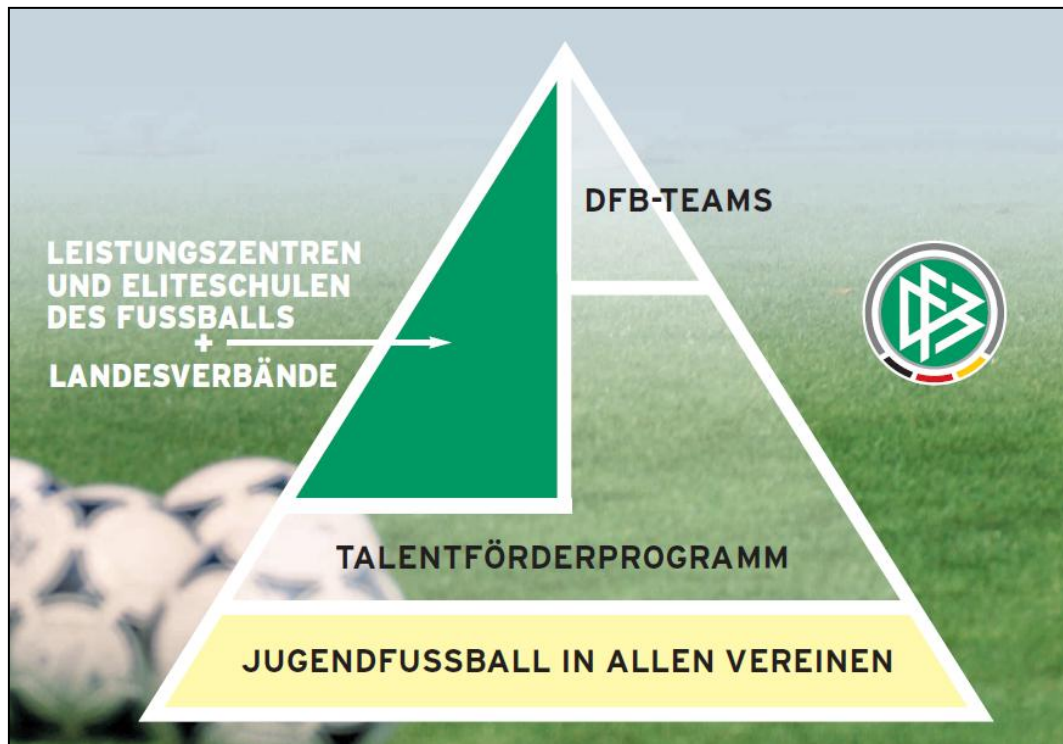


Abbildung 29. Strukturen der DFB-Talentförderung (Deutscher Fußball-Bund, 2009, S. 3).

3.1.3 Expertiseforschung

Als erste Schritte in Richtung der *Expertiseforschung* können Untersuchungen von Francis Galton angesehen werden, die er im Zeitraum zwischen 1860 und 1880 an berühmten Persönlichkeiten seiner Zeit durchgeführt hat, um die menschliche Intelligenz zu ergründen. Binet (1894) untersuchte erstmals Schachgroßmeister und kam bereits damals zu der Erkenntnis, dass diese das Spiel nicht in isolierten kleinen Einheiten, sondern in größeren Konstellationen analysieren. 1897 erklärten Bryan und Harter den Fortschritt beim Erlernen der Morsesprache durch die Verwendung von Superzeichenbildung – ein Vorgriff auf die Arbeit von Miller (1956) zum Chunking (vgl. Krems, 1994). Trotz dieser frühen Arbeiten ist die *Expertiseforschung* im Bereich der kognitiven Psychologie ein verhältnismäßig junges Forschungsgebiet (für einen Überblick über Theorien des Erwerbs motorischer Expertise siehe z. B. Birklbauer, 2006; Munzert & Hossner, 2008). Gegenstand dieses Gebietes sind die kognitiven Bedingungen und Ursachen herausragender menschlicher Leistungen, die lange Zeit auf bessere genetische Voraussetzungen (die „Hardware“), wie im Bereich der visuellen Wahrnehmungsfähigkeit bspw. das Tiefensehen, die Sehschärfe und das periphere Sehen, zurückgeführt wurden. Diese Annahme konnte empirischen Überprüfungen jedoch nicht standhalten. Mittlerweile werden solche Vorteile eher der „Software“ der Experten zugeschrieben, bspw. der effektiveren Informationsverarbeitung und einem größeren Repertoire an Wissensrepräsentationen (vgl. z. B. Carling, Reilly & Williams, 2009; Farrow, 2012; Hagemann & Strauß, 2006). Das Anwendungsgebiet der *Expertiseforschung* um-

fasst Domänen wie Musik, Kunst, Physik, Medizin und auch Sport, zu dem in Deutschland auch Schach gezählt wird, das vor allem in englischsprachiger Literatur jedoch separat betrachtet wird. Die wissenschaftliche Auseinandersetzung mit Expertise stellt einige Herausforderungen an die Forschergruppen, die in diesem Bereich tätig sind. Zum einen zeichnen sich – besonders im Sport – die zu untersuchenden Handlungen von Experten durch ihre große Komplexität aus, aus der zunächst das Kernelement der Expertise extrahiert werden muss. Zum anderen ist die Verfügbarkeit von Experten als Probanden für empirische Untersuchungen sehr eingeschränkt. Abhängig von der jeweiligen Domäne, auf die sich das Forschungsinteresse bezieht, existieren zum Teil nur wenige Experten weltweit.

Um eine fundierte Auseinandersetzung mit dem Forschungsprogramm der *Expertiseforschung* zu ermöglichen, ist es in einem ersten Schritt notwendig, die verschiedenen Definitionen des Begriffs „Experte“ darzulegen (Kap. 3.1.3.1). Darauf aufbauend kann eine Begriffsdefinition erstellt werden, die die Grundlage für die Auswahl der Expertengruppe innerhalb des empirischen Teils der vorliegenden Arbeit darstellt. Nach der Spezifizierung des Kernbegriffs ist es möglich, im Rahmen des „Expert Performance Approach“ die untersuchungsmethodischen Schritte zu beschreiben, mit denen „Expertise“ erforscht wird (Kap. 3.1.3.2).

3.1.3.1 Definition des Begriffs „Experte“

Die Bezeichnung *Experte* und die damit einhergehende Kompetenz der *Expertise* stellen für die vorliegende Arbeit zentrale Begrifflichkeiten dar. Diesen Begriffen muss sich zunächst definitorisch angenähert werden, bevor dargelegt werden kann, welches Verständnis den folgenden Kapiteln zugrunde gelegt wird.

Betrachtet man die Begriffe *Experte* und *Expertise* zunächst disziplinübergreifend, so liefert die psychologische Perspektive kurze Definitionen. Als *Experte* wird z. B. eine Person beschrieben, die auf einem bestimmten Gebiet dauerhaft herausragende Leistungen erbringt (Posner, 1988). *Expertise* wird als „das Vorhandensein auffälliger sozial erwünschter Kompetenzen in einem Wissens- oder Lebensbereich“ bezeichnet, die „über einen längeren Zeitraum durch systematische Erfahrungsbildung erworben“ wurden (Häcker & Stapf, 2009, S. 299). Krems (1994) formuliert keine Definition, beschreibt aber drei Merkmale, durch die sich *Experten* auszeichnen: Die Effizienz (Bewältigung überdurchschnittlich vieler Aufgaben mit unterdurchschnittlichem Aufwand), das bereichsspezifische Wissen und Können (als Grundlage der Bewältigung von bereichsspezifischen Aufgaben- und Problemstellungen) und die Erfahrung (langjährige, intensive Auseinandersetzung mit ihrer Domäne). Für den Bereich des Sports konkretisiert Munzert (1995, S. 123) die Definition von *Experten* und bezieht den Begriff auf Personen, die „auf Basis langer Übungs- und Trainingsprozesse in ihrer Sportart besondere, überdurchschnittliche Leistungen erzielen“. Janelle und Hillman (2003) nennen vier Bereiche, in denen sich Athleten besonders auszeichnen müssen, um als *Experten* zu gelten: phy-

sisch, technisch, kognitiv (taktisch/strategisch; perzeptiv/handlungsleitend) und emotional (regulativ/bewältigend) (vgl. Abbildung 30).

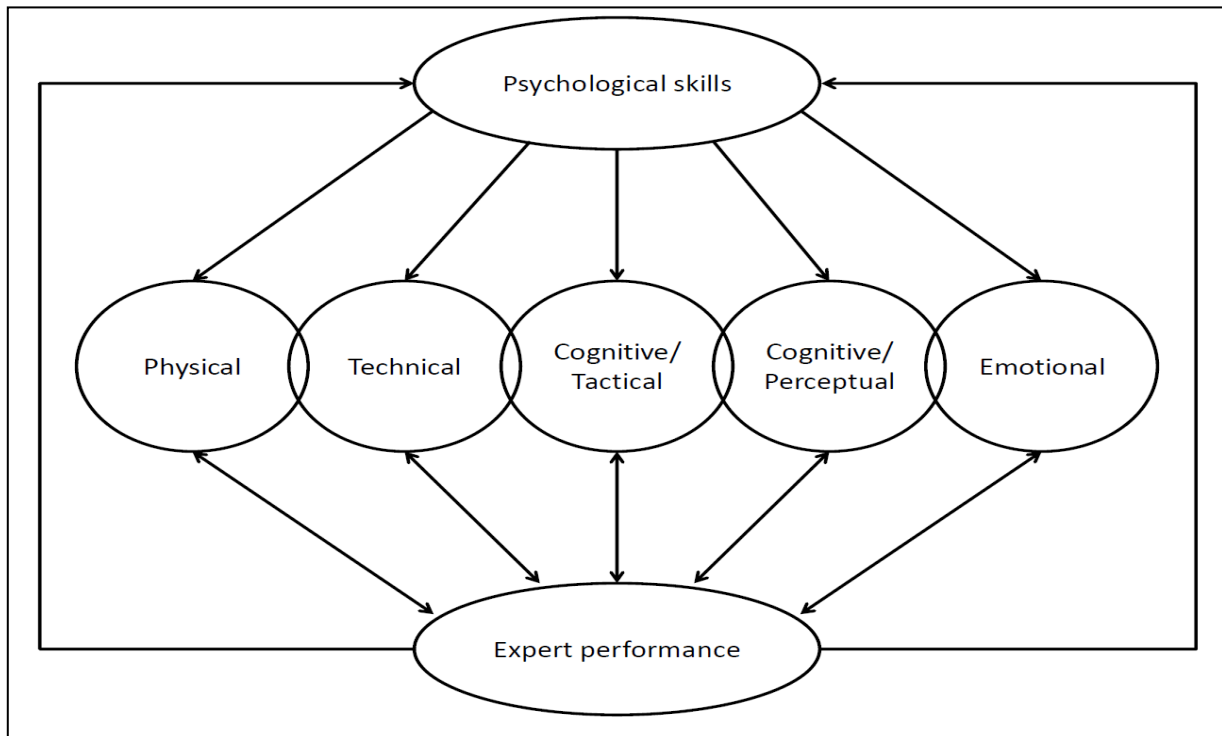


Abbildung 30. Komponenten der sportlichen Expertise (mod. nach Janelle & Hillman, 2003, S. 25; Konzag & Konzag, 1981).

Es existieren noch eine Reihe weiterer Definitionsvorschläge für die Begriffe *Experte* und *Expertise*, deren Auflistung an dieser Stelle jedoch nicht weiter zielführend wäre. Für den sportwissenschaftlichen Kontext bestehen die relevanten Komponenten, über die in Wissenschaftskreisen auch breiter Konsens herrscht, darin, dass ein *Experte* 1) über langjährige Trainingserfahrung 2) innerhalb seiner Sportart verfügen muss und dort 3) über einen längeren Zeitraum (also nicht zufällig oder einmalig) 4) herausragende Leistungen erbracht haben muss. Diese Kriterien erscheinen auf den ersten Blick sehr prägnant. Jedoch kristallisiert sich bei dem Versuch, verschiedene Studien auf Basis der Ergebnisse der jeweiligen Expertengruppen zu vergleichen heraus, dass es oftmals große Unterschiede bzgl. der Zusammensetzung dieser Gruppen gibt. Die Festlegung, welcher Personenkreis als Expertengruppe fungiert, variiert nicht selten zwischen verschiedenen Forschergruppen und untersuchten Sportarten. Farrow und Abernethy (2007, S. 73) gehen sogar soweit zu sagen, „dass jemand, der in der einen Studie als Experte bezeichnet wurde, in einer anderen Studie relativ leicht als Anfänger bezeichnet werden konnte“. Singer und Janelle (1999, S. 117) bringen die unterschiedlichen Auslegungen des Begriffs *Experte* zu der Schlussfolgerung, 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“.

Die unterschiedlichen Auslegungen des Expertenbegriffs haben verschiedene Gründe. Wie bereits angesprochen, kann es je nach Sportart sehr schwierig sein,

für eine Untersuchung Athleten zu gewinnen, die alle vier oben aufgeführten Kriterien erfüllen. Ein erstes Problem kann darin liegen, die Top-Athleten einer Sportart testen zu können. Da diese häufig nicht für wissenschaftliche Untersuchungen zur Verfügung stehen, ist es ein aus der Not geborenes übliches Vorgehen, beim Leistungsniveau der Expertengruppe Abstriche zu machen. Das kann bspw. bei der Untersuchung von Fragestellungen im Bereich des Fußballs dazu führen, dass die Gruppe der Experten aus Spielern besteht, die lediglich auf nationalem Niveau aktiv sind und dort in der Regel nicht in der höchsten Spielklasse eines Landes, sondern häufiger im mittleren Leistungsbereich zu verorten sind. Vor einem Dilemma stehen Wissenschaftler, wenn sie jugendliche Spitzenathleten im Rahmen der Expertiseforschung untersuchen wollen und dabei die Bedingung, dass ein *Experte* neben dem mindestens zehnjährigen Training seine Spitzenleistungen über einen längeren Zeitraum hinweg gezeigt haben muss, strikt einzuhalten versuchen. Da jugendliche Sportler diese zeitliche Voraussetzung nicht erfüllen können, dürften sie per definitionem nicht als *Experten* bezeichnet werden, obwohl sie ihre Leistungen auf dem höchsten Niveau ihrer Altersklasse (z. B. Jugendnationalmannschaft) zeigen. Um den in diesen Altersklassen erbrachten Höchstleistungen Rechnung zu tragen, bietet sich eine differentialpsychologische Betrachtungsweise an, die die dargebotenen Leistungen ins Verhältnis zu den Leistungen einer Bezugsgruppe (hier z. B. Altersgenossen) setzt (vgl. Ericsson & Smith, 1991; siehe Kap. 3.1.3.1). Möchte man diese Beschränkung auf den Vergleich mit einer Referenzgruppe auch in der Bezeichnung der betreffenden Sportler berücksichtigen, kann man bspw. Termini wie „jugendliche Experten“ oder „Vorexperthen“ wählen. Der Begriff „Experte“ ist jedoch auch für das Erwachsenenalter kritisch zu betrachten, da er streng genommen per definitionem für Sportler steht, die weltweite Höchstleistungen erbringen. Um Differenzierungsmöglichkeiten zu erhalten, wären auf hohem Leistungsniveau z. B. Abstufungen von „Experte“ über „Top-Athlet International“ bis „Top-Athlet National“ denkbar. Ebenso ist ein Verzicht auf den Expertenbegriff möglich, indem man allgemeiner von „sportartspezifisch Erfolgreichen“ spricht und somit diese Gruppe für einen größeren Personenkreis öffnet, was vor allem für die empirische Forschung Relevanz besitzt (siehe Kap. 3.1.3.1).

3.1.3.2 *Untersuchungsmethodische Schritte im „Expert Performance Approach“*

Der *Expert Performance Approach* von Ericsson und Smith (1991) ist ein dreistufiges Modell, mit dessen Hilfe der Erwerb und die Struktur von Höchstleistungen untersucht werden können und das damit als wissenschaftliches Paradigma eingesetzt werden kann, um Expertenleistungen zu analysieren (vgl. Ericsson & Hagemann, 2007; Höner, 2005). Die drei – aufeinander aufbauenden und teilweise in Wechselwirkung miteinander stehenden – Stufen befassen sich 1. mit der Erfassung von Expertise, 2. mit der Identifizierung grundlegender Mechanismen der Expertise und 3. mit der Frage, wie sich Expertise entwickelt (vgl. Abbildung 31).

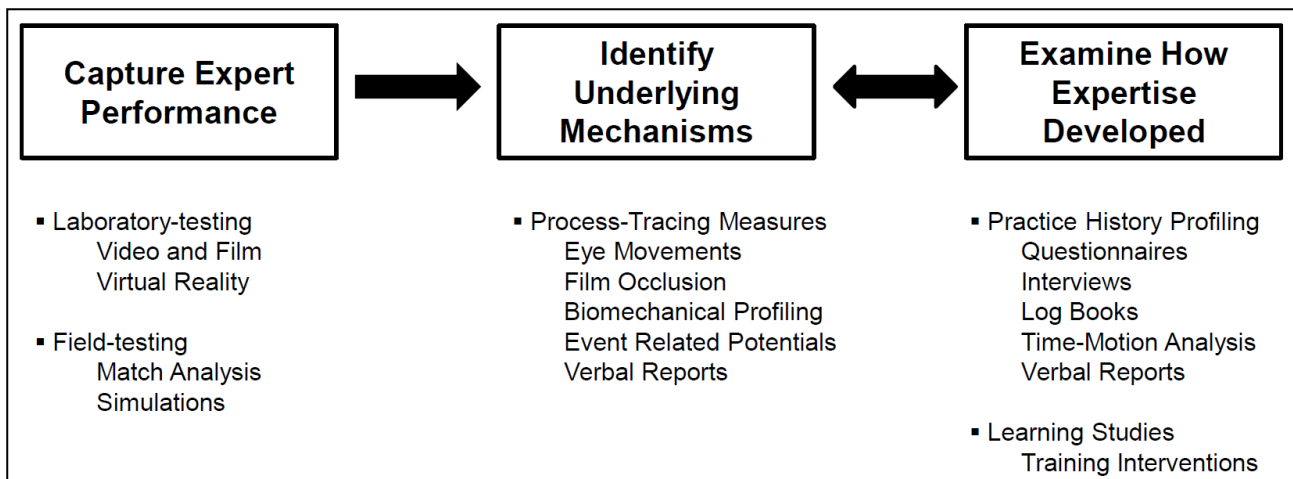


Abbildung 31. Der Expert Performance Approach incl. einiger stufenspezifischer Methoden (nach Williams & Ericsson, 2005, S. 286).

Ein übergreifendes Paradigma, das allen drei Stufen des *Expert Performance Approach* zugrunde liegt, ist das „Experten-Novizen-Paradigma“ (Chi et al., 1981). Dabei werden in Form eines „Quasi-Längsschnitts“ (Munzert & Hossner, 2008, S. 233) die Leistungen von Anfängern, (gelegentlich von) Fortgeschrittenen und Könnern unter möglichst standardisierten Bedingungen miteinander verglichen. Ziel dieses Vorgehens ist die Identifikation spezifischer – vor allem kognitiver – Faktoren, die die Leistungsunterschiede determinieren (vgl. Abernethy, 1994; Abernethy, Burgess-Limerick & Parks, 1994; Allard & Starkes, 1991; Starkes & Allard, 1993; Starkes, 1987a; Starkes, 1987b; Thomas & Thomas, 2004). Obwohl kognitive Faktoren eine wichtige Komponente der Expertiseleistungen darstellen, kann nicht verallgemeinert werden, dass alle Experten per se hervorragend wahrnehmen oder die besten Entscheidungen treffen können. Ein fundamentales Charakteristikum des Sports ist es, dass Schwächen auf einem Gebiet (z. B. der Antizipation) durch Stärken auf einem anderen Gebiet (z. B. Schnelligkeit und Beweglichkeit) kompensiert werden können (vgl. Williams & Reilly, 2000). Der Vergleich zwischen Experten und Novizen wurde als methodischer Ansatz eingeführt, da eine experimentelle Untersuchung der für den Expertiseerwerb notwendigen langjährigen Lernprozesse kaum durchführbar ist. Für Tenenbaum, Sar-El und Bar-Eli (2000) stellt die Methode des Vergleichs von Gruppen verschiedener Leistungsstärken daher die effizienteste Möglichkeit dar, die Entwicklung kognitiver und motorischer Fähigkeiten zu untersuchen.

Der Wissenschaft stehen zwei Wege zur Verfügung, das Thema der Expertise zu bearbeiten (vgl. Ericsson, 1996). Der erste ist die Analyse unter experimentellen Bedingungen, deren primäres Ziel die Erklärung der zugrundeliegenden Prozesse der Expertenleistungen ist. Diese Analyse findet auf Stufe 1 und 2 des *Expert Performance Approach* statt. Historisch betrachtet liegen die Wurzeln der experimentellen Expertiseforschung in den 20er-Jahren des vergangenen Jahrhunderts. Damals wurden von russischen Forschern die allgemeinen kognitiven- und Wahrnehmungsfähigkeiten von acht Schachgroßmeistern in mehreren Laborstudien untersucht. Überraschenderweise unterschieden sich die Leistungen dieser Experten in

den allgemeinen Fähigkeiten nicht von denen der Kontrollgruppe. Deutlich überlegen waren die Großmeister jedoch bei Aufgaben, in denen sie sich an vorher dargebotene Schachpositionen erinnern sollten (vgl. De Groot, 1978). Diese frühen Untersuchungen auf dem Gebiet des Schachs waren für den Holländer Adrian de Groot (1965) der Ausgangspunkt für eigene Studien in diesem Bereich, die er zwischen 1938 und 1943 durchführte. Er untersuchte dabei die komplexen Gedanken und Mechanismen, die Experten als Grundlage für die Auswahl von Schachzügen dienten (vgl. Hagemann, Tietjens & Strauss, 2007; Williams & Ericsson, 2005). Aufbauend auf dieser klassischen Arbeit von de Groot – die als Ausgangspunkt der Expertiseforschung gilt – erweiterten Chase und Simon (1973; Simon & Chase, 1973) die Untersuchungsmethodik dahingehend, dass die Schachspieler neben sinnvollen Schachfigurenkonstellationen auch solche Anordnungen nachstellen sollten, bei denen die Schachfiguren zufällig auf dem Schachbrett verteilt wurden. Durch diese Aufgaben konnten Chase und Simon den Expertisevorteil, der in den vorangegangenen Studien entdeckt wurde, spezifizieren. Die Schachexperten erzielten im Vergleich zu der Kontrollgruppe nur bei solchen Aufgaben bessere Leistungen, in denen sie sich an potentiell mögliche Schachkonstellationen erinnern sollten. Aufbauend auf diesen Resultaten konzipierten Simon und Chase (1973) eine Expertisetheorie auf Basis des Informationsverarbeitungsansatzes, die davon ausgeht, dass bestimmte Prozesse menschlicher Kognitionen ähnliche Eigenschaften besitzen wie Computer. So werden die Eigenschaften des Kurzzeitgedächtnisses (siehe Kap. 2.2.3.2) oder der Informationsverarbeitung mit der „Hardware“ des Computers verglichen und als unveränderbar angesehen, wohingegen andere Prozesse, wie bspw. das Wissen und spezifische Fertigkeiten, mit der „Software“ des Computers gleichgesetzt werden und als veränderbar gelten (vgl. Ericsson & Hagemann, 2007). Simon und Chase (1973) führen auf dieser theoretischen Basis die Vorteile von Experten auf die umfangreichen Wissensbestände im Langzeitgedächtnis zurück. Ein zentrales Element ihrer Theorie ist die Annahme, dass relevante Informationen in Form von „Chunks“ (Miller, 1956) im Langzeitgedächtnis gespeichert werden (bzgl. „Chunks“ siehe Kap. 2.2.3.1). Sie gingen davon aus, dass sich die Schachgroßmeister keine größere Anzahl an „Chunks“ memorieren konnten als Novizen, sondern dass sie mehr Informationen (in diesem Fall Schachfiguren bzw. -konstellationen) in einem „Chunk“ zusammenfassen konnten (vgl. Hagemann et al., 2007). Mittlerweile ist die „Chunk-Theorie“ aufgrund einiger Unzulänglichkeiten hinsichtlich ihres theoretischen Erklärungsgehaltes durch die „Template-Theorie“ (Gobet & Waters, 2003) erweitert worden. Bei den „Templates“ handelt es sich um abstrakte schematische Strukturen, die sich aus mehreren „Chunks“ zusammensetzen aber gleichzeitig flexibel neue Informationen integrieren können (vgl. Eysenck & Keane, 2013). Große Kritik an dieser ersten Expertisetheorie wurde allerdings bzgl. der Einschränkung auf rein wissenspsychologische Mechanismen geäußert. Zudem wurde die Computer-Metapher in den 1980er-Jahren durch Laboruntersuchungen zum Gedächtnis und anderen Kognitionen als unzulänglich für die Erklärung herausragender Expertenleistungen identi-

fiziert. Als Antwort auf diese Kritikpunkte erarbeiteten Ericsson und Smith (1991) den *Expert Performance Approach*, mit dem es möglich wurde, die zugrunde liegenden kognitiven und physiologischen Mechanismen der herausragenden Expertiseleistungen in den unterschiedlichen Domänen (z. B. Schach, Musik, Physik, Medizin und Sport; Chi, Glaser & Farr, 1988; Ericsson & Smith, 1991; Ford, Coughlan & Williams, 2009; Starkes & Allard, 1993) zu identifizieren.

Die zweite Möglichkeit, sich dem Gegenstand der Expertise wissenschaftlich zu nähern, besteht in der retrospektiven Analyse von Lebensläufen diverser Experten, aus denen versucht wird, allgemeine Erkenntnisse über die Natur und die Aneignung der Expertise abzuleiten. Die Analyse von Lebensläufen wird innerhalb des *Expert Performance Approach* auf Stufe 3 eingesetzt und ist eine Methode, durch deren Verwendung bereits Anfang der 1950er-Jahre erste Erkenntnisse über den Verlauf des Expertiseerwerbs gewonnen werden konnten. Lehman (1953) stellte z. B. fest, dass Höchstleistungen in Abhängigkeit von der Domäne in unterschiedlichen Altersstufen erreicht werden. Dieses Ergebnis konnte durch spätere Studien bestätigt werden. Simon und Chase (1973) befragten mit der Methode des retrospektiven Interviews Schachexperten, um Erkenntnisse darüber zu gewinnen, über welchen Zeitraum ein domänenspezifisches Training stattfinden muss, um das Expertenniveau erreichen zu können. Schulz und Curnow (1988) errechneten aufgrund der Ergebnisse aus retrospektiven Befragungen für den Bereich der kraftbetonten Sportarten einen Leistungshöhepunkt im Alter von ca. 25 Jahren, in Sportarten mit hohen feinmotorischeren Anforderungen sowie in Sportarten, in denen die kognitiven Prozesse eine dominante Rolle spielen, liegt der Altersdurchschnitt bei Darbietung von Höchstleistungen bei über 30 Jahren (vgl. Charness & Bosman, 1990). Die Ergebnisse, dass in Sportarten mit hohem Kraftanteil die Bestleistungen in etwa fünf Jahre nach Abschluss des körperlichen Reifungsprozesses gezeigt werden, bei Sportarten ohne herausragende Kraftkomponente sogar über zehn Jahre später, werden als Hinweis für die entscheidende Rolle von Trainingsprozessen auf dem Weg zur Expertise interpretiert (vgl. Ericsson, 1996).

Im Folgenden werden die drei Stufen des *Expert Performance Approach* aus sportwissenschaftlicher Perspektive dargestellt und diskutiert.

Stufe 1: Erfassung von Expertise

Stufe 1 des *Expert Performance Approach* dient der *Erfassung von Expertise* („Capture Expert Performance“). Der notwendige erste Schritt ist es dabei, die Handlungsausführungen von Experten sowie die realen Spielsituationen, in der gehandelt wird, zu beobachten, um wesentliche Komponenten der Expertiseleistung zu extrahieren. Ist dies gelungen, müssen darauf aufbauend repräsentative Aufgaben entwickelt werden, die es ermöglichen, die relevante Expertiseleistung in einem experimentellen Setting wiederholt zu reproduzieren. Um Hinweise darauf zu erhalten, ob repräsentative Aufgaben erfolgreich erstellt werden konnten, sind die zentralen Fragen zu beantworten, die Williams und Ericsson (2005, S. 288) zusammengefasst haben:

- Spiegeln Videostimuli die Dynamik der sportlichen Aktion adäquat wider oder sollte eine in situ-Untersuchung bevorzugt werden?
- Bringt der Einsatz einer virtuellen Realität Vorteile gegenüber herkömmlichen Videostimuli?
- Falls Videostimuli eingesetzt werden, sollten diese möglichst realitätsnah auf einer Großbildleinwand präsentiert werden oder genügt dafür ein Standardmonitor?
- Sollte die Verbindung zwischen Wahrnehmung und Handlung auch im Laborsetting berücksichtigt werden oder ist es möglich, repräsentative Aufgaben zu entwickeln, die ohne eine physische Interaktion mit der Umwelt effektiv perzeptiv-kognitive Fähigkeiten erfassen können?
- Ist die Variation der von der Versuchsperson gezeigten Leistung während der Untersuchung auf die Anzahl an Kontextinformationen zurückzuführen, die sie vor der Stimulusdarbietung erhalten hat (z. B. spezifische Informationen über den Gegner)?
- Sollten Forscher versuchen, während der Untersuchung andere Leistungsanforderungen wie physiologische Ermüdung, wettbewerbsbedingte Angst oder drohende Verletzung zu simulieren?

Für die konkreten empirischen Untersuchungen dieser Arbeit werden die „Kontrollfragen“ in Kapitel 4.2.1.1 beantwortet. Hintergrund dieser Fragen ist das Bestreben, möglichst realitätsnahe Settings zu entwickeln, um der Gefahr vorzubeugen, dass Experten bei der Bearbeitung der experimentellen Aufgaben andere Strategien oder Informationsquellen nutzen, als sie es in einer realen Spielsituation tatsächlich täten. Ericsson und Smith (1991) bezeichnen den Schritt der Entwicklung standardisierter Laboraufgaben als kritischen weil wichtigen und oftmals schwer umsetzbaren Aspekt innerhalb ihres Expertiseansatzes. Nur wenn diese Transformation gelingt, ist eine valide Überprüfung des Expertisevorteils möglich. Ein Indiz dafür kann zum einen durch die Kontrolle der Kriteriumsvalidität geliefert werden, indem die Testergebnisse mit einem Außenkriterium (z. B. dem Leistungsniveau von Torhütern) verglichen werden. Die Kriteriumsvalidität ist gewährleistet, wenn Versuchspersonen mit höherem Leistungsniveau im Vergleich zu denen mit niedrigerem Leistungsniveau bessere Testergebnisse erzielen. Zum anderen kann die Betrachtung der Leistungsentwicklung innerhalb des Experiments Aufschluss über die Validität der Messung geben: Ist es dem Untersuchungsleiter gelungen, Laboraufgaben zu konzipieren, die die Hauptkomponente der Expertise anspricht, dürfen sich die Leistungen der Versuchspersonen im Verlauf der Untersuchung nicht systematisch verbessern. Ist dies dennoch der Fall, würde das eher für Testgewöhnungs-

als für Expertiseeffekte sprechen, da sich letztere über einen längeren Zeitraum hinweg entwickeln und relativ stabil sind.

Stufe 2: Identifizieren der grundlegenden Mechanismen von Expertise

Auf der zweiten Stufe des Expert Performance Approach wird das Ziel verfolgt, die *Mechanismen zu identifizieren*, die die Grundlagen für die sportartspezifische Überlegenheit von Experten gegenüber Novizen bilden („Identify Underlying Mechanisms“). Dieser Aspekt des Expert Performance Approach wurde von Wissenschaftlern erst in den letzten Jahren verstärkt berücksichtigt. Bis dahin wurden in der sportwissenschaftlichen Expertiseforschung Experten-Novizen-Vergleiche durchgeführt, bei denen lediglich der produktbezogene Leistungsunterschied zwischen den Gruppen betrachtet wurde. Durch die Weiterentwicklung verschiedener Methoden (z. B. temporal- und spatial occlusion-Methode, Eye-Tracking, etc.; siehe Kap. 3.2) können seitdem zusätzlich auch prozessorientierte Mechanismen erfasst werden. Das Wissen über die grundlegenden Mechanismen kann helfen, die Ebene der reinen Beschreibung von Expertise zu verlassen und stattdessen theoretische Erklärungen für deren Entwicklung zu finden und Vorhersagen bzgl. Expertenleistungen treffen zu können (vgl. Williams & Ericsson, 2005). Theoretische Grundlage dieser zweiten Stufe von Ericsson und Smith (1991) ist der Informationsverarbeitungsansatz (siehe Kap. 2.2). Sie gingen bei der Formulierung ihres Ansatzes noch davon aus, dass kognitive Prozesse nicht direkt messbar sind, dass man aufgrund von beobachtetem Verhalten jedoch indirekt Rückschlüsse auf interne Verarbeitungsmechanismen ziehen kann. Technische Neuerungen in den vergangenen Jahren ermöglichen heutzutage jedoch auch eine direkte Messung kognitiver Prozesse (z. B. durch bildgebende Verfahren), so dass den Kognitionswissenschaftlern mittlerweile eine Vielzahl verschiedener Methoden zur Verfügung stehen. Eine ausführliche Beschreibung der gängigsten Methoden zur Erfassung kognitiver Mechanismen findet in Kapitel 3.2 statt.

Stufe 3: Entwicklung von Expertise

Die letzte Stufe des Expert Performance Approach – die in Interaktion mit der zweiten Stufe zu betrachten ist – untersucht, durch welche *Tätigkeiten und Trainingsformen* die Fähigkeiten angeeignet werden können, um wiederholt herausragende Leistungen zu zeigen („Examine How Expertise Developed“) und gibt in einem abschließenden Schritt Hinweise für die (Trainings-) Praxis. Das Vorgehen innerhalb dieser dritten Stufe wurde von Ericsson und Smith (1991) nicht in derselben Ausführlichkeit beschrieben wie das der vorangegangenen beiden Stufen (vgl. Williams & Ericsson, 2005). Ericsson, Krampe und Tesch-Römer (1993) integrierten deshalb ihren „*deliberate practice*“-Ansatz als mögliche Erklärung für die Expertiseentwicklung. Die Forschergruppe geht auf Basis einer Untersuchung an professionellen Musikern davon aus, dass die grundlegende Voraussetzung für das Erreichen des Expertiseniveaus ein ausgiebiges und strukturiertes Trainieren („*deliberate practice*“) mit dem expliziten Ziel der Leistungssteigerung ist. Eine Ei-

genschaft dieses zielgerichteten Trainings ist es, dass es von den Athleten meistens als nicht angenehm empfunden wird (vgl. Abernethy, Farrow & Berry, 2003). Dieser Ansatz ergänzt die Befunde von Simon und Chase (1973), die durch retrospektive Interviews mit Weltklasse-Schachspielern einen Zeitraum von mindestens zehn Jahren („10-Year Rule of Necessary Preparation“) oder 10.000 bis 50.000 Stunden der systematischen Beschäftigung mit ihrer Domäne identifizieren konnten, um höchstes Experteniveau zu erlangen. Ein Zusammenhang zwischen dem Leistungsniveau und dem Umfang sowie der Qualität des zielorientierten Trainings konnte auch für andere Domänen bestätigt werden (vgl. z. B. Bloom, 1985; Ericsson, 1996; Ericsson, 2001, 2002; Helsen, Starkes & Hodges, 1998; Starkes & Ericsson, 2003). Während die Durchführung von mindestens 10.000 Trainingsstunden als allgemein erforderlicher Mindestumfang anerkannt ist (vgl. z. B. Coyle, 2009; Hohmann, 2009), kann die 10-Jahres-Regel in vielen – vor allem olympischen – Sportarten allerdings nicht bestätigt werden (vgl. z. B. Oldenziel, Gagné & Gulbin, 2004; Ward, Hodges, Williams & Starkes, 2004). Prinzipiell ist bei der Analyse von Daten, die durch retrospektive Interviews gewonnen wurden, zu beachten, dass die Tendenz zur rückwirkenden Übertreibung (recall overestimation bias) ein Grund für widersprüchliche Angaben bzgl. des früheren Trainingsumfangs sein kann (vgl. Helsen et al., 1998). Der „deliberate practice“-Ansatz spielt nicht nur bei der Entwicklung zum Experten eine entscheidende Rolle, sondern wird auch als Voraussetzung dafür genannt, dass Experten ihre Leistungen auf einem konstant hohen Niveau halten können (vgl. Ericsson & Hagemann, 2007). Der Ansatz der „deliberate practice“ ist allerdings ebenfalls nicht unumstritten. Er stellt aufgrund diverser Annahmen eine Extremposition bei der Erklärung von Expertenleistungen dar und wird kontrovers diskutiert. Der Hauptkritikpunkt am „deliberate practice“-Ansatz ist seine Fokussierung auf externe Faktoren. Damit wird er Teil der seit langem andauernden Diskussion, ob herausragende Leistungen auf genetische Dispositionen oder Umweltfaktoren zurückzuführen sind (z. B. Howe, Davidson & Sloboda, 1998; siehe Kap. 3.1.2). Heller (2002) kritisiert, dass in diesem Konzept individuellen Begabungsunterschieden allenfalls eine sehr untergeordnete Rolle zugesprochen und Expertise lediglich (fast ausschließlich) als Funktion der „deliberate practice“ betrachtet wird. Dennoch resümiert Heller (2002, S. 63), dass sich „für die Entwicklung außergewöhnlicher Leistungen bzw. bereichsspezifischer Expertise und deren Förderung ... *deliberate practice* trotz mancher Unschärfen seiner Definition als unverzichtbares Erklärungskonzept“ erwiesen hat. Auch Munzert und Hossner (2008) führen Kritik an der Negierung des Faktors Talent zugunsten des Faktors Training an (vgl. auch Abernethy et al., 2003; Singer & Janelle, 1999), da sich die zugrundeliegenden Annahmen des „deliberate practice“ aufgrund fehlender Kontrollgruppen nicht nachweisen lassen. Gleichzeitig betonen sie aber auch, dass es ebenfalls keine Befunde gibt, die diese Annahmen widerlegen. Im sportspezifischen Kontext wurde das „deliberate practice“-Konzept erstmals von Starkes, Deakin, Allard, Hodges und Hayes (1996) überprüft. Nach ihren Erkenntnissen gibt es keinen Hinweis dafür, dass die systematischen und zielorien-

tierten Übungen nicht angenehm sein dürfen. Diese Befunde werden durch weitere Untersuchungen bestätigt (vgl. z. B. Deakin & Cobley, 2003; Helsen et al., 1998; Ward et al., 2004). Der *Sport Commitment-Theorie* (Carpenter, Scanlan, Simons & Lobel, 1993; Scanlan, Simons, Carpenter, Schmidt & Keeler, 1993) zufolge, erscheint sogar die gegenteilige Vermutung plausibel: Das leistungssportliche Training wird häufig nämlich vor allem deshalb betrieben, weil die Sportler daran Freude haben (vgl. Hohmann, 2009).

Ein weiterer Punkt, der kritisch diskutiert wird, ist die implizite Empfehlung einer frühen sportartspezifischen Spezialisierung, die aus dem „deliberate practice“-Ansatz resultiert. Hinweise auf die Notwendigkeit einer solch frühen Spezialisierung konnten für die Sportarten Eiskunstlauf, rhythmische Sportgymnastik, Schwimmen und auch Fußball gefunden werden (für eine Übersicht siehe Vaeyens et al., 2009). Ein alternativer Entwicklungsweg hin zur Expertise wurde von Côté (1999) in seinem „*Developmental Model of Sport Participation*“ (DMSP) entworfen (vgl. auch Côté et al., 2007). Dieses Modell unterscheidet verschiedene Entwicklungsstadien bis zur Expertise, die vor allem für Sportarten wie dem Fußball relevant sind, bei denen ein niedriges Eintrittsalter notwendig erscheint (vgl. Côté, Baker & Abernethy, 2003). In diesen Sportarten gilt es zunächst, durch einen spielerischen Zugang zum sportlichen Gegenstand – dem „deliberate play“ – die intrinsische Motivation der Kinder zu fördern, was sich auf den gleichzeitigen Fertigkeitserwerb nicht negativ auswirkt (vgl. Côté et al., 2007). Côté et al. (2003) schlagen daher als effektive Abfolge von Entwicklungsstufen den Verlauf von „deliberate play“ über „structured practice“ hin zum „deliberate practice“ erst am Ende vor (vgl. Munzert & Hossner, 2008). Erkenntnisse aus retrospektiven Untersuchungen zeigen zudem zumindest für Sportspiele, dass eine breite Ausbildung in verschiedenen Sportarten (vgl. Baker, Cote & Abernethy, 2003) sowie ein „deliberate play“ in frühen Stadien der Entwicklung leistungsfördernde Effekte hat (vgl. Hagemann et al., 2007). Ein weiteres Argument gegen eine sehr frühe sportartspezifische Spezialisierung liefert das Phänomen des „talent crossover“, das den raschen Übergang von dem höchsten Leistungsniveau in einer Sportart zu dem höchsten Leistungsniveau in einer anderen Sportart beschreibt. Gulbin (2008) konnte diesen Transfer für eine Reihe erfolgreicher Olympiateilnehmer nachweisen. Somit scheint ein ausschließliches Vorgehen nach der Methode des „deliberate practice“ lediglich dann erforderlich, wenn ein hohes Expertiseniveau bereits in der prä-puberalen Phase erreicht werden soll, wie es bspw. in der rhythmischen Sportgymnastik notwendig ist (vgl. Farrow, 2012).

Den Kritikpunkten am „deliberate practice“ entgegnen die Verfechter des Ansatzes um Ericsson mit zusätzlichen Erläuterungen ihrer Theorieauslegung. Zunächst widersprechen sie der Aussage, dass genetische Dispositionen in ihrem Ansatz irrelevant sind und betonen, dass z. B. die Körpergröße in vielen Sportarten einen bedeutsamen Erfolgsfaktor darstellt. Des Weiteren führen sie an, dass ihrer Ansicht nach vererbte Eigenschaften einen wichtigen Einfluss bspw. auf die Motivation ausüben, die wiederum für die kontinuierliche Fortführung des „deliberate practice“

notwendig ist. (Ericsson, 2003a, 2003b) verdeutlicht, dass der Kern ihrer These darin liegt, dass es keine empirische Evidenz dafür gibt, dass genetische und unveränderliche Talentfaktoren den Prozess der Expertiseentwicklung limitieren und widerspricht damit direkt der Interpretation anderer Forschergruppen (z. B. Abernethy et al., 2003; Singer & Janelle, 1999). Nach Ansicht der Befürworter des „deliberate practice“-Ansatzes ist nicht die genetische Disposition sondern das zielgerichtete Training der wichtigste Faktor auf dem Weg zur Expertise. Als Begründung für diese Aussage führen sie zum einen die Plastizität kognitiver Fähigkeiten für Trainingsreize an und zum anderen die Ergebnisse bzgl. der trainingsbezogenen Entwicklungsgeschichten von Experten verschiedener Domänen (vgl. Williams & Ericsson, 2005).

3.2 *Untersuchungsmethodische Ansätze zur Erfassung kognitiver Prozesse*

Die Erfassung zugrundeliegender kognitiver Prozesse der Antizipation stellt ein Kernelement dieser Arbeit dar. Dieser Schritt ist der 2. Stufe des „Expert Performance Approachs“ von Ericsson und Smith (1991; vgl. Kap. 3.1.3.2) zuzuordnen. In der kognitionspsychologischen Forschung finden hierfür unterschiedliche Methoden Anwendung, die – in Abhängigkeit von der jeweiligen Fragestellung und häufig auch in Kombination miteinander – Rückschlüsse auf kognitive Vorgänge liefern sollen, die der Wahrnehmung, dem Entscheidungshandeln oder der Antizipation zugrunde liegen. In Anlehnung an Williams und Ericsson (2005) können die Methoden zur Erfassung kognitiver Prozesse entsprechend ihrer zeitlichen Abfolge im Verlauf einer experimentellen Aufgabe kategorisiert werden in a) *Prätestmanipulationen*, die Manipulationen des Stimulusmaterials im Vorfeld der Stimuluspräsentation umfassen, b) *„Dumtestmessungen“* (Schorer, 2007, S. 32), die während der Stimuluspräsentation durchgeführt werden und c) *Posttestberichte*, die von den Probanden nach Beendigung der Aufgabe abgegeben werden. Tabelle 3 listet die zugehörigen Methoden der drei Kategorien auf (vgl. Höner, 2005; Schorer, 2007; Williams & Ericsson, 2005).

Tabelle 3. Kategorisierung der Methoden zur Erfassung kognitiver Prozesse (mod. nach Schorer, 2007; Williams & Ericsson, 2005).

Prätestmanipulationen	Dumtestmessungen	Posttestbericht
Temporal Occlusion Temporal Presentation Spatial Occlusion Point-Light	„Direkte“ Methoden: MEG EEG PET fMRT	Retrospektiver Bericht Interviews
	„Indirekte“ Methoden: Blickbewegungsregistrierung Lautes Denken Reaktionszeiterfassung Fehleranalyse	

In den folgenden Unterkapiteln werden die Methoden innerhalb der drei Kategorien detaillierter beschrieben und diskutiert, die im empirischen Teil der vorliegenden Arbeit Anwendung finden (siehe Kap. 4). Es handelt sich dabei um die *temporal occlusion-Technik*, die *Reaktionszeiterfassung*, die *Fehleranalysen* sowie die *Blickbewegungsregistrierung*. Die weiteren in Tabelle 3 aufgeführten Methoden werden lediglich kurz dargestellt, um den Gesamtüberblick zu komplettieren.

3.2.1 Prätestmanipulationen

Bei den Methoden der *Prätestmanipulationen* handelt es sich um Techniken, die bereits im Vorfeld der eigentlichen Untersuchungen angewendet werden, um die unabhängigen Variablen zu erstellen. Dabei wird das (meist) als Stimulus dienende Videomaterial mittels der „temporal occlusion-“, der „temporal presentation-“, der „spatial occlusion-“ oder der „Point-Light“-Methode vom Versuchsleiter manipuliert.

Temporal occlusion-Technik

Die *temporal occlusion-Technik* (zeitliche Verschluss-technik) hat ihren Ursprung in den Arbeiten von Enberg (1968), Jones und Miles (1978) sowie Salmela und Fiorito (1979). Bei dieser Technik werden die Stimulus-Videos, die vornehmlich aus der Perspektive eines Sportlers (z. B. eines Fußballtorhüters) gedreht wurden, zu mehreren unterschiedlichen Zeitpunkten abgebrochen. Die Aufgabe der Probanden nach Abbruch des Videos ist es meistens, eine Aussage über den antizipierten weiteren Verlauf der dargestellten Situation zu tätigen. Zeigt sich bei den Versuchspersonen eine signifikante Verbesserung bzgl. der Antwortkorrektheit zwischen zwei aufeinanderfolgenden occlusion-Bedingungen eines Videos, kann – so der Grundgedanke – darauf geschlossen werden, dass innerhalb dieses Zeitfensters zusätzliche leistungsrelevante Informationen präsentiert wurden bzw. von den Probanden aufgenommen werden konnten (vgl. Farrow & Abernethy, 2007).

Schorer (2007) beschreibt zwei mögliche Schnittmuster zur Bearbeitung der Videos mit der temporal occlusion-Methode. In der ersten Variante, dem „progressive window“-Verfahren, werden ein oder mehrere Einzelbilder am Ende des Videos abgeschnitten. Dies hat zur Folge, dass die Gesamtvideolänge je nach Anzahl der abgeschnittenen Einzelbilder variiert. Dieses Vorgehen ist in der Forschung zur Antizipation und zum Entscheidungshandeln zwar das gängigste, jedoch nicht ohne Kritikpunkte. So äußern bspw. Farrow und Abernethy (2002) Bedenken, dass nicht der gesteigerte Informationsgehalt in dem zusätzlichen Zeitfenster der Grund für eine bessere Leistung sein muss, sondern dass diese ebenso auf die verlängerte Gesamtbetrachtungszeit des Videos zurückzuführen sein kann. Um unterschiedlich lange Versionen desselben Videos zu vermeiden, kann die zweite Variante der Videobearbeitung innerhalb der *temporal occlusion-Methode* eingesetzt werden, das „moving window“-Verfahren. Hierbei wird die Anzahl an Einzelbildern, die am Videoende abgeschnitten werden, an den Anfang des Videos gesetzt. Somit wird die Länge des Videos konstant gehalten, jedoch unterscheiden sich dadurch nicht nur die Enden der verschiedenen Videoversionen voneinander, sondern auch deren Anfänge. Der Einsatz dieses Verfahrens erscheint daher lediglich bei Videos sinnvoll, deren Dauer sehr kurz bemessen ist (weniger als eine Sekunde). Ein Vergleich des Einflusses der beiden Schnittmuster auf die Leistungen der Probanden wurde von Farrow, Abernethy und Jackson (2005) durchgeführt, die Ergebnisse ergaben jedoch keinen Unterschied zwischen den Bedingungen.

Eine Möglichkeit, die *temporal occlusion-Methode* auch auf in situ-Bedingungen anzuwenden, um die ökologische Validität einer Untersuchung zu steigern, kann über den Einsatz sogenannter Shutter- oder Flüssigkristall-Brillen („liquid crystal glasses/goggles“) realisiert werden (erstmalig Milgram, 1987). Die Gläser dieser Brillen können elektronisch von durchlässig auf undurchlässig geschaltet werden, so dass auch in Situationen auf dem Feld die visuelle Informationsaufnahme zu bestimmten Zeitpunkten unterbrochen werden kann (für den Einsatz im sportwissenschaftlichen Kontext vgl. z. B. im Fußball: Dicks, Button & Davids, 2010a; im Tennis: Farrow & Abernethy, 2003; im Cricket: Mann, Abernethy, Farrow, Davis & Spratford, 2010; Mann, Abernethy & Farrow, 2010; Müller et al., 2009; im Volleyball: Starkes, Edwards, Dissanayake & Dunn, 1995). Der Nachteil der mit dieser Technik konzipierten Settings liegt in der verringerten internen Validität durch nicht-standardisierte Stimuli (zur Diskussion der internen und externen/ökologischen Validität siehe Kap. 4.2.1.1).

Ein grundlegender Kritikpunkt an der temporal occlusion-Technik, der unabhängig von der Verwendung in Labor- oder in situ-Untersuchungen ist, basiert auf der inhaltlichen Limitation, dass durch ihren Einsatz zwar informationsrelevante Zeitfenster identifiziert werden, jedoch keine Aussagen darüber getroffen werden können, welche Informationen konkret für die Generierung einer korrekten Vorhersage herangezogen werden (vgl. Cañal-Bruland, 2007). Erst in Kombination mit anderen Methoden, wie bspw. der „spatial occlusion-Technik“ (siehe unten) oder dem „Eye-

Tracking-Verfahren“ (siehe Kap. 3.2.2), können diesbezüglich recht zuverlässige Erkenntnisse erlangt werden.

Zusammenfassend können durch die temporal occlusion-Methode wichtige Erkenntnisse innerhalb der Expertiseforschung erlangt werden, weshalb sie traditionell das Mittel der Wahl ist, wenn Wahrnehmungsuntersuchungen an Sportlern durchgeführt werden (vgl. Mann, Williams, Ward & Janelle, 2007). Durch ihren Einsatz konnten in diversen Sportarten zuverlässig Unterschiede in der Antizipationsleistung zwischen Experten und Novizen identifiziert werden, die auf die visuelle Informationsverarbeitung zurückzuführen sind (z. B. im Squash: Abernethy, 1990; im Fußball: McMorris & Colenso, 1996; im Cricket: McRobert, Ward, Eccles & Williams, 2011; im Eishockey: Salmela & Fiorito, 1979; Smeeton & Williams, 2012; im Feldhockey: Starkes, 1987b; im Tennis: Williams, Ward, Knowles & Smeeton, 2002).

Temporal presentation-Technik

Die Grundidee der *temporal presentation-Methode* ist der der temporal occlusion-Methode sehr ähnlich. Das Ziel ist es, durch zeitlichen Verschluss des Stimulus Rückschlüsse darüber zu erhalten, in welcher Phase der Betrachtung die Versuchsperson relevante Informationen, z. B. für das Abwehren eines Torschusses, extrahieren kann. Der Unterschied zwischen diesen beiden Techniken besteht in der konkreten Herangehensweise. Im Gegensatz zur temporal occlusion-Technik wird die Stimuluspräsentation bei der temporal presentation-Methode nicht nach einer gewissen Zeit abgebrochen, sondern setzt erst im Verlauf der gegnerischen Bewegungsausführung ein. Konkret bedeutet dies für das Beispiel einer Torhüterstudie, in der die Probanden einen Torschuss abwehren sollen, dass die Ballfluginformation in jeder presentation-Bedingung enthalten bleibt, jedoch der Informationsgehalt über die Schussvorbereitung des Gegners systematisch variiert wird. Dicks, Button, et al. (2010a) setzten diese bislang selten verwendete Methode in einer in situ-Untersuchung ein. Dabei trugen die Versuchspersonen eine Flüssigkristall-Brille, die zu Beginn der gegnerischen Bewegungsausführung lichtundurchlässig war. Der dargebotene Informationsgehalt konnte variiert werden, indem der Zeitpunkt der „Öffnung“ der Brille auf lichtdurchlässig über verschiedene Schussdarbietungen hinweg verändert wurde (für eine Beschreibung der Untersuchung siehe Kap. 3.3.2). Der Einsatz der temporal presentation-Methode in in situ-Untersuchungen birgt jedoch den Nachteil in sich, dass durch eine späte Stimuluspräsentation (z. B. erst zu einem Zeitpunkt kurz vor dem Fuß-Ball-Kontakt des Schützen) der Versuchsperson kaum Zeit bleibt, sich in der Situation, mit der sie konfrontiert wird, zu orientieren. Dadurch entsteht die Gefahr, dass zusätzlich zu dem kognitiven Prozess, dessen Funktionsweise im Mittelpunkt der Betrachtung steht (bspw. der Antizipation), weitere, nicht kontrollierbare, Faktoren (z. B. die Reaktionsschnelligkeit oder die Geschwindigkeit der Aufmerksamkeitsorientierung) die Ergebnisse beeinflussen. Dieses Problem kann unter Laborbedingungen und unter Verwendung von Videostimuli umgangen werden, indem zu Beginn der Prä-

sensation für kurze Zeit ein Standbild des gegnerischen Spielers eingeblendet wird (allerdings gehen mit dieser Strategie andere Nachteile einher). Weiter ist kritisch zu hinterfragen, welchen Mehrwert die temporal presentation-Methode im Vergleich zu der etablierten Methode der temporal occlusion besitzt. Hierzu müssten Studien durchgeführt werden, die beide Methoden einsetzen, um deren Ergebnisse miteinander zu vergleichen.

Spatial occlusion-Technik

Die *spatial occlusion-* oder *event occlusion-Methode* (räumliche Verschlussstechnik) wurde im sportwissenschaftlichen Kontext erstmals von Abernethy und Russell (1987b) eingesetzt. Bei diesem Verfahren werden potentiell relevante (und als Kontrollbedingung oftmals auch irrelevante) Informationsquellen innerhalb eines Videos maskiert (z. B. Arm und Schläger sowie Schultern, Hüften, Oberkörper und Beine in einer Tennisstudie von Huys et al., 2009). Das Ziel bei diesem Vorgehen ist es also nicht (wie bei der „temporal occlusion-Methode“), den Zeitpunkt zu erfassen, zu dem eine relevante Information von der Versuchsperson aufgenommen wird, sondern den Ort, von dem aus diese Information extrahiert wird. Die Überlegung, auf der die *spatial occlusion-Methode* beruht, ist die, „dass die Qualität der Vorhersage in direktem Verhältnis zur Bedeutung der verdeckten Informationsquelle abnimmt“ (Farrow & Abernethy, 2007, S. 76). Viele Forschergruppen bedienen sich dieser Methode, um informationsreiche Areale (Magill, 1998) zu identifizieren. Dennoch sind auch hierbei einige Facetten als kritisch zu erachten. Höner (2005) führt bspw. an, dass durch die künstliche Veränderung eines möglichst spielnahen Stimulus eine zusätzliche Reduzierung der ökologischen Validität erfolgt. Dadurch kann die Aufmerksamkeit der Untersuchungsteilnehmer ungewollt auf die ungewöhnlich erscheinenden maskierten Areale gelenkt (vgl. Olivier, Blichke, Daus, Meyer & Moebius, 1989) und deren Leistungseinbußen daher fehlinterpretiert werden, auch wenn mit Hilfe moderner Videobearbeitungsprogramme die zu verdeckenden Regionen durch Hintergrundbilder ersetzt werden. Huys et al. (2009) führen als weiteren problematischen Aspekt dieses Methodeneinsatzes die veränderte Dynamik an, die das Videos durch die Verdeckung von Körperarealen der betrachteten Person erfährt. Die Wahrnehmung der relativen Bewegungen verschiedener Areale zueinander wird dadurch unterbunden, wodurch evtl. auch die Verdeckung eines ansonsten wenig informationstragenden Bereichs des Videos zu negativen Effekten z. B. auf die Antizipationsleistung führen kann. Eine zusätzliche Schwierigkeit entsteht bei der Auswertung und Interpretation der auf Basis der *spatial occlusion-Methode* erhobenen Daten. Das Ausbleiben eines signifikanten Effekts durch Verdeckung eines bestimmten Areals bedeutet nicht unbedingt, dass dieses Areal in der Realität keine relevanten Informationen liefert. Möglicherweise ist die Wahrnehmung der Versuchspersonen flexibel genug, um bei ausbleibender Verfügbarkeit einer Informationsquelle auf andere, adäquate Quellen zurückgreifen zu können, die jedoch normalerweise nicht (primär) genutzt werden. Vor allem bei Experten wird diese Wahrnehmungsflexibilität postuliert und konnte in diversen Untersu-

chungen empirisch nachgewiesen werden (vgl. z. B. Huys & Beek, 2002; Huys, Williams & Beek, 2005; Michaels & Oudejans, 1992).

Point-Light-Methode

Die *Point-Light-Methode* wurde bereits Ende des 19. Jahrhunderts von Marey (1895/1972) entwickelt. 1973 war Johansson der Erste, der das Verfahren für Studien zur Wahrnehmung biologischer Bewegungen einsetzte, die er als Bezeichnung für Bewegungsmuster, die für sich fortbewegende, lebende Organismen charakteristisch sind, definierte. Für die Stimulus-Erstellung seiner ersten Point-Light-Untersuchung brachte Johansson kleine Lämpchen an den Hauptgelenken eines Gehers an, den er anschließend aus seitlicher Position filmte. Nachdem er die Bewegungen auf Videoband aufgezeichnet hatte, wurde der Kontrast auf dem Bildschirm, auf dem sie präsentiert wurden, maximiert und die Helligkeit minimiert, so dass nur noch die reflektierenden Punkte zu sehen waren (Johansson, 1973, 1976). Mit Weiterentwicklung der Technik im Verlauf der letzten 40 Jahre hat sich auch das Vorgehen bei der Erstellung von Point-Light-Videos verändert. Üblicherweise werden die zu filmenden Objekte mit reflektierenden Markern versehen und anschließend bei der Ausführung von Bewegungen mit High-Speed-Kameras, die über Bewegungsanalysesysteme gesteuert werden können, aufgenommen (vgl. z. B. Cañal-Bruland & Williams, 2010). Der Zweck der Manipulation durch diese Methode ist seit Johanssons Untersuchungen unverändert geblieben. Durch die präsentierten Leuchtpunkte sollen lediglich die wesentlichen kinematischen Informationen dargeboten werden. Andere Informationsquellen, wie z. B. das Gesicht der gefilmten Person, räumliche Bezugspunkte etc. sind nicht sichtbar. Somit können zentrale Bewegungsinformationen identifiziert werden, die für Wahrnehmungsprozesse wie z. B. die Antizipation von Bedeutung sind (vgl. Farrow & Abernethy, 2007). Diese Form der Stimulusdarbietung ermöglicht weitere Manipulationen, die sich nicht in dem Ausmaß auf die bewusste Wahrnehmung der Versuchspersonen auswirken, wie es bei der spatial occlusion-Methode der Fall ist. So können bspw. potentiell informationstragende Areale durch Veränderung der Bewegungstrajektorie des Leuchtpunktes „neutralisiert“ und die Gefahr minimiert werden, dass dadurch eine unbeabsichtigte Aufmerksamkeitslenkung auf den manipulierten Bereich stattfindet (vgl. z. B. Diaz, Fajen & Phillips, 2012).

3.2.2 Dumtestmessungen

Unter *Dumtestmessungen* wird der Einsatz von Methoden verstanden, die während (lat. = dum) des Verlaufs eines Experiments eingesetzt werden, um kognitive Prozesse der Probanden entweder „direkt“ oder „indirekt“ (Pomplun, 1998, S. 1ff.) zu erfassen. Sie dienen damit der Erfassung der abhängigen Variablen der Untersuchung.

3.2.2.1 Direkte Methoden

Die in der Kognitionspsychologie eingesetzten *direkten Methoden* sind aus ethischen Gründen nichtinvasiv und umfassen laut Pomplun (1998) elektromagnetische Messverfahren wie das „Elektroenzephalogramm“ (EEG) und die „Magnetoenzephalographie“ (MEG) sowie bildgebende Verfahren wie die „Positronenemissionstomographie“ (PET) (vgl. Höner, 2005). In den vergangenen Jahren haben sich neue bildgebende Verfahren etabliert (für einen Überblick vgl. Birbaumer & Schmidt, 2010), von denen an dieser Stelle die „funktionelle Magnetresonanztomographie“ (fMRT oder engl. fMRI) näher beschrieben wird.

EEG und MEG

Der Einsatz der elektromagnetischen Messverfahren *Elektro- und Magnetoenzephalogramm* (EEG und MEG) ist „der wichtigste methodische Zugang zur Erforschung der Zusammenhänge zwischen Hirn und Verhalten beim Menschen“ (Birbaumer & Schmidt, 2010, S. 468). Beim EEG werden über Elektroden, die auf der Kopfhaut der Versuchsperson angebracht sind, elektrische Potentiale erfasst, die auf neuronaler Aktivität beruhen. Der Vorteil der elektroenzephalographischen Methoden liegt gegenüber den bildgebenden Verfahren in der präziseren Zeitmessung mentaler Prozesse. Ihr Nachteil liegt in der räumlichen Auflösung: Zwar kann diese durch den Wechsel der Ableitung von der Schädeloberfläche zur Ableitung von der Hirnoberfläche verbessert werden, jedoch bleiben diesbezüglich bildgebende Verfahren wie PET oder fMRT überlegen (vgl. Birbaumer & Schmidt, 2010). Durch die schlechte räumliche Auflösung sind die Ergebnisse des EEG in Bezug auf komplexe kognitive Prozesse (wie Antizipation) nur schwer zu interpretieren (vgl. Höner, 2005).

Die *Magnetoenzephalographie* (MEG) basiert auf der Messung von Magnetfeldern, die durch Bewegung elektrischer Ladungen hervorgerufen werden. Durch hochempfindliche Detektoren, den sog. SQUIDs („superconducting quantum interference devices“), die nicht direkt auf der Kopfhaut der Versuchsperson befestigt sind sondern ihren Kopf ähnlich einem Helm umgeben, können selbst schwache magnetische Felder erfasst werden. Die SQUIDs messen primär horizontal und radial zur Schädeldecke verlaufende elektrische Ströme, wohingegen durch das EEG vor allem Ströme aus den vertikalen kortikalen Säulen erfasst werden. Durch Kombination dieser beiden Methoden erreicht man eine hohe räumliche Genauigkeit (bis zu 2 mm) im Cortex. Aktuell gilt das MEG als das Verfahren mit der besten räumlichen und zeitlichen Auflösung zur Registrierung neuronaler Aktivität. In Verbindung dem fMRT können sogar millimetergenaue Angaben zu den Entstehungsstellen eines MEG-Feldes getätigt werden (vgl. Birbaumer & Schmidt, 2010).

PET und fMRT

Im Bereich der bildgebenden Verfahren stellt die *Positronenemissionstomographie* (PET) aufgrund der aufwändigen technischen Apparaturen die teuerste neurowissenschaftliche Methode dar. Mit der PET-Technologie ist es möglich, das gesamte

Gehirn zu vermessen. Hierfür ist es notwendig, der Versuchsperson vorab einen schwach radioaktiven, nicht gesundheitsschädlichen Marker zu injizieren. Das PET nutzt anschließend den raschen radioaktiven Zerfall von Positronen in Radioisotope. Je aktiver ein Gehirnareal während einer Untersuchung ist, desto stärker wird es durchblutet und umso höher ist die Gammastrahlung, die von den Radioisotopen freigesetzt wird. Diese wird durch Detektoren des PET, die ringförmig um den Kopf der Versuchsperson angebracht sind, gemessen und anschließend in ein Bild des Blutflusses übersetzt. Das räumliche Auflösungsvermögen des PET liegt bei etwa 4 mm, die zeitliche Auflösung in vielen Sekunden bis Minuten (vgl. Birbaumer & Schmidt, 2010). Trotz der hohen räumlichen Auflösung führt die zeitliche Verzögerung dazu, dass zumindest die Dynamik schneller kognitiver Prozesse, wie z. B. der Antizipation, nicht wiedergespiegelt werden kann (vgl. Höner, 2005). Daher und aufgrund des hohen Kostenfaktors findet diese Methode in der sportwissenschaftlichen Forschung kaum Anwendung.

Wie das PET basiert auch die *funktionelle Magnetresonanztomographie* (fMRT, engl. fMRI) auf der Messung des Blutflusses, ohne jedoch dabei radioaktive Marker zu benötigen (vgl. Goldstein, 2008). Durch das fMRT ist es möglich, auch schnelle Aktivitätsveränderungen im Gehirn sichtbar zu machen. Hierzu wird die Versuchsperson in ein MRT-Gerät geschoben, in dem sie von Elektromagneten umgeben ist. Das fMRT nutzt als Messprinzip die Auslenkung und Relaxation von Protonen in starken Magnetfeldern. Kommt es bei der Versuchsperson – bspw. durch die Präsentation eines Stimulus – zur Aktivierung von Nervenzellen, wird dort vermehrt sauerstoffreiches (und durch die höhere Hämoglobinkonzentration magnetischeres) Blut angereichert. Je mehr mit Sauerstoff angereichertes Blut in einer Gehirnregion auftritt, umso stärker wird das Magnetresonanzsignal (BOLD-Effekt = „blood oxygenation level dependent“), was anschließend in ein Bild übersetzt werden kann (vgl. Birbaumer & Schmidt, 2010). Aufgrund seiner hohen Messgenauigkeit wird das Verfahren des fMRT auch des Öfteren herangezogen, um grundlagenwissenschaftliche Fragestellungen im Kontext des Sports zu bearbeiten (z. B. Bishop, Wright, Jackson & Abernethy, 2013; Sekiguchi et al., 2011; Wagg, Williams, Vogt & Higuchi, 2009; Wright et al., 2010; Yarrow, Brown & Krakauer, 2009). Ein Nachteil des fMRT ist die sehr eingeschränkte Bewegungsfreiheit der Probanden, die über kleinmotorische Aktionen (bspw. Betätigung eines Knopfes) nicht hinausgeht.

3.2.2.2 Indirekte Methoden

Die *indirekten Methoden* zur Erfassung kognitiver Prozesse bieten gegenüber den direkten Methoden den Vorteil, dass sie weniger kostspielig und aufwendig sind. Zudem sind interpretative Schlussfolgerungen bzgl. höherer mentaler Prozesse auf Basis indirekter Erfassungen verhaltensnäher und damit zuverlässiger möglich. Aus diesen Gründen sind die indirekten Messungen in den meisten Fällen die Methoden der Wahl bei kognitionspsychologischen Untersuchungen (vgl. Pomplun, 1998). Nach Höner (2005, S. 93) können als indirekte Methoden „alle Formen der Verhal-

tensbeobachtung eingestuft werden, bei denen unter Kenntnisnahme des zu Grunde liegenden Kontextes mit dem beobachtbaren Verhalten einer Person ihre inneren Prozesse indirekt erhoben werden“. Bei einem entsprechenden Untersuchungsparadigma besteht die Aufgabenstellung für die Probanden generell darin, auf präsentierte Stimuli mit bestimmten Reaktionen zu antworten. Diese Reaktionen können vom Untersuchungsleiter a) „produktorientiert“ durch „Reaktionszeiterfassung“ und „Fehleranalyse“ und b) „prozessbegleitend“ durch Methoden der „Blickbewegungserfassung“ und des „lauten Denkens“ analysiert werden. Im Folgenden werden die „Reaktionszeiterfassung“ und die „Fehleranalyse“ sowie die „Blickbewegungserfassung“ präziser beschrieben, da sie im empirischen Teil dieser Arbeit eingesetzt werden (vgl. Kap. 4). In die Methode des „lauten Denkens“ wird nur ein kurzer Einblick gegeben.

Reaktionszeiterfassung und Fehleranalyse

Im Folgenden werden die *Reaktionszeiterfassung* (deren Grundlage das „response time“-Paradigma darstellt) und die *Fehleranalyse* beschrieben, die als Standardmethoden zur Erfassung kognitiver Leistungen bezeichnet (vgl. Höner, 2005) und der Kategorie der produktorientierten, indirekten Methoden zur Erfassung kognitiver Prozesse zugeordnet werden können. Beide Methoden basieren darauf, dass der Versuchsperson ein systematisch variierbarer Stimulusreiz (meist visuell oder auditiv) präsentiert wird, der durch eine Reaktion von ihr abgebrochen wird (z. B. das Drücken einer Taste) sobald sie zu wissen meint, wie sie antworten soll. Dabei werden die Zeit und/oder die Qualität dieser Reaktion gemessen.

Die *Reaktionszeit* setzt sich aus der Zeit der sensorischen Reizleitung, der zentralen kognitiven Verarbeitungszeit sowie der motorischen Reizleitung zusammen (Häcker & Stapf, 2009) und kann zusammenfassend als „the interval between the presentation of an unexpected stimulus and the initiation of the response“ (Schmidt & Lee, 2011, S. 466) definiert werden. Sie dient als Indikator für die Komplexität der für eine Antwortabgabe notwendigen kognitiven Prozesse (vgl. Höner, 2005). Eine Schwierigkeit bei der Auswertung der Reaktionszeit besteht darin, den Zeitpunkt zu isolieren, zu dem die handlungsrelevante Information aus dem präsentierten Reiz extrahiert wurde. So kann die Versuchsperson z. B. aus taktischen Überlegungen trotz Sicherheit bzgl. der korrekten Antwort noch einen Moment mit der Reaktion warten, um sich durch weitere Informationen abzusichern. Dies erschwert die Analyse und Interpretation der daraus resultierenden Ergebnisse (vgl. Carling, Le Gall, et al., 2009). Eine bedeutende Rolle spielen deshalb die Instruktionen, die der Versuchsperson im Vorfeld der Stimuluspräsentation gegeben werden. In einem Antizipationstest bspw. sind unterschiedliche Reaktionszeiten zu erwarten, je nachdem, ob die Anweisung lautet, sich „so schnell wie möglich“ zu entscheiden oder eine Antwort abzugeben, „sobald man sich dieser sicher ist“. Ein Vergleich von Reaktionszeiten verschiedener Untersuchungen darf deshalb nur unter Berücksichtigung der jeweils formulierten Instruktionen erfolgen.

In den meisten psychologischen Beschreibungen fließt in die *Reaktionszeitphase* nicht nur die reine *Reaktionszeit* ein, sondern zusätzlich auch die *Bewegungszeit*. Die Bewegungszeit ist in vielen Untersuchungen aufgrund der simpel auszuführenden Handlung sehr gering und recht konstant über alle Probanden hinweg. In Untersuchungen, in denen die Versuchspersonen reale und damit oftmals komplexere motorische Aufgaben mit höherer Alternativenanzahl zu bewältigen haben, treten – im Sinne des Hick'schen Gesetzes (Hick, 1952) – längere Bewegungszeiten auf. In solchen Fällen ist es notwendig, innerhalb der absoluten Antwortzeit zwischen Reaktions- und Bewegungszeit zu differenzieren.

Eine Definition von Reaktions- und Bewegungszeit bietet das „fractionated reaction-time“ Paradigma (Ladd & Woodworth, 1911; Posner, 1980), das vier zeitliche Phasen unterscheidet: 1) Ertönen eines Signals zur Vorbereitung, 2) Darbietung eines Signals (Stimulus) zur Bewegungsinitiierung, 3) Zeitpunkt der ersten beobachtbaren Bewegung und 4) Zeitpunkt des Bewegungsendes. Nach dem Ertönen des ersten Signals beginnt die Reaktionszeitphase, die auch den Zeitpunkt der Stimuluspräsentation beinhaltet und nochmals in premotorische und motorische Phase unterteilt ist. In der premotorischen Phase sind keine elektrischen Aktivitäten an den Muskeln zu messen (z. B. durch EMG). Eine Muskelkontraktion findet erst nach Präsentation des Stimulusreizes in der motorischen Phase statt. Mit der ersten sichtbaren Bewegung beginnt die Bewegungszeit. Reaktions- und Bewegungszeit ergeben dann die Antwortzeit (vgl. Vickers, 2007).

Neben der benötigten Zeitspanne für den Ablauf kognitiver Prozesse ist in vielen Untersuchungen auch deren Qualität von Interesse. Um ein Indiz für die Qualität der kognitiven Prozesse in Abhängigkeit der zu lösenden Aufgabe zu erhalten, haben sich *Fehleranalysen* als probate Methode erwiesen. Um diese einsetzen zu können, gilt es im Vorfeld einer Untersuchung zunächst zu definieren, welche Lösung die „richtige“ ist. In Experimenten zum Entscheidungshandeln wird die richtige Lösung (oder mehrere richtige Lösungen) meist durch ein Expertenrating ermittelt. Bei Antizipationsstudien ist die richtige Lösung durch den Verlauf bzw. das Endprodukt der präsentierten Stimulussituation – dem Handlungseffekt – determiniert.

Die beiden produktorientierten Methoden der Schnelligkeit und Richtigkeit einer Reaktion stehen in engem Zusammenhang. Dadurch kann es zur Entstehung eines „speed-accuracy trade off“ kommen, wenn eine schnelle Reaktion einer Versuchsperson zu Lasten der Reaktionsrichtigkeit geht oder wenn sich die Versuchsperson mit einer Reaktion so viel Zeit lassen kann, bis die richtige Entscheidung offensichtlich ist. Aus diesem Grund plädiert Höner (2005, S. 123) dafür, in Studien zur Analyse von Leistungsunterschieden von Experten und Novizen ein kombiniertes Qualitätsmaß einzuführen, das sich aus der Schnelligkeit und Richtigkeit der Reaktion zusammensetzt. Darüber hinaus ist zur Bearbeitung vieler kognitionswissenschaftlicher Fragestellungen ein kombinierter Einsatz der Reaktionszeiterfassung und der Fehleranalyse mit prozessbegleitenden Methoden sinnvoll, um die Dynamik der kognitiven Prozesse widerzuspiegeln.

Blickbewegungserfassung

Das prozessbegleitende, indirekte Verfahren der *Blickbewegungserfassung* (Eye-Tracking-Verfahren) gilt in der Sportwissenschaft als gängige und objektive Forschungsmethode zur Analyse der visuellen Aufmerksamkeitszuwendung bzw. der visuellen Informationsaufnahme (für einen Überblick Cañal-Bruland, Hagemann & Strauß, 2006; vgl. Gabler, 2004; Höner, 2005). Der Grundgedanke hinter dieser Technik ist, mit Hilfe der aufgezeichneten Blickbewegungen auf die zugrunde liegenden kognitiven Prozesse zu schließen. Die modernen Eye-Tracking-Systeme sind in der Lage, *Sakkaden* (Blicksprünge) und *Fixationen* der Versuchspersonen zu identifizieren, manche von ihnen können auch *Mikrosakkaden*, *Blickfolgebewegungen* ("smooth pursuits": vgl. Rashbass, 1961) und Fixationsbegleiterscheinungen wie z. B. *Tremore* und *Drifts* darstellen (vgl. Holmqvist et al., 2011; für detaillierte Beschreibungen der verschiedenen Blickbewegungsarten siehe Kap. 2.1.3). Der Berücksichtigung von Blickfolgebewegungen kommt besonders bei der Analyse von Blickbewegungen bei der Betrachtung dynamischer Szenen eine große Bedeutung zu.

Die in der gesamten Kognitionswissenschaft gängigste Eye-Tracking-Methode erfasst die Blickbewegungen durch das „*Cornea-Reflex-System*“ ("pupil and corneal reflection tracking"; Holmqvist et al., 2011, S. 21). Dabei wird das Licht einer Infrarotquelle von der Cornea reflektiert und anschließend von einer Kamera aufgezeichnet (vgl. für technische Details und einen Überblick über andere Methoden Duchowski, 2007). Es können drei Arten von Eye-Trackern unterschieden werden, die mit der Cornea-Reflex-Methode arbeiten: Der „*statische*“ Eye-Tracker, der „*head mounted*“ Eye-Tracker und eine Kombination des letzteren mit einem „*head tracker*“. Beim „*statischen*“ Eye-Tracker befinden sich sowohl Infrarotlichtquelle als auch Augenkamera vor der Versuchsperson auf einem Tisch. Wird das statische Gerät eingesetzt, werden die Stimuli meistens auf einem Bildschirm präsentiert, wobei auch Präsentationen auf einer Leinwand möglich sind (für eine weitere Differenzierung dieser Eye-Tracking Art siehe Holmqvist et al., 2011). Beim „*head mounted*“ Eye-Tracker befinden sich Infrarotlichtquelle und Augenkamera auf dem Kopf der Versuchsperson, entweder an einem Helm oder einer Mütze befestigt oder in eine Brille integriert. Zusätzlich beinhaltet dieses System eine „*Szenerie-Kamera*“, die den Stimulus – in diesem Fall die Umgebung, in die der Proband blickt – filmt. Die Kombination dieses „*head mounted*“ Eye-Trackers mit einem „*head tracker*“ ermöglicht es zusätzlich zur Blickbewegungserfassung, auch die Kopfbewegungen im Raum zu berechnen, was wiederum die Auswertung und Interpretation der Blickbewegungsdaten vereinfacht (vgl. Holmqvist et al., 2011). Der große Vorteil nicht-stationärer Eye-Tracker – besonders bei der Bearbeitung anwendungsorientierter sportwissenschaftlicher Fragestellungen – ist die Bewegungsfreiheit, die den Versuchspersonen damit ermöglicht wird.

Auch die Methode der Blickbewegungserfassung im Allgemeinen (unabhängig von dem konkret eingesetzten System) beinhaltet einige Limitationen, die bereits in vielen Veröffentlichungen benannt wurden. Höner (2005, S. 95) weist zunächst darauf

hin, das durch die Verwendung „der Blickregistrierung ... eine Einschränkung der allgemeinen Informationsaufnahme auf die visuelle Informationsaufnahme vorgenommen [wird] und andere Afferenzsysteme ... außer Acht gelassen“ werden. Diese reduzierte Betrachtung nur eines Aspekts des Realitätsbereichs wird von Herrmann (1994, S. 271f.; mit Bezug auf Klages, 1967) als für grundlagenwissenschaftliche Untersuchungen notwendige „Dekomponierung“ des Realitätsbereichs bezeichnet und scheint mit Blick auf die herausragende Bedeutung des visuellen Systems für die Informationsaufnahme vertretbar zu sein (vgl. Höner, 2005).

Die zentrale Arbeitshypothese der Blickbewegungsforschung, die sog. „*Eye-Mind*“-Hypothese (Just & Carpenter, 1987), besagt, dass anhand der gemessenen *Fixationsdauer* Aussagen über die aufgenommene Informationsmenge getätigt werden können, wobei die Informationsquelle nicht unbedingt foveal fixiert worden sein muss (vgl. Mann et al., 2007). Im Gegensatz dazu gilt die *Sakkadenlänge* als Indikator dafür, „wie gründlich ein Bereich des Blickfeldes betrachtet wird“ (Höner, 2005, S. 105). Eine spezielle Art der Analyse der Fixationsdauer stellt das sogenannte „*Quiet Eye*“ dar, dessen Besonderheit im Zeitpunkt seiner Anwendung liegt. Die „*Quiet Eye*-Phase“ ist definiert als der Anteil der letzten Fixation von deren Beginn bis zur ersten sichtbaren Bewegung des Beobachters (Vickers, 1996, S. 348). Bei der Bewältigung sportlicher Aufgaben konnte eine früh einsetzende und länger anhaltende *Quiet Eye*-Phase vor allem bei Zielaufgaben („*targeting tasks*“, siehe Kap. 2.2.1.2) wie dem Golf-Put (vgl. z. B. Vickers, 2004), dem Basketball-Freiwurf (vgl. z. B. Harle & Vickers, 2001), dem Pistolen-Schießen (vgl. z. B. Lee, 2004), dem Darts-Wurf (vgl. z. B. Vickers, Rodrigues & Edworthy, 2000) oder dem Billard-Spiel (vgl. z. B. Williams, Singer & Frehlich, 2002) als Charakteristikum des Blickverhaltens von Experten identifiziert werden (vgl. Vickers, 2007). Für Abfangaufgaben („*interceptive timing tasks*“, siehe Kap. 2.2.1.2) konnten bspw. bei Eishockey-Torhütern längere *Quiet Eye*-Phasen bei gehaltenen im Vergleich zu nicht-gehaltenen Schüssen erfasst werden (vgl. Panchuk & Vickers, 2006). Aufgrund der zumeist schnellen Aktionen, die im Vorfeld von Abfangaufgaben zu beobachten sind sowie des durch einen Gegenspieler vorgegebenen notwendigen Zeitpunkts der motorischen Antwortinitiierung durch den Beobachter, spielt dort im Vergleich zu Zielaufgaben die *Quiet Eye*-Phase häufig jedoch eine untergeordnete Rolle (vgl. Kim & Lee, 2006). Abernethy (1990) formuliert Bedenken bzgl. der durch das *Eye-Tracking* erfassten Fixationsmuster. Diese lassen keine Rückschlüsse darauf zu, ob die Beobachtung eines Reizes mit dem Erkennen der jeweiligen Bedeutung einhergeht. Dies kann zur Konsequenz haben, dass die beobachteten Reize fehlinterpretiert werden (vgl. Williams et al., 1999). Gründe hierfür können in Abhängigkeit von der Komplexität des Reizes und der Erfahrung des Betrachters zum einen Probleme mit höheren kognitiven Prozessen sein, zum anderen aber auch auf das Phänomen des „*looking without seeing*“ zurückzuführen sein. Durch die ausschließliche Erfassung des fovealen Sehens durch das *Eye-Tracking*-System können lediglich zuverlässige Aussagen bzgl. des „*looking*“ (Schauen) aber nicht des „*seeing*“ (Wahrnehmen) getätigt werden. Somit werden zwar die Fixationen der

Versuchsperson erfasst, eine Informationsaufnahme aus den fixierten Arealen muss aber nicht zwangsläufig erfolgen (vgl. Abernethy, 2001; Williams et al., 1999). Ein weiteres Problem, das ebenfalls durch die technischen Einschränkungen des Eye-Trackers bedingt ist, ist der nicht erfassbare Anteil des „*peripheren Sehens*“ an der Informationsaufnahme. Die Probanden sind in der Lage, die Aufmerksamkeit innerhalb des Blickfeldes zu verschieben, ohne dass dazu Augenbewegungen notwendig sind (vgl. Abernethy, 2001). Bereits Posner, Snyder und Davidson (1980) konnten herausfinden, dass Probanden ihre Aufmerksamkeit auf Regionen des visuellen Feldes lenken können, die bis zu 24 Grad von der Fovea entfernt sind (vgl. Anderson, 2007). Liversedge und Findlay (2000) prägten in diesem Zusammenhang den Begriff „*covert orienting*“ (verdeckte Orientierung), die z. B. beim Spielen eines „no look“-Passes zum Einsatz kommt (zur Thematik der verdeckten Aufmerksamkeitsorientierung siehe auch Kap. 2.2.2.1). Mit der Methode der Blickbewegungserfassung kann demnach nur indirekt auf die Aufmerksamkeitsfokussierung geschlossen werden, was eine Schwächung der „Eye-Mind“-Hypothese darstellt (vgl. Höner, 2005). Ein zusätzlicher Kritikpunkt am Eye-Tracking-Verfahren ist die *interindividuelle Variabilität* im Blickverhalten der Probanden, die einerseits vom eingesetzten experimentellen Setting abhängig sein kann, andererseits aber auch bei wiederholter Präsentation derselben Stimuli innerhalb eines Settings auftreten kann und somit das Erreichen hoher Reliabilitätskennziffern erschwert (vgl. Abernethy, 2001; Farrow & Abernethy, 2007). Eine weitere Schwierigkeit stellt die *Ambiguität der Fixationszeiten* dar. In den Fixationszeiten spiegeln sich zum einen die von einer Versuchsperson benötigten kognitiven Verarbeitungszeiten wider, zum anderen gehen auch Zeitanteile für die Bestimmung des nächsten Fixationsortes mit ein. Die Ursache für lange Fixationsdauern ist somit nicht einfach zu bestimmen und kann im kognitiven wie auch im okulomotorischen Bereich verortet sein (vgl. Höner, 2005).

Um den aufgeführten Kritikpunkten entgegenzuwirken, empfehlen Williams et al. (1999) den parallelen Einsatz zusätzlicher Messmethoden, wie z. B. der beiden occlusion-Techniken oder von Verbalisierungen, um handlungsrelevante visuelle Hinweisreize zu identifizieren (vgl. auch Abernethy & Russell, 1987a; Williams, Davids, Burwitz & Williams, 1994).

Lautes Denken

Das *laute Denken* (engl. „concurrent verbal report“) stellt eine weitere prozessbegleitende, indirekte Dumtestmethode dar und hat sich als Unterkategorie der „Verbalisierungen“ aus der klassischen Methode der Introspektion entwickelt. Bei der Introspektion (oder auch Selbstbeobachtung) handelt es sich um „a careful examination and description of one’s own inner mental thoughts“ (Eysenck & Keane, 2010, S. 634). De Groot (1978) war der erste, der die von Wundt entwickelte Introspektion (lautes Denken und retrospektiven Bericht) als Methode zur Identifizierung kognitiver Unterschiede zwischen Experten (Schachgroßmeistern) und Novizen einsetzte (siehe Kap. 3.1.3). Obwohl die Introspektion zumindest dem

klassischen Testgütekriterium der Objektivität nicht gerecht werden kann und von einigen Forschergruppen die Validität bzgl. der Identifikation von Verarbeitungsstrategien, die einer Handlung zugrunde liegen, kritisch und kontrovers diskutiert wird (z. B. Ericsson & Simon, 1993; Nisbett & Wilson, 1977), werden Selbstbeobachtungen auch heute noch zur Analyse von Denkprozessen eingesetzt. Bei der Methode des lauten Denkens werden die Versuchspersonen aufgefordert, während der Aufgabenbearbeitung ihre Gedanken laut zu verbalisieren (vgl. Spering & Schmidt, 2009). Dadurch soll ein Zugang zu prozeduralen Aspekten der kognitiven Prozesse geschaffen werden. Bei diesem Vorgehen kommt der Instruktion der Versuchsteilnehmer eine entscheidende Rolle zu (vgl. Carling, Reilly, et al., 2009): Ihre Aufgabe ist es wiederzugeben, was sie aktuell denken, unabhängig davon, ob sie diese Gedanken selbst als relevant oder irrelevant erachten. Sie sollen benennen, auf welche Informationsquelle sie gerade achten aber nicht beschreiben oder erklären, warum sie dies tun. Durch diese Anweisungen sollten die ablaufenden Prozesse des Problemlösens oder Entscheidens nicht beeinflusst werden. Ein Vorteil dieser Methode ist, dass dadurch nachträgliche „Rationalisierungen“ der Gedankengänge vermieden werden, wie es bspw. bei Interviews der Fall sein kann. Da es sich beim lauten Denken um die direkte Verbalisation von Gedanken handelt, die im Alltag nur sehr selten durchgeführt wird – normalerweise werden vor dem Aussprechen von Gedanken noch weitere kognitive Prozesse in Anspruch genommen, um bspw. einen ganzen Satz zu formulieren – ist es notwendig, vor Beginn der Protokollaufzeichnung eine gewisse Zeit für die Instruktion und mehrere Übungsdurchgänge einzuplanen. Die Nachteile dieser Methode liegen darin, dass lautes Denken bei Probanden, die sich diese Technik nicht innerhalb kurzer Zeit aneignen können, zu einer Veränderung des Denkprozesses führen kann. Zudem ist es Probanden lediglich möglich, ihnen explizit bewusste Denkprozesse sprachlich zu äußern. Diese Nachteile können wiederum durch eine Kombination mit anderen Methoden zur Erfassung kognitiver Prozesse gemindert werden (vgl., auch für eine detailliertere Beschreibung und konkrete Hinweise zur Durchführung, Ericsson & Simon, 1993).

3.2.3 Posttestbericht

Beim Einsatz von *Posttestberichten* in experimentellen Settings werden die Untersuchungsteilnehmer nach Abschluss einer Aufgabe aufgefordert, die Gedankengänge zu verbalisieren, die sie während der Stimuluspräsentation zur Abgabe einer Antwort bewegt haben. Durch dieses Vorgehen werden, ebenso wie mit den „Dumtmessungen“, die abhängigen Variablen der Untersuchung erfasst. Differenzierungen innerhalb der Posttestberichte basieren auf dem zeitlichen Abstand der Probandenbefragung zum Ende der Stimuluspräsentation. Das *Interview* zeichnet sich dadurch aus, dass bei dessen Einsatz seit dem Ende des Stimulusreizes ein längerer Zeitraum verstrichen ist, was die Rückschlüsse auf kognitive Prozesse der Entscheidungsfindung erschwert. Die im Folgenden erläuterte Methode des

restrospektiven Berichts wird dagegen unmittelbar nach Beendigung einer experimentellen Aufgabe durchgeführt.

Der retrospektive Bericht ist ebenso wie das prozessbegleitende „laute Denken“ den „verbal reports“ zuzuordnen. Die Grundidee hinter den „verbal reports“ ist, dass den Versuchsleitern durch ihre Abfrage ein Einblick in die kognitiven Prozesse der Versuchspersonen gewährt wird, die der Wahrnehmung, dem Entscheidungshandeln oder der Antizipation zugrunde liegen (vgl. Williams & Ericsson, 2005). Die Methode des retrospektiven Berichts wurde lange kritisch gesehen, da zwischen der Stimuluspräsentation und der Abgabe des Berichts eine gewisse Zeitspanne liegt, die zu einer veränderten Wiedergabe der Gedankengänge führen könnte. Ericsson und Simon (1993) relativierten diese Bedenken. Sie stellten fest, dass Versuchspersonen innerhalb von 0.5 bis 10 Sekunden nach Beendigung einer Aufgabe mit hoher Genauigkeit und Vollständigkeit die Abfolge ihrer Gedanken wiedergeben konnten. Mit steigendem zeitlichem Abstand sanken Genauigkeit und Vollständigkeit der Angaben jedoch. Für Aufgaben mit einer Dauer von wenigen Sekunden sind retrospektive Berichte wahrscheinlich sogar vollständiger als das simultane „laute Denken“, da den Versuchspersonen mehr Zeit zur Verfügung steht, ihre Gedanken verbal wiederzugeben. Ein weiterer Vorteil des retrospektiven Berichts ist, dass sich die Probanden während der Darbietung des Stimulus komplett auf diesen konzentrieren können und nicht Gefahr laufen, durch das parallele Äußern ihrer Gedanken abgelenkt zu werden. Ericsson und Simon (1993) empfehlen, nur nach einem Bruchteil aller Aufgaben von den Probanden einen retrospektiven Bericht zu verlangen, um die Priorität der eigentlichen Aufgabe (z. B. das Drücken einer Taste zur Angabe der antizipierten Schussrichtung) zu unterstreichen.

Wie bei jeder der bereits beschriebenen Methoden zur Erfassung kognitiver Prozesse sind auch hier einige Kritikpunkte anzuführen. So weisen z. B. Abernethy et al. (1993) auf ein Problem hin, das auch das laute Denken betrifft, nämlich dass ein Großteil des Wissens, das Probanden für die Auswahl ihrer Entscheidungen nutzen, nur unbewusst oder implizit vorliegt und es damit schwierig ist, diese kognitiven Prozesse zu verbalisieren (vgl. auch Bahill & LaRitz, 1984; Williams & Davids, 1998; siehe auch Kap. 2.2.5). In Kontexten, in denen die Bewegungsausführung im Mittelpunkt steht, gelangen verbale Berichte ebenfalls an ihre Grenzen. Viele Bewegungen laufen automatisiert und damit unterhalb des Metakognitiven oder der bewussten Wahrnehmung ab (vgl. Abernethy, Burgess-Limerick, et al., 1994; Williams & Grant, 1999).

Ein entscheidender Vorteil dieser Methode ist, dass die Versuchspersonen inhaltlich benennen, welche Gedanken in der aktuellen Situation erzeugt wurden. Dies ist zwar evtl. nicht immer eine exakte Wiedergabe der tatsächlichen Gedankengänge, es ist aber eine klare inhaltliche Zuordnung möglich. Dieser direkte Bezug kann bei anderen, verhältnismäßig teuren Methoden wie dem Eye-Tracking oder dem fMRT nicht hergestellt werden; dort sind lediglich indirekte Deutungen der erfassten Daten möglich.

Trotz der aufgeführten Kritikpunkte überwiegen die Vorteile der retrospektiven Berichte, so dass sich die meisten Kognitionspsychologen darüber einig sind, dass der richtige Einsatz der Verbalisierungsmethode wichtige Einblicke in die kognitiven Prozesse des Problemlösens und der Entscheidungsfindung liefern kann (vgl. Ericsson & Simon, 1993; Green, 1995; Le Plat & Hoc, 1981; White, 1988).

3.3 Empirische Erkenntnisse der sportwissenschaftlichen Expertise- und Antizipationsforschung

3.3.1 Sportartübergreifende Antizipationsforschung

Die wissenschaftliche Auseinandersetzung mit dem Themengebiet der Antizipation hat eine längere Tradition, auch wenn sich die Sportpsychologie erst gegen Ende der 1970er Jahre, rund 20 Jahre nach einer klassischen Arbeit von Poulton (1957), der Antizipation als Untersuchungsgegenstand annahm (z. B. Glencross & Cibich, 1977; Jones & Miles, 1978; Salmela & Fiorito, 1979). Die Untersuchung von Poulton (1957) an Eishockeytorhütern konnte zeigen, dass sich ein Torhüter für die erfolgreiche Bewältigung einer Abfangaufgabe unter Zeitdruck („interceptive timing task“; vgl. Kap. 2.2.1.2), wie sie durch die hohe Geschwindigkeit des auf das Tor geschossenen Pucks erzeugt wird, Informationen bedienen muss, die vor dem Kontakt von Schläger und Puck zur Verfügung stehen. Später nennt Abernethy (1987) diese Fähigkeit, aufgrund kontextueller Informationen zu einem frühen Zeitpunkt der gegnerischen Bewegung präzise Vorhersagen über den intendierten Effekt tätigen zu können, „advance cue utilisation“. Erst dadurch wird es dem Torhüter möglich, seine motorische Bewegung zeitlich so zu initiieren, dass der Puck vor der Überquerung der Torlinie abgefangen werden kann. Poulton unterscheidet dabei zwischen zwei experimentellen Bedingungen, mittels derer die Antizipation untersucht werden kann: Der „receptor anticipation“, bei der Vorhersagen über die Schussrichtung auf Basis eines kontinuierlich sichtbaren Stimulus getroffen werden sowie der „perceptual anticipation“, bei der der Stimulus zeitlich oder räumlich verdeckt wird. Die Untersuchung der „receptor anticipation“ wird in aktuellen Studien durch den Einsatz der Reaktionszeiterfassung (vgl. Kap. 3.2.2.2) operationalisiert, Untersuchungen zur „perceptual anticipation“ bedienen sich der temporal occlusion- und/oder spatial occlusion-Methode (vgl. Kap. 3.2.1).

Bis heute liegt der Schwerpunkt sportwissenschaftlicher Antizipationsstudien in der Analyse von Vorhersagen von Handlungseffekten, die durch biologische Bewegungen gegnerischer Akteure erzeugt werden (vgl. Yarrow et al., 2009). Zu verorten sind die meisten dieser Studien innerhalb der Expertiseforschung, Vergleiche zwischen sportartspezifischen Experten und Novizen sind die Regel. Dieses Vorgehen ist u. a. auf die Arbeit von Welford (1976) zurückzuführen, der postuliert, dass sich Fähigkeiten wie bspw. die Antizipation mit steigendem Leistungsniveau sowie steigender Erfahrung verbessern (vgl. Tyldesley, Bootsma & Bonhoff, 1983). Erkenntnisse bzgl. der Antizipationsleistung von Athleten stammen aus vielen unterschied-

lichen Sportarten. So ist z. B. im Bereich der Rückschlag- und Schlagspiele ein großes Forschungsinteresse zu verzeichnen. Untersuchungen im Tennis analysieren vorrangig die Antizipationsleistung von Aufschlägen (z. B. Cañal-Bruland, van Ginneken, van der Meer & Williams, 2011; Crognier & Féry, 2005; Farrow & Abernethy, 2003; Farrow et al., 2005; Glencross & Cibich, 1977; Goulet, Bard & Fleury, 1989a; Huys et al., 2009; Jackson & Mogan, 2007; Jones & Miles, 1978; Shim, Carlton, Chow & Chae, 2005; Shim, Carlton & Kwon, 2006; Tenenbaum et al., 2000; Ward, Williams & Bennett, 2002; Williams, Ward, et al., 2002), in einigen Studien auch die Leistung bei der Antizipation von Grundschlägen (z. B. Buckolz, Prapavesis & Fairs, 1988; Rowe, Horswill, Kronvall-Parkinson, Poulter & McKenna, 2009; Ward et al., 2002). Zudem wurden Antizipationsstudien im Volleyball (z. B. Cañal-Bruland, Mooren & Savelsbergh, 2011; Loffing, Schorer, Hagemann & Baker, 2012; Starkes et al., 1995; Wright, Pleasants & Gomez-Meza, 1990), Badminton (z. B. Abernethy, 1988; Abernethy & Russell, 1987b; Abernethy & Zawi, 2007; Abernethy, Zawi & Jackson, 2008; Hagemann & Strauß, 2006), Squash (z. B. Abernethy, 1990; Abernethy, Gill, Parks & Packer, 2001), Cricket (z. B. Abernethy & Russell, 1987b; McRobert et al., 2011; Müller & Abernethy, 2006; Müller, Abernethy & Farrow, 2006; Renshaw & Fairweather, 2000; Weissensteiner, Abernethy, Farrow & Müller, 2008) und Baseball (z. B. McPherson & MacMahon, 2008; Paull & Glencross, 1997; Ranganathan & Carlton, 2007; Shank & Haywood, 1987) durchgeführt. Die innerhalb der Torspiele konzipierten Antizipationsstudien können hinsichtlich der Spielsituation unterteilt werden, aus der heraus die Versuchspersonen ihre Vorhersagen treffen sollen. Zu differenzieren sind somit Untersuchungen in Defensiv- (z. B. Roca, Ford & Williams, 2009; Ward & Williams, 2003; Williams & Davids, 1998; Williams et al., 1994) sowie in Torhütersituationen (im Handball z. B. Hatzl, 2000; Roth & Schorer, 2009; Schorer, 2007; Strauß, Schorer, Fischer & Büsch, 2009; im Eishockey z. B. Panchuk & Vickers, 2006, 2009; Salmela & Fiorito, 1979; im Hockey z. B. Christensen & Glencross, 1993; Roth, Höner & Forstner, 2005; Roth, Schorer & Peters, 2006/2007). Studien, die sich offensiver Spielsituationen bedienen, analysieren zumeist das Entscheidungshandeln (z. B. Helsen & Pauwels, 1993; Helsen & Starkes, 1999; Höner, 2005).

Sportartübergreifende Expertisevorteile

Die Expertiseforschung hat in den letzten rund 40 Jahren eine Reihe von sportartübergreifenden Expertisevorteilen auf kognitiver und behavioraler Ebene identifiziert, die im Folgenden zusammengefasst werden.

In Sportarten, in denen offene Fertigkeiten die zentrale Rolle einnehmen (z. B. in den Sportspielen), zeigen sich auf Ebene der Wahrnehmung Expertenvorteile hinsichtlich der Nutzung von *relevanten Hinweisreizen*, den „advance cues“ (vgl. z. B. Müller et al., 2006). Aufgrund der notwendigen Anpassung an sich bewegende Objekte (z. B. Mit- und Gegenspieler, Ball) und des in diesen Sportarten häufig auftretenden Zeitdrucks stellen die Hinweisreize entscheidende Faktoren für wahrneh-

mungsbasierte kognitive Prozesse wie Antizipation und Entscheidungshandeln dar. Hinsichtlich dieser Prozesse lassen sich, meist in Laborsituationen, durch den Einsatz verschiedener Methoden (z. B. Verschlussstechniken und Blickbewegungserfassung) Expertisevorteile identifizieren (z. B. Abernethy, 1991; Williams & Starkes, 2002; Williams, Ward & Smeeton, 2004). So konnten in einer Badmintonstudie von Abernethy und Russell (1987b) Antizipationsvorteile von Experten u. a. auf das spezifische *visuelle Suchverhalten* zurückgeführt werden. Hagemann und Strauß (2006) konnten dieses Ergebnis durch parallelen Einsatz von „temporal“- und „spatial occlusion“-Methode konkretisieren (für eine detaillierte Beschreibung der beiden Methoden siehe Kap. 3.2.1). Sie stellten neben dem bereits bekannten Befund, dass Experten früher als Novizen in der Lage sind, relevante Informationen zu verarbeiten, fest, dass zunächst proximale Hinweisreize genutzt werden, bevor der Blick der Experten mit fortlaufender Bewegungsdauer des Gegners zu distalen Arealen wie Schlagarm und Schläger wandert, um eine Vorhersage über die Ballflugrichtung tätigen zu können. Den Erkenntnissen bzgl. des Blickverhaltens liegt eine Analyse der visuellen Suchstrategien („Visual Search Strategy“) zugrunde. Der Ausdruck „visuelles Suchen“ wird meist als Oberbegriff für eine Reihe experimenteller Paradigmen zur räumlichen Analyse von Blickbewegungen verstanden und kann beschrieben werden als „the scan of an environment for particular features – actively looking for something when you are not sure where it will appear“ (Sternberg, 2003, S. 83). Die „visual search strategy“ kommt in Laborstudien zum Einsatz, für eine Analyse des Suchverhaltens in situ wird das „vision in action“-Paradigma (Vickers, 1996) verwendet. Durch letzteres werden viele Faktoren erfasst, die im „Constraints-Led-Modell“ (siehe Kap. 2.2.1.2) zu finden sind: Die Aufgabe, das Umfeld, der Organismus und die Wahrnehmungs-Handlungs-Kopplung. Die wichtigsten Erkenntnisse, die die Untersuchungen des visuellen Suchverhaltens bzgl. der Unterschiede zwischen Experten und Novizen (zumeist in Laboruntersuchungen) ergaben, fassen z. B. Williams und Ward (2003, S. 221f.; vgl. auch Farrow, 2012) wie folgt zusammen:

- Experten zeigen bessere Leistungen beim Erinnern und (Wieder)erkennen von sportspezifischen Spielmustern (z. B. Allard & Starkes, 1980; Starkes & Deakin, 1984; Williams & Davids, 1995).
- Experten erkennen Objekte (z. B. einen Ball) innerhalb des visuellen Feldes schneller (z. B. Allard & Starkes, 1980; Millslagle, 1988; Starkes, 1987b).
- Experten sind effizienter und verwenden ein angemesseneres visuelles Suchverhalten (z. B. Abernethy, 1991; Vickers, 1992; Williams & Davids, 1998; Williams et al., 1994), was sich u. a. in einer besseren Antizipationsfähigkeit niederschlägt.
- Experten sind besser in der Lage, relevante visuelle Cues (z. B. anhand der Körperstellung des Gegenübers) aufzunehmen (z. B. Allard & Starkes, 1991; Jones & Miles, 1978; Williams & Burwitz, 1993).

- Experten können sich besser auf relative Bewegungsinformationen einstellen, wenn diese in Form von Point-Light Präsentationen dargestellt werden (z. B. Ward et al., 2002).
- Experten machen korrektere Annahmen bzgl. voraussichtlich eintretender Ereignisse, basierend auf feinen Abwägungen situativer Wahrscheinlichkeiten (z. B. Abernethy et al., 2001; Williams & Ward, 2003).

Das effizientere visuelle Suchverhalten von Experten im Vergleich zu Novizen zeichnet sich durch eine geringere Anzahl an Fixationen sowie längere Fixationsdauer aus (vgl. z. B. Vaeyens, Lenoir, Williams, Mazyn & Philippaerts, 2007). Als Grund für diesen Unterschied wird vermutet, dass sich Experten eines „synthetischen“ oder „globalen“ Blickverhaltens bedienen, wohingegen Novizen ein „analytisches“ oder eher „lokales“ Blickverhalten anwenden (vgl. z. B. Ripoll, Kerlirzin, Stein & Reine, 1995; Smeeton & Williams, 2012; siehe auch Kap. 2.2.1.1). Durch das synthetische Blickverhalten erfasst der Wahrnehmende durch wenige Fixationen die relevanten Bereiche der beobachteten Szenerie, wodurch es ihm ermöglicht wird, mit einer Fixation eine Fülle an Informationen aufzunehmen. Das analytische Blickverhalten unterteilt dagegen die Szenerie in einzelne Bereiche, die durch separate Fixationen erfasst werden müssen (vgl. z. B. Höner, 2005).

Ein weiteres Vorteil, der für Experten in unterschiedlichen Domänen und Sportarten nachgewiesen werden konnte, liegt in einer besseren *Mustererkennung* im Vergleich zu Novizen. Auf den Bereich des Sports bezogen, schlägt sich dieser Vorteil in der Kategorisierung von Spielsituationen nieder. Wenn die Versuchspersonen aufgefordert werden, kurz dargebotene typische Spielkonstellationen zu reproduzieren, zeigen Experten bessere Leistungen als Novizen (vgl. Williams & Ward, 2003). Diese (bereits an anderer Stelle beschriebenen) Ergebnisse von Chase und Simon (1973) aus der Domäne des Schachs konnten auch in Sportarten wie z. B. Basketball (Allard, Graham & Paarsalu, 1980), Fußball (Williams, Davids, Burwitz & Williams, 1993), Hockey (Starkes, 1987b) und Volleyball (Borgeaud & Abernethy, 1987) bestätigt werden (vgl. Munzert & Hossner, 2008). Lange Zeit ging man davon aus, dass dieser Vorteil nur im eigenen Expertisebereich oder in sehr verwandten Sportarten auftritt, wenn es sich bei der Darbietung um eine sportarttypische Strukturierung der Situation handelt. Gobet und Waters (2003) konnten im Schach aber zeigen, dass Experten auch bei zufällig zusammengesetzten Figurenkonstellationen bessere Rekonstruktionsleistungen darboten als Novizen (siehe auch Kap. 2.2.3.1).

Ein weiterer Grund für die Überlegenheit der Experten gegenüber den Novizen ist das höhere domänenspezifische deklarative und prozedurale Wissen (siehe Kap. 2.2.3.2), dessen Auswirkungen sich sowohl bei kognitiven als auch bei motorischen Aufgaben niederschlagen (vgl. Abernethy et al., 1993). Dieses Wissen kann zudem von Experten effizienter abgerufen und wichtige Informationen aus der Umwelt leichter in vorhandene Wissensstrukturen integriert werden, um Handlungseffekte antizipieren und auf dieser Basis korrekte Entscheidungen treffen zu können (vgl. z. B. Mann et al., 2007; McPherson, 1993; McPherson & French, 1991). Ein weite-

rer wissensbasierter Expertenvorteil ist in den kontextabhängigen Informationsquellen zu sehen, die den Athleten a priori zur Verfügung stehen (vgl. Williams & Ward, 2003). Dabei handelt es sich um Wissen, das bereits vor der eigentlichen Spielsituation existiert und von Experten in entsprechende Leistungssituationen eingebracht werden kann. Die Annahme dabei ist, dass Experten im Vergleich zu Novizen über einen größeren Wissensbestand darüber verfügen, welche Möglichkeiten der Gegner besitzt und mit welcher Wahrscheinlichkeit er eine Handlungsalternative auswählen wird (vgl. Farrow & Abernethy, 2007). Zusätzlich zu diesem aufgabenspezifischen Wissen verfügen Experten über effizientere Informationsverarbeitungsstrategien, wodurch sie in der Lage sind, ihnen bekannte Situationen oder Situationen, die diesen ähnlich sind, zielführender zu interpretieren (vgl. Williams, 2000). Diese Aspekte führen u. a. dazu, dass Experten schneller bessere Entscheidungen treffen können als Anfänger.

Experten sind zudem besser in der Lage, eigene Handlungen zu planen (Abernethy, Neal & Koning, 1994). Bezogen auf die Handlungsausführung liegen die Vorteile der Experten im Vergleich zu den Novizen darin, dass sie zum einen gut erlernte Handlungen ökonomischer und mit höherem Automatisierungsgrad ausführen können (Parker, 1981) und sich zum anderen nicht-muskuläre Kräfte (z. B. Gravitations- und Reaktivkräfte) effektiver zunutze machen (vgl. Farrow & Abernethy, 2007; Newell & McDonald, 1994).

3.3.2 Antizipation in Fußballtorhüter-Situationen

Aufgrund der besonderen Relevanz für die in Kapitel 4 beschriebenen Untersuchungen wird im Folgenden der Fokus der Betrachtung auf Erkenntnisse gerichtet, die aus Torhüterstudien im Fußball resultieren, in denen die Probanden mit „interceptive timing tasks“ (vgl. Kap. 2.2.1.2) konfrontiert wurden.

In den diesem Kapitel zugrundeliegenden Untersuchungen wurde mit der Antizipation in Fußballtorhüter-Situationen ein spezifisches Problem des Leistungssports grundlagenwissenschaftlich untersucht. Die zentral zu lösende Aufgabe war es dabei, Torhüteraufgaben (in der Regel) im Labor zu simulieren. Diese Aufgabe ist im Fußball für unterschiedliche Situationskategorien unterschiedlich schwer zu lösen. Sicherlich wurden insbesondere aus diesem Grund in der Antizipationsforschung zu Fußballtorhütern fast ausschließlich Elfmetersituationen herangezogen, bei denen die untersuchungsmethodische Umsetzung hinsichtlich diverser Aspekte einfacher als bei komplexeren Spielsituationen erscheint (vgl. auch Kap. 3.4).

3.3.2.1 Antizipationsforschung in Deutschland

In der deutschen Sportwissenschaft wurde das Phänomen der Antizipation bei Fußballtorhütern bislang primär anhand von Videoanalysen von Elfmetersituationen in realen Wettkampfspielen untersucht.

So führte z. B. Kuhn (1988) eine explorative Studie bzgl. eingesetzter Strategien von Torhütern bei Elfmetersituationen durch. Hierbei analysierte er 83 Elfmeterschüsse, die in den Jahren 1981 und 1982 in der deutschen Bundesliga und in den Europa-Cup-Spielen ausgeführt wurden. Diese wurden hinsichtlich des Torerfolgs, der Dauer des Ballflugs und der Art der Kontrollstrategie bewertet. Es wurde zwischen zwei Kontrollstrategien bei den Torhütern differenziert: 1. Die Bewegung in eine Seite des Tores begann im Moment des Ballkontakts des Schützen oder kurz danach, 2. Die Bewegung des Torwarts begann vor dem Ballkontakt des Schützen. Kuhn schlussfolgerte, dass bei Anwendung der ersten Strategie entweder eine Entscheidungshandlung beim Ballkontakt des Schützen oder ein antizipatives Vorgehen bei der Bewegungsinitiierung vor dem Ballkontakt vorliegt. Die zweite Strategie basiert demnach entweder auf einem sehr früh einsetzenden antizipatorischem Prozess oder auf Spekulation. Die Ergebnisse seiner Auswertungen ergaben, dass die Mehrzahl der Torhüter bei gehaltenen Elfmetern die erste Strategie wählte, in der die Bewegungsinitiierung zu einem späten Zeitpunkt der Schussausführung begann. Damit waren sie in neun von 15 Fällen erfolgreich (60.0%). Torhüter, die sich für eine frühere Bewegungsausführung entschieden, konnten lediglich vier von 51 Schüssen abwehren (7.8%). Kuhn resümierte, dass die Resultate seiner Studie darauf hinweisen, dass Torhüter in der Lage sind, Elfmeter mit geringer oder mittlerer Schussgeschwindigkeit (bis 75 km/h) zu parieren, wenn sie ihre Bewegung erst nach dem Ballkontakt des Schützen ausführen.

Eine weitere Studie, in der eine Videoanalyse durchgeführt wurde, stammt von Loy (1998), der 500 Elfmeterschüsse auswertete, die zwischen 1988 und 1992 in Spielen der 1. Fußball-Bundesliga sowie in Europapokal- und Länderspielen ausgeführt wurden. Hinsichtlich des Torhüterspiels lag das Ziel der Untersuchung darin, zu identifizieren, welche Strategie bzgl. des Zeitpunktes der Bewegungsausführung die größten Abwehrchancen beinhaltet. Die Analyse ergab, dass die Torhüter, die ihre Bewegung kurz vor dem Ballkontakt des Schützen einleiteten, mit 21.4% gehaltenen Strafstoße die höchsten Erfolgsaussichten hatten. Bei dieser Strategie „liefen die Schlussleute einerseits nicht Gefahr von den Schützen ‚verladen‘ zu werden, hatten andererseits jedoch immer noch die Gelegenheit, auch platzierter geschossene Bälle abzuwehren“ (Loy, 1998, S. 73). Bewegten sich die Torhüter zu einem früheren Zeitpunkt, konnten noch 17.4% der Bälle gehalten werden. Wurde die Abwehrbewegung erst nach dem Fuß-Ball-Kontakt initiiert, lag dieser Wert lediglich noch bei 11.1%.

3.3.2.2 Antizipationsforschung im internationalen Raum

Die internationale Forschung betrachtet den Gegenstand der Antizipation von Fußballtorhütern aus einer eher kognitionspsychologischen Perspektive. Die diesbezüglich durchgeführten Untersuchungen lassen sich in *Labor-* und *in situ-Studien* sowie in eine *Kombination* aus beiden unterteilen. Die Laborstudien lassen sich weiter gliedern a) in Untersuchungen, in denen der Informationsgehalt der Schüs-

se, der den Versuchsteilnehmern dargeboten wird, durch Einsatz der temporal occlusion-Methode vom Versuchsleiter festgelegt wird (der Faktor „Zeit“ der Antwortabgabe fungiert als unabhängige Variable, als primäre abhängige Variable dient meist die Antizipationskorrektheit) und b) in Untersuchungen, in denen die Probanden selbst bestimmen können, wie viele Informationen des Schussverlaufs sie präsentiert bekommen wollen (hier steht der Faktor „Zeit“ der Informationsaufnahme als abhängige Variable neben der Antizipationskorrektheit häufig im Zentrum der Analyse). Unabhängig davon, ob es sich um eine Labor- oder in situ-Untersuchung handelt, werden diese oftmals durch weitere Methoden (z. B. der Blickbewegungserfassung) ergänzt. Die dargestellte Strukturierung wird im Folgenden für die Beschreibung der entsprechenden Untersuchungen genutzt.

Laboruntersuchungen (Faktor „Zeit“ als unabhängige Variable)

Tyldesley, Bootsma und Bomhoff (1982) überprüften in ihrer Laboruntersuchung die Aussage von Welford (1976), wonach die Antizipationsleistung mit zunehmendem Leistungsniveau und wachsender Erfahrung in einer Sportart ansteigt. Zu diesem Zweck präsentierten sie ihren Versuchspersonen Dias, die jeweils einen Fußballer 10 bis 50 ms vor der Schussausführung eines ruhenden Balles (ähnlich der Elfmetersituation) zeigten. Mittels dieser Stimuli sollten *zwei Fragestellungen* bearbeitet werden:

- Sind Unterschiede in der Reaktionszeit zwischen fußballerfahrenen und fußballunerfahrenen Probanden nachweisbar?
- Welche Körperareale des Schützen werden bei der Betrachtung der Stimuli fixiert?

Die *Personenstichprobe* setzte sich aus acht Fußballern, die über langjährige Wettkampferfahrung verfügten, und acht fußballunerfahrenen Studenten zusammen. Die Aufgabe der Versuchspersonen bestand auf *Verhaltensebene* darin, per Knopfdruck so schnell wie möglich anzugeben, wohin der Ball ihrer Meinung nach geschossen werde. Vor der experimentellen Aufgabe wurde ein fußballunspezifischer Reaktionstest durchgeführt, der keine Unterschiede zwischen den beiden Versuchsgruppen detektieren konnte. Im fußballspezifischen Design diente als unabhängige Variable neben der Spielerfahrung die Anzahl der Antwortalternativen, die den Probanden vorgegeben wurde. In der ersten Bedingung wurden zwei Antwortalternativen festgelegt (Schuss in die linke oder rechte Torecke), in der zweiten Bedingung waren vier Alternativen möglich (Schuss in eine der Torecken). Die *Ergebnisse* fielen hypothesenkonform aus, die fußballerfahrenen Probanden gaben ihre Antworten signifikant schneller ab als die fußballunerfahrenen. In der komplexeren Bedingung, in der vier Antwortalternativen gegeben waren, war ein größerer Unterschied zwischen den Ergebnissen der beiden Gruppen zu verzeichnen als in der Bedingung mit zwei möglichen Antworten. Die Autoren interpretierten diese Ergebnisse dahingehend, dass entweder die Informationsverarbeitung der Fußballer schneller abläuft oder sie eine größere Anzahl an Informationen aus den Stimuli aufnehmen können. Zur Beantwortung der zweiten Fragestellung wurden die *Blick-*

bewegungen der Probanden über ein Eye-Tracking-System (NAC Eye Movement Recorder) erfasst. Die *Ergebnisse* zeigten, dass ausschließlich Areale fixiert wurden, die sich auf der rechten Körperhälfte des Schützen, der Seite des Schussbeins, befanden. Tyldesley et al. schlussfolgerten aus den Erkenntnissen der prozentualen Blickverteilung auf einzelne Areale, dass der Torhüter zunächst die Hüfte und anschließend den Bereich der Schulter und des Kopfes fixieren sollte, wenn er eine präzise Vorhersage über die Schusshöhe tätigen möchte. Um die Schussseite korrekt zu antizipieren, wurde die Fixation des Schussbeins, genauer des Unterschenkels und des Fußes empfohlen.

Eine Untersuchung von Neumaier, te Poel und Standtke (1987) ging der *Frage* nach, ob Torhüter prinzipiell in der Lage sind, aus den Bewegungen eines Elfmeterschützen *vor dem Ballkontakt* relevante Informationen zu extrahieren, die eine korrekte Antizipation der Schussrichtung (linke oder rechte Seite des Tores) ermöglichen. Zudem wurde überprüft, welchen Einfluss *verschiedene Schusstechniken* (Vollspannstoß, Außenspannstoß, Innenseitstoß) und eine fintierte oder „normale“ Schussausführung auf die korrekte Antizipation der Torhüter haben und welches die *Körperareale* sind, die dem Torhüter Informationen über die Schussrichtung liefern können. Die *Stimulusvideos* in dieser Laborstudie wurden mit der temporal occlusion-Methode so bearbeitet, dass sie im Moment des Ballkontaktes abgebrochen wurden. Die *Aufgabe* der Probanden bestand darin, durch Tastendruck möglichst schnell korrekt anzugeben, in welche Torseite der Ball geschossen wird. Als abhängige Variablen wurden die *Antizipationskorrektheit* und die *Entscheidungszeit* ab dem Ballkontakt des Elfmeterschützen ausgewertet. Die *Personenstichprobe* bestand in Gruppe 1 aus 20 Sportstudenten, die keine Erfahrung als Torhüter einer Ballsportart aufweisen konnten und keine aktiven Fußballspieler waren. Gruppe 2 umfasste 20 Fußballtorhüter aus der 1. und 2. Fußball-Bundesliga und den Amateur-Oberligen. Die *Ergebnisse* zeigten, dass eine korrekte Antizipation aufgrund der Bewegungsinformationen des Schützen vor dem Fuß-Ball-Kontakt überzufällig möglich ist. Die prozentuale *Antizipationskorrektheit* lag insgesamt bei ca. 77% (Torhüter: ca. 80%; Sportstudenten: ca. 73%). Der Einfluss der verschiedenen Schusstechniken spiegelte sich bei den Torhütern dahingehend wider, dass sie Innenseitstöße häufiger korrekt antizipierten als Außenspannstöße (86% vs. 68%). Die Sportstudenten zeigten eine bessere Leistung bei Vollspannstößen (80% korrekte Entscheidungen) im Vergleich zu Innen- (69%) und Außenspannstößen (60%). „Normal“ ausgeführte Elfmeter konnten von beiden Gruppen signifikant häufiger korrekt vorhergesagt werden als fintierte (Torhüter: 83% vs. 73%; Sportstudenten: 80% vs. 60%). Zu welchem Zeitpunkt der Bewegungsausführung des Schützen die Finte ausgeführt wurde, wird von den Autoren nicht angegeben. Die Identifizierung antizipationsrelevanter informationstragender *Körperareale* erfolgte über eine Bewegungsanalyse der Schützen. Dabei wurden die Ausführungsmerkmale bestimmt, die für einen Schuss in eine der beiden Torseiten typisch erschienen. So bekamen die Stellung des Standfußes und dessen Position zum Ball, die Stellung bzw. die Drehung des Oberkörpers sowie ggf. ein extrem spitzer Anlauf-

winkel eine besondere Bedeutung für eine korrekte Antizipation zugeschrieben. Das Areal des Standfußes ist dabei hervorzuheben, da es „in der vorliegenden Studie mit großer Sicherheit die Schussrichtung“ (Neumaier et al., 1987, S. 31) variiert.

Im Fokus der Laboruntersuchung von McMorris, Coperman, Corcoran, Saunders und Potters (1993) stand die *Frage*, inwiefern sich die Antizipationskorrektheit von Torhüter-Experten zu unterschiedlichen Zeitpunkten der Schussausführung in Elfmetersituationen verändert. Die *Personenstichprobe* bestand aus zehn erfahrenen College-Torhütern, denen Videos von Elfmeterschüssen dargeboten wurden. McMorris et al. setzten bei der Videobearbeitung das temporal occlusion-Paradigma ein, durch das die Videos zu den Zeitpunkten zwei Frames vor dem Fuß-Ball-Kontakt des Schützen (-2), beim Fuß-Ball-Kontakt (0) und zwei Frames nach dem Kontakt (+2) abgebrochen wurden. Die Probanden bekamen für jeden dieser drei occlusion-Zeitpunkte acht Schüsse in randomisierter Reihenfolge präsentiert. Nach Abbruch jedes Videos sollten die Versuchspersonen auf einer herunterskalierten Karte einzeichnen, an welcher Stelle des Tores sie die Position antizipieren, an der der Ball die Torlinie überqueren werde. Als abhängige Variablen wurden der *vertikale*, der *horizontale* und der *radiale Fehler* ermittelt. Um Erkenntnisse darüber zu erhalten, welche Areale von den Torhütern zu den unterschiedlichen occlusion-Zeitpunkten als für die Antizipation des Schusses relevant erachtet wurden, führten die Autoren *post hoc-Interviews* durch. Die Analyse des durchschnittlichen radialen Fehlers in den drei occlusion-Bedingungen ergab, dass dieser zum Zeitpunkt +2 im Vergleich zu den anderen Bedingungen signifikant niedriger war. Zwischen dem horizontalen und dem vertikalen Fehler ergab sich kein signifikanter Unterschied. Es konnte jedoch ein signifikanter Haupteffekt für den occlusion-Zeitpunkt sowie eine signifikante Interaktion festgestellt werden. Der vertikale Fehler nahm mit zunehmender Videopräsentationsdauer signifikant ab, der horizontale Fehler lag dagegen lediglich zum Zeitpunkt -2 signifikant höher als zu den anderen Zeitpunkten. Die *post hoc-Interviews* ergaben als *antizipationsrelevante Cues* vor und während des Fuß-Ball-Kontakts den Punkt des Fuß-Ball-Kontakts, den Oberkörperwinkel sowie den Anlaufwinkel des Schützen. In der Interpretation der Ergebnisse kamen McMorris et al. zu dem Schluss, dass Torhüter aufgrund des statistisch nicht relevanten Unterschieds bzgl. des radialen Fehlers zwischen den Zeitpunkten -2 und 0 ihre Bewegung bereits vor dem Fuß-Ball-Kontakt des Schützen initiieren können, da ein Abwarten bis zum Kontakt keine zusätzlichen, brauchbaren Informationen zu liefern scheint. Die Bewegungsinitiierung zum Zeitpunkt +2 kann in einer realen Strafstoßsituation nur dann zu einer erfolgreichen Parade führen, wenn der Ball mit einer Geschwindigkeit von weniger als 75 km/h geschossen wird (vgl. auch Kuhn, 1988). Zudem stellten die Autoren fest, dass zum Zeitpunkt +2 wichtige Informationen bzgl. der Schusshöhe geliefert werden.

Williams und Burwitz (1993) untersuchten in einer Laborsituation den *Einfluss von Spielerfahrung* auf die Antizipationskorrektheit bei Elfmeterschüssen. Des Weiteren

wurde überprüft, ob eine korrekte Antizipation der Schussrichtung auf die Betrachtung *relevanter Hinweisreize* zurückgeführt werden kann. Als *Probanden* wurden 30 erfahrene und 30 unerfahrene Fußballtorhüter akquiriert. Die Zuordnung zu einer der beiden Experimentalgruppen erfolgte anhand der Spielerfahrung, die bei den erfahrenen Torhütern im Durchschnitt bei 396.00 ($SD=99.22$) Wettkampfspielteilnahmen lag, bei den unerfahrenen Torhütern bei durchschnittlich 56.46 ($SD=36.64$) Spielen. Den Untersuchungsteilnehmern wurden Videos von insgesamt 40 Elfmeterschüssen präsentiert, die mittels temporal occlusion-Technik zu den Zeitpunkten 120 ms vor dem Fuß-Ball-Kontakt des Schützen, 40 ms vor dem Kontakt, zum Zeitpunkt des Kontaktes und 40 ms nach dem Ballkontakt abgebrochen wurden. Die Torhüter wurden instruiert, nach Beendigung eines Videos im Papier-und-Bleistift-Verfahren anzugeben, in welche der vier Torecken der Ball ihrer Meinung nach geschossen wird. Die *Antizipationskorrektheit* diente dabei als abhängige Variable. Nach Abschluss des Antizipationstests wurde über einen *Fragebogen* die subjektive Einschätzung darüber erhoben, für wie bedeutsam die Betrachtung verschiedener Körperareale des Schützen für eine korrekte Antizipation der Schussrichtung erachtet wird. Die Analyse der prozentualen Antwortkorrektheit ergab Unterschiede zwischen den beiden Probandengruppen und einen kontinuierlichen Anstieg über alle occlusion-Zeitpunkte hinweg. Für beide Gruppen lag die Korrektheit in sämtlichen occlusion-Bedingungen signifikant oberhalb der Ratewahrscheinlichkeit. Die Auswertung der Antizipationskorrektheit in Abhängigkeit von der Gruppenzugehörigkeit und vom occlusion-Zeitpunkt der Videos ergab signifikante Unterschiede für beide Faktoren. Die Leistungen der erfahrenen Torhüter waren lediglich zu den beiden Zeitpunkten vor dem Fuß-Ball-Kontakt signifikant besser als die der unerfahrenen Probanden. In ihrer Interpretation führen Williams und Burwitz an, dass dieses Ergebnis einen Beleg für den bedeutenden Einfluss der Spielerfahrung auf die Fähigkeit des Torhüters darstellt, antizipationsrelevante Hinweisreize zu einem frühen Zeitpunkt der Bewegungsausführung des Schützen aufnehmen zu können. In einem weiteren Analyseschritt wurden die *Vorhersagefehler bzgl. Schussseite und -höhe* betrachtet. Die Schussseite war einfacher korrekt zu antizipieren, sie wurde lediglich in 25.1% der Fälle falsch vorhergesagt. Die Schusshöhe dagegen wurde zu 61.8% falsch antizipiert. Erst nach Verfügbarkeit der ersten Ballfluginformationen trat eine deutliche Verbesserung der Vorhersageleistung der Schusshöhe ein. Die Auswertung des Fragebogens ergab, dass die Torhüter für die Antizipation der Schussseite vor dem Ballkontakt den Anlaufwinkel, den Bewegungsverlauf des Schussbeins, den Winkel des Schussfußes sowie den Hüftwinkel als relevante Informationsquellen erachten. Zum Zeitpunkt des Fuß-Ball-Kontakts wurde der Hüftstellung die größte Bedeutung beigemessen. Für die Vorhersage der Höhe des Elfmeterschusses wurde die Oberkörperneigung als entscheidender Reiz benannt.

In einer Erweiterung des Laborexperiments von McMorris et al. (1993) überprüften McMorris und Colenso (1996), ob die Antizipationskorrektheit professioneller Fußballtorhüter der englischen Liga beim Betrachten von Elfmeterschüssen von der

Füßigkeit des Schützen abhängig ist. Hierfür wurden Elfmeterschüsse aus der Perspektive des Torhüters gefilmt. Die Videos wurden anschließend mit der temporal occlusion-Methode zu den Zeitpunkten zwei Frames vor dem Fuß-Ball-Kontakt, zum Fuß-Ball-Kontakt und zwei Frames nach Fuß-Ball-Kontakt abgebrochen. Den sieben Probanden wurden die Elfmetervideos auf einem Fernseher präsentiert. Nach dem Abbruch jedes Videos sollten sie innerhalb von fünf Sekunden auf einer herunterskalierten Karte des Tores einzeichnen, an welcher Stelle sie die Torlinienüberquerung des Balles antizipieren. Als abhängige Variable diente die *Entfernung der antizipierten Position* zum tatsächlichen Treffpunkt des Balles (radialer Fehler). Die *Datenauswertung* ergab, dass im Verlauf vom frühesten bis zum spätesten occlusion-Zeitpunkt der durchschnittliche radiale Fehler der Vorhersagen abnahm, sich die Antizipationskorrektheit also erhöhte. Dies galt sowohl für Schüsse von Links- als auch von Rechtsfüßern. Die Schussrichtung von Rechtsfüßern konnte zu allen occlusion-Zeitpunkten präziser vorhergesagt werden als die von Linksfüßern, was sich in einem signifikanten Haupteffekt für die Füßigkeit statistisch widerspiegelte. Als *antizipationsrelevante Hinweisreize* gaben die Torhüter in post hoc-Interviews den Anlaufwinkel, die Position des Schussfußes und die Hüftposition zum Zeitpunkt des Ballkontaktes an. Alle Torhüter gaben dort zudem an, dass sie es als schwieriger empfanden, die Schussrichtung von Schüssen der Linksfüßer vorherzusagen. McMorris und Colenso sahen durch die qualitativen und quantitativen Resultate die Hypothese gestützt, dass professionelle Torhüter die Schüsse von Rechtsfüßern besser antizipieren können als die von Linksfüßern. Das Ergebnis, dass weder der Haupteffekt occlusion-Zeitpunkt noch die Interaktion mit dem Faktor Füßigkeit signifikant wurde, führten sie darauf zurück, dass die Versuchspersonen aufgrund ihres hohen Leistungsniveaus und ihrer Erfahrung in der Lage sind, bereits Informationen effizient zu nutzen, die vor und während des Fuß-Ball-Kontaktes verfügbar sind.

Im Vorfeld zur Untersuchung von Franks und Harvey (1997) wurden 138 Elfmeterschüsse der FIFA-Fußball-Weltmeisterschaften der Jahre 1982 bis 1994 analysiert, um *Hinweisreize* der Schützen zu identifizieren, die bereits vor der Schussabgabe auf die Schussrichtung schließen lassen. Dabei wurde die Stellung des Standbeins als für die Praxis am relevantesten erkannt. Zum einen lieferte das Standbein in 80% der analysierten Elfmeter zuverlässige Informationen bzgl. der Schussrichtung, zum anderen erlaubte die Betrachtung dieses Areal eine rechtzeitige Bewegungsinitiierung zur erfolgreichen Abwehr des Schusses. Aufbauend auf diesem Ergebnis entwickelten Franks und Harvey eine Laboruntersuchung, in der geprüft wurde, ob das Wissen um dieses antizipationsrelevante Areal die Vorhersagegenauigkeit von erfahrenen Torhütern und Trainern verbessert. *Teilnehmer* dieser Studie waren 18 Torhüter und Trainer mit einem Durchschnittsalter von 31.3 Jahren, die randomisiert der Experimental- oder Kontrollgruppe zugeordnet wurden. Ihnen wurden auf einer kleinen Leinwand 100 Videos von Elfmeterschüssen aus der Perspektive des Torhüters vorgeführt. Die Videos wurden mit der temporal occlusion-Methode ein Frame (33 ms) vor dem Fuß-Ball-Kontakt des Schützen abgebrochen. Während der Videopräsentation hatten die Versuchspersonen eine Taste

(„home key“) gedrückt zu halten. Nach Abbruch des Videos bestand die *Aufgabe* darin, so schnell wie möglich eine von drei weiteren Tasten zu drücken, die die Schussrichtungen nach links, in die Mitte und nach rechts repräsentierten. Neben der *Antizipationskorrektheit* dienten die *Reaktionszeit* (Zeitraum zwischen Abbruch des Videos und Loslassen des „home key“) und die *Bewegungszeit* (Zeitraum zwischen Loslassen des „home key“ und Drücken der entsprechenden Antworttaste) als abhängige Variablen. Das Experiment war unterteilt in einen *Prä-* und *Post-Test*. Während des Prä-Tests führten beide Gruppen ohne zusätzliche Instruktionen den Antizipationstest durch. Vor dem Post-Test erhielt die Experimentalgruppe die Information, dass die Stellung des Schussbeins ein zuverlässiger Indikator für die anschließende Schussrichtung ist. Im Post-Test wurden dieselben 100 Elfmeterschüsse präsentiert wie im Prä-Test. Einen Erinnerungseffekt schlossen die Autoren aufgrund der großen Anzahl an Schüssen aus. Zudem hatten die Probanden zu keinem Zeitpunkt ein Feedback über ihre Leistungen erhalten. Die Auswertung der *Antizipationskorrektheit* ergab signifikante Haupteffekte der Faktoren Prä-/Post-Test und Gruppe sowie eine signifikante Interaktion. Dabei zeigte die Experimentalgruppe im Post-Test eine signifikant bessere Leistung im Vergleich zum Prä-Test und zur Kontrollgruppe in beiden Bedingungen. Hinsichtlich der Reaktionszeit zeigte sich eine signifikante Interaktion zwischen den Faktoren Prä-/Post-Test und Gruppe. Dabei stieg die durchschnittliche Reaktionszeit der Experimentalgruppe von 330 ms im Prä-Test auf 370 ms im Post-Test an, wohingegen sie in der Kontrollgruppe von 340 auf 300 ms zurück ging. Die Datenauswertung bzgl. *Bewegungszeit* ergab weder signifikante Haupteffekte noch einen signifikanten Interaktionseffekt. In der Interpretation der Ergebnisse begründeten die Autoren die verlangsamte Reaktionszeit der Experimentalgruppe im Post-Test damit, dass sich die Probanden dieser Gruppe mit dem Standbein auf einen Hinweisreiz konzentrieren sollten, der zu einem verhältnismäßig späten Zeitpunkt und unmittelbar vor dem Abbruch des Videos dargeboten wurde. Ein weiterer Grund wurde darin gesehen, dass die Suche nach und die Verarbeitung von dem relevanten Hinweisreiz einen bewussten kognitiven Prozess erforderte, der in einer längeren Verarbeitungszeit resultierte. Franks und Harvey resümierten, dass es möglich sei, die Antizipationskorrektheit bei Elfmeterschüssen durch Aufmerksamkeitslenkung auf das Standbein zu erhöhen. Sie führten jedoch auch zwei Probleme an, mit denen Torhüter in der Praxis bei Verwendung dieser Strategie konfrontiert werden: Erstens ist für die effektive Nutzung dieses Wissens eine schnelle Wahrnehmung der Position des Standbeins – noch vor Aufsetzen des Fußes auf dem Boden – und eine unmittelbar anschließende Bewegungsinitiierung erforderlich. Zweitens liefert das Standbein lediglich Informationen über die Schussseite, so dass die Schusshöhe bei Ausführung der Bewegung in eine der Torecken erkannt werden muss.

Die Untersuchung von Diaz et al. (2012) umfasste drei Experimente, mittels derer eine Antwort darauf gegeben werden sollte, ob die Antizipation von Elfmeterschüssen auf Informationen einzelner, lokaler Körpersegmente zurückzuführen ist oder auf Informationsquellen, die über mehrere dieser Segmente verteilt sind. In *Expe-*

Experiment 1 überprüften die Autoren über eine *Bewegungsanalyse* von drei männlichen Fußballspielern bei der Ausführung eines Elfmeterschusses die Zuverlässigkeit von mehreren Informationsquellen als Prädiktoren für die Schussrichtung. Dabei bedienten sie sich einer Hauptkomponentenanalyse, um neben lokalen Körperarealen auch informationstragende Areale identifizieren zu können, die in einer bestimmten zeitlichen Abfolge Aufschlüsse über die Schussrichtung zulassen und über den gesamten Körper der Schützen verteilt sind. Das anschließende *Experiment 2* hatte das Ziel, die im vorangegangenen Experiment identifizierten möglichen Informationsquellen auf Relevanz für die Schussantizipation zu überprüfen. Hierzu wurden *Point-Light-Animationen* von Elfmeterschützen erstellt, die aus der Perspektive des Torhüters bei der Schussausführung gefilmt wurden. Der Ball wurde als grüner Kreis dargestellt. 31 fußballunerfahrene Studenten dienten in Experiment 2 als Probanden und bekamen die Stimuli auf einem ca. einen Meter entfernten PC-Bildschirm dargeboten. Ihre *Aufgabe* bestand darin, die Torseite vorherzusagen, auf die der Ball geschossen wird. Ihre Antwort (links oder rechts) gaben sie durch Betätigung einer von zwei Tasten der PC-Tastatur ab. Neben der Verwendung der Point-Light-Methode nutzten Diaz et al. mit dem temporal occlusion-Verfahren eine weitere Prätestmanipulation. Die Versuchspersonen bekamen die Schussausführung bis zum Fuß-Ball-Kontakt des Schützen zu sehen. Innerhalb der darauffolgenden 500 ms mussten sie ihre Antwort durch Tastendruck abgeben. Die Versuchspersonen absolvierten fünf Untersuchungsblöcke, pro Block bekamen sie 126 Stimuli präsentiert. Bei 84 dieser Stimuli erhielten sie *Feedback* bzgl. ihrer Antwortkorrektheit. Dieses Vorgehen basierte auf der Annahme, dass die Versuchspersonen, wenn sich durch das Feedback simple Lerneffekte einstellen, bei den Schüssen ohne anschließende Ergebnisrückmeldung lediglich Leistungen auf dem Niveau der Ratewahrscheinlichkeit erzielen können. Wenn es den Probanden dagegen möglich sein sollte, generalisierbare Informationsquellen zu identifizieren, würden vergleichbare Leistungen bei Schüssen mit und ohne Feedback erwartet. Die *Ergebnisse* zeigten signifikante Haupteffekte für die Bedingung (Feedback vs. kein Feedback) und den Präsentationsblock (1-5). Die Probanden erbrachten bessere Vorhersageleistungen bei Elfmern mit anschließender Ergebnisrückmeldung als bei Schüssen ohne darauffolgendes Feedback. Dennoch lag die *prozentuale Antwortkorrektheit* bei ausbleibender Rückmeldung in allen fünf Blöcken oberhalb der Ratewahrscheinlichkeit. Hinsichtlich des *Zeitpunktes der Antwortabgabe* ließ sich feststellen, dass Versuchspersonen bei korrekten Antizipationen länger warteten (Antwortabgabe erfolgte zwischen 200-300 ms nach Abbruch des Videos) als bei falschen Vorhersagen. Die Unterteilung der Probanden in erfolgreiche und weniger erfolgreiche Antizipierer ergab, dass die Antwortkorrektheit in der leistungsstärkeren Gruppe im Verlauf der fünf Präsentationsblöcke kontinuierlich anstieg, wohingegen die Leistungen der weniger erfolgreichen Teilnehmer auf niedrigem Niveau stabil blieben. Mit Hilfe der Ergebnisse aus Experiment 1 konnte für jede Versuchsperson ermittelt werden, welche Informationsquellen bei korrekt antizipierten Schüssen potentiell genutzt werden konnten. Dies waren als einzelne Areale

der Gierwinkel der Hüfte und der horizontale Punkt des Fuß-Ball-Kontaktes, als verteilte *Informationsquellen* wurden das Stand- und Schussbein sowie der linke und der rechte Unterarm und die Kombination aus Stand- und Schussbein, Kopf, linkem Arm und rechtem Unterarm identifiziert. Einheitliche Informationsquellen, die von weniger erfolgreichen Probanden genutzt wurden, konnten nicht identifiziert werden. *Experiment 3* wurde konzipiert, um zu validieren, welche der vier potentiellen Informationsquellen aus *Experiment 2* tatsächlich für die erfolgreiche Antizipation eines Schusses verantwortlich sind. In diesem Experiment absolvierten 17 fußball-unerfahrene Studenten insgesamt *sechs Versuchsblöcke*. Die ersten vier Blöcke bestanden aus denselben Stimuli wie in *Experiment 2*, diesmal erhielten die Probanden aber nach jedem Schuss eine Rückmeldung bzgl. ihrer Antwortkorrektheit. In den Blöcken 5 und 6 wurden 90 der „normalen“ Point-Light-Videos mit 36 weiteren Stimuli ergänzt, bei denen unterschiedliche, in *Experiment 2* als potentiell relevant identifizierte Informationsquellen durch Manipulation dahingehend verändert wurden, dass aus ihnen keinerlei Hinweise mehr bzgl. der Schussrichtung extrahierbar waren. *Ziel* dieses Vorgehen war es, die bzgl. Schussantizipation erfolversprechendste Informationsquelle benennen zu können. Die Manipulation der Point-Light-Stimuli erfolgte auf die Weise, dass neben den normalen Schussausführungen weitere Videos präsentiert wurden, die in zwei Kategorien unterteilt wurden (vgl. Tabelle 4): Die „hip-only“- und die „ball-unreliable“-Stimuli. Bei ersteren wurden die Informationsquellen des Fuß-Ball-Kontakts sowie die verteilten Informationsquellen neutralisiert, so dass die Hüftregion als einzige reliable Quelle für eine Schussrichtungsvorhersage verblieb. Bei den „ball-unreliable“-Stimuli wurde der Informationsgehalt des Fuß-Ball-Kontakts manipuliert, wodurch diese Quelle als Prädiktor für eine korrekte Antizipation entfiel und diesbezüglich lediglich die Hüfte sowie die verteilten Areale zuverlässig blieben. Um den Einfluss der manipulierten Schussdarbietungen auf die Informationsgenerierung der Probanden möglichst gering zu halten, wurde im Anschluss an diese Videos kein Feedback erteilt.

Tabelle 4. Informationsquellen pro Stimulus-Typ in den Blöcken 5 & 6 (nach Diaz et al., 2012, S. 858).

Informationsquelle	Normal	„Hip-only“	„Ball-unreliable“
Fuß-Ball-Kontakt	X		
Hüfte	X	X	X
Verteilt	X		X

Durch diese Manipulationen blieb die Informationsquelle des Fuß-Ball-Kontakts ausschließlich in den normalen Stimuli erhalten. Daraus resultiert die Annahme, dass die alleinige Nutzung dieser Quelle durch die Versuchspersonen dazu führen würde, dass ihre Antizipationsleistung bei Betrachtung des normalen Stimulus-Typs besser ausfällt als bei den beiden manipulierten Typen. Sollten die Probanden ihre Vorhersagen auf Basis der Hüftinformationen treffen, müssten ihre Leistungen über alle drei Stimulus-Typen hinweg ähnlich sein. Gründen ihre Aussagen auf der Nutzung verteilter Informationsquellen, müsste die Antwortkorrektheit bei den Typen

der normalen und der „ball-unreliable“-Stimuli oberhalb derer bei „hip-only“-Darbietungen liegen. Die Auswertung der prozentualen *Antizipationskorrektheit* ergab für Experiment 3, dass 13 Teilnehmer in allen sechs Blöcken oberhalb von 70% lagen und somit, auf Basis der Kriterien aus Experiment 2, als „erfolgreich“ eingestuft werden konnten. Auch in diesem Experiment ergab sich das Bild, dass erfolgreiche Probanden im Vergleich zu den weniger erfolgreichen ihre Antwort innerhalb der 500 ms-Grenze nach Abbruch des Videos später abgaben. Ebenfalls übereinstimmend mit den Resultaten aus Experiment 2 war, dass sich für die normalen Stimuli ein signifikanter Haupteffekt für den Präsentationsblock einstellte, d.h. dass die Antwortkorrektheit im Verlaufe der sechs Blöcke kontinuierlich zunahm. Die Analyse der in diesem Experiment entscheidenden Blöcke 5 und 6 konnte für die normalen sowie für die „ball-unreliable“-Stimuli gute Leistungen identifizieren, wohingegen die Leistungen bei Antworten auf „hip-only“-Stimuli deutlich schlechter ausfielen und nicht signifikant oberhalb der Ratewahrscheinlichkeit lagen. Als *Schlussfolgerungen* dieser Ergebnisse formulierten die Autoren, dass die Hypothesen der Verwendung der Hüfte und des Fuß-Ball-Kontakts als Informationsquelle widerlegt scheinen. Dagegen sprachen die Ergebnisse für die Nutzung verteilter Informationsquellen, wie sie in den normalen sowie den „ball-unreliable“-Videos verfügbar waren. Der Vergleich zwischen normalen und „ball-unreliable“-Stimuli ergab eine signifikant bessere Antizipationskorrektheit bei normalen Präsentationen. Als eine mögliche Ursache dafür wurde angegeben, dass die Versuchspersonen evtl. Informationen von lokalen Arealen bezogen, die in Experiment 2 nicht als solche erkannt wurden und daraufhin nicht in die Analyse in Experiment 3 aufgenommen wurden. Diese Annahme konnte durch dieselbe Auswertungsstrategie wie in Experiment 2 für die normalen Stimuli in Block 5 und 6 von Experiment 3 bestärkt werden. Es zeigte sich, dass zusätzlich zu den vier anderen Informationsquellen, anders als im Experiment zuvor, in Experiment 3 auch der Winkel des Schussfußes bei sieben der 13 erfolgreichen Probanden für eine korrekte Antizipation zuständig gewesen sein könnte. Als Grund für den Unterschied zwischen den Leistungen bei normalen und „ball-unreliable“-Stimuli konnte die Nutzung dieser Quelle jedoch ausgeschlossen werden. Deswegen präferierten Diaz et al. die Vermutung, dass für den Unterschied in der prozentualen Antizipationskorrektheit zwischen diesen beiden Stimulus-Typen die Verwendung einer Kombination von verteilten Informationsquellen und Informationen verantwortlich ist, die zum Ball-Kontakt-Zeitpunkt verfügbar sind.

Smeeton und Williams (2012) führten eine Laboruntersuchung durch, in der die Frage beantwortet werden sollte, ob die Informationsaufnahme von erfahrenen und unerfahrenen Fußballspielern, die sich in die Rolle des Torhüters hineinversetzten, bei der Betrachtung von Elfmeterschüssen durch eine übertriebene Bewegungsausführung des Schützen von einem auf Wahrnehmung von Invarianten basierenden Modus zu einem hinweisreizbasierenden Modus verlagert wird. Zu diesem Ergebnis sind Jackson, Warren und Abernethy (2006) in ihrer Untersuchung gekommen und führen als Indiz der Nutzung von Hinweisreizen u. a. eine übermä-

ßige subjektive Sicherheit hinsichtlich der abgegebenen Antwortkorrektheit an. Smeeton und Williams wollten diese Hypothese überprüfen, indem sie den Fußballern Elfmeterschüsse in drei verschiedenen Ausführungsformen darboten: 1) Fintiert, 2) nicht-fintiert und 3) nicht-fintiert mit übertriebener Bewegungsausführung. Als Hypothesen formulierten die Autoren:

If movement exaggeration alone leads to movements being perceived in a cue-based mode of functioning, we expected evidence for a cue-based mode not to differ between non-deceptive-exaggerated and deceptive actions and both to be different to the non-deceptive action. However, if deceptive movement exaggeration is unique to deceptive actions then we expected only deceptive actions to provide evidence for a cue-based mode, whereas this evidence is not expected in non-deceptive and non-deceptive-exaggerated actions. (Smeeton & Williams, 2012, S. 3)

Smeeton und Williams entschieden sich bei der Auswahl ihrer *Personenstichprobe* für einen klassischen Experten-Novizen-Vergleich. Die Expertengruppe bestand aus 13 Fußballern (sechs Frauen, sieben Männer) mit einem Durchschnittsalter von 24.9 Jahren ($SD=7.2$), die durchschnittlich 13.2 Jahre ($SD=6.4$) Erfahrung in überregionalen Wettbewerben in Großbritannien nachweisen konnten. Die Novizengruppe setzte sich aus 17 Personen (sieben Frauen, zehn Männer) mit einem Durchschnittsalter von 25.7 Jahren ($SD=7.2$) zusammen, die keinerlei Wettbewerbserfahrung besaßen und lediglich in der Freizeit Fußball spielten. Die Elfmeterschützen gaben ihre Schüsse jeweils auf eines von vier Zielfeldern ab, die mit einer Größe von 0.81 m x 2.44 m in den Torecken angebracht waren. Die Schüsse wurden aus der Perspektive des Torhüters mit einer Videokamera aufgenommen, die auf der Mitte der Torlinie in einer Höhe von 1.5 m aufgestellt wurde. Im Anschluss an die Aufnahmen wurden die Videos mit der temporal occlusion-Methode nachbearbeitet und zu fünf unterschiedlichen Zeitpunkten abgebrochen (Zeitangaben in Relation zum Fuß-Ball-Kontakt): -240 ms, -160 ms, -80 ms, 0 ms und +80 ms. Insgesamt wurden jeder Versuchsperson 360 Schüsse auf einem Notebook-Bildschirm präsentiert. Die Versuchspersonen befanden sich sitzend in einer Entfernung von ca. 0.5 m zum Bildschirm und hatten die *Aufgabe*, nach Abbruch eines Videos schriftlich festzuhalten, in welche Torecke der Ball ihrer Meinung nach geschossen wird. Zudem sollten sie auf einer 10-Punkte-Skala vermerken, wie sicher sie sich mit ihrer Angabe waren (0 = überhaupt nicht sicher, 10 = überaus sicher). Als abhängige Variablen wurden die durchschnittliche *Antizipationskorrektheit* und das *Rating der Antwortsicherheit* festgelegt. Die Analysen der *Antizipationskorrektheit* ergaben einen signifikanten Haupteffekt für die Gruppe, wobei die Expertengruppe häufiger korrekt antwortete als die Novizengruppe. Ein ebenfalls signifikanter Haupteffekt konnte für den Faktor Schussart nachgewiesen werden. Die Antwortkorrektheit lag bei nicht-fintierten, übertriebenen Schüssen höher als bei den nicht-fintierten Schüssen. Diese wiederum wurden häufiger korrekt antizipiert

als die fintierten Elfmeter. Ein weiterer signifikanter Haupteffekt wurde für den occlusion-Zeitpunkt identifiziert. Die Antwortkorrektheit stieg progressiv im Verlauf vom ersten (-240 ms) bis zum letzten (+80 ms) occlusion-Zeitpunkt an. Die Interaktion zwischen den Faktoren Gruppe und occlusion-Zeitpunkt erreichte ebenfalls statistische Signifikanz. Der Anstieg der Antwortkorrektheit war zwischen sämtlichen occlusion-Zeitpunkten für beide Gruppen signifikant, einzige Ausnahme stellte der nicht-signifikante Anstieg zwischen den Zeitpunkten -160 ms und -80 ms innerhalb der Novizengruppe dar. Eine signifikante Interaktion war auch zwischen dem occlusion-Zeitpunkt und der Schussart zu verzeichnen. Auf die Ergebnisse der entsprechenden post hoc-Analysen wird an dieser Stelle jedoch nicht weiter eingegangen. Die Auswertung des *Ratings* bzgl. der subjektiven Sicherheit der abgegebenen Antwort ergab signifikante Haupteffekte für die Gruppe, die Schussart sowie den occlusion-Zeitpunkt. Die Fußball-Experten waren sich im Vergleich zu den Novizen mit ihren Antworten sicherer. Die Probanden gaben bei den nicht-fintierten, übertriebenen Schüssen eine höhere Antwortsicherheit an als in den beiden anderen Schussbedingungen. Über den zeitlichen Verlauf der occlusion-Zeitpunkte hinweg stieg die subjektive Antwortsicherheit progressiv mit dem präsentierten Informationsgehalt an, d. h. je mehr von der Bewegung des Schützen zu sehen war, umso sicherer waren sich die Probanden mit ihren Antworten. Auch bzgl. der Angaben auf der Ratingskala ergab sich ein signifikanter Interaktionseffekt zwischen dem occlusion-Zeitpunkt und der Schussart. Die Korrelation von durchschnittlicher Antwortsicherheit und Antizipationskorrektheit ergab für die Expertengruppe unabhängig von Schussart und occlusion-Zeitpunkt keinen signifikanten Zusammenhang. Im Gegensatz dazu konnten innerhalb der Novizengruppe bei allen drei Schussarten lineare Zusammenhänge gefunden werden. Die Autoren interpretieren ihre Ergebnisse dahingehend, dass die fintiert ausgeführten Elfmeterschüsse von den Spielern durch einen *hinweisreizbasierten Wahrnehmungsmodus* antizipiert wurden. Die Antizipationskorrektheit bei nicht-fintierten Schüssen lag signifikant oberhalb derer bei fintierten Schüssen, bei der Antwortsicherheit gab es zwischen diesen beiden Schussbedingungen allerdings keine Unterschiede. Dies wurde als Beleg dafür angesehen, dass durch die übertriebene Bewegungsausführung, die für fintierte Schüsse notwendig ist und lediglich auf eine veränderte Bewegung einzelner Körperareale basiert, bei den Versuchspersonen eine übermäßige Antwortsicherheit erzeugt wird. Die weiteren Analysen veranlassten zu der Annahme, dass es eher die unterschiedlichen Bewegungsausführungen der Schützen während des Elfmeters sind, die zu einer Fokussierung auf Hinweisreize führten, als eine allgemeine Änderung im Wahrnehmungsmodus. Die Behauptung, dass eine übertrieben ausgeführte Schussbewegung der alleinige Grund für eine hinweisreizgestützte Antizipation war, besaß keine Allgemeingültigkeit, sondern war abhängig von dem occlusion-Zeitpunkt und dem Leistungsniveau (der Gruppenzugehörigkeit) der Probanden.

Laboruntersuchungen (Faktor „Zeit“ als abhängige Variable)

In einer Laborstudie von Noe, Pauwels und Willems (1990) stand die *Frage* im Mittelpunkt, inwieweit Anlauf und Schussbewegung eines Elfmeterschützen einen Einfluss auf die Antizipationsgeschwindigkeit und -genauigkeit von Torhütern unterschiedlichen Alters und Leistungsniveaus haben. Es wurden insgesamt *sechs Experimentalgruppen* definiert. Dabei handelte es sich um vier Gruppen á 12 Jugendtorhüter, deren Durchschnittsalter 11, 13, 15 bzw. 17 Jahre betragen. Zusätzlich wurde aus dem Erwachsenenbereich je eine 15 Torhüter umfassende Gruppe eines unteren Leistungsniveaus sowie der 1. und 2. Fußball-Landesklasse getestet. Den Probanden wurden 24 Videos von Strafstößen auf einer Durchblickprojektionwand präsentiert, während sie sich auf einer Kraftmessplatte stehend in der Mitte eines Tores befanden. Die *Aufgabe* der Torhüter bestand darin, so schnell wie möglich korrekt zu antizipieren, ob der Ball in die linke oder rechte untere Ecke des Tores geschossen wurde. Ihre *motorische Antwort* gaben sie per Hechtbewegung in die entsprechende Torecke ab. In jeder der beiden unteren Torecken war durch ein Seil ein mit Drucksensoren ausgestatteter Ball befestigt, der es ermöglichte, die reine Bewegungszeit zwischen Initiierung der Bewegung auf der Kraftmessplatte und Erreichen des Balles zu erfassen. Als abhängige Variablen dienten die *Antizipationskorrektheit* und die *Antizipationszeit*, der *Zeitraum zwischen dem Fuß-Ball-Kontakt des Schützen und dem Einsetzen der Bewegung* der Versuchsperson. Die *Auswertung* der Daten ergab, dass alle Testgruppen mit Ausnahme der Elfjährigen die Richtung der Flugbahn des Balles bereits vor dem Ballkontakt des Schützen antizipierten. Die Antizipationszeiten der Torhüter der höheren Spielklasse waren die geringsten und unterschieden sich signifikant von denen der anderen Gruppen. Gleichzeitig gaben die Torhüter der höheren Spielklassen die meisten Fehleinschätzungen ab (24.4%), wohingegen die Torhüter der unteren Klassen den geringsten prozentualen Anteil falscher Antworten aufwiesen (7.2%). Eine Korrelationsanalyse ergab einen leicht negativen Zusammenhang zwischen Reaktionszeit und Anzahl falscher Antworten, der jedoch für keine der Experimentalgruppen signifikant wurde. Die Autoren interpretieren die Resultate ihrer Untersuchung dahingehend, dass es Torhütern möglich ist, bereits vor dem Fuß-Ball-Kontakt des Elfmeterschützen aus seinen vorbereitenden Bewegungen antizipationsrelevante Informationen über die Schussrichtung zu extrahieren. Diese Fähigkeit steigt mit zunehmendem Leistungsniveau und zunehmender Erfahrung.

Savelsbergh, Williams, van der Kamp und Ward (2002) untersuchten, ob Torhüter-Experten aufgrund ihrer größeren Erfahrung und ihres detaillierteren aufgabenspezifischen Wissens im Vergleich zu Novizen einen Vorteil bzgl. der *Antizipationskorrektheit* von Elfmeterschüssen aufweisen und effektivere *visuelle Suchstrategien* einsetzen. Des Weiteren wurde analysiert, ob sich das visuelle Suchverhalten der Torhüter zwischen korrekt und falsch antizipierten Schüssen unterscheidet. Die *Personenstichprobe* umfasste insgesamt 14 Torhüter. Die Expertengruppe wurde aus sieben Torhütern (Durchschnittsalter 29.9 Jahre, $SD=7.1$) zusammengestellt, die als Halbprofis seit mindestens zehn Jahren in der 2. Division der niederländi-

schen National Liga aktiv sind. Die Gruppe der Novizen bestand aus sieben Freizeittorhütern (Durchschnittsalter 21.3 Jahre, $SD=1.4$). Die Versuchspersonen befanden sich stehend vor einer Rückprojektionswand, auf der Videosequenzen von Elfmeterschüssen aus der Perspektive des Torhüters dargeboten wurden. In jedem Video war der Anlauf des Schützen, seine Bewegungen vor und während des Ballkontakts und der ersten Teil des Ballflugs zu sehen. Die *Testaufgabe* bestand für die Probanden darin, mittels eines Joysticks, der auf Hüfthöhe vor den Torhütern angebracht war, so schnell wie möglich korrekt anzugeben, an welcher Stelle der Ball die Torlinie überqueren wird. Diesbezüglich gab es sechs Antwortalternativen. Der Ball konnte entweder auf die linke oder rechte Seite des Tores geschossen werden und dort oben, in der Mitte oder unten die Torlinie passieren. Durch die Verwendung eines Joysticks war es den Autoren möglich, Entscheidungen und deren Korrekturen während der Stimuluspräsentation zuzulassen und zu erfassen. Zu Beginn der Untersuchung wurde mit den Torhütern ein *allgemeiner Reaktionstest* durchgeführt. Die experimentelle Bedingung im Anschluss bestand aus 30 Elfmertervideos, von denen jeweils fünf in eines der Zielfelder geschossen wurden. Die *Blickbewegungen* der Versuchspersonen wurden durch ein „Eye-Head-Integration“ System, bestehend aus einem Eye-Tracker (ASL 4000SU) und einem Kopf-Tracker (Ascension Technologies 6DFOB), erfasst. Die abhängigen Variablen sind in Tabelle 5 dargestellt.

Tabelle 5. Abhängige Variablen auf verhaltens- und kognitiver Ebene der Untersuchung von Savelsbergh et al. (2002).

Ebene	Abhängige Variablen
<i>Verhalten</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Antizipationskorrektheit • Zeitraum zwischen Fuß-Ball-Kontakt und Initiierung der Joystickbewegung • %-Anteil der Joystickkorrekturen
<i>Kognition</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Visuelle Suchrate (Anzahl Fixationen & fixierter Areale, Fixationsdauer) • Durchschnittliche Betrachtungszeit bestimmter Areale (Kopf, Schultern, Arme, Oberkörper, Hüfte, Schussbein, Standbein & Ball)

Eine Fixation wurde als die Zeit definiert, in der sich das Auge nicht mehr als 1.5° bewegt. Die Fixation musste mindestens 120 ms andauern (vgl. Williams et al., 1994). Um überprüfen zu können, ob im zeitlichen Verlauf der Bewegungsausführung des Schützen verschiedene Areale von den Versuchspersonen fixiert wurden, fand eine Unterteilung in *vier Zeitfenster* statt. Ausgehend vom Zeitpunkt 200 ms nach Fuß-Ball-Kontakt des Schützen wurde in 500ms-Schritten zeitlich nach hinten gegangen, so dass folgende Zeitfenster entstanden: 0-500 ms (incl. Fuß-Ball-Kontakt), 501-1.000 ms, 1.001-1.500 ms und 1.500+ ms (incl. eines Anteils des Anlaufs). Die Auswertung des *Antizipationstests* ergab eine deskriptiv höhere Anzahl korrekt antizipierter Strafstöße für die Expertengruppe, die statistische Signifikanz wurde jedoch verfehlt. Die Autoren führen dies auf die geringe Stichprobengröße zurück. Bei der Vorhersage der Schussseite und -höhe antworteten die Experten

jedoch signifikant häufiger korrekt als die Novizen. Beide Gruppen antizipierten die Schussseite (Experten: 83.8%; Novizen: 71.4%) häufiger korrekt als die Schusshöhe (Experten: 38.5%; Novizen: 26.3%). Die Analyse der *Joystickbewegungen* lieferte das Ergebnis, dass die Experten im Vergleich zu den Novizen die erste Bewegung zu einem späteren Zeitpunkt ausführten, somit mehr Zeit für die Aufnahme von Informationen hatten, und seltener Korrekturbewegungen vollzogen. Die *visuelle Suchstrategie* der Experten umfasste weniger Fixationen insgesamt, Fixationen von längerer Dauer und Fixationen von weniger Arealen. Diese Resultate führen Savelsbergh et al. auf die effizientere Informationsverarbeitung der Experten und/oder auf eine verstärkte Informationsaufnahme über das periphere System zurück (vgl. auch Williams & Davids, 1998). Als *Areale*, die die Experten bei der Betrachtung der Schussausführung fixierten, konnten das Schussbein, das Standbein und der Ball identifiziert werden. Novizen fixierten zu diesem Zeitpunkt länger den Oberkörper, die Arm- und die Hüftregion. Zu Beginn des Videos fixierten die Experten die Kopfregion, was als mögliche Suche nach Informationen aus der Blickrichtung des Schützen gedeutet wird. Für beide Gruppen konnten längere Fixationsphasen von „unklassifizierten Arealen“ in der Nähe der Waden und des Balls ausgemacht werden. Savelsbergh et al. vermuteten, dass über das periphere Sehen antizipationsrelevante Informationen erfasst werden. Als weiteren möglichen Grund führen sie an, dass jedes einzelne Areal weniger bedeutsam für die Schussrichtungsvorhersage sei als die relativen Bewegungen dieser Areale zueinander. Bzgl. des Vergleichs des visuellen Suchverhaltens zwischen korrekt und falsch antizipierten Schüssen konnten keine signifikanten Unterschiede ermittelt werden.

Aufbauend auf den Erkenntnissen von Savelsbergh et al. (2002), untersuchten Savelsbergh et al. (2005), ob auch *innerhalb einer Expertengruppe* Unterschiede im visuellen Suchverhalten zwischen Torhütern, die Elfmeterschüsse erfolgreich antizipieren können, und Torhütern, die bei der Elfmeterantizipation schlechtere Ergebnisse erreichen, nachzuweisen sind. An dieser Laborstudie nahmen 16 Torhüter (Durchschnittsalter 25.7 Jahre, $SD=7.1$) teil, die in einer der drei höchsten Spielklassen in den Niederlanden aktiv waren. Das Setting des Antizipationstests war identisch mit dem von Savelsbergh et al. (2002). Auch in dieser Untersuchung wurde ein *allgemeiner Reaktionstest* als Baseline-Bedingung vorgeschaltet, um ggf. vorhandene Unterschiede diesbezüglich detektieren zu können. In der fußballspezifischen Experimentalbedingung bekamen die Torhüter insgesamt 30 Elfmeterschüsse dargeboten, je fünf pro Zielfeld. Die abhängigen Variablen waren ebenfalls identisch mit denen der Studie von 2002 und umfassten auf behavioraler Ebene die *Antizipationskorrektheit*, den *Zeitraum zwischen Fuß-Ball-Kontakt des Schützen und Initiierung der Joystickbewegung* und den *prozentualen Anteil der Joystickkorrekturen*. Auf kognitiver Ebene wurden erneut die *Suchrate* und die *durchschnittliche Betrachtungszeit* von acht vorab festgelegten *Arealen* als abhängige Variablen definiert. Im Anschluss an den Antizipationstest wurden die Versuchspersonen auf Basis der gezeigten Leistungen in die Gruppen der erfolgreichen Experten und der nicht-erfolgreichen Experten eingeteilt. Der Gruppe der erfolgreichen Experten (SE)

wurden sechs Torhüter zugeordnet, die 37-63% der präsentierten Schüsse korrekt antizipierten. In die Gruppe der nicht-erfolgreichen Experten (NE) wurden sechs Torhüter eingeteilt, die weniger als 30% aller Schussrichtungen korrekt vorhersagen konnten. Die Leistungen der SE-Gruppe lagen signifikant oberhalb derer der NE-Gruppe. Dabei initiierte die SE-Gruppe ihre Joystickbewegungen zu einem signifikant späteren Zeitpunkt, d.h. näher am Fuß-Ball-Kontakt des Schützen (-230 ms) als die NE-Gruppe (-359 ms). Dieses *Ergebnis* war nicht auf die allgemeine Reaktionsgeschwindigkeit der Probanden zurückzuführen, da der Baseline-Reaktionstest keinen signifikanten Unterschied zwischen den beiden Gruppen erbrachte. Hinsichtlich der *Blickbewegungsdaten* ergaben sich ebenfalls keine signifikanten Unterschiede zwischen den Gruppen für die Fixationsdauer. Es stellte sich jedoch heraus, dass die Torhüter der SE-Gruppe signifikant länger das Standbein und die nicht-klassifizierten Areale fixierten, wohingegen die Probanden der NE-Gruppe tendenziell (statistisch nicht signifikant) länger den Kopf des Schützen fixierten. Savelsbergh et al. schlussfolgerten hieraus, dass die Fähigkeit der korrekten Schussantizipation bei Torhüterexperten auf die Kombination aus dem Zeitpunkt der Antwortinitiierung und der Aufmerksamkeit, die auf das Standbein gerichtet wird, zurückzuführen ist. Die Autoren betonten,

that the assumed importance of the non-kicking leg as a determinant of successful performance in stopping a penalty kick does not conflict with the observations from previous studies that have identified the head, kicking leg and/or foot – ball contact as the most important sources of information (Tyldesley et al. 1982, Williams and Burwitz 1993, Savelsbergh et al. 2002). (Savelsbergh et al., 2005, S. 1695)

Möglicherweise beinhalteten die Expertengruppen dieser Studien Torhüter, die weniger erfolgreiche Strategien genutzt haben, wodurch die früheren Studien also mit Torhütern „kontaminiert“ gewesen sein könnten, die z. B. eine Glückspielstrategie verwendeten.

In der Laboruntersuchung von Kim und Lee (2006) stand die *Frage* im Mittelpunkt, von welchen Faktoren die Antizipationskorrektheit von erfahrenen Torhütern abhängig ist. Als *Versuchspersonen* wurden sechs Torhüter aus drei Universitätsfußballmannschaften herangezogen, die durchschnittlich 10.17 Jahre ($SD=0.98$) Erfahrung auf der Torhüterposition nachweisen konnten. Die *Blickbewegungen* der Probanden wurden über ein Eye-Tracking-System (Eye Mark Recorder-8, NAC Inc.) aufgenommen. Als Stimulusmaterial dienten Videoaufnahmen von Elfmeterschüssen, die aus zentraler Position auf der Torlinie gefilmt wurden. Die Videos umfassten den Verlauf von der Bewegungsinitiierung des Schützen bis zu dem Zeitpunkt, an dem der Ballflug aufgrund des Kamerawinkels nicht mehr erfasst werden konnte. Die Videosequenzen wurden den Torhütern auf einer Großbildleinwand präsentiert, vor der sie sich in einem Abstand von drei Metern sitzend befanden. Die *Aufgabe* der Probanden bestand darin, während der Videodarbietung so schnell und

so korrekt wie möglich anzugeben, in welche der vier Torecken der Elfmeter geschossen wird. Die Dauer des Experimentes erstreckte sich für jede Versuchsperson bis zu dem Zeitpunkt, zu dem zehn Schüsse korrekt und zehn Schüsse falsch antizipiert wurden. Zur Analyse der erfassten Blickbewegungen wurden die Elfmeterschüsse in zwei Phasen unterteilt: in die *Anlaufphase* bis 245 ms vor dem Fußball-Kontakt (dem „point of no return“, zu dem der Schütze keine Korrektur seines motorischen Ablaufs mehr vornehmen kann; vgl. Morya, Ranvaud & Pinheiro, 2003, S. 92) und die *Schwungphase* des Schussbeins ab dem „point of no return“. Die *Ergebnisse* zeigten, dass die Fixationszeit bei korrekt antizipierten Schüssen während der Anlaufphase signifikant höher lag als bei falsch vorhergesagten Elfmietern. Während der Schwungphase des Schussbeins konnte ein ähnliches Verhalten identifiziert werden, dies war statistisch jedoch nicht relevant. In die Datenanalyse bzgl. betrachteter Hinweisreize flossen ausschließlich die Blickbewegungen ein, die von den Probanden erfasst wurden, deren Antwortabgabe vor dem Schuss des Balles erfolgte. Hierfür wurden die Fixationen ausgezählt, die auf die Areale Kopf, Schulter, Arm, Oberkörper, Hüfte, Standbein, Schussbein, Zone zwischen Ball und Standbein und Ball fielen. Zwischen erfolgreich antizipierten Schüssen und Fehleinschätzungen gab es signifikante Unterschiede in der durchschnittlichen Fixationszeit der Areale Schulter (korrekt 38.37% vs. falsch 33.51%) und Zone zwischen Ball und Standbein (13.99% vs. 10.64%). Zusammenfassend gaben die Autoren an, dass die Torhüter – unabhängig von der Antizipationskorrektheit – in der Anlaufphase verstärkt auf Schulter, Schussbein und Zone zwischen Ball und Standbein achteten, wohingegen in der Schwungphase des Schussbeins die Areale der Zone zwischen Ball und Standbein und das Standbein selbst am häufigsten fixiert wurden. Bei korrekt antizipierten Schüssen lagen die Fixationsanteile der besagten Areale höher als bei Fehleinschätzungen der Schussrichtung.

In situ-Untersuchungen

Die Untersuchung von Dicks, Button, et al. (2010a) setzte sich nicht in der Art mit der Antizipationskorrektheit von Fußballtorhütern auseinander, wie es in den bereits beschriebenen Studien der Fall war. Bislang fand oftmals die temporal occlusion-Methode Anwendung, bei der die Videos so bearbeitet wurden, dass deren Ende zu unterschiedlichen Zeitpunkten eintrat. Dicks et al. wählten eine andere methodische Herangehensweise für die Analyse der Torhüterleistung in Elfmetersituationen: In ihrer *in situ-Untersuchung* setzten sie das temporal presentation-Paradigma (siehe Kap. 3.2.1) ein, in dem der Zeitpunkt variiert wird, zu dem die Versuchspersonen die ersten Informationen über den Bewegungsablauf des Schützen erhalten. Ab diesem Zeitpunkt wurden den Probanden die weitere Schussausführung sowie der gesamte Ballflug präsentiert. *Ziel* der Untersuchung war es, die Torhüterleistung zwischen fintierten Elfmeterschüssen und nicht-fintierten Schüssen zu vergleichen. Hierfür wurden acht Torhüter mit einem Durchschnittsalter von 22.8 Jahren ($SD=4.1$) akquiriert, die durchschnittlich seit 11.63 Jahren ($SD=4.4$) Wettkampferfahrung als Torhüter besaßen und mindestens

auf dem Leistungsniveau der New Zealand Southern Premier League spielten (und damit ausgehend von den Leistungsklassen in Ländern mit größeren Fußballligen wohl am ehesten dem Status der „Intermediates“ entsprechen). Die *Aufgabe* der Probanden bestand darin, insgesamt 120 real durchgeführte Elfmeter zu parieren. Die Schüsse wurden in eines von sechs Zielfeldern geschossen, die sich auf beiden Seiten des Tores oben, in der Mitte und unten befanden (vgl. Savelsbergh et al., 2002). Um das temporal presentation-Paradigma in dieser in situ-Bedingung anwenden zu können, trugen die Torhüter eine *Flüssigkristallbrille* (PLATO S-2, Translucent Technologies Inc., Toronto, Ontario, Canada), die zu Beginn des Anlaufs des Schützen undurchsichtig war und erst nach dem Passieren einer von fünf Lichtschranken auf durchsichtig gestellt wurde. Die Lichtschranken wurden in fünf unterschiedlichen Distanzen zum Ball positioniert: 4.0 m (t_5), 1.6 m (t_4), 0.8 m (t_3) und 0.4 m (t_2) vor dem Ball sowie direkt hinter dem Ball (t_1). Die Probanden wurden angewiesen, ihre Abwehrbewegung frühestens dann zu initiieren, wenn die Brille lichtdurchlässig wurde. Als abhängige Variablen dienten der *Zeitpunkt der Bewegungsinitiierung* der Torhüter in Relation zum Fuß-Ball-Kontakt des Schützen und die *Torhüterleistung*, die als Anzahl gehaltener Elfmeter definiert wurde. Um differenziertere Ergebnisse zu erhalten, wurden bzgl. der Torhüterleistung zusätzlich zwei weitere abhängige Variablen analysiert. Zum einen wurde die Leistung auf einer von Bennett, Button, Kingsbury und Davids (1999) konzipierten *5-Punkte-Skala* kategorisiert (vgl. Tabelle 6), zum anderen wurde die *Anzahl an Bewegungskorrekturen* erfasst, die die Torhüter im Verlauf der Schussvorbereitung durchführten.

Tabelle 6. Beschreibung des Torhüterverhaltens auf einer 5-Punkte-Ratingskala (nach Dicks, Button, et al., 2010a, S. 1117).

Points scored	Description of final movement response
5	Goalkeeper successfully saves the kick, either by holding onto or blocking the ball
4	Goalkeeper dives in the correct direction and contacts the ball but fails to stop a goal from being scored
3	Goalkeeper dives in the correct direction but fails to make contact with the ball
2	Goalkeeper makes a movement in the correct direction but does not dive and fails to make contact with the ball
1	Goalkeeper does not move from the centre of the goal
0	Goalkeeper makes any final movement to the side of the goal opposite to the final ball location

Die *Ergebnisse* hinsichtlich des Zeitpunktes der *Bewegungsinitiierung* ergaben einen signifikanten Haupteffekt für den Präsentationszeitpunkt. Für die Schussbedingung (fintiert/nicht-fintiert) sowie für die Interaktion zwischen Präsentationszeitpunkt und Schussbedingung ergaben sich keine signifikanten Effekte. Unabhängig von der Schussbedingung fand die Bewegungsinitiierung der Torhüter umso früher statt, je länger sie die Schussausführung betrachten konnten. Bei den Analysen zur *Torhüterleistung* ergaben sich für die Anzahl gehaltener Bälle signifikante Hauptef-

fekte für die Schussbedingung, den Präsentationszeitpunkt sowie eine signifikante Interaktion zwischen diesen beiden Faktoren. Die Anzahl an parierten Schüssen lag in der Bedingung der nicht-fintierten Ausführung signifikant höher als bei Schüssen im Anschluss an Fintierbewegungen. Bei nicht-fintierten Schussausführungen zeigten die Torhüter die besten Leistungen zum Zeitpunkt t_5 (längste Informationsdarbietung). Die Leistungen nahmen kontinuierlich ab, je später der Schütze zu sehen war. Innerhalb der fintierten Schussausführungen konnten die besten Torhüterleistungen zum Zeitpunkt t_3 identifiziert werden. Ein signifikanter Unterschied zwischen den Leistungen bei fintierten und nicht-fintierten Schüssen ergab sich lediglich zum Zeitpunkt t_5 . Die Kategorisierung der Torhüterleistungen in die 5-Punkte-Skala ergab identische Resultate wie die Analyse der Anzahl gehaltener Bälle. Bzgl. der Anzahl an *Antwortkorrekturen* wurden signifikante Haupteffekte für die Schussbedingung, den Präsentationszeitpunkt sowie eine signifikante Interaktion der beiden Faktoren gefunden. Im Vergleich zu nicht-fintierten Schüssen führten die Probanden bei fintierten Schüssen signifikant mehr Antwortkorrekturen durch. Dabei wurden die meisten Korrekturen durchgeführt, wenn bereits zum Zeitpunkt t_5 Informationen verfügbar gemacht wurden. Dicks et al. resümierten, dass sich die erstmalige Verfügbarkeit von Informationen zu einem späten Zeitpunkt der Bewegungsausführung des Schützen (in ihrer Studie t_2 und t_1) negativ auf die Leistung der Torhüter auswirkt. Der Effekt der Verfügbarkeit dieser Informationen zu frühen Zeitpunkten (t_5 und t_4) war abhängig von der Schussausführung. Bei nicht-fintierten Schüssen wurden bessere Leistungen erzielt, wohingegen die Verfügbarkeit der Informationen zu diesen Zeitpunkten bei fintierten Schüssen der Leistung abträglich war. Unabhängig von der verwendeten Schussstrategie betonten die Autoren aber, dass sich die Möglichkeit, auf Informationen zu einem früheren Zeitpunkt der gegnerischen Bewegung zugreifen zu können, leistungsfördernd auswirkt.

In der in situ-Studie von Dicks, Davids und Button (2010) wurde der Einfluss der individuellen motorischen Handlungsmöglichkeiten von Torhüterexperten auf den Zeitpunkt der Bewegungsinitiierung bei der Darbietung von fintierten und nicht-fintierten Fußball-Elfmeter untersucht. Als *Probanden* fungierten sieben Torhüter mit einem Altersdurchschnitt von 23.4 Jahren ($SD=4.2$), die durchschnittlich 11.7 Jahre ($SD=4.7$) Wettbewerbserfahrung aufzuweisen hatten. Die Elfmeter wurden in einer Kunstrasenhalle auf eine Wand ausgeführt, die die Maße eines regelkonformen Fußballtores aufwies. Auf dieser Wand wurden in den unteren Ecken zwei Zielfelder (0.81 m x 1.50 m; vgl. Dicks, Button, et al., 2010a) eingezeichnet, auf die der Schütze die Elfmeter schießen sollte. Das Verhalten der Torhüter wurde bei der Ausführung der Schüsse gefilmt. Der Schütze erhielt vorab konkrete Instruktionen, wie er die Schüsse auszuführen hatte. Bei *nicht-fintierten Schüssen* sollte er in die Ecke der Torwand blicken, in die er den Ball zu schießen hatte, bei *fintierten Schüssen* sollte er in die entgegengesetzte Ecke schauen. Im Anschluss an die experimentelle Bedingung wurde ein *Baseline-Test* durchgeführt, durch den die Autoren für jeden Torhüter individuell die durchschnittliche Bewegungszeit berechnen konnten, um diese anschließend in die Datenanalyse einfließen zu lassen.

In der experimentellen Bedingung dienten die *Entscheidungskorrektheit* und die benötigte *Bewegungszeit* in Relation zum Fuß-Ball-Kontakt als abhängige Variablen. Die *Ergebnisse* wiesen signifikante Unterschiede bzgl. der Bewegungszeit in der experimentellen Bedingung zwischen den sieben Torhütern aus. Weder für die Schussart (fintiert/nicht-fintiert) noch für die Interaktion zwischen Schussart und Torhüter konnten signifikante Effekte ermittelt werden. Die unterschiedlichen Bewegungszeiten der Torhüter deuteten die Autoren dahingehend, dass innerhalb der Probandengruppe verschiedene Strategien der Kopplung von Informationsaufnahme und Bewegungsausführung genutzt wurden, um die Schussrichtung des Elfmeters zu antizipieren. Diese Annahme wurde durch die sehr hohe Korrelation ($r=.93$, $p<.01$) zwischen den Baseline-Bewegungszeiten und den Bewegungszeiten, die in der experimentellen Bedingung gezeigt wurden, unterstützt. Mit dem Ziel, eine möglichst differenzierte Datenauswertung bzgl. der gezeigten Torhüterleistungen durchführen zu können, wurde diese in *drei Subkategorien* unterteilt:

- 1) Zeitlich erfolgreiche Versuche, bei denen die Schussrichtung erfolgreich antizipiert wurde und die zeitliche Bewegungsausführung eine erfolgreiche Abwehr des Schusses zuließ (der Torhüter berührte den Ball, unabhängig davon, ob dieser anschließend die Torwand berührte oder tatsächlich abgewehrt wurde);
- 2) Zeitlich nicht-erfolgreiche Versuche, bei denen die Schussrichtung korrekt antizipiert wurde, die Bewegungsinitiierung jedoch zu spät für eine erfolgreiche Schussabwehr stattfand (der Ball also nicht berührt werden konnte);
- 3) Falsch antizipierte Versuche, bei denen die Versuchsperson die falsche Schussrichtung vorhersah und sich zum falschen Zielfeld hin bewegte.

Die Auswertungen dieser Daten ergaben keine signifikanten Effekte für die Schussart, die Antizipationskorrektheit oder deren Interaktion. Die weiteren Analysen lieferten zumindest den deskriptiven Trend, dass die Torhüter, die eine langsamere Bewegungszeit im Baseline-Test aufwiesen und sich daraufhin in der experimentellen Bedingung als motorische Antwort auf die präsentierten Elfmeter früher bewegten, anfälliger für falsche Antizipationen bei fintierten Schüssen waren als die Torhüter, die sich aufgrund ihrer schnelleren Bewegungszeiten mehr Zeit für die Informationsaufnahme nehmen konnten. Als *Fazit* ihrer Untersuchung fassten Dicks et al. zusammen, dass die individuellen motorischen Bewegungszeiten der Torhüter einen Einfluss auf den Zeitpunkt ihrer Bewegungsinitiierung in realen Elfmetersituationen haben. Die Torhüter, die in der Lage waren, ihre motorische Bewegung schnell auszuführen, begannen ihre Abwehrhandlung später, was zu einer besseren Antizipationsleistung führte.

Piras und Vickers (2011) untersuchten in einer in situ-Studie den Einfluss unterschiedlicher Schusstechniken (Spann- vs. Innenseitstoß) beim Elfmeter auf die *Antizipationskorrektheit* und die *Quiet Eye-Phase* von Fußballtorhütern. Als *Ver-*

suchspersonen wurden sieben Fußballtorhüter mittleren Leistungsniveaus mit einem Durchschnittsalter von 18.7 Jahren ($SD=2.4$) ausgewählt. Die Datenerfassung erfolgte über das „vision-in-action“-System (VIA; Vickers, 1996, 2007), mit dem eine Kopplung der motorischen Verhaltensdaten mit den Blickbewegungen der Torhüter vollzogen werden kann, die über ein mobiles *Eye-Tracking-System* (Mobile Eye, ASL Ltd, Massachusetts, USA) aufgenommen wurden. Jeder Proband hatte die *Aufgabe*, 30 Elfmeterschüsse (15 per Spann-, 15 per Innenseitstoß) mit realitätsgetreuen Bewegungen abzuwehren. Die Schützen wurden instruiert, die Elfmeter mit höchster Geschwindigkeit zu schießen. Als abhängige Variablen dienten u. a. die *Anzahl gehaltener Schüsse*, die durchschnittliche *Fixationsdauer* von als relevant definierten Arealen sowie die Anzahl von *Fixationsverlagerungen* zwischen diesen Arealen (Kopf/Schultern, Hüfte/Beine/Füße, Ball, visual pivot und „andere“). Bzgl. der Anzahl *gehaltener Elfmeter* ergab sich ein signifikanter Unterschied zwischen den Spannstoßen (28.3% abgewehrt) und den Innenseitstoßen (12.9% abgewehrt). Die Ergebnisse bzgl. durchschnittlicher *Fixationsdauer* ergaben unabhängig von der verwendeten Schusstechnik, dass bei nicht-gehaltenen Elfmetern signifikant länger der Ball fixiert wurde als bei parierten Schüssen. Die Anzahl parierter Schüsse stieg an, wenn die Fixationsdauer des Balles niedriger wurde, dafür länger das visual pivot (der Raum zwischen Ball und Schussbein) betrachtet wurde. Die Analyse der *Fixationsverlagerungen* bei gehaltenen und nicht-gehaltenen Schüssen in beiden Schussbedingungen erbrachte das Ergebnis, dass die wenigsten Verlagerungen bei Paraden von Innenseitstoßen durchgeführt wurden, gefolgt von Paraden bei Spannstoßen, Toren durch Spannstoße und Tore durch Innenseitstoße. Die meisten Fixationsverlagerungen wurden zum Ball hin getätigt. Schusstechnikübergreifend wurden signifikant mehr Fixationsverlagerungen bei Toren (Range 2.6-5.89) als bei parierten Schüssen (Range 0.73-1.9) verzeichnet. Hinsichtlich der Dauer der *Quiet Eye-Fixation* auf den Ball konnte gezeigt werden, dass diese bei Toren signifikant länger war als bei erfolgreich abgewehrten Elfmetern. Bei gehaltenen Schüssen war die Quiet Eye-Phase länger auf den Arealen Hüfte/Beine/Füße und dem visual pivot. Die Autoren fassen die Ergebnisse ihrer Untersuchung dahingehend zusammen, dass die Blickkontrolle der Torhüter wider Erwarten unabhängig von der eingesetzten Schusstechnik des Elfmeterschützens ist. Auch die Hypothese, dass ein positiver Zusammenhang zwischen der Dauer der Quiet Eye-Phase und der Anzahl gehaltener Schüsse besteht, konnte nicht bestätigt werden. Als mögliche Ursache dieses Resultates, das in Widerspruch zu Erkenntnissen aus Studien von Panchuk und Vickers (2006, 2009) im Eishockey steht, führen Piras und Vickers an, dass in den vorangegangenen Untersuchungen die Schützen frontal vor den Torhütern positioniert waren, so dass die Probanden in der Lage waren, innerhalb eines relativ kleinen visuellen Feldes (d.h. ohne größere Blicksprünge) alle relevanten Informationen aufzunehmen, die sie für eine erfolgreiche Antizipation der Schussrichtung benötigten. Dies war in ihrer Untersuchung anders, die Anlaufrichtung der Schützen befand sich in einem spitzen Winkel zur Position der Torhüter, so dass zur Erfassung der antizipationsrelevanten Informationen bis

zu einem späten Zeitpunkt der Schussausführung Blicksprünge benötigt wurden, was wiederum zur Reduzierung der Quiet Eye-Dauer führte.

Kombination aus Labor- und in situ-Untersuchungen

Dicks, Button und Davids (2010b) überprüften in ihrer Studie, ob die in der Forschungslandschaft häufig getätigte Generalisierung von Ergebnissen, die entweder aus Labor- oder in situ-Studien mit verbalen Rückmeldungen oder vereinfachten motorischen Bewegungen gewonnen wurden, auf reale Situationen zulässig ist. Zu diesem Zweck wurde das *Blickverhalten* von erfahrenen Fußballtorhütern bei der Betrachtung von Elfmeterschüssen sowohl in Laborsituationen als auch im natürlichen Setting analysiert. Die *Personenstichprobe* war identisch mit der aus Dicks, Button, et al. (2010a). Als Zielfelder im Tor, auf die der Elfmeterschütze zu schießen hatte, wurden für die *Laborbedingungen* die sechs Bereiche gewählt, die auch in der Untersuchung von Savelsbergh et al. (2002) verwendet wurden (links und rechts oben, in der Mitte sowie links und rechts unten). Für die *Feldbedingungen* wurden lediglich zwei Zielfelder (Maße 0.81 m x 1.50 m) definiert, die sich auf mittlerer Höhe jeweils einen Meter von den Pfosten entfernt auf der Torlinie befanden und auf die Arbeit von van der Kamp (2006) zurückgehen. Die Festlegung auf die beiden Zielfelder fand zum Schutze des eingesetzten *Eye-Tracking-Systems* (Mobile Eye, ASL, Bedford, MA) statt. Die Torhüter mussten die realen Schüsse nicht durch großräumige Hechtbewegungen abwehren, wodurch die Gefahr einer Beschädigung des Eye-Trackers reduziert wurde. Die Versuchspersonen durchliefen *fünf verschiedene Bedingungen*, deren Methoden der Answererfassung allesamt bereits in vorangegangenen Studien zur perzeptuellen Expertise eingesetzt wurden: Video simulation verbal (VSV), video simulation movement (VSM), in situ verbal (ISV), in situ movement (ISM) und in situ interception (ISI). In sämtlichen Bedingungen bestand die Aufgabe darin, so schnell wie möglich die Schussrichtung des Balls zu antizipieren. In der VSV- und der ISV-Bedingung wurden die Torhüter angewiesen, verbal und ohne sich zu bewegen korrekt anzugeben, in welches der sechs Zielfelder der Elfmeter geschossen wird (vgl. auch Abernethy, 1990; Farrow & Abernethy, 2003). Die motorischen Antworten in der VSM-Bedingung wurden durch eine Joystickbewegung abgegeben (vgl. Savelsbergh et al., 2005; Savelsbergh et al., 2002), in der ISM-Bedingung erfolgte die Antwortabgabe durch einen Schritt zur Seite und eine Bewegung beider Arme in Richtung der antizipierten Stelle im Tor (vgl. Farrow & Abernethy, 2003; Shim et al., 2005). In der ISI-Bedingung wurden die Versuchspersonen angewiesen, wie in einer realen Spielsituation zu agieren (vgl. McPherson & Vickers, 2004; Panchuk & Vickers, 2006). Für die Laborbedingungen wurden Videos von Elfmeterschüssen aus der Perspektive des Torhüters gefilmt und auf einer Großleinwand präsentiert, vor der sich die Versuchspersonen stehend befanden. Für die gesamte Untersuchung wurden mehrere abhängige Variablen definiert. Hinsichtlich der Torhüterleistung wurden die *durchschnittliche Anzahl an korrekt antizipierten (gehaltenen) Schüssen* sowie der *durchschnittliche Zeitpunkt der Antwortinitiierung* für die Bedingungen, in

denen die Probanden eine motorische Antwort abzugeben hatten, ausgewertet. Der Zeitpunkt der Antwortinitiierung wurde definiert als erste beobachtbare Bewegung des Torhüters in Relation zum Fuß-Ball-Kontakt des Schützen. Bzgl. des Blickverhaltens wurden die *Suchrate* und die *prozentuale Betrachtungszeit* untersucht. Im Zusammenhang mit der Suchrate wurden drei Messungen durchgeführt: Die durchschnittliche Anzahl an Fixationen, die durchschnittliche Anzahl an fixierten Arealen und die durchschnittliche Fixationsdauer für jeden Versuch (vgl. Williams, Ward, et al., 2002). Für die prozentuale Betrachtungszeit wurden *zehn relevante Areale* festgelegt:

- der Kopf des Schützen,
- der Oberkörper incl. Arme,
- der obere Anteil des Schussbeins incl. Hüfte,
- der obere Anteil des Standbeins incl. Hüfte,
- das Schussbein incl. Fuß,
- das Standbein incl. Fuß,
- der Raum zwischen dem Spieler und dem Ball,
- der Raum vor dem Ball
- und „andere“.

Die *Ergebnisse* hinsichtlich der *Torhüterleistung* ergaben einen signifikanten Haupteffekt der Bedingung für die Anzahl gehaltener Schüsse. Die Leistungen waren dabei in den Bedingungen ISM und ISI signifikant besser als in VSV und VSM. Ebenso zeigte sich ein signifikanter Haupteffekt der Bedingung für den Zeitpunkt der Antwortinitiierung, wobei der post hoc-Test keine signifikanten Unterschiede detektierte. Bei den *Analysen zum Blickverhalten* konnte ein signifikanter Haupteffekt der Bedingung für die Fixationsdauer und die Anzahl der fixierten Areale gefunden werden. Dabei lagen in der ISV-Bedingung signifikant längere Fixationsdauern vor als in der ISM-Bedingung. In der ISI-Bedingung wurden signifikant weniger Areale fixiert als in der VSV- und VSM-Bedingung. Die insgesamt am häufigsten fixierten Areale in der Studie von Dicks et al. waren der Kopf, der Oberkörper, der untere Teil des Schussbeins, der untere Teil des Standbeins und der Ball. Betrachtet man die Häufigkeitsverteilung der Blicke für die einzelnen Bedingungen separat, ergaben sich allerdings große Unterschiede. In der ISI-Bedingung verwendeten die Torhüter vergleichbar viel Zeit für die Fixation des Balles und die Fixation aller anderen Areale zusammen, wohingegen bei allen anderen Bedingungen die Körperareale länger fixiert wurden als der Ball. Eine MANOVA erbrachte signifikante Haupteffekte für die Bedingung und die Zeit sowie eine signifikante Interaktion der beiden Effekte. Post hoc-Tests ergaben, dass die Torhüter in der VSM-Bedingung eine signifikant längere Zeit den Oberkörper fixierten als in den ISV-, ISM- und ISI-Bedingungen. Des Weiteren fixierten sie das untere Standbein in den VSV- und ISV-Bedingung länger als in der ISI-Bedingung. Der Ball wurde in der ISI-Bedingung länger als in jeder anderen Bedingung fixiert. Als Fazit ihrer Studie fassen die Autoren zusammen, dass deutliche Unterschiede in Bezug auf das Blickverhalten zwischen den verschiedenen experimentellen Bedingungen zu be-

obachten waren. Zudem konnte gezeigt werden, dass Informationsquellen biologischer Bewegungen für kürzere Zeit fixiert wurden, wenn zusätzlich zur reinen Antizipation auch eine motorische Antwort erforderlich war, um den Ball tatsächlich abzuwehren. Dicks et al. sprachen sich somit gegen eine Verallgemeinerung von Laborergebnissen auf reale Situationen aus.

Eine Reanalyse der Blickbewegungsdaten, die von Dicks, Button, et al. (2010b) erfasst wurden, führten Button, Dicks, Haines, Barker und Davids (2011) durch. Hierzu bedienten sie sich des stochastischen Prozesses einer Markov-Kette, mit deren Hilfe im Allgemeinen Wahrscheinlichkeitsaussagen über zukünftige Ereignisse getätigt werden können. Im konkreten Fall der Auswertung von Button et al. sollten auf Basis der diskret verteilten visuellen Fixationen der Versuchspersonen zu einem bestimmten Zeitpunkt Angaben darüber gemacht werden, welche Areale mit welcher Wahrscheinlichkeit zu einem darauffolgenden Zeitpunkt fixiert werden. Im Unterschied zu den Auswertungen in der ursprünglichen Untersuchung von Dicks, Button, et al. (2010b) wurden in die Reanalyse lediglich Blickbewegungsdaten aufgenommen, die von den acht Probanden in der videobasierten Bedingung VSM (video simulation movement; Antwortabgabe via Joystick) und in den in situ-Bedingungen ISM (in situ movement; Antwortabgabe via kleinstmotorischer Bewegung) und ISI (in situ interceptive; Antwortabgabe via realitätsgetreuer Abwehrbewegung) in der Zeitspanne von 2.000 ms vor dem Fuß-Ball-Kontakt des Schützen bis 120 ms danach erfasst wurden. Die zeitliche Begrenzung resultierte daraus, dass in diesem Intervall in allen drei betrachteten Bedingungen Blickbewegungsdaten verfügbar waren. Als abhängige Variablen wurden die durchschnittliche Anzahl an *Fixationen*, die durchschnittliche Anzahl an *fixierten Arealen* sowie die durchschnittliche *Fixationsdauer* pro Versuch ausgewertet. Als Ergebnis konnten für sämtliche abhängige Variablen signifikante Haupteffekte gefunden werden. Die Anzahl der fixierten Areale lag in der ISM-Bedingung signifikant höher als in der ISI-Bedingung. Eine signifikant längere durchschnittliche Fixationsdauer wendeten die Versuchspersonen in der videobasierten VSM-Bedingung im Vergleich zu den beiden in situ-Bedingungen an, wohingegen die durchschnittliche Fixationsanzahl in der VSM-Bedingung am geringsten war und in der ISM- und ISI-Bedingung nahezu einheitlich höher lag. Die Analysen mittels der *Markov-Kette* bzgl. der Fixation bestimmter Areale ergab in den Bedingungen VSM und ISM, dass im ersten Zeitabschnitt der Bewegungsausführung die größte relative Betrachtungswahrscheinlichkeit auf den unteren Bereichen beider Beine des Schützen lag, in der ISI-Bedingung dagegen auf der Region des Balls. In den Bedingungen VSM und ISM erfolgte erst im weiteren Verlauf der Ausführung – kurz vor dem Fuß-Ball-Kontakt – ein steiler Anstieg der Fixationen auf den Ball. Zum Zeitpunkt des Kontakts und kurz danach fielen die Fixationen des Balls in diesen Bedingungen wieder rapide ab und wurden zurück auf die Beine des Schützen gelenkt. In der ISI-Bedingung blieben nach kurzer anfänglicher Fixation des Kopfes der Ball und der Raum um den Ball herum über den gesamten Analysezeitraum hinweg die am wahrscheinlichsten fixierten Areale. Zusammenfassend halten die Autoren zu-

nächst fest, dass es sich bei dem eingesetzten Auswertungsverfahren der Markov-Kette um ein sinnvolles Instrumentarium handelt, um den zeitlichen Verlauf der Blickbewegungen von Torhütern zu analysieren. Die Ergebnisse ergaben jedoch entgegen ihrer Erwartungen, dass die laut Forschungsliteratur effizienteste visuelle Suchstrategie (weniger, dafür längere Fixationen) nicht in der Bedingung mit der größten ökologischen Validität (ISI-Bedingung), sondern in der videobasierten VSM-Bedingung gefunden wurde. Sie plädieren aufgrund der Resultate dafür, Abstand davon zu nehmen, dass ein einziges, verallgemeinerbares Blickverhalten existiert, das die korrekte Antizipation von Elfmeterschüssen zulässt.

3.4 Zusammenfassung der relevantesten Erkenntnisse und Ableitungen für die eigenen empirischen Analysen

3.4.1 Zusammenfassung

In den bisherigen Ausführungen in Kapitel 3 wurden die für den weiteren Verlauf dieser Arbeit relevantesten Aspekte der Talentforschung dargestellt und ausführlich beschrieben. Sie liefern eine Reihe von Implikationen, die bei der Konzeption eines experimentellen Settings zur Bearbeitung von Problemstellungen aus den Bereichen der Begabungs- und Expertiseforschung sowie bei der Interpretation der dadurch gewonnenen Daten berücksichtigt werden sollten. Des Weiteren wurde mit dem Expert Performance Approach ein Rahmenmodell aus der Expertiseforschung erläutert, das auf drei Stufen eine Herangehensweise zur Analyse von kognitiven Expertenvorteilen beschreibt. Die zur Erfassung dieser kognitiven Prozesse zur Verfügung stehenden Methoden wurden ausführlich dargelegt. Je nach untersuchter Fragestellung können diese Methoden einzeln oder in Kombination miteinander aufschlussreiche Erkenntnisse liefern. Die konkreten Ableitungen aus den aufgeführten Bereichen für Untersuchungen zur Antizipation bei Fußballtorhütern werden im Folgenden erörtert.

Eine grundlegende Erkenntnis, die sowohl für den Bereich der Diagnostik kognitiver und motorsicher Fähigkeiten und Fertigkeiten (*Talentdiagnose*) als auch für Trainingsinterventionen (*Talentförderung*) von Bedeutung ist, liegt darin, dass sportliche Höchstleistungen auf dem Zusammenspiel von genetischen Faktoren und Umweltbedingungen basieren. Daraus resultiert die Definition eines weiten, dynamischen und prozessual verstandenen Talentbegriffs, der ausreichend Raum für Veränderungen aufgrund diverser individueller interner Entwicklungsvorgänge und sich wandelnder externer Umwelteinflüsse bietet. Solche Veränderungen können sich auf physiologische, motorische und kognitive Prozesse beziehen. Die Antizipation ist dabei einer der kognitiven Prozesse, auf den aufgrund der zentralen Bedeutung für die in Kapitel 4 vorgestellten empirischen Untersuchungen an dieser Stelle primär Bezug genommen wird. So kann im Zusammenhang mit herausragenden Leistungen von Fußballtorhütern davon ausgegangen werden, dass die Antizipationsfähigkeit einen entscheidenden Beitrag liefert. Diese Annahme hat einen direk-

ten Einfluss auf die beiden Perspektiven der Talentforschung, den Begabungs- und den Expertiseansatz. Für die Perspektive der Begabungsforschung lässt sich daraus ableiten, dass durch die Diagnose der Antizipationsleistung im Kindes- und Jugendalter ein potentieller kognitiver Prädiktor für spätere Höchstleistung von Torhütern gewonnen werden könnte. Die Ziele, die mit einer Torhüterdiagnostik zur Antizipationsfähigkeit verfolgt werden müssen, wurden von Hohmann und Carl (2002; siehe Kap. 3) formuliert. Im Kern umfassen die Forderungen die Erstellung von Orientierungswerten für die unterschiedlichen Entwicklungsstufen vom Talent bis zum Experten sowie – nach Erfassung einer ausreichend großen Anzahl an Leistungsdaten – die Berechnung von Normwerten, die eine mathematische Prognose der zukünftigen Leistungsentwicklung eines Talents zulassen. In Verbindung mit anderen Methoden, die zur Diagnostik weiterer torhüterspezifischer Leistungsprädiktoren (bspw. auf motorischer Ebene) eingesetzt werden, könnten im Idealfall bisherige Strategien der Talentsuche, -auswahl und -förderung evaluiert und bei Bedarf modifiziert werden. Bevor mit Hilfe empirischer Untersuchungen der Versuch unternommen werden kann, die Vermutung bzgl. der prognostischen Aussagekraft der Antizipationsleistung zu verifizieren, muss zunächst aus der Perspektive der Expertiseforschung nachgewiesen werden, dass sich hinsichtlich der Antizipationsfähigkeit Unterschiede zwischen Torhütern eines hohen Leistungsniveaus und Torhütern niedrigerer Leistungsklassen sowie erfahreneren und unerfahreneren Torhütern finden lassen. Da die Forschungsliteratur zu diesem Thema vielfach Belege für die Existenz eines solchen Unterschiedes anführt (siehe Kap. 3.3.2), besteht die Herausforderung bei der Konzeption von weiteren Studien zur Antizipation von Fußballtorhütern darin, ein valides Testinstrumentarium zu entwickeln, das diesen Unterschied abbildet. Erst wenn das gelungen ist, kann ein sinnvoller Einsatz als Diagnostikverfahren erfolgen.

Die Entwicklung einer Diagnostik kognitiver Prozesse erscheint zudem notwendig, um ein ganzheitliches Bild eines talentierten Athleten entwerfen zu können. Traditionell findet im Rahmen der Talentdiagnose eine Überbetonung anthropometrischer und physiologischer Merkmale statt. Kognitive Prozesse werden dabei weitestgehend vernachlässigt, obwohl sie vor allem in komplexen Sportarten wie dem Fußball eine hohe Relevanz besitzen. Als zusätzlicher positiver Effekt würde durch die Erweiterung bestehender Diagnostiken um einen kognitiven Anteil das „Prädiktorenproblem“ weiter reduziert werden können (siehe Kap. 3.1.2.1.4). Dadurch wird es sinnvoll, dem Vorschlag von Hohmann (2009) nach dem Einsatz eines „hybriden“ Modells aus Begabungs- und Expertiseansatz für die Bearbeitung des Problembereichs der Talentprognose zu folgen, durch das die prognostizierten Leistungen des begabungsorientierten Ansatzes mit den tatsächlich erbrachten finalen Leistungen im Sinne des Expertiseansatzes verglichen werden können.

Der Einsatz einer reliablen und validen Torhüterdiagnostik wäre auch im Nachwuchsbereich des Deutschen Fußball-Bunds denkbar. Die bislang im Rahmen des DFB-Talentförderprogramms durchgeführten Tests beziehen sich primär auf technomotorische Elemente, die für Feldspieler relevant sind. Testverfahren zur Erfas-

sung kognitiver Prozesse sind dort bislang nicht integriert. Voraussetzung für die Implementierung einer solchen Diagnostik wäre neben der Erfüllung der testtheoretischen Hauptgütekriterien auch die Möglichkeit einer zeit- und kostenökonomischen Durchführung.

Bevor die Gedanken zur Implementierung der Diagnostik konkretisiert werden können, ist es, wie bereits erwähnt, zunächst notwendig, ein Instrumentarium zu entwickeln, das die Antizipationsleistung von Torhütern aus der Perspektive der Expertiseforschung reliabel und valide messen kann. Um zu evaluieren, ob ein Antizipationstest diese Voraussetzungen erfüllt, müssen die durch den Test generierten Ergebnisse mit einem Außenkriterium in Beziehung gesetzt werden. Ein sinnvolles Außenkriterium stellt das Leistungsniveau der zu untersuchenden Torhüter dar. Ein erfolgreich entwickelter Test müsste somit Unterschiede in der Antizipationsleistung zwischen sehr guten und weniger guten Torhütern detektieren. Der Vergleich von Torhütern unterschiedlicher Leistungsklassen ist ein klassisches Beispiel für die Anwendung des Experten-Novizen-Paradigmas. Dabei ist für die Auswahl der Versuchspersonen von zentraler Bedeutung, welche Definitionen man den Begriffen „Experte“ und „Novize“ zugrunde legt (siehe Kap. 3.1.3.1). Im Rahmen der konzeptionellen Erstellung einer empirischen Untersuchung zur Analyse der Antizipationsleistung von Fußballtorhütern mittels dieses Paradigmas gilt es deshalb zunächst, eine Festlegung bzgl. der Zusammensetzung der Expertengruppe zu treffen. Dabei hat eine Orientierung an den Kriterien der langjährigen Trainingserfahrung als Torhüter in der Sportart Fußball bei Darbietung herausragender Leistungen über einen längeren Zeitraum hinweg zu erfolgen. Dass die strikte Einhaltung der Kriterien, die einem Experten inhärent sein sollten, in der Forschungspraxis oftmals nicht problemlos möglich ist, wurde ausführlich diskutiert. Wie mit den definitorischen Problemen innerhalb der vorliegenden Arbeit verfahren wird, ist Kapitel 4.2.1.1 zu entnehmen. Im Anschluss an die Festlegung der Personenstichprobe können die weiteren untersuchungsmethodischen Schritte geplant werden.

Das Experten-Novizen-Paradigma bildet die Grundlage für den Expert Performance Approach, dessen drei Stufen ein idealtypisches Vorgehen beschreiben, um Erwerb und Struktur von Höchstleistungen zu untersuchen. Die Stärken und Schwächen des Expert Performance Approach sowie die damit in Verbindung stehenden Konzepte des Langzeit- und Arbeitsgedächtnisses (siehe auch Kap. 2.2.3.2) sowie der deliberate practice-Ansatz wurden bereits in vielen Veröffentlichungen besprochen (z. B. Abernethy et al., 2003; Ericsson, 2003a, 2003b; Hagemann et al., 2007; Williams & Ericsson, 2005). Ungeachtet der dort angeführten Kritikpunkte stellt dieser Ansatz ein geeignetes Rahmenkonzept dar, um die grundlegenden kognitiven Prozesse der herausragenden Antizipationsleistungen von Fußballtorhütern zu identifizieren und zu analysieren. In den in Kapitel 4 dargestellten empirischen Untersuchungen finden die ersten beiden Stufen dieses Ansatzes Anwendung.

Das Ziel von Stufe 1 ist die Erfassung von Expertise. Sie fordert dazu auf, basierend auf Beobachtungen realer Spielsituationen, die wesentlichen Komponenten dieser Situationen sowie der dort dargebotenen Handlungsausführung von Torhü-

ter-Experten (z. B. die Antizipationsleistung) zu identifizieren. Darauf aufbauend sind repräsentative Aufgaben zu erstellen, die es den Torhütern ermöglichen, ihre Antizipationsleistung in einer experimentellen Umgebung reliabel zu reproduzieren. Der Einsatz repräsentativer Aufgaben ist von entscheidender Bedeutung, um zu vermeiden, dass die Untersuchungsteilnehmer aufgrund einer realitätsfernen Aufgabenstellung oder abgebildeten Szenerie andere Problemlösestrategien einsetzen, als sie es in situ täten. Williams und Ericsson (2005) formulierten sechs Fragen (siehe Kap. 3.1.3.2), die sich auf die konzipierten Aufgaben beziehen und deren Beantwortung (siehe Kap. 4.2.1.1) dem Untersuchungsleiter Aufschluss darüber geben kann, ob das gewählte Setting reale Spielsituationen widerspiegeln kann und zielführend für die Beantwortung seiner Fragestellungen ist. Zur weitergehenden Prüfung der Kriteriumsvalidität des Settings müssen die Ergebnisse der Datenerhebung mit dem Außenkriterium (der Leistungsklasse der Torhüter) vereinbar sein. Die Qualität des experimentellen Settings zur Erfassung von Expertise ist zudem davon abhängig, ob sich im Verlauf der Untersuchungsdurchführung systematische Verbesserungen der Probandenleistungen einstellen. In einem repräsentativen Setting, das die relevante Komponente der Expertise testet, dürften keine systematischen Verbesserungen zu verzeichnen sein. Eine Verbesserung während des Experiments wäre ein Indiz dafür, dass nicht das (relativ stabile) Expertisemerkmal (hier die Antizipation), sondern andere, für die reale Spielsituation irrelevante, Faktoren überprüft wurden, die aufgrund eines Testgewöhnungseffektes zu besseren Leistungen der Probanden führten.

Stufe 2 des Expert Performance Approach ist von hoher, erkenntnistheoretischer Bedeutung. Das Ziel ist es hierbei, die (kognitiven) Mechanismen zu identifizieren, die die Grundlage der Expertise bilden. Williams und Ericsson (2005) monieren, dass in vielen Studien zwar Experten-Novizen-Vergleiche getätigt werden, ohne jedoch die Mechanismen der Expertiseleistung zu untersuchen. Somit kann aus diesem Kritikpunkt abgeleitet werden, dass eine umfassende Untersuchung im Rahmen der Expertiseforschung neben der reinen Überprüfung von Leistungsunterschieden zwischen Experten und Novizen ebenfalls die kognitiven Vorgänge analysieren sollte, die zu diesen Unterschieden führen. Konkret bedeutet dies, dass auf Stufe 2 die kognitiven Mechanismen ermittelt werden sollen, die es den Experten ermöglichen, bei den fußballspezifischen Torhüteraufgaben bessere Antizipationsleistungen zu zeigen als Novizen. Die Bearbeitung dieser Stufe ist notwendig, um die Ebene der reinen Beschreibung der Expertise verlassen zu können und theoretische Erklärungen für deren Entwicklung liefern sowie Vorhersagen bzgl. Expertenleistungen treffen zu können.

Die für die Erfassung kognitiver Mechanismen potentiell einsetzbaren Methoden, wurden in Kapitel 3.2 beschrieben und diskutiert. Die Methoden wurden, in Abhängigkeit ihrer zeitlichen Abfolge im Verlauf eines Experimentes, in die Kategorien Prätestmanipulationen, Dumtestmessungen und Posttestberichte unterteilt. Die Verfahren der Dumtestmessung konnten weiter in „direkte“ (unmittelbar messbare Gehirnaktivitäten bei Präsentation eines Stimulusreizes) und „indirekte“ Messme-

thoden (verlaufs- und produktorientierte Methoden, die eine Interpretation der erfassten Daten erfordern) differenziert werden. Zusammenfassend ist zu konstatieren, dass eine Reihe von Methoden zur Erfassung kognitiver Prozesse zur Verfügung steht, die wichtige Erkenntnisse für das Verstehen von Wahrnehmungsexpertise liefern können. Jede dieser Methoden besitzt dennoch auch spezifische Nachteile, die im Verlauf dieses Kapitels beschrieben wurden. Ein in der Forschungspraxis gängiges Vorgehen zur Kompensation dieser Nachteile ist die Kombination zweier oder mehrerer Methoden miteinander. Im sportwissenschaftlichen Kontext wurden neben der beinahe obligatorischen Verknüpfung von Reaktionszeitmessung und Fehleranalyse auch andere Methoden parallel eingesetzt. So fand eine Kopplung der temporal occlusion-Methode mit der spatial occlusion-Methode (z. B. Abernethy et al., 2001; Hagemann & Strauß, 2006; Müller et al., 2006), der Point-Light-Methode (z. B. Cañal-Bruland & Williams, 2010), dem Eye-Tracking (z. B. Schorer, 2007) und der fMRT-Messung (z. B. Bishop, Wright, Jackson & Abernethy, 2013; Wrigth, Bishop, Jackson & Abernethy, 2010; Wagg, Williams, Vogt & Higuchi, 2011) statt. Point-Light-Präsentationen wurden in Verbindung mit der spatial occlusion-Methode (z. B. Huys et al., 2009; Shim et al., 2006), dem Eye-Tracking-Verfahren (z. B. Ward et al., 2002), einer Messung durch das fMRT (z. B. Wright et al., 2011) oder einem retrospektiven Bericht (z. B. North, Ward, Ericsson & Williams, 2011) eingesetzt. Diesen Beispielen folgend, werden in den empirischen Studien dieser Arbeit ebenfalls verschiedene Methoden in Kombination miteinander eingesetzt. In Abhängigkeit von der jeweiligen Fragestellung finden die *temporal occlusion-Methode*, die *Blickbewegungs-* und *Reaktionszeiterfassung* sowie die *Fehleranalyse* Anwendung. Als Dumtestmethoden werden ausschließlich indirekte Verfahren gewählt, da deren Einsatz im Vergleich zu den direkten Methoden (z. B. EEG, fMRT etc.) weniger kostenintensiv und organisatorisch weniger aufwändig ist, den Versuchspersonen größeren motorischen und somit realistischeren Handlungsspielraum erlaubt und zudem präzisere Interpretationen bzgl. höherer kognitiver Prozesse zulässt. Eine detailliertere Beschreibung des Methodeneinsatzes wird in Kapitel 4.2.1 gegeben.

3.4.2 Ableitungen für die eigenen empirischen Analysen

Die Erkenntnisse aus den oben skizzierten Untersuchungen zur Antizipation in der Domäne des Sports basieren zum Großteil auf experimentellen Settings, in denen im Sinne der klassischen Expertiseforschung die Leistungen von Athleten unterschiedlichen Leistungsniveaus (zumeist Experten und Novizen) miteinander verglichen werden. Dabei kommt vor allem vor dem Hintergrund einer möglichen Vergleichbarkeit von Ergebnissen unterschiedlicher Studien der Definition von „Experten“ und „Novizen“ eine entscheidende Rolle zu. In der Forschungsliteratur gibt es eine Reihe von Vorschlägen, welche Personengruppen als Experten einzustufen sind (siehe Kap. 3.1.3.1). Ein Problem entsteht für die Wissenschaftler meist, wenn es darum geht, Expertengruppen zu akquirieren, die diesen hohen Ansprüchen gerecht werden können. Die per definitionem geringe Anzahl an Experten innerhalb

einer Sportart und die großteils schlechte Verfügbarkeit dieser Personen für wissenschaftliche Untersuchungen führen dazu, dass die strengen Kriterien in der Realität empirischer Sportwissenschaft mal mehr, mal weniger stark verletzt werden müssen. Auch bei der Zusammensetzung von Novizengruppen gibt es kein einheitliches Vorgehen. Anders als bei der Gruppe der Experten liegt hier jedoch einer der Gründe darin, dass kaum konsensfähige Definitionsvorschläge für die Kategorie der Novizen vorliegen. Die Konsequenzen dieser Bedingungen werden bereits deutlich, wenn man die Personenstichproben der in Kapitel 3.3.2 beschriebenen Studien zur Antizipation bei Fußball-Torhütern genauer betrachtet. Dort findet die Zuteilung zur Gruppe der Experten entweder aufgrund des Leistungsniveaus, der Spielerfahrung oder beidem statt. Das Spektrum des akzeptierten Leistungsniveaus und der notwendigen Spielerfahrung ist dabei jedoch sehr breit ausgelegt. Es erstreckt sich von Personen, die mehrere Jahre Fußballerfahrung aufzuweisen haben (Tyldesley et al., 1982), über erfahrene (operationalisiert über Anzahl der Wettkampfspiele oder Jahre der Spielerfahrung) Torhüter und Trainer (Dicks, Davids, et al., 2010; Franks & Harvey, 1997; Williams et al., 1993), Torhüter von universitären Fußballmannschaften (Kim & Lee, 2006), Halbprofis (Savelsbergh et al., 2002) bis hin zu Profitorhütern der ersten beiden Ligen des jeweiligen Landes (McMorris & Colenso, 1996; Neumaier et al., 1987, Noe et al., 1990, Savelsbergh et al., 2005). Ebenso variieren die ausgewählten Personen der Novizengruppen hinsichtlich Leistungsklasse und Spielerfahrung relativ stark. Die Bandbreite reicht hierbei von Probanden, die keinerlei Fußballerfahrung besitzen (Neumaier et al., 1987; Tyldesley et al., 1982), über Freizeittorhüter (Savelsbergh et al., 2002) bis hin zu Torhütern, die in unteren regionalen Klassen Meisterschaftsspiele bestreiten (Noe et al., 1990). In den letzten Jahren hat sich jedoch der Standpunkt durchgesetzt, dass man bei der Auswahl von Novizen nicht auf komplett unerfahrene Personen zurückgreifen, sondern Athleten auswählen sollte, die sich im Vergleich zu der Expertengruppe zwar hinsichtlich Leistungsniveau und/oder Spielerfahrung unterscheiden, jedoch in derselben Sportart aktiv zu sein haben.

Unabhängig von den Schwierigkeiten bei der einheitlichen Zusammensetzung der Experimentalgruppen stellt der Experten-Novizen-Vergleich für die Analyse kognitiver Prozesse der Antizipation von Torhütern den Forschungsschwerpunkt dar. Die meisten der oben aufgeführten Erkenntnisse basieren auf Laboruntersuchungen, die neben vielen Vorteilen auch Nachteile mit sich bringen, bspw. die oftmals geringe ökologische Validität der Settings (siehe Kap. 4.2.1.1). Daher liegt ein Bestreben der in diesem Gebiet tätigen Wissenschaftler darin, die Realitätsnähe der Testsituationen weiter zu steigern, um dabei möglichst valide die zugrundeliegenden Mechanismen der herausragenden Expertenleistungen zu erfassen. Aus diesem Grund werden seit einiger Zeit verstärkt Studien unter in situ-Bedingungen durchgeführt (z. B. Dicks, Button, et al., 2010a; Dicks, Davids, et al., 2010; Piras & Vickers, 2011), die im Vergleich zu Laboruntersuchungen meist ökologisch valider sind, jedoch oftmals Nachteile bzgl. der internen Validität aufweisen. Mit fortschreitender technischer Entwicklung, bspw. durch Optimierung von virtuellen Realitäten,

können die bis dato existierenden Nachteile größtenteils verringert und die Vorteile von Labor- und in situ-Untersuchungen gekoppelt werden.

Ein weiterer Unterschied, der beim Vergleich der diversen Untersuchungen zur Antizipation bei Fußballtorhütern deutlich wird, liegt in den Methoden zur Answerfassung der Versuchspersonen, die von schriftlichen Angaben (McMorris & Colenso, 1996; McMorris et al., 1993; Smeeton & Williams, 2012; Williams & Burwitz, 1993) über kleinmotorische Betätigungen von Tasten (Diaz et al., 2012; Franks & Harvey, 1997; Kim & Lee, 2006; Tyldesley et al., 1982) und Joystickbewegungen (Savelsbergh et al., 2002; 2005) bis hin zu großmotorischen Hechtbewegungen zu im Tor befestigten Bällen mit Drucksensoren (Neumaier et al., 1987; Noe et al., 1990) sowie bei in situ-Untersuchungen realen Abwehrbewegungen (Dicks, Button, et al., 2010a; Dicks, Davids, et al., 2010; Piras & Vickers, 2011) reichen. Bei der Bearbeitung entsprechender Fragestellungen findet vereinzelt auch eine Kombination verschiedener Antwortmethoden statt, wie bspw. bei der Untersuchung von Button et al. (2011) durch Joystickbewegungen, vereinfachte motorische Bewegungen und reale Abfangbewegungen sowie zusätzlich durch verbale Angaben bei Dicks, Button, et al. (2010b). Die Auswahl einer bestimmten Answerfassung richtet sich primär nach den zu bearbeitenden Fragestellungen, muss jedoch auch im Zusammenhang mit der Forderung, möglichst ökologisch valide Experimente durchzuführen, betrachtet werden. Zudem muss für jede Untersuchung individuell geklärt werden, inwieweit der Kopplung von Wahrnehmung und Handlung durch das entworfene Setting Rechnung getragen werden kann.

Die Entscheidungen darüber, a) welche Personenstichprobe als geeignet für die Bearbeitung bestimmter Fragestellungen erscheint, b) ob eine Untersuchung unter weitestgehend standardisierten Bedingungen in einem Labor- oder in einem ökologisch valideren Umfeld in einem Feldsetting durchgeführt werden sollte, c) ob die Antworten der Versuchspersonen kleinmotorisch (Fokus auf die Wahrnehmung der Probanden) oder realitätsnäher und großmotorisch (Kopplung von Wahrnehmung und Handlung) abgegeben werden sollen und d) welche Methoden zur Erfassung kognitiver Prozesse (siehe Kap. 3.2) der Untersuchungsteilnehmer eingesetzt werden sollen, bietet Wissenschaftlern mannigfaltige Kombinationsmöglichkeiten auf dem Weg zu verallgemeinerbaren Erkenntnissen hinsichtlich der Expertisevorteile von Athleten in Bezug auf die Antizipationsleistung.

Die Variationsvielfalt, mit der die aufgeführten Methoden in den Untersuchungen zum Problembereich der Antizipation kombiniert werden, hat zur Konsequenz, dass eine Vergleichbarkeit der Ergebnisse erschwert wird. Dennoch werden die sich aus der Analyse des Forschungsstands zur Antizipationsleistung von Fußballtorhütern ergebenden Resultate im Folgenden zusammengefasst. Dabei wird eine Unterteilung in Ergebnisse auf behavioraler und kognitiver Ebene vorgenommen.

Ergebnisse auf behavioraler Ebene

Auf Verhaltensebene liegen mittlerweile einige Erkenntnisse vor, die auch aus unabhängig voneinander durchgeführten Untersuchungen konsistent abgeleitet werden konnten und somit mit ziemlicher Sicherheit als allgemeingültig für die Antizipa-

tion von Elfmeterschüssen gelten können. Eine grundlegende Erkenntnis, die die Ausgangsbasis für die meisten Studien in diesem Themenbereich darstellt, lautet, dass eine korrekte Antizipation der Schussrichtung aufgrund von Bewegungsinformationen des Schützen bereits vor dessen Ballkontakt möglich ist (vgl. z. B. Neumaier et al., 1987; McMorris et al., 1993; Noe et al., 1990). Diese Fähigkeit verbessert sich mit zunehmendem Leistungsniveau und wachsender Erfahrung in der Domäne des Torhüterspiels, was bspw. durch den Vergleich von Experten- mit Novizen-Gruppen oder auch Gruppen eines mittleren Leistungsniveaus belegt werden konnte (vgl. z. B. Noe et al., 1990; Smeeton & Williams, 2012; Williams & Burwitz, 1993). Ein weiteres Ergebnis lautet, dass mit zeitlich zunehmendem Informationsgehalt (längere Präsentationsdauer der Schussausführung) die Antizipationskorrektheit ansteigt (vgl. z. B. Dicks, Button, et al., 2010a; McMorris & Colenso, 1996; McMorris et al., 1993; Smeeton & Williams, 2012). Dieses Bild ist unabhängig vom jeweiligen Leistungsniveau der Probanden, hinsichtlich der Ausprägung des Leistungszuwachses besitzen Experten jedoch zumindest zu einigen Zeitpunkten statistisch relevante Vorteile gegenüber Personen geringerer Spielstärke (vgl. z. B. Williams & Burwitz, 1993). Betrachtet man die Vorhersagegenauigkeit getrennt für Schusseite und Schusshöhe, zeigen sich – wiederum übergreifend für sämtliche Experimentalgruppen – bessere Leistungen bzgl. der Antizipation der Schusseite (vgl. z. B. McMorris et al., 1993; Savelsbergh et al., 2002; Williams & Burwitz, 1993). Ein deutlicher Anstieg der korrekten Vorhersage der Schusshöhe ist meist erst nach der Beobachtung des ersten Teils des Ballflugs zu verzeichnen. Beim Vergleich zwischen Experten und Intermediates bzw. Novizen kristallisiert sich auch bzgl. dieser differenzierteren Analysen eine höhere Leistungsfähigkeit der Experten heraus (vgl. z. B. Savelsbergh et al., 2002). Hinsichtlich des Zeitpunktes, zu dem korrekt antizipierende Experten oder Probanden im Vergleich zu falsch antizipierenden Novizen oder Probanden ihre Antwort abgeben, muss man in besonderem Maße die Aufgabenstellung der jeweiligen Untersuchung berücksichtigen. So zeigen bspw. die Ergebnisse der Studie von Tyldesley et al. (1982), in der die Versuchspersonen instruiert wurden, so schnell wie möglich korrekt zu antizipieren, dass die Experimentalgruppe des höheren Leistungsniveaus dazu signifikant besser befähigt war. Kam es hingegen darauf an, die Antwortinitiierung rechtzeitig oder innerhalb eines bestimmten Zeitfensters abzugeben, nutzten Experten und erfolgreiche Antizipierer die Möglichkeit einer längeren Informationsaufnahme bzw. -verarbeitung und gaben ihre Antworten zu einem späteren Zeitpunkt als die Vergleichsgruppe ab (vgl. z. B. Franks & Harvey, 1997; Savelsbergh et al., 2002, 2005; Diaz et al., 2012). Diese Befunde werden durch Dicks, Davids, et al. (2010) gestützt, die zeigen konnten, dass Torhüter, deren individuelle motorischen Bewegungszeiten verhältnismäßig gering sind, ihre Bewegung in in situ-Situationen zu einem späteren Zeitpunkt initiierten als langsamere Probanden und dadurch eine bessere Antizipationsleistung erzielten.

Eine weitere Erkenntnis der bisherigen Antizipationsstudien mit Fußballtorhütern ist, dass die Antizipationsleistung abhängig von der Schusstechnik sowie der Art

der Schussausführung ist. Neumaier et al. (1987) kamen zu dem Ergebnis, dass Außenspannstöße schlechter vorherzusagen sind als Innenseitstöße (bei erfahrenen Torhütern) oder Vollspannstöße (bei unerfahrenen Torhütern). Letzteres Ergebnis konnten Piras und Vickers (2011) für Torhüter mittleren Leistungsniveaus bestätigen. Bzgl. der Art der Schussausführung lassen sich Befunde dafür anführen, dass der genuine Grundgedanke fintierter Elfmeter – den Torhüter zu einer falschen Schussrichtungsvorhersage zu verleiten – auch in Laborexperimenten erfolgreich umgesetzt werden kann. So ergaben bspw. die Untersuchungen von Dicks, Button, et al. (2010a) sowie Smeeton und Williams (2012) schlechtere Resultate bei der Antizipation von fintierten im Vergleich zu nicht-fintierten Schüssen. Des Weiteren wurden sowohl durch objektive Verhaltensdaten als auch durch subjektive Einschätzungen der Probanden Vorteile bei der Vorhersage von Elfmeter identifiziert, die von Rechtsfüßern ausgeführt wurden (vgl. z. B. McMorris & Colenso, 1996). Im Zusammenhang mit den Diskussionen über die Wahrnehmungs-Handlungs-Kopplung und den Transfer von laborbasierten Erkenntnissen in reale Spielsituationen ist die Studie von Dicks, Button, et al. (2010b) relevant, deren Ergebnisse bessere Antizipationsleistungen in realen Elfmetersituationen im Vergleich zu Laborbedingungen mit Videostimuli ergaben und damit für möglichst ökologisch valide Settings und gegen eine Verallgemeinerung von Laborergebnissen auf in situ-Bedingungen sprechen.

Ergebnisse auf kognitiver Ebene

Die Analyse der Probandenleistungen auf kognitiver Ebene konzentriert sich primär auf die Identifikation von informationstragenden, antizipationsrelevanten Arealen, durch deren Betrachtung die Vorhersagegenauigkeit der Schussrichtung von Elfmeter gesteigert werden kann. Hintergrund dessen ist die Annahme, dass einzelne Körperregionen des Schützen invariante Hinweise über die angestrebte Schussrichtung liefern („advance cue utilisation“; Abernethy, 1987). Die Bestimmung solcher Areale wurde bei der Untersuchung von Fußballtorhütern in den vergangenen 30 Jahren durch Einsatz verschiedener Methoden durchgeführt. Auf der Suche nach invarianten Bewegungen während der Schussausführung wurden Bewegungsanalysen des Schützen getätigt (Neumaier et al., 1987; Franks & Harvey, 1997) oder mit den Probanden post hoc-Interviews (McMorris et al., 1993; McMorris & Colenso, 1996) und schriftliche Befragungen (Williams & Burwitz, 1993) durchgeführt, in denen sie subjektiv relevante Areale benennen sollten. Zuverlässigere Aussagen über antizipationsrelevante Areale lassen sich jedoch über Dumstestverfahren tätigen, unter denen Systeme zur Blickbewegungsregistrierung (Eye-Tracking-Systeme) die gängigsten sind (für eine detaillierte Differenzierung siehe Kap. 3.2.2.2). Ein weiterer Vorteil der Eye-Tracking-Systeme liegt darin, dass durch ihren Einsatz zusätzliche Daten bzgl. visuellen Suchverhaltens erhoben werden können. Dadurch können z. B. Erkenntnisse über Dauer und Anzahl von Fixationen, auch im zeitlichen Verlauf der Schussausführung, gewonnen und Aussagen über die Quiet Eye-Phase (siehe Kap. 3.2.2.2) getätigt werden. Betrachtet man zunächst die als relevant benannten Areale aus Untersuchungen, in denen keine

Blickbewegungserfassung durchgeführt wurde, ergibt sich ein relativ uneinheitliches Bild (vgl. Tabelle 7).

Tabelle 7. Antizipationsrelevante Areale/Hinweisreize aus Fußballtorhüter-Untersuchungen ohne Blickbewegungserfassung.

Areal/Hinweisreiz	Studie
Anlaufwinkel	McMorris & Colenso (1996); McMorris et al. (1993); Neumaier et al. (1987); Williams & Burwitz (1993)
Oberkörperwinkel/-neigung	McMorris et al. (1993); Williams & Burwitz (1993)
Hüftwinkel/-stellung	McMorris & Colenso (1996); Williams & Burwitz (1993)
Standbein	Franks & Harvey (1997)
Schussbein (Trajektorie)	Williams & Burwitz (1993)
Stellung Standfuß	Neumaier et al. (1987)
Position Standfuß zum Ball	Neumaier et al. (1987)
Winkel/Position Schussfuß	McMorris & Colenso (1996); Williams & Burwitz (1993)
Punkt des Fuß-Ball-Kontakts	McMorris et al. (1993)

Trotz der präziseren Erhebungsmethode der Blickbewegungserfassung im Vergleich zu den oben skizzierten Methoden, ergeben sich beim Vergleich der in diesen Studien als antizipationsrelevant identifizierten Areale ebenfalls größere Unterschiede (vgl. Tabelle 8). Ein gewisser Anteil dieser Differenzen ist auf die verschiedenen Settings zurückzuführen, in denen die Daten erhoben werden (z. B. Labor- oder in situ-Untersuchung). Damit einhergehend ergeben sich unterschiedlich große Darstellungen des Elfmeterschützens (auf PC-Bildschirm, Großbildleinwand oder in realer Situation), was sich wiederum in dem Grad der Detailliertheit der Blickbewegungsauswertungen niederschlägt. Des Weiteren resultieren die Unterschiede teilweise aus den Phaseneinteilungen der Schussausführung, für die relevante Areale bestimmt werden und die je nach Studie unterschiedlich ausfallen können (während in einigen Studien bspw. Angaben zu den fixierten Arealen beim Ballkontakt des Schützen gegeben werden, beziehen sich die Aussagen in anderen Studien auf den gesamten Zeitraum der Stimuluspräsentation). In Tabelle 8 sind die einzelnen Areale aufgelistet, die in den diversen Torhüter-Antizipationsstudien durch Blickbewegungsregistrierung an Experten oder erfolgreich antizipierenden Probanden als relevant detektiert wurden. Als zusätzliche Information ist dort – soweit möglich – angegeben, in welchen Phasen der Schussdarbietung diese Areale als entscheidende Hinweisreize identifiziert wurden. Es fällt auf, dass die Areale Standbein, Schussbein, Ball und visual pivot zwischen Ball und Stand- oder Schussbein (Bereich zwischen zwei potentiell relevanten Arealen, Informationsaufnahme durch peripheres Sehen; vgl. Kap. 2.2.3.1) in unterschiedlichen Phasen der Elfmeterausführung als bedeutsam erachtet werden. Die Fixationen der „unklassifizierten Areale“ können zumindest teilweise dem visual pivot zugeordnet werden, da sie im Bereich neben dem Ball und den Waden verortet waren und somit ebenfalls die Zwischenräume zweier oder mehrerer informationstragender

Areale betrachtet wurden. Der erfolgreiche Einsatz der Strategie, Fixationen als visual pivot zu nutzen, um einen komplexeren Wahrnehmungsbereich über die Peripherie der Augen aufzunehmen, wird darauf zurückgeführt, dass die relative Bewegung unterschiedlicher Areale zueinander zuverlässigere Hinweisreize bzgl. der Schussrichtung liefern als einzelne Areale separat (vgl. Savelsbergh et al., 2002). Vergleicht man die genannten Areale bzw. Hinweisreize der Untersuchungen ohne und mit Blickbewegungsregistrierung, so sind große Übereinstimmungen zu verzeichnen. Lediglich der Hinweisreiz des Anlaufwinkels, der in mehreren Studien ohne Eye-Tracker als antizipationsrelevant genannt wurde, wird in den Eye-Tracking-Untersuchungen nicht genannt. Dies bedeutet jedoch nicht, dass die Relevanz des Anlaufwinkels durch diese Studien widerlegt worden ist. Vielmehr resultiert der diesbezügliche Unterschied zwischen den Untersuchungen daraus, dass der Hinweisreiz ohne den Einsatz der Methode des Eye-Tracking von den Probanden benannt oder aufgrund der Bewegungsanalyse des Schützen identifiziert wurde. Bei den Eye-Tracking-Studien wurden vorab konkrete Areale bestimmt, für die die Fixationszahlen analysiert wurden. Ein abstrakter Hinweisreiz, wie der des Anlaufwinkels, kann durch dieses Vorgehen nicht erfasst werden. In einigen Studien mit Blickbewegungserfassung wurden nicht nur für Experten oder Probanden, die die Elfmeterschüsse erfolgreich antizipierten, die relevanten Areale aufgeführt, sondern auch für Novizen oder Probanden, die die Schussrichtung nicht erfolgreich vorhersagen konnten. So wurden bspw. von Savelsbergh et al. (2002), neben unklassifizierten Arealen, Bereiche der oberen Körperregion des Schützen (Oberkörper, Arm, Hüfte) bei Novizen identifiziert. In der Analyse von Savelsbergh et al. (2005) konnte der (statistisch nicht signifikante) Trend beobachtet werden, dass Torhüterexperten, die im Antizipationstest verhältnismäßig schlecht abschnitten, länger den Kopf des Schützen fixierten als erfolgreichere Torhüter. Die in situ-Untersuchung von Piras und Vickers (2011) erbrachte das Ergebnis, dass Torhüter, die einen Elfmeter nicht parieren konnten, signifikant länger den Ball fixierten als die Torhüter, die den Schuss abwehren konnten. Dieses Resultat spiegelte sich auch in der Quiet Eye-Phase wieder, was diesbezüglich in zweierlei Hinsicht dem bisherigen Forschungsstand widerspricht: 1) Im Gegensatz zu früheren Studien (sportartübergreifend: Causer, Holmes & Williams, 2011; Mann et al., 2007; Vickers, 1996; Vickers & Adolphe, 1997; Vickers & Williams, 2007; Vine & Wilson, 2011; Williams, Singer, et al., 2002) konnte in der Untersuchung von Piras und Vickers kein positiver Zusammenhang zwischen der Dauer der Quiet Eye-Phase und der Anzahl parierter Schüsse beobachtet werden; 2) Unter in situ-Bedingungen in anderen Studien zur Antizipation von Torhütern wurde die Quiet Eye-Fixation von erfolgreichen Torhütern eher auf das Objekt gerichtet, das auf das Tor geschossen wurde (Puck oder Ball), in Laborsituationen eher auf Körperareale des Schützen (vgl. Dicks, Button, et al., 2010b; Panchuk & Vickers, 2006, 2009). Die Ergebnisse von Piras und Vickers sind diesbezüglich konträr. Die Autoren der anderen Studien zur Antizipation aus der Torhüterperspektive führten keine gesonderte Analyse der Quiet Eye-Phase durch, tätigten zum Großteil jedoch Aussagen über durchschnittli-

che Anzahl und Dauer der Fixationen sowie durchschnittliche Anzahl fixierter Areale. Dabei konnten in einigen Studien die Untersuchungsergebnisse aus anderen Sportarten und Domänen bestätigt werden, dass die Experten eine effizientere visuelle Suchstrategie einsetzen, indem sie im Vergleich zu Intermediates und Novizen weniger und längere Fixationen ausführen und zudem weniger Areale fixieren (vgl. z. B. Savelsbergh et al., 2002).

Tabelle 8. Antizipationsrelevante Areale aus Fußballtorhüter-Untersuchungen mit Blickbewegungserfassung.

Areal	Zeitpunkt	Studie
Kopf	Anlaufphase	Button et al. (2011); Dicks et al. (2010b); Savelsbergh et al. (2002)
	Allgemein	Tyldesley et al. (1982)
Schulter	Anlaufphase	Kim & Lee (2006)
	Allgemein	Tyldesley et al. (1982)
Oberkörper	Anlaufphase	Dicks et al. (2010b)
Hüfte	Anlaufphase	Tyldesley et al. (1982)
Standbein	Anlaufphase	Button et al. (2011)
	Kurz vor Ballkontakt	Kim & Lee (2006)
	Zum & kurz nach Ballkontakt	Button et al. (2011)
	Allgemein	Dicks et al. (2010b); Savelsbergh et al. (2002); Savelsbergh et al. (2005)
Schussbein	Anlaufphase	Button et al. (2011); Kim & Lee (2006)
	Zum & kurz nach Ballkontakt	Button et al. (2011)
	Allgemein	Dicks et al. (2010b); Savelsbergh et al. (2002); Tyldesley et al. (1982)
Visual Pivot (zw. Ball & Standbein/Schussbein)	Anlaufphase	Kim & Lee (2006)
	Kurz vor Ballkontakt	Kim & Lee (2006)
	Allgemein	Piras & Vickers (2011)
Ball	Kurz vor Ballkontakt	Button et al. (2011)
	Zum & kurz nach Ballkontakt	Button et al. (2011)
	Allgemein	Dicks et al. (2010b); Savelsbergh et al. (2002)
Region um Ball	Zum & kurz nach Ballkontakt	Button et al. (2011)
Unklassifizierte Areale	Allgemein	Savelsbergh et al. (2002); Savelsbergh et al. (2005)

Als Beleg dafür, dass es sich bei der Verwendung längerer Fixationen um ein Expertisemerkmale handelt, führten Savelsbergh et al. (2005) an, dass sie innerhalb ihrer untersuchten Expertengruppe keine signifikanten Unterschiede bzgl. der Fixationsdauer zwischen erfolgreichen und weniger erfolgreichen Antizipierern finden konnten. Jedoch liegen auch hinsichtlich des visuellen Suchverhaltens von Experten bzw. erfahrenen Torhütern gegensätzliche Befunde vor. Die Auswertungen von Button et al. (2011) lassen bspw. darauf schließen, dass Anzahl und Dauer von Fixationen abhängig sind von der experimentellen Umgebung, in denen sie erhoben werden. So konnten lediglich in einer ihrer Laborexperimente Fixationen geringerer Anzahl und längerer Dauer beobachtet werden, in einer annähernd realen Elfmeistersituation konnte diese Muster jedoch nicht entdeckt werden.

Kritikpunkte an bisherigen Untersuchungen zur Antizipation von Fußballtorhütern

Die bisherigen Untersuchungen zur Antizipation von Fußballtorhütern liefern, wie in Kapitel 3.4 beschrieben, eine Vielzahl wichtiger Erkenntnisse bzgl. deren Auswirkung auf das motorische Abwehrverhalten und der zugrundeliegenden kognitiven Prozesse. Dennoch gibt es naturgemäß – und unabhängig von der wissenschaftlichen Qualität – bei jeder dieser Studien Kritikpunkte, die teilweise auch von den jeweiligen Autoren selbst benannt werden. Im Folgenden werden die bedeutsamsten Kritikpunkte zusammengefasst, um eine Argumentationsgrundlage für die Konzeption des eigenen experimentellen Settings zu legen, die in Kapitel 4.2.1 dargestellt wird. Dieses Vorgehen soll jedoch nicht suggerieren, ein wissenschaftliches Experiment entwickeln zu können, dessen abschließende Bewertung frei von Kritikpunkten ist. Die kritischen Anmerkungen beziehen sich

- 1) auf die *Vorbereitung*,
- 2) die *Durchführung* und
- 3) die *Datenauswertung* und *-interpretation* der Untersuchungen.

Im Zusammenhang mit der Vorbereitung bzw. der Konzeption der Antizipationsstudien gilt zunächst die geringe *Anzahl an Versuchspersonen* pro Experimentalgruppe kritisch anzumerken, die einigen Studien zugrunde liegt. Es darf hinterfragt werden, ob bei Stichprobenumfängen von unter zehn Personen zuverlässige Aussagen bzgl. der Antizipationsleistung der Probanden getroffen werden können. Neben ökonomischen Gründen kann ein weiteres Argument für eine geringe Anzahl getesteter Versuchspersonen bei Experten-Novizen-Vergleichen darin gefunden werden, dass es, wie in Kapitel 3.1.3.1 bereits ausführlicher diskutiert, per definitionem schwierig ist, eine größere Anzahl an Personen zu akquirieren, die die definierten Anforderungen an einen „Experten“ erfüllen können. Damit einher geht der Kritikpunkt, dass viele sogenannte Expertengruppen mit Athleten besetzt werden, die die Torhüterposition lediglich auf einem *mittleren Leistungsniveau* bekleiden. Dies erschwert die Vergleichbarkeit von Ergebnissen verschiedener Untersuchungen und lässt nur eingeschränkt Rückschlüsse auf ein potentiell optimales Verhalten von Torhütern zu.

Im Rahmen der Untersuchungsdurchführung ist in einigen Experimenten die *geringe Realitätsnähe* der dargebotenen Stimuli zu monieren. Dies kann sich bspw. darin äußern, dass Elfmeterschüsse mit deutlich geringerer Schussgeschwindigkeit abgegeben werden, als es in Wettkampfsituationen der Fall wäre. Konsequenz daraus ist eine höhere Quote korrekt antizipierter Schüsse und damit eine Einschränkung der Verallgemeinerbarkeit der Ergebnisse für die Praxis. Vor allem in Laborstudien kann gelegentlich beobachtet werden, dass die Elfmeterschüsse nicht auf einem Fußballfeld, auf dem der Versuchsperson durch Spielfeldmarkierungen optische Bezugspunkte zur Verfügung stehen, sondern bspw. in einer Leichtathletikhalle ausgeführt werden, in der die Laufbahnmarkierungen einen irritierenden Einfluss auf den Torhüter ausüben könnten (vgl. Piras & Vickers, 2011; vgl. Abbildung 32).



Abbildung 32. Bildausschnitt aus der Perspektive des Torhüters in der Untersuchung von Piras & Vickers (2011, S. 247).

Dieses Beispiel soll stellvertretend stehen für das Vorhandensein von diversen Störfaktoren, die neben einer Verzerrung der behavioralen Antworten in größerem Maße auch zu einem verfälschenden Blickverhalten der Probanden und somit zu falschen Schlussfolgerungen der Autoren führen könnte. Des Weiteren ist im Lichte der Thematik der Wahrnehmungs-Handlungs-Kopplung kritisch zu hinterfragen, ob der Einsatz von *Methoden zur Answerfassung*, die eine geringe ökologische Validität aufweisen, zu erkenntnisreichen Ergebnissen führen kann. Die Frage ist, ob eine Answerfassung per „Papier und Bleistift“, verbaler Rückmeldung oder PC-Tastatur nicht eine zu abstrakte Abfrage der antizipierten Schussrichtung darstellt und dadurch vornehmlich den ventralen Informationsverarbeitungspfad aktiviert (vgl. van der Kamp et al., 2008), der bei einer motorischen Abwehrhandlung in

der Realsituation lediglich eine untergeordnete Rolle spielt? Die Folge dessen wäre eine reduzierte Aussagekraft der Resultate und eine Einschränkung der Möglichkeit der Übertragbarkeit dieser Untersuchungsergebnisse auf eine reale Elfmetersituation.

Ein weiteres Problem bezieht sich auf Eye-Tracking-Studien, in denen ein – inhaltlich äußerst sinnvoller – Vergleich zwischen dem Verhalten sowie den kognitiven Vorgängen der Probanden in Labor- und in situ-Bedingungen durchgeführt wird. Aufgrund der hohen Materialbelastung eines mobilen „head mounted“ Eye-Trackers bei der Durchführung von realen Abwehrbewegungen (z. B. Hechtsprung in eine der Torecken), wie sie bei Zielfeldern in den Torecken notwendig wäre, wurde von dieser Art der Antwortabgabe Abstand genommen und stattdessen in einer Untersuchung lediglich auf zwei Zielfelder geschossen, die sich zwischen Tormitte und jeweiligem Pfosten befinden. Dadurch konnte die Answerfassung durch kleinmotorischere Abwehrbewegungen (Schritt auf die jeweilige Seite und Abwehren des Balles durch eine Armbewegung) realisiert werden. Dieses Vorgehen schränkt jedoch die *Vergleichbarkeit der Verhaltensdaten* der Torhüter zwischen der in situ-Bedingung und der Laborbedingung ein. So ist in der in situ-Bedingung bspw. die fehlende Notwendigkeit, auch die Schusshöhe antizipieren zu müssen, ein großer Vorteil für die Torhüter und führt zwangsläufig zu besseren Vorhersageleistungen. Um einen hohen Grad an Vergleichbarkeit zu erreichen, ist es daher – auch unabhängig von dem aufgeführten Beispiel – notwendig, den Versuchspersonen in sämtlichen experimentellen Bedingungen dieselben Antwortoptionen anzubieten.

Die kritischen Anmerkungen bzgl. der Auswertungsstrategien und getätigten Interpretationen in den beschriebenen Studien betreffen vor allem den Bereich der *Identifizierung von antizipationsrelevanten Hinweisreizen*. Vor allem in Untersuchungen aus den 80er- und 90er-Jahren des letzten Jahrhunderts konnten aufgrund des damaligen technischen Standards nur selten Systeme zur Blickbewegungserfassung eingesetzt werden. Stattdessen wurden für die Probanden subjektiv relevanten Areale in Interviews oder Fragebögen abgefragt oder anhand von Videodaten abgeleitet. Der Einsatz dieser Methoden ist jedoch auch in Untersuchungen aus jüngerer Vergangenheit zu beobachten. Interviews, Fragebögen oder Videoanalysen können je nach zu beantwortender Fragestellung sehr sinnvolle Instrumente sein, in Bezug auf die Detektion von Arealen, die einem Torhüter Rückschlüsse auf die zukünftige Flugbahn des Balles erlauben, sollten sie jedoch idealerweise lediglich als ergänzende Maßnahmen zur Erfassung der Blickbewegungen via Eye-Tracking-System eingesetzt werden. Die Bestimmung von Hinweisreizen ohne Eye-Tracking lässt nur grob ableiten, welche Bereiche der Szenerie von den Versuchspersonen tatsächlich für eine korrekte Antizipation betrachtet wurden. Subjektive Aussagen der Probanden darüber, aus welchen Arealen des Schützen oder dessen Umgebung sie in Vorbereitung auf ihre Antwort Informationen bezogen haben, können nur in gewissem Maße als zuverlässig angesehen werden, da bspw. nicht jede getätigte Fixation bewusst abgelaufen und verbalisierbar sein muss.

Der Forschungsstand zur Antizipation von Fußballtorhütern zeigt deutlich, dass die Verwendung der *Eye-Tracking-Methode* zur Bearbeitung diverser Fragestellungen äußerst geeignet ist. Dennoch sind dieser Methode auch einige Limitationen (bspw. im Zusammenhang mit dem Phänomen des „looking without seeing“) inhärent, die in den vorangegangenen Kapiteln bereits ausführlich thematisiert wurden. Die Einschränkungen, die der Einsatz von Systemen zur Blickbewegungserfassung mit sich bringt, müssen in den Interpretationen der Ergebnisse berücksichtigt werden. Ebenso ist es notwendig, verschiedene Interpretationsmöglichkeiten identifizierter Besonderheiten im Blickverhalten der Probanden – wie die Quiet Eye-Phase – zu prüfen. Vor allem im Kontext von Abfangaufgaben, wie dem Abwehren eines Tor-schusses, muss bzgl. des Quiet Eye die Frage nach Ursache und Wirkung gestellt werden: Führt eine ruhige Fixation zu einem frühen Zeitpunkt dazu, dass ein Schuss gehalten wird oder ermöglicht es die vorhandene Kenntnis über bestimmte Eigenschaften des Schusses dem Torhüter, mit ruhigem Blick an einem spezifischen Ort seine Informationen aufzunehmen? In den meisten Studien wird eine vorhandene Quiet Eye-Phase der ersten Interpretationsoption zugeschrieben, wobei die zweite Option nur äußerst selten überhaupt diskutiert wird.

Ein nächster Kritikpunkt bezieht sich auf die *statistischen Auswertungen* einiger Studien und damit auf deren *Interpretierbarkeit* und *Vergleichbarkeit* mit anderen Untersuchungen. So wurden vor allem in Studien, in denen Daten ausschließlich über Videoanalysen von Elfmeterschüssen in Wettkampfspielen gewonnen wurden, keine inferenzstatistischen Auswertungen vorgenommen, die Rückschlüsse darüber zulassen würden, ob eine bestimmte Abwehrstrategie der Torhüter anderen Strategien bzgl. der Effektivität bedeutsam überlegen ist.

Abschließend wird der *Untersuchungsgegenstand* kritisch hinterfragt, der im Zentrum der bisherigen Forschungsarbeiten zum Thema „Antizipation bei Fußballtorhütern“ stand. Die Fragestellungen bzgl. dieses Themas wurden bislang nahezu ausnahmslos unter *Elfmeter-Bedingungen* erforscht. Die Testung von Torhütern unter dieser Bedingung ist ökonomisch und methodisch auch gut begründbar. Die Stimuluserstellung für Laboruntersuchungen ist zeit- und finanzökonomisch sowie aufnahmetechnisch mit verhältnismäßig geringem Aufwand realisierbar. Zudem bieten Strafstoßsituationen relativ standardisierte Bedingungen, die es dem Versuchsleiter ermöglichen, die auf Basis der Schussausführungen unterschiedlicher Schützen gewonnenen Daten der Versuchspersonen miteinander zu vergleichen. Diesen Vorteilen der Elfmetersituationen stehen aber auch einige inhaltliche Nachteile gegenüber. Zunächst ist festzuhalten, dass der Elfmeter dadurch gekennzeichnet ist, dass ein ruhender Ball auf das Tor geschossen wird. In den meisten Fußballsituationen befindet sich der Ball jedoch in Bewegung. Die Analyse des Forschungsstandes konnte zeigen, wie unterschiedlich die Ergebnisse aufgrund verschiedener situativer und aufgabenbezogener Bedingungen ausfallen. Daher ist es notwendig, neben Strafstoßen auch andere, sich aus dem Spielverlauf entwickelnde Situationen zu untersuchen, um situationsspezifische Aspekte zu analysieren bzw. die Generalisierbarkeit gewonnener Erkenntnisse zu überprüfen. Des Wei-

teren muss hinterfragt werden, welche Praxisrelevanz Elfmetersituationen aufweisen. Sobald diese Situationen in einem Liga-Spiel auftreten oder der Einzug in die nächste Runde bzw. der Sieg in einem Pokalwettbewerb oder einer internationalen Meisterschaft von dem Ergebnis des Elfmeterschießens abhängig ist, kommt ihnen natürlich eine große Bedeutung zu. Betrachtet man aber die Häufigkeit des Auftretens eines Strafstoßes in Spielen der 1. Fußball-Bundesliga in Deutschland in den Saisons 2001/2002 bis 2010/2011, so zeigt sich, dass jeder Torhüter pro Spiel durchschnittlich lediglich 0.12-mal, in einer gesamten Saison nur 3.96-mal mit einem Elfmeter konfrontiert wurde¹. Diese Zahlen belegen, dass Elfmeterschüsse im Vergleich zu Torschüssen aus dem Spielverlauf heraus eine untergeordnete Rolle spielen. Des Weiteren wird durch den Einsatz von Elfmetersituationen in experimentellen Settings die Realitätsnähe in spezieller Weise verringert, dies sogar unabhängig davon, ob eine relativ abstrakte Laborbedingung erzeugt oder in situ untersucht wird. Merkmale von Elfmetersituationen in der Realität sind zum einen das Fintieren des Schützen vor dem und zu dem Zeitpunkt des Ballkontakts sowie zum anderen der Versuch des Torhüters, durch sein Verhalten vor der Ausführung und seine Bewegungen oder seine Positionierung auf der Torlinie während der Ausführung den Schützen zu beeinflussen. Eine Strafstoßsituation ist somit geprägt von dem Versuch der gegenseitigen Einflussnahme durch Torhüter und Schützen. Die Beeinflussbarkeit des Schützen durch das Verhalten des Torhüters konnte in verschiedenen Untersuchungen belegt werden (vgl. z. B. Kuhn, 1988; Wood & Wilson, 2010), ebenso die Verschlechterung der Antizipationsleistung des Torhüters bei der Darbietung von fintierten Schüssen (vgl. z. B. Dicks, Button, et al., 2010a; Neumaier et al., 1987; Smeeton & Williams, 2012). Das Wechselspiel zwischen den beiden an dieser Situation beteiligten Parteien kann jedoch durch die Präsentation von Video-Stimuli nicht abgebildet werden. Auch in den meisten in situ durchgeführten Torhüter-Untersuchungen wird die beidseitige Beeinflussung dadurch unterdrückt, dass die Schützen vor der Elfmeterausführung unabhängig vom Verhalten des Torhüters die Instruktion erhalten, wohin sie zu schießen haben. Dieses Vorgehen ist oftmals durch die jeweiligen Fragestellungen methodisch durchaus berechtigt, jedoch spiegelt es die Realität nur unzureichend wider. Als weiterer inhaltlich kritischer Aspekt sind die Indizien dafür zu sehen, dass Torhüter im Sinne einer „Glücksspielstrategie“ im Vorfeld einer Strafstoßausführung bereits festlegen, in welchen Bereich ihres Tores sie sich für eine potentielle Schussabwehr bewegen werden. Andreas Köpke, 59-facher deutscher Nationaltorhüter, Welttorhüter des Jahres 1996 und seit 2004 Torwarttrainer der deutschen Nationalmannschaft, äußerte in einem Interview mit der „Frankfurter Allgemeinen Sonntagszeitung“ bzgl. der Elfmetersituation aus Sicht des Torwarts: „Es ist bei jedem Spieler eine Tendenz erkennbar. Und das ist interessant: In der Drucksituation schießt doch jeder eher in sein Lieblingseck und orientiert sich nicht plötzlich um. Auf solche Dinge spekulieren wir. ... Da ist viel Glück im Spiel“ (Köpke, 2010). Diese Einschätzung

¹ Die angegebenen Werte wurden auf Basis von Statistiken berechnet, die den Internetseiten www.fussballdaten.sport.de und www.kicker.de entnommen wurden.

kann durch die Ergebnisse einer Befragung von Bar-Eli, Azar, Ritov, Keidar-Levin und Schein (2007) an Torhütern gestützt werden, wonach die Ausführung eines Sprunges in eine der beiden Tor-ecken als normativ erachtet wird. Dies ist vor dem Hintergrund interessant, dass Berger (2010) in einer Analyse feststellen konnte, dass es deutlich mehr Elfmeterschüsse in die Mitte des Tores gibt als Entscheidungen der Torhüter, in ihrer Ausgangsposition zu verharren (vgl. Zart, 2012). Neben der möglicherweise eingesetzten Glücksspielstrategie der Torhüter beinhaltet die Situation des Elfmeters die Besonderheit, dass ein gut platzierter, mit durchschnittlicher Geschwindigkeit geschossener Ball selbst dann nicht abzuwehren ist, wenn der Torwart rechtzeitig antizipiert und seine Bewegung einleitet. Zu diesem Ergebnis kommen z. B. Kerwin und Bray (2006), die mithilfe einer Fußball-Ballmaschine Bälle mit einer Geschwindigkeit von 75,6 km/h auf ein Tor schossen und per Videoaufnahmen, biomechanischer Analysen sowie anthropometrischer Daten von Torhütern ein Modell erstellten, dessen Simulation eine Fläche von 28% des Tores definierte, in denen ein Ball unhaltbar ist. In der Praxis bedeuten die Anfälligkeit des Torhüters für Finten, die laut Aussagen von Torwarten häufig verwendete Glücksspielstrategie sowie die Existenz eines Bereiches im Tor, der für einen Torhüter nicht rechtzeitig für eine Ballabwehr erreichbar ist, dass im Zeitraum der Saisons 2001/2002 bis 2010/2011 durchschnittlich 75,88% der in der 1. Fußball-Bundesliga ausgeführten Elfmeter zu einem Torerfolg führten.

Zusammenfassend stellt sich auf Basis der angeführten Argumente die Frage, ob Untersuchungen zur Antizipationsleistung und deren zugrundeliegenden kognitiven Aspekten von Fußballtorhütern, die fast ausschließlich auf Untersuchungen von Elfmetersituationen beruhen, geeignet sind, um Torhüter-Expertise abzubilden. Darauf aufbauend ist es unklar, inwieweit die aus diesen Studien gewonnenen Erkenntnisse sinnvoll auch auf andere Situationen übertragbar sind, mit denen ein Torhüter im Verlauf eines Fußballspiels konfrontiert wird.

Die in diesem Kapitel dargestellten Ergebnisse bzgl. behavioralem und kognitivem Antizipationsverhalten von Torhütern sowie die aufgeführten Kritikpunkte an der bisherigen Vorgehensweise zu deren Untersuchung bilden einen Teil der Grundlagen, auf denen aufbauend im folgenden Kapitel die Konzeption der empirischen Studie dieser Arbeit beschrieben und erläutert wird.

Empirischer Teil

4. Empirische Analysen der Antizipation von Fußballtorhütern

Dieses Kapitel beschreibt die experimentelle Vorgehensweise, die zur Analyse der Antizipation und des zugrundeliegenden kognitiven Antizipationsprozesses von Fußballtorhütern gewählt wird. Zunächst erfolgt in Kapitel 4.1 die *Formulierung der konkreten Fragestellungen* sowie der entsprechenden Hypothesen. Im anschließenden Kapitel 4.2 werden detaillierte Ausführungen bzgl. der eingesetzten *Untersuchungsmethodik* getätigt. Der Hauptteil der empirischen Laboruntersuchungen besteht aus zwei Teilstudien, in denen unterschiedliche Forschungsansätze angewendet werden. Für jeden dieser Ansätze wird geprüft, ob durch deren Einsatz reliable Ergebnisse bzgl. des Antizipationsverhaltens von Fußballtorhütern gewonnen werden können und ob die Resultate der beiden Studien den Ansprüchen an die Kriteriumsvalidität gerecht werden. Darüber hinaus werden die Ergebnisse der inhaltlichen Fragestellungen bzgl. der Antizipationsleistung auf behavioraler und kognitiver Ebene dargestellt (Kap. 4.3). Das Ziel dieser Analysen besteht darin, aufbauend auf den separaten Auswertungen der Studien abschließend einen Vergleich der Ergebnisse durchzuführen, der Aufschluss darüber geben soll, welche Methode für die Verwendung als kognitive Leistungsdiagnostik für Torhüter besser geeignet ist. Den Abschluss von Kapitel 4 bildet eine *zusammenfassende Interpretation* aller erzielten Ergebnisse sowie eine *Diskussion* der Befunde (Kap. 4.4).

4.1 Konkrete Fragestellungen

Die konkreten Hauptfragestellungen sowie die entsprechenden Hypothesen der empirischen Untersuchungen beziehen sich übergreifend auf drei unterschiedliche Auswertungsebenen: Die *Zuverlässigkeit der Testbatterie*, die hypothesengeleiteten *inhaltlichen Analysen der Antizipationsleistung auf behavioraler Ebene* zur Stützung der Validierung sowie auf *kognitiver Ebene die explorative Erkundung des Blickverhaltens*.

Zuverlässigkeit der Testbatterie

Bei der Evaluation eines (im konkreten Fall neu konzipierten) Diagnostikinstrumentes hat die Überprüfung der klassischen Testgütekriterien zu erfolgen. Die Kriterien der *Auswertungs-* und *Durchführungsobjektivität* sind durch die Standardisierungen innerhalb der Testbatterie vorgegeben und erfüllt, der Aspekt der *inhaltlichen Validität* ist über die Expertenbeurteilung der Stimuli durch den DFB-Trainer sichergestellt worden.

Ein weiteres Kriterium dafür, ein experimentelles Setting prinzipiell für den Einsatz als Diagnostikinstrument nutzen zu können, liegt in der *Reliabilität* der auf behavioraler Ebene erhobenen Daten. Um den Aspekt der Zuverlässigkeit der Testbatterie zu überprüfen, werden *Konsistenzanalysen* (Reliabilitätsanalysen) sowie Analysen

der *Retest-Reliabilität* durchgeführt. Ergeben diese zufriedenstellende Kennziffern, kann der Testbatterie die Zuverlässigkeit bescheinigt werden, um potentiell als Diagnostikinstrument Anwendung finden zu können.

Um eine endgültige Aussage über die Eignung des experimentellen Settings für den Einsatz im Sinne einer Leistungsdiagnostik treffen zu können, müssen jedoch zusätzliche Aspekte überprüft werden, die im weitesten Verständnis der *Validierung* (Kriteriums- und Konstruktvalidierung) zugeordnet werden können. So ist bspw. relevant, ob das Instrumentarium trennscharf zwischen diversen Außenkriterien differenzieren kann, z. B. zwischen Torhütern unterschiedlicher Leistungsniveaus oder Erfahrungsstufen. Dieser Aspekt besitzt für die vorliegenden Untersuchungen jedoch in noch größerem Maße inhaltliche Bedeutung, so dass die entsprechenden Fragestellungen und Hypothesen nicht im Kontext der Analyse der Testzuverlässigkeit, sondern im Zusammenhang mit den inhaltlichen Auswertungen formuliert werden.

Hypothesengeleitete inhaltliche Analysen der Antizipationsleistung zur Stützung der Validierung (behaviorale Ebene)

Die Hypothesen zur inhaltlichen Analyse der Antizipationsleistung auf behavioraler (produktorientierter) Ebene basieren zum Großteil auf dem empirischen Forschungsstand, aus dem einige Faktoren abgeleitet werden können, die die Antizipationsleistung beeinflussen. Diese Faktoren beziehen sich auf 1. den dargebotenen *Informationsgehalt* (vgl. z. B. Dicks, Button, et al., 2010a; McMorris & Colenso, 1996; McMorris et al., 1993; Smeeton & Williams, 2012), 2. die *Situationskomplexität* der Stimuli (aufgrund der Vergrößerung des „visuomotor workspace“, vgl. Vickers, 2007), 3. das *Können* der Probanden (operationalisiert durch die globale Leistungsfähigkeit; vgl. z. B. Abernethy, 1991; Savelsbergh et al., 2002; Williams & Starkes, 2002; Williams, Ward & Smeeton, 2004), 4. die *Erfahrung* der Probanden (operationalisiert durch die Altersklasse; vgl. z. B. Noe et al., 1990; Smeeton & Williams, 2012) und 5. die *vorherzusagende Dimension des Ballflugs* (Schussseite vs. -höhe; vgl. z. B. McMorris et al., 1993; Neumaier et al., 1987; Savelsbergh et al., 2002; Williams & Burwitz, 1993). Daraus ergeben sich für die vorliegende Arbeit folgende Hypothesen:

- **Hypothese 1:**
„Die Antizipationsleistung verbessert sich mit zunehmendem Informationsgehalt.“
- **Hypothese 2:**
„Die Antizipationsleistung liegt bzgl. der Schussseite höher als bzgl. der Schusshöhe.“

- **Hypothese 3:**
„Die Antizipationsleistung nimmt mit wachsender Situationskomplexität ab.“
- **Hypothese 4:**
„Die Antizipationsleistung bei Gruppen eines oberen Leistungsniveaus (Faktor ‚Können‘) liegt höher als bei Gruppen eines unteren Leistungsniveaus.“
- **Hypothese 5:**
„Die Antizipationsleistung erfahrenerer Torhüter liegt höher als die unerfahrenerer Torhüter.“

Explorative Erkundung des Blickverhaltens (kognitive Ebene)

Die Analyse des Blickverhaltens auf kognitiver (prozessorientierter) Ebene wird in dem vorliegenden experimentellen Setting auf Basis der Daten vollzogen, die mittels des Eye-Tracking-Systems von einer Teilstichprobe gewonnen werden. Daher beziehen sich die konkreten Fragestellungen und deren entsprechenden Hypothesen auf den Einfluss verschiedener Variablen auf das Blickverhalten der Probanden. Anders als bei den Auswertungen zur Antizipationsleistung kann für die Hypothesen bzgl. des kognitiven Antizipationsprozesses vorab keine Richtung der erwarteten Ergebnisse prognostiziert werden, so dass diese als explorativ zu bezeichnen sind. Dabei wird erwartet, dass sich das Blickverhalten im Bezug auf die diversen unabhängigen Variablen unterscheiden wird, präzise Annahmen über die Ausprägung der zu erwartenden Unterschiede können jedoch nicht vorgenommen werden. Einige der Fragestellungen können nur durch eine kombinierte Analyse des Antizipationsprozesses mit der Antizipationsleistung bearbeitet werden. Diese Analyse wird notwendig, um zum einen Unterschiede im *Blickverhalten zwischen korrekt und falsch antizipierten Schüssen* identifizieren zu können und zum anderen, um in der präsentierten Szenerie die *Areale identifizieren* zu können, die den Versuchspersonen die relevanten Informationen für eine korrekte Antizipation bereitstellen. Konkret wird bei letzterer Analyse überprüft, welche Areale von den Torhütern im Vorfeld einer korrekten Antizipation betrachtet werden. Weitere Auswertungen beziehen sich auf die Fragen, ob das Blickverhalten der Torhüter abhängig ist von der *Situationskomplexität* der Videos, die ihnen als Stimuli präsentiert werden, und ihrer *Erfahrung*. Aus diesen Fragestellungen lassen sich folgende Hypothesen ableiten:

- **Hypothese 6:**
„Das Blickverhalten unterscheidet sich zwischen korrekt und falsch antizipierten Schüssen.“

- **Hypothese 7:**

„Das Blickverhalten unterscheidet sich innerhalb der vier unterschiedlich komplexen Situationen zwischen Torhütern mit unterschiedlicher Erfahrung.“

Nebenfragestellungen

Im Rahmen der Laboruntersuchung werden zusätzlich zu den Hauptfragestellungen zwei *Nebenfragestellungen* untersucht. Mit der ersten Nebenfragestellung soll explorativ untersucht werden, ob bzgl. der *allgemeinen Sehschärfe* Besonderheiten – ggf. auch in Verbindung mit Antizipationsleistung und -prozess – zu erkennen sind, auch wenn mittlerweile zumindest bessere Expertenleistungen weniger auf einen Vorteil bzgl. dieses (zum Großteil) genetischen Faktors sondern eher auf Vorteile hinsichtlich der Informationsverarbeitung zurückgeführt werden (für einen Überblick über die „Hardware- vs. Software-Diskussion“ siehe Kap. 3.1.3).

Die zweite Nebenfragestellung bezieht sich auf die *allgemeine Reaktionszeit*, die die Probanden für eine Antwort auf einen sportunspezifischen Reiz benötigen. Diese wird überprüft, um bei der Interpretation von Daten, die im Verlaufe der Antizipationstests bzgl. Reaktions- bzw. Antwortzeiten gewonnen werden, davon ausgehen zu können, dass evtl. auftretende Gruppenunterschiede auch tatsächlich auf den Ausprägungen der unabhängigen Variablen basieren und nicht aufgrund von Vorteilen einer Gruppe hinsichtlich der – in diesem Zusammenhang als Störvariable anzusehenden – allgemeinen Reaktionszeit. Der allgemeine Reaktionszeittest soll die Frage beantworten, ob sich die untersuchten Probandengruppen hinsichtlich der allgemeinen Reaktionszeit unterscheiden. Wäre dies der Fall, müsste das Ergebnis bei entsprechenden Auswertungen und Interpretationen innerhalb der Antizipationstests berücksichtigt werden. Da es sich bei diesem Reaktionstest um ein sportunspezifisches Verfahren handelt, ist auf Grundlage anderer empirischer Untersuchungen (vgl. z. B. Abernethy & Russell, 1987b; Helsen & Starkes, 1999; Schorer, 2007) jedoch davon auszugehen, dass kein statistisch bedeutsamer Unterschied zwischen den verschiedenen Gruppen auftritt.

4.2 *Untersuchungsmethodik*

Im folgenden Kapitel werden umfassende Angaben zur Untersuchungsmethodik der empirischen Studien getätigt. Zunächst wird auf die Entwicklung der Instrumentarien eingegangen (Kap. 4.2.1). Danach wird die Personenstichprobe beschrieben, die sich aus Torhütern zusammensetzt, die über unterschiedliches Leistungsniveau und einen unterschiedlichen Erfahrungsschatz auf ihrer Spielposition verfügen (Kap. 4.2.2). Im Anschluss werden die Merkmalsstichprobe und das experimentelle Design der Untersuchung vorgestellt (Kap. 4.2.3). Hierbei wird auf sämtliche Tests eingegangen, die mit den Probanden im Labor durchgeführt werden. Kapitel 4.2.4 umfasst Angaben zum Untersuchungsaufbau, die in Beschreibungen der Positionierung der Probanden, der Gestaltung des Laborraums sowie der technischen

Umsetzung unterteilt sind. In Kapitel 4.2.5 werden der Untersuchungsplan und die - durchführung der beiden Laborstudien dargelegt. Dieses Kapitel schließt mit den Informationen zu den statistischen Auswertungsverfahren, die zur Analyse der verschiedenen Tests eingesetzt werden (Kap. 4.2.6).

4.2.1 Entwicklung der Instrumentarien

Die übergeordneten Ziele des empirischen Teils der vorliegenden Arbeit bestehen darin, zum einen inhaltliche Analysen des Antizipations- und Blickverhaltens von Fußballtorhütern durchzuführen und zum anderen ein Instrumentarium zur Analyse der Antizipationsleistung von Fußballtorhütern zu entwickeln, das im Sinne des Begabungsansatzes perspektivisch zur Talentdiagnose eingesetzt werden kann. Im folgenden Kapitel wird die Entwicklung dieses Instrumentariums dargestellt, in dem defensive Antizipationsprozesse von Torhütern bei Abfangaufgaben („interceptive timing tasks“) in open-skill-Situationen getestet und dessen Eignung als Torhüterdiagnostik geprüft werden soll. Für die praktische Umsetzung der Validierung dieses Instrumentariums wird eine Methode der Expertiseforschung, der Experten-Novizen-Vergleich, eingesetzt, innerhalb derer die Unterscheidungsmerkmale „Können“ und „Erfahrung“ klassische Variablen darstellen (Welford, 1976).

Die Konzeption dieses diagnostischen Instruments wird geleitet durch eine Reihe von theoriebasierten Implikationen (im Besonderen des Expert Performance Approach), die in den vorangegangenen Kapiteln ausführlich beschrieben wurden. Sie werden an dieser Stelle im Zuge der Beschreibung der Entwicklung des experimentellen Settings nochmals prägnant zusammengefasst (Kap. 4.2.1.1). Im anschließenden Teilkapitel wird das Vorgehen zur Erstellung der Stimulusvideos erläutert (Kap. 4.2.1.2).

Im Zusammenhang mit der Erstellung des experimentellen Settings sowie der Stimulusvideos werden in den folgenden Teilkapiteln die „Kontrollfragen“ von Williams und Ericsson (2005; siehe Kap. 3.1.3.2) dahingehend beantwortet, wie die wichtigsten Komponenten eines experimentellen Settings konkret für die Bearbeitung des Untersuchungsgegenstands der Antizipation von Fußballtorhütern gestaltet werden. Die Fragen sind in Tabelle 9 nochmals aufgeführt. Anhand der hinzugefügten Nummerierungen erfolgen im Text an den Stellen, an denen die entsprechenden Antworten berichtet werden, Verweise auf die jeweiligen Fragen.

Tabelle 9. Kontrollfragen bzgl. der wichtigsten Komponenten des experimentellen Settings (Williams & Ericsson, 2005).

Nr.	Kontrollfrage
1	Spiegeln Videostimuli die Dynamik der sportlichen Aktion adäquat wider oder sollte eine in situ-Untersuchung bevorzugt werden?
2	Ist die Variation der von der Versuchsperson gezeigten Leistung während der Untersuchung auf die Anzahl an Kontextinformationen zurückzuführen, die sie vor der Stimulusdarbietung erhalten hat (z. B. spezifische Informationen über den Gegner)?
3	Bringt der Einsatz einer virtuellen Realität Vorteile gegenüber herkömmlichen Videostimuli?
4	Falls Videostimuli eingesetzt werden, sollten diese möglichst realitätsnah auf einer Großbildleinwand präsentiert werden oder genügt dafür ein Standardmonitor?
5	Sollte die Verbindung zwischen Wahrnehmung und Handlung auch im Laborsetting berücksichtigt werden oder ist es möglich, repräsentative Aufgaben zu entwickeln, die ohne eine physische Interaktion mit der Umwelt effektiv perzeptiv-kognitive Fähigkeiten erfassen können?
6	Sollten Forscher versuchen, während der Untersuchung andere Leistungsanforderungen wie physiologische Ermüdung, wettbewerbsbedingte Angst oder drohende Verletzung zu simulieren?

4.2.1.1 Entwicklung des experimentellen Settings

Im Vorfeld der Entwicklung eines experimentellen Settings ist zunächst die grundlegende Frage zu beantworten, ob die Untersuchung im Labor oder unter realen Bedingungen durchgeführt werden sollte. Der ausschlaggebende Aspekt, der zur Entscheidung für eine der beiden Optionen führt, ist – auf Basis der zu bearbeitenden Fragestellungen – die bevorzugte Verortung der Untersuchung auf dem Kontinuum zwischen hoher interner Validität und hoher externer (oder ökologischer) Validität. Durch den Einsatz eines Experten-Novizen-Vergleichs, so wie er in den empirischen Untersuchungen dieser Arbeit vollzogen wird, ist eine randomisierte Zuordnung zu den Experimentalgruppen nicht möglich, so dass lediglich ein quasi-experimentelles Forschungsdesign angewendet werden kann. Die „Experten-Gruppen“ setzen sich aus Torhütern zweier Jahrgänge von Jugend-Verbandsauswahlmannschaften zusammen, die somit im Bereich des DFB zu den besten Torhütern ihrer Altersklasse gehören. Aufgrund der hohen Leistungsstärke deutscher (auch Jugend-) Torhüter kann davon ausgegangen werden, dass es sich bei ihnen auch im internationalen Vergleich um sehr gute Torhüter handelt. Die „10-Jahres-Regel“ (oder auch die „10.000-Stunden-Regel“) als Voraussetzung für die Erlangung des Expertisegrades (siehe Kap. 3.1.3.2) kann von den Jungendtorhütern natürlich noch nicht erfüllt werden. Bezieht man sich aber auf die differentialpsychologischen Betrachtungsweise von Ericsson und Smith (1991), nach der sich Expertise durch herausragende Leistungen in Bezug zu einer Referenzgruppe (hier andere Torhüter des gleichen Alters) ergibt, ist es legitim, den jugendlichen Torhütern der höchsten Leistungsklasse das Prädikat „Experte“ zu verleihen, sie zumindest aber als „besonders talentiert“ zu bezeichnen (vgl. Kap. 3.1.2). Dieser Bezug zur Referenzgruppe desselben Alters ist bei der Interpretation der Ergebnisse die-

ser jugendlichen Expertengruppen zu beachten. Nur im Vergleich mit Gleichaltrigen können diese Torhüter als Experten angesehen werden. Im Vergleich zu den erwachsenen Experten, die alle formulierten Voraussetzungen der Expertendefinition erfüllen, sind die jugendlichen Experten wahrscheinlich in einigen Teilbereichen noch nicht auf demselben Niveau. Die „Novizengruppe“ ist in den hier vorliegenden Studien treffender als „Nicht-Expertengruppe“ zu bezeichnen, da es sich bei ihr nicht – wie in vielen Untersuchungen der Expertiseforschung – um eine Anfängergruppe handelt, sondern um Torhüter, die ähnlich trainiert und erfahren sind wie die Experten und den Fußballsport lediglich auf einem niedrigeren Leistungsniveau ausüben. Dadurch wird gewährleistet, dass möglicherweise auftretende Unterschiede zwischen den Experten und den Nicht-Experten innerhalb der experimentellen Untersuchung nicht auf die geringere Vertrautheit der Nicht-Experten mit der Testsituation zurückzuführen ist (vgl. Abernethy et al., 1993). Die Forderung nach dieser Art der Zusammensetzung einer Referenzgruppe wurde bereits Anfang der 1990er-Jahre aufgestellt (vgl. z. B. Abernethy et al., 1993), wird aufgrund der häufigen Missachtung aber in den letzten Jahren immer wieder erneuert (vgl. z. B. Farrow & Abernethy, 2007). Das aus der beschriebenen Gruppenzusammensetzung resultierende quasi-experimentelle Design hat per se eine Verringerung der internen Validität zur Folge. Im Zusammenhang mit dessen Einsatz innerhalb einer Laborstudie ist ebenfalls eine niedrige ökologische Validität gegeben. In situ-Experimente weisen dagegen aufgrund ihrer großen Realitätsnähe eine hohe ökologische Validität auf, verfügen wegen des verhältnismäßig großen Einflusses von Störvariablen jedoch lediglich über eine relativ niedrige interne Validität. Die in Kapitel 4 beschriebenen empirischen Untersuchungen erfordern einen hohen Standardisierungsgrad, um die Möglichkeit zu generieren, Veränderungen der Antizipationskorrektheit/-leistung eindeutig auf den Unterschied innerhalb einer der unabhängigen Variablen zurückführen zu können. Daher wird sie als Laboruntersuchung in Form einer quasi-experimentellen Querschnittstudie durchgeführt. Die große Herausforderung bei der Konzeption der Laborstudie besteht zunächst darin, das Setting so realitätsgetreu wie möglich zu gestalten, ohne die höhere interne Validität durch eine Verletzung der Ceteris-paribus-Klausel herabzusetzen. Um dies gewährleisten zu können, orientiert sich die Entwicklung des experimentellen Settings dieser Arbeit an der Rahmenkonzeption des *Expert Performance Approach* von Ericsson und Smith (1991; für eine ausführliche Beschreibung siehe Kap. 3.1.3.2).

Um den im Expert Performance Approach formulierten Forderungen bzgl. des experimentellen Settings nachzukommen, müssen zunächst möglichst *ökologisch valide visuelle Stimuli* erstellt werden, die es dem Probanden ermöglichen, sich in die präsentierte Situation „hineinzusetzen“. Dies kann dadurch ermöglicht werden, dass das zu betrachtende Geschehen (hier ein Torschuss) aus der Perspektive des zu untersuchenden Spielers (hier des Torhüters) gefilmt wird. Zudem wird dadurch gewährleistet, dass die Dynamik der Aktion des Schützen auch adäquat auf Video abgebildet werden kann (siehe *Kontrollfrage Nr. 1*).

Aufgrund der zu untersuchenden Fragestellungen innerhalb der in Kapitel 4 beschriebenen empirischen Untersuchungen wurden für den konkreten Fall die Fokussierung auf Strafstoßsituationen aufgebrochen und vier unterschiedlich komplexe Situationen gewählt, in denen bis zu vier Spieler gleichzeitig zu sehen sind. Die Reduktion der Spielerzahl in der Szenerie im Vergleich zu einer realen Spielsituation ist eine methodisch bedingte, notwendige Verfahrensweise. Bei der Ausführung der Torschüsse wurde darauf geachtet, dass vorhandene Kontextinformationen wie z. B. die Startposition des Schützen keine Rückschlüsse auf die anschließende Schussrichtung zulassen (siehe *Kontrollfrage Nr. 2*).

Bzgl. der *Art der Stimulusdarbietung* wäre die höchste externe Validität innerhalb eines Laborsettings durch den Einsatz einer „virtuellen Realität“ (VR) zu erwarten. Die Nachteile dieser Technik liegen im hohen technischen und damit finanziellen Aufwand, der betrieben werden muss, um ein entsprechendes Setting zu konstruieren. So müssten bspw. zunächst Aufnahmen der Schützen mittels eines Bewegungsanalyse-Systems durchgeführt werden, auf deren Basis anschließend 3D-Animationen erfolgen können. Ein hoher programmiertechnischer Aufwand wird bei der Erstellung der VR-Umgebung benötigt. An das Labor, in das die virtuelle Realität integriert werden soll, sind ebenfalls hohe Anforderungen gestellt. Unter anderem wird eine sehr große, meist zylinderförmige Leinwand benötigt (vgl. z. B. Bideau et al., 2010). Die hohen Materialkosten für die Erstellung einer virtuellen Realität sind für die empirischen Untersuchungen der vorliegenden Arbeit aus testökonomischen Gesichtspunkten nicht vertretbar, so dass hier zweidimensionale Stimuluspräsentationen eingesetzt werden (siehe *Kontrollfrage Nr. 3*).

Des Weiteren ist es erforderlich, die *Projektionsgröße der Stimuli* so zu wählen, dass der gegnerische Schütze in etwa in der Größe abgebildet wird, wie er in der Realität von der Torhüterposition aus erscheint (u. a. um präzise Blickbewegungsdaten erfassen zu können). Hierfür bietet sich der Einsatz einer Großbildleinwand an (siehe *Kontrollfrage Nr. 4*). Eine dreidimensionale Abbildung auf der Leinwand würde zwar die ökologische Validität erhöhen (vgl. Farrow & Abernethy, 2003), jedoch ist dadurch kein Unterschied bzgl. der Antizipationsleistung im Vergleich zu zweidimensionalen Projektionen zu erwarten (vgl. Farrow, Rendell & Gorman, 2006).

In diesem Setting kommt der *Positionierung der Versuchsperson* vor der Leinwand ebenfalls eine große Bedeutung zu. Um diesbezüglich möglichst nah an der Situation auf dem Spielfeld zu bleiben, bietet sich an, die Probanden stehend und in Torhüter-Grundstellung vor der Projektion zu postieren. In engem Zusammenhang mit der Ausgangsposition der Versuchsperson steht die *Art ihrer motorischen Antwortabgabe* auf den präsentierten Stimulus. Auch in diesem Kontext wird in der Forschungslandschaft gefordert, den Untersuchungsteilnehmern realitätsnahe Optionen zu gewähren. In dem hier beschriebenen Experiment zur Antizipation von Fußballtorhütern müssen an dieser Stelle aus inhaltlichen Überlegungen sowie aufgrund technischer Einschränkungen die größten Kompromisse getätigt werden. Aus inhaltlichen Gesichtspunkten ist von den Probanden lediglich eine kleinmotori-

sche Antwortabgabe zu verlangen, da zum einen der kognitive Vorgang der Antizipation relativ isoliert – also unabhängig von individuellen motorischen Fertigkeiten – betrachtet werden soll und zum anderen aufgrund der sehr hohen Anzahl an angesetzten Stimulusvideos großmotorische Bewegungen (z. B. Hechtsprünge) sehr schnell zu Ermüdungserscheinungen und damit zur Beeinflussung der Antizipationsleistung führen würden (siehe *Kontrollfrage Nr. 5*). Die technischen Limitationen, die ausschließlich kleinmotorische Antworten ermöglichen, betreffen das verwendete Eye-Tracking-System (siehe unten). Aus diesen Gründen erfolgt die Antwortfassung in der hier beschriebenen empirischen Untersuchung mittels Betätigung einer von vier Tastern, die jeweils eine der Torecke repräsentieren und die für die Versuchspersonen durch alleinige Bewegung der Arme erreichbar sind. Die Taster sind vertikal geneigt befestigt, so dass für die korrekte Antwortabgabe keine Transformation (weder kognitiv noch motorisch) in die Horizontale (wie es bspw. bei Betätigung einer Taste auf einer PC-Tastatur der Fall wäre) notwendig ist (siehe Kap. 4.2.4).

Die *Simulation weiterer Leistungsanforderungen* (z. B. physiologische Ermüdung, wettbewerbsbedingte Angst oder drohende Verletzung) ist bis auf eine Ausnahme im beschriebenen Kontext nicht zielführend. Sinnvoll könnte die Erzeugung von Angst oder Nervosität sein, wie sie in einem Wettbewerb auftritt. Diese hätte neben einem motivationalen Aspekt auch den Vorteil, dass der emotionale Zustand in der Laborsituation mit der in einem Spiel vergleichbar werden würde, was sich wiederum positiv auf die Erfassung eines zu erwartenden Expertisevorteils auswirken müsste. Für die Untersuchungen im Rahmen dieser Arbeit wurde nicht explizit versucht, das Nervositätsniveau der Probanden künstlich zu erhöhen. Ein gewisser Druck wurde jedoch dadurch erzeugt, dass den Probanden mitgeteilt wurde, dass sie im Anschluss an das Experiment ihre eigenen Leistungen rückgemeldet bekommen sowie einen anonymisierten Vergleich mit den Leistungen anderer Probanden erhalten. Dieses Vorgehen sollte sich auf die Motivation der Teilnehmer und somit im Idealfall auch auf deren Nervosität ausgewirkt haben (siehe *Kontrollfrage Nr. 6*).

Sämtliche beschriebenen Vorgänge dienen dem Ziel, eine *möglichst wirklichkeitsnahe Abbildung der relevanten Szenerie* zu ermöglichen – soweit dies in einem Laborsetting überhaupt umsetzbar ist. Je besser dies gelingt, umso größer fällt ein weiterer positiver Effekt aus: Die Motivierung der Versuchsperson (vgl. Höner, 2005). Eine möglichst hohe Motivationsausprägung ist zum einen deshalb wichtig, weil nur dadurch davon ausgegangen werden kann, dass die Probanden im Verlauf des Experimentes konzentriert genug agieren, um ihre bestmögliche Leistung abzurufen. Geringe Motivation könnte die erwarteten Expertiseeffekte verringern. Zum anderen können durch ausreichend große Motivation der Versuchspersonen einige der in Kapitel 3.2.2.2 beschriebenen Nachteile der Verwendung von Systemen zur Blickbewegungserfassung ausgeschlossen werden (siehe unten). Die Kriteriumsvalidität des Settings lässt sich anhand des Vergleichs mit einem Außenkriterium (z. B. der Leistungsklasse der Torhüter) überprüfen und ist dann gegeben, wenn

leistungsstärkere Torhüter auch bessere Leistungen im Experiment zeigen. Ebenso kann die Leistungsentwicklung im Verlauf des Experiments als Indikator dafür fungieren, ob mit dem eingesetzten Setting tatsächlich Expertiseeffekte erfasst werden. Verbesserungen der Leistungen im Testverlauf würden eher darauf schließen lassen, dass es sich dabei um Gewöhnungseffekte handelt.

Des Weiteren wird im Expert Performance Approach die Forderung aufgestellt, die *grundlegenden Mechanismen* der untersuchten Expertiseleistung zu identifizieren. Dies ist durch den Einsatz unterschiedlicher Methoden zur Erfassung kognitiver Prozesse möglich (für eine ausführliche Beschreibung siehe Kap. 3.2). Eine Kombination verschiedener dieser Methoden ist empfehlenswert, um mehrere abhängige Variablen zu erzeugen und sich damit der Erklärung des Expertisevorteils hinsichtlich der Antizipation anzunähern (vgl. Williams et al., 1999). Dieser Forderung wird innerhalb der empirischen Laboruntersuchung dieser Arbeit (Kap. 4) nachgekommen, indem dort – unterschiedlich kombiniert – die Methoden der temporal occlusion, der Fehleranalyse, der Blickbewegungserfassung (via Eye-Tacking-System) und Reaktionszeit- bzw. Antwortzeiterfassung Anwendung finden. Die temporal occlusion-Methode und der Reaktionszeit- bzw. Antwortzeiterfassung werden in verschiedenen Teilstudien eingesetzt. Um Aufschlüsse darüber zu erhalten, ob eine der beiden zentralen Methoden für den Einsatz innerhalb eines Instrumentariums zur Leistungsdiagnostik besser geeignet ist, werden die Ergebnisse der beiden Teilstudien hinsichtlich ihrer Reliabilität miteinander verglichen. Nur wenn reliable Ergebnisse generiert werden können, ist die Verwendung als Diagnostik potenziell sinnvoll.

Die *Auswahl der Methoden* ist u. a. abhängig von den zu beantwortenden Fragestellungen (siehe Kap. 4.2). Die Methode des Eye-Tracking betreffen im Besonderen einige Einschränkungen, die auf den technischen Bereich zurückzuführen sind. Die daraus resultierenden Einwände bzgl. des Einsatzes von Eye-Tracking-Systemen und der Interpretation der erfassten Blickbewegungsdaten (siehe Kap. 3.2.2.2) gilt es speziell für jedes experimentelle Setting zu prüfen, in dem Blickbewegungserfassungen erfolgen sollen. Für die vorliegende Untersuchung zur Antizipation von Fußballtorhütern können die meisten Kritikpunkte entkräftet werden. Der Gefahr des „looking without seeing“ wird durch die Ausprägung der ökologischen Validität des konzipierten Settings begegnet (Präsentation der realitätsnahen Stimuli auf großer Leinwand, Ausgangsposition der Versuchspersonen annähernd in Torhüter-Grundstellung): Der spielerische Charakter der motorischen Antwortabgabe (durch Betätigung von „Buzzern“) sollte sich auf die Untersuchungsteilnehmer sehr motivierend auswirken. Die Konfrontation mit einer motivierenden Aufgabe soll dazu führen, dass die Blickposition mit dem Ort der Aufmerksamkeitsfokussierung übereinstimmt (vgl. Pomplun, 1998), die Versuchsperson bei der Betrachtung der Leinwand also nicht „geistig abwesend“ ist. Das Problem des durch die Eye-Tracking-Methode nicht erfassbaren „peripheren Sehens“ ist besonders in Situationen mit hohem Zeitdruck relevant, in denen dadurch eine schnelle, jedoch auch unschärfere Informationsaufnahme erfolgen kann (vgl. Milner & Goodale, 1995).

Durch die Präsentation von Stimuli, in denen die Schussrichtung eines auf das Tor geschossenen Balles antizipiert werden soll, ist es recht unwahrscheinlich, dass die Aufmerksamkeit vom Schützen weggelenkt wird, um Informationen aus der Peripherie zu gewinnen. Natürlich kann nicht ausgeschlossen werden, dass vor der schussrelevanten Phase mit notwendiger Aufmerksamkeitsfokussierung auf den Schützen, zusätzliche Informationen z. B. über Bewegungen der anderen sich im Video befindlichen Spieler über das periphere Sehen aufgenommen werden. Ebenso ist es möglich, dass große Aktivität im peripheren Raum zu Irritationen und verringerten Antwortkorrektheiten bei den Probanden führt, was jedoch eher bei Novizen als bei Experten zu erwarten ist und als Bestandteil der Überlegungen in die entsprechenden Hypothesenformulierungen einfließt.

Problematisch wird die Möglichkeit der peripheren Informationsaufnahme für die *Interpretation der beobachteten Areale* in den dargestellten Situationen. So kann in dem beschriebenen Setting nicht ausgeschlossen werden, dass bspw. bei der Fixation des gegnerischen Schussbeins über die Peripherie zusätzliche Informationen aus der Hüftregion oder dem Bereich des Schussfußes aufgenommen werden. Diesem Problembereich kann hier nicht begegnet werden. Dem Problem der Ambiguität der Fixationszeiten muss im konkreten Fall, in dem sich bewegende Spieler und ein rollender Ball zu beobachten sind, keine große Bedeutung beigemessen werden. Nach Höner (2005, S. 118) kann für das visuelle Verfolgen eines sich bewegenden Objekts davon ausgegangen werden, „dass diese Blickfolgebewegungen nicht die Dauer der okulomotorischen Problemlösung der Ortung des nächsten Fixationsorts repräsentieren, sondern der Wahrnehmung des dynamischen Objekts dienen“.

Nach der Erläuterung der grundlegenden Überlegungen zur Erstellung eines experimentellen Settings zur Analyse der Antizipation von Fußballtorhütern in diesem Kapitel, beschäftigt sich das kommende Kapitel mit deren konkreten Umsetzungen bzgl. der Erstellung der Stimulusvideos (Kap. 4.2.1.2).

4.2.1.2 Erstellung der Stimulusvideos

Als Ort für die Erstellung der Stimulusvideos wurde ein Kunstrasenplatz gewählt, um für die Drehtage, die sich über einen Zeitraum von mehreren Wochen erstreckten, konstante Platzverhältnisse gewährleisten zu können. Ein weiterer Grund für diese Entscheidung war der für Videoaufnahmen sehr gut geeignete Kontrast zwischen der Kunstrasenfarbe und der Farbe der Strafraummarkierungen, die als optische Bezugspunkte in den Stimulusvideos zu sehen sein sollten. Die Videos wurden mit einer Kamera der Firma *Panasonic*, Typ *HDC-TM900*, aufgenommen. Vorteil dieser Kamera ist neben der hohen Aufnahmequalität das integrierte 35 mm-Weitwinkelobjektiv, das es ermöglicht, einen für die Erfassung großräumiger Spielsituationen ausreichend großen Bildausschnitt ohne Kameraschwenk zu filmen. Auf Kameraschwenks wurde verzichtet, um den Probanden bei der späteren Präsentation der Spielszenen in der Laborsituation keine vom Versuchsleiter fest-

gelegte Abfolge von verschiedenen zu betrachteten Bildausschnitten zu oktroyieren. An personellen Ressourcen wurde neben dem Versuchsleiter, der zudem als Kameramann fungierte, ein Protokollant eingesetzt, der die Treffer der Schützen notierte.

Vorbereitungen

Zunächst stand die Auswahl der Personen im Vordergrund, die zum einen bei Schüssen auf das Fußballtor gefilmt werden und zum anderen als Mit- oder Gegenspieler des Schützen fungieren sollten. Voraussetzung für die Auswahl in diesen Personenkreis war die Zugehörigkeit als aktiver Spieler zu einer Herrenmannschaft im gehobenen Leistungsniveau. Dadurch konnte davon ausgegangen werden, dass die Spieler über eine gute Schusstechnik verfügen. Dieser Aspekt ist sowohl aus ökonomischen als auch aus inhaltlichen Gesichtspunkten relevant. Eine gute Schusstechnik führt dazu, dass der zeitliche Aufwand für die geforderten Schüsse möglichst gering ausfällt. Des Weiteren ist es notwendig, Stimuli mit Schützen zu erstellen, deren Schusstechnik keine außergewöhnlichen Eigenheiten besitzt, wie es bei Spielern eines niedrigeren Leistungsniveaus aufgrund mangelnder technischer Fertigkeiten der Fall sein könnte. Dieses Kriterium wurde festgelegt, um einen potentiellen Fehlereinfluss technisch mangelhaft ausgeführter Schüsse auf die Antizipationsleistung der Versuchspersonen auszuschließen.

Die aufgeführten Voraussetzungen führten zu der Auswahl von fünf männlichen Spielern mit einem Durchschnittsalter von 26.12 Jahren ($SD=1.46$), deren Leistungsniveau sich von der Landesliga bis zur Regionalliga erstreckt und die allesamt Studenten des Instituts für Sportwissenschaft der Universität Tübingen waren. Einer der Spieler ist Linksfuß, die übrigen vier Spieler sind Rechtsfüßer. Die Spieler wurden für ihre Teilnahme monetär vergütet.

Die Vorbereitungen an den Drehtagen umfassten die Positionierung der Kamera sowie die Anbringung von Zielfeldern im Tor. Die Kamera wurde mit Hilfe eines Stativs in einer Höhe von 1.78 m in zentraler Position auf der Torlinie aufgestellt. Die Entfernung der Kamera zum Boden entsprach in etwa der Augenhöhe eines durchschnittlich großen Torhüters (Bundesligasaison 2012/13: 1.92 m ($SD=3.40$)) in der Torhütergrundstellung. Um die Kamera vor den geschossenen Bällen zu schützen, wurde um sie herum ein selbstgebauter Kasten aufgestellt, dessen Seitenwände aus Holz gefertigt sind und dessen Front eine Plexiglas-Scheibe bildet. Um für das Kamerabild Spiegelungen des Sonnenlichts auf dem Plexiglas zu verhindern, wurde in der Mitte der Scheibe vor der Kamera eine schmale vertikale Aussparung erzeugt.

Als Vorgabe der Schussrichtung und visuelle Unterstützung für die Schützen wurde in jeder Ecke eines regelkonformen Fußballtores (vgl. FIFA, 2013, S. 9) ein quadratisches Zielfeld mit Spanngurten befestigt. Die Zielfelder besitzen die Abmaße 0.98 x 0.98 m und sind aus Holz konstruiert (vgl. Abbildung 33).

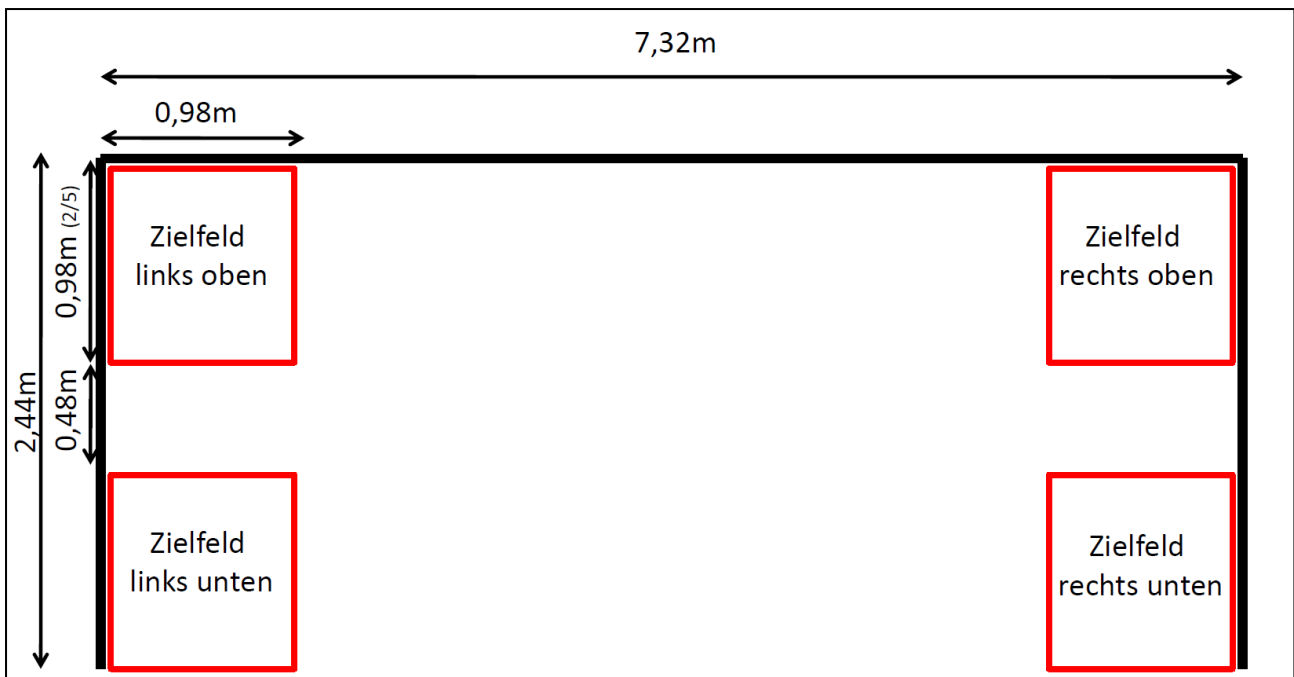


Abbildung 33: Zielfelder im Tor.

Durchführung

Die grundlegende Aufgabe der Schützen bestand darin, aus einer Distanz von 14 bis 16 Metern per Vollspann- oder Innenspannstoß auf eines der vorab vom Versuchsleiter vorgegebenen Zielfelder im Tor zu schießen. Schüsse, die ein anderes als das vorgegebene Zielfeld trafen, wurden nicht gewertet, da es sich dabei um zufällige Ereignisse handelte. Hierbei liegt eine Diskrepanz zwischen intendiertem und tatsächlich eingetretenem Handlungseffekt vor, der für die Versuchspersonen aufgrund der beobachteten Bewegungsausführung nur sehr schwer zu antizipieren wäre. Diese Art der Schüsse kann als „Finte“ kategorisiert werden, die nicht Gegenstand der vorliegenden Untersuchungen sind.

Konkret wurden vier unterschiedlich komplexe Spielsituationen durchgeführt, aus denen eine direkte Torgefahr entstand und an deren Ende ein Torschuss ausgeführt wurde. Der Komplexitätsgrad wurde durch die Dynamik des Schützen und die Anzahl der an der Spielsituation beteiligten Spieler variiert, was sukzessive zu einer Vergrößerung des „visuomotor workspace“ (Vickers, 2007, S. 71) führte, den die Probanden wahrzunehmen hatten. In der Situation des geringsten Komplexitätsgrades ist lediglich der Schütze zu sehen, der den Ball aus einer ruhenden Position heraus auf das Tor schießt (Situation „1:0_Ruhe“). Eine Steigerung der Dynamik in der Bewegungsausführung des Schützen wird in der nächsten Situation vollzogen, in der wieder lediglich der Schütze zu sehen ist, er diesmal den Torschuss aber im Anschluss an ein Dribbling abgibt (Situation „1:0_Dribbling“). Die Variation der Spieleranzahl wird in der dritten Situation realisiert, in der vor dem Torschuss ein Zweikampf zwischen dem Schützen und einem Verteidiger stattfindet (Situation „1:1“). Der höchste Komplexitätsgrad wird durch eine 2-gegen-2-Situation erzeugt,

in der der Schütze mit einem weiteren Angreifer sowie zwei Verteidiger zu sehen sind (Situation „2:2“).

Die Durchführung der Spielsituationen, in denen Verteidiger eingesetzt wurden, war aus zweierlei Gründen problematisch. Erstens ist es für die Erstellung eines validen Antizipationstests unabdingbar, möglichst realistische Stimuli zu erstellen. Wäre dies die einzige Forderung, der man Rechnung tragen müsste, so hätte man den Angreifern lediglich die Instruktion geben müssen, dass sie zum Torerfolg kommen sollen und die Verteidiger angewiesen, dies möglichst zu verhindern. Der Nachteil an diesem Vorgehen ist jedoch, dass dadurch die Anforderungen an die Angreifer, respektive den Schützen enorm hoch gewesen wären: Zunächst hätte er sich im Zweikampf gegen die Verteidiger durchsetzen und anschließend das vorgegebene Zielfeld treffen müssen. Da für die Erstellung eines ausreichend großen Stimulus-Pools jedes Zielfeld mehrmals getroffen werden musste, führte dies zum zweiten Problem, dem der Ökonomie. Zeitlicher Aufwand und körperliche Beanspruchung der Spieler wären bei realem Zweikampfverhalten unverhältnismäßig hoch gewesen. Um beiden Problemen zu begegnen, musste ein Kompromiss zwischen realitätsnahen Spielsituationen und ökonomischer Durchführung gefunden werden. Hierzu wurde folgendermaßen vorgegangen: Einzig die Angreifer in der jeweiligen Situation erhielten die Information, welches Zielfeld getroffen werden sollte. Die Abwehrspieler erfuhren dies vorab nicht und wurden angewiesen, lediglich halbaktiv zu verteidigen, so dass jeder Angriff mit einem Torschuss abgeschlossen werden konnte.

Trotz des halbaktiven Verhaltens der Verteidiger hatte die Aufgabenstellung zur Konsequenz, dass sehr viele Versuche absolviert werden mussten. Um der Gefahr der körperlichen Überlastung der Spieler entgegenzuwirken, wurden zwischen den einzelnen Durchgängen kleine Pausen gesetzt und eine Rotation der Spielpositionen durchgeführt. Nach Abschluss der Videoaufnahmen waren insgesamt 473 Torschüsse gefilmt worden, von denen 113 als Treffer der vorgegebenen Zielfelder gewertet werden konnten. Eine Gleichverteilung der Treffer auf die vier Schützen sowie die vier Zielfelder war nicht realisierbar.

Nachbearbeitung

Die Nachbearbeitung der erstellten Stimulusvideos erfolgte in drei Phasen. In der ersten Phase wurde das Videomaterial der Treffer mit dem Ziel gesichtet, ungeeignete Videos zu identifizieren und zu entfernen. Gründe für den Ausschluss eines Videos konnten technische Probleme (bspw. wenn in einem Bildausschnitt über den gesamten Verlauf nicht alle beteiligten Spieler zu sehen waren) oder offensichtliche inhaltliche Schwächen (z. B. zu geringe Dynamik der Spieler) sein.

Die verbleibenden, vorerst als geeignet eingestuften Videos wurden in der zweiten Phase der Videobearbeitung unterzogen. Diese wurde mit der Videobearbeitungssoftware *Adobe Premiere Pro CS5 (64-Bit)* durchgeführt. Zunächst fand eine Veränderung der Darstellungsgröße der in den vier verschiedenen Situationen abgebildeten Spieler statt. Falls möglich, wurden die Ränder des jeweiligen Videos so

weit entfernt, dass alle relevanten Informationen – inklusive der horizontalen Linien des Tor- und Strafraums als optischer Bezugspunkt – erhalten blieben und die Spieler möglichst groß abgebildet wurden. Je größer die Darstellung der Spieler ist, desto genauer können später in der Analyse der Eye-Tracking-Daten die Blickbewegungen den unterschiedlichen Körperarealen zugeordnet werden. Der Vergrößerungsfaktor der Spieler wurde innerhalb der vier Situationen konstant gehalten. Dieses Vorgehen führte zu keinerlei Einbußen hinsichtlich der Videoqualität. In einem nächsten Schritt wurde die zeitliche Länge der Videos an die Anforderungen der beiden experimentellen Bedingungen angepasst. Der Startpunkt der Videos wurde für jede Situation individuell festgelegt. Die Videos der Situation „1:0_Ruhe“ beginnen kurz vor der Bewegungsinitiierung des Schützen. In der Situation „1:0_Dribbling“ liegt der Startpunkt kurz vor dem letzten Ballkontakt (dem „Vorlegen“ des Balles) vor der Schussabgabe. Die Videos der Situationen „1:1“ und „2:2“ wurden so geschnitten, dass sie vor Beginn des (letzten) Zweikampfes starten. Vor jedes Video wurde für die Dauer von zwei Sekunden ein Standbild gesetzt, um den Versuchspersonen vor Beginn der Bewegungen ausreichend Zeit für eine optische Orientierung zu geben. Anschließend wurden die Videos mit der temporal occlusion-Methode zu unterschiedlichen Zeitpunkten abgebrochen.

Die bearbeiteten Videos wurden mittels des *Microsoft Video1-Codec* mit einer Auflösung von 1024 x 768 Bildpunkten im *Audio/Video Interleave-Container (avi)* ausgespielt. Für die Einbettung der Videos in die experimentelle Umgebung (vgl. 4.2.4) war des Weiteren eine Komprimierung über den *Video Optimizer* der Software *BeGaze 2.4* (SensoMotoric Instruments) notwendig.

Nach Abschluss der Videobearbeitung wurden die Sequenzen in einer dritten Phase der Nachbearbeitung einem DFB-Fußballlehrer und ehemaligem Profitorhüter für ein Rating vorgelegt, um auf Basis inhaltlicher Kriterien (z. B. unrealistisches Zweikampfverhalten) weitere ungeeignete Videos ausschließen zu können. In diesem Schritt wurden 87 Videosequenzen bestimmt, die als Stimuli in den Pool potentiell einsetzbarer Videos für die Untersuchung eingingen.

4.2.2 Personenstichprobe

Im Rahmen der empirischen Untersuchung dieser Arbeit werden insgesamt 76 Torhüter getestet. Das Durchschnittsalter der Versuchspersonen liegt bei 17.6 Jahren ($SD=3.6$). Die untersuchte Personenstichprobe lässt sich durch zwei Variablen kategorisieren: Das *Leistungsniveau* (operationalisiert durch Selektionsstufe bzw. Ligazugehörigkeit der jeweiligen Vereinsmannschaft) und die *Erfahrung* (operationalisiert durch die Altersklasse). Als Probanden der in ihrer Altersklasse zweithöchsten Selektionsstufe (hinter der Juniorennationalmannschaft) fungieren Landesverbandsauswahltorhüter der U18 und U15, die im Rahmen von DFB-Sichtungsturnieren zentral in der Sportschule Wedau (Duisburg) getestet werden. Sie gehören zu den bundesweit besten Spielern ihres Alters auf der Position des Torwarts. Die weiteren Versuchspersonen werden aus Vereinen aus dem Groß-

raum Tübingen rekrutiert. Sie werden je nach Leistungsniveau und Altersklasse eingestuft in die Untergruppen „mittelklassig Alt“, „mittelklassig Jung“, „unterklassig Alt“ und „unterklassig Jung“. Aufgrund der geringen Zellenbesetzung innerhalb dieser Untergruppen werden für die inferenzstatistischen Auswertungen zusammengesetzte Leistungs- und Altersgruppen definiert. Bei den Leistungsgruppen wird unterschieden zwischen Torhütern der Landesverbandsauswahl (U18 & U15) sowie „mittelklassigen“ („mittelklassig Alt“ & „mittelklassig Jung“) und „unterklassigen“ („unterklassig Alt“ & „unterklassig Jung“) Torhütern. Hinsichtlich der Altersgruppen wird zwischen „Alt“ (Landesverbandsauswahl U18, „mittelklassig Alt“ & „unterklassig Alt“) und „Jung“ (Landesverbandsauswahl U15, „mittelklassig Jung“ & „unterklassig Jung“) differenziert (vgl. Tabelle 10). Die Probanden, die nicht der Gruppe der Landesverbandsauswahl entstammen, werden am Institut für Sportwissenschaft der Universität Tübingen getestet und erhalten für ihre Teilnahme an der Untersuchung eine geringe finanzielle Aufwandsentschädigung.

Table 10. Overview of the experimental groups.

a) Subgroups in general.

Leistungsniveau/Altersklasse	Spielklasse/Auswahl	n	Ø-Alter (SD)	Alter bei Eintritt in FB-Verein (SD)	Torhüter seit (Jahren) (SD)	Trainingsstunden/Woche (SD)
Landesverbandsauswahl U18	Landesverbandsauswahl	24	17.40 (0.24)	5.44 (1.93)	9.15 (2.15)	9.41 (2.54)
Landesverbandsauswahl U15	Landesverbandsauswahl	21	15.10 (0.25)	6.11 (1.91)	7.36 (2.06)	6.92 (2.12)
„Mittelklassig Alt“	Landesliga - Verbandsliga	9	24.11 (4.35)	6.89 (1.36)	14.33 (5.07)	6.11 (2.13)
„Mittelklassig Jung“	Verbandsstaffel - Oberliga	6	15.35 (1.30)	6.33 (2.50)	6.17 (1.17)	6.67 (1.47)
„Unterklassig Alt“	Kreisliga C - Bezirksliga	7	21.87 (3.69)	6.36 (2.29)	13.57 (3.69)	3.86 (1.18)
„Unterklassig Jung“	Kreisstaffel - Leistungsstaffel	9	15.43 (1.37)	6.39 (1.32)	6.39 (2.64)	4.11 (1.43)

b) Composite performance groups.

Leistungsgruppe	n	Ø-Alter (SD)	Alter bei Eintritt in FB-Verein (SD)	Torhüter seit (Jahren) (SD)	Trainingsstunden/Woche (SD)	Allgemeine Reaktionszeit (Sek.) (SD)
Landesverbandsauswahl	45	16.33 (1.18)	5.74 (1.93)	8.30 (2.27)	8.29 (2.65)	0.46 (0.04)
„Mittelklassig“	15	20.61 (5.58)	6.67 (1.84)	11.07 (5.69)	6.33 (1.86)	0.46 (0.04)
„Unterklassig“	16	18.24 (4.16)	6.38 (1.74)	9.53 (4.77)	4.00 (1.29)	0.47 (0.04)

c) Composite age groups.

Leistungsgruppe	n	Ø-Alter (SD)	Alter bei Eintritt in FB-Verein (SD)	Torhüter seit (Jahren) (SD)	Trainingsstunden/Woche (SD)	Allgemeine Reaktionszeit (Sek.) (SD)
„Alt“	40	19.69 (3.82)	5.94 (1.94)	11.14 (4.02)	7.65 (3.16)	0.46 (0.04)
„Jung“	36	15.22 (0.85)	6.22 (1.84)	6.92 (2.12)	6.13 (2.19)	0.47 (0.04)

Für eine präzise Beschreibung der Personenstichprobe werden innerhalb der zusammengesetzten Leistungs- und Altersgruppen inferenzstatistische Vergleiche zwischen den jeweiligen Angaben, die Tabelle 10 zu entnehmen sind, getätigt. Innerhalb der drei *Leistungsgruppen* ergibt eine einfaktorische Varianzanalyse signifikante Unterschiede zwischen den „Trainingsstunden pro Woche“ ($F[2,70]=21.35$, $p<.001$, $\eta_p^2=.38$). Die post hoc durchgeführten Mehrfachvergleiche mittels Tamahane-T2 zeigen, dass diesbezüglich zwischen allen drei Leistungsgruppen statistisch bedeutsame Unterschiede bestehen. Die meisten Trainingsstunden absolvieren die Torhüter der Landesverbandsauswahlmannschaften mit 8.29 ($SD=2.65$) Stunden pro Woche und liegen damit oberhalb der Werte der „mittelklassigen“ Torhüter mit 6.33 Stunden ($SD=1.86$; $p<.05$) und der „unterklassigen“ Torhüter mit 4.00 Stunden ($SD=1.29$; $p<.001$). Der Unterschied zwischen der wöchentlichen Anzahl an Trainingsstunden zwischen den „mittelklassigen“ und den „unterklassigen“ Torhütern wird ebenfalls signifikant ($p<.001$). Diese Ergebnisse zeigen auf, dass die vorgenommene Definition von *Erfahrung* aufgrund der Altersklassenzugehörigkeit problematisch ist, da die Altersklasse nur unter der Annahme gleichen Trainingsumfangs ein optimaler Indikator für die Erfahrung wäre. Zwar offenbart der Vergleich zwischen den beiden *Altersgruppen* durch Mann-Whitney-U-Test bzw. t-Test für unabhängige Stichproben signifikant höhere Werte für die älteren Torhüter gegenüber den jüngeren Torhütern in den Variablen „Trainingsstunden pro Woche“ (7.65 ($SD=3.16$) vs. 6.13 ($SD=2.19$); $t[67,7]=2.41$, $p<.05$) und – wie zu erwarten – „Torhüter seit wie vielen Jahren“ (11.14 ($SD=4.02$) vs. 6.92 ($SD=2.12$); $z=-5.13$, $p<.001$), so dass allgemein weiterhin davon ausgegangen werden kann, dass ältere Torhüter insgesamt über größere Erfahrung verfügen als jüngere. Bei der Interpretation der Ergebnisse dieses Gruppenvergleichs muss jedoch die Möglichkeit einer vorhandenen Interaktion berücksichtigt werden. Um zu überprüfen, ob sich die zusammengesetzten Untersuchungsgruppen hinsichtlich ihrer Reaktionszeiten unterscheiden und diese somit als ein Störfaktor für die Untersuchung angesehen werden muss, wurde ein *allgemeiner Reaktionszeittest* (siehe Kap. 4.2.3.1) durchgeführt. Die Durchschnittswerte sind Tabelle 10 zu entnehmen. Der inferenzstatistische Vergleich zwischen den *Leistungsgruppen* ergibt keine statistisch bedeutsamen Differenzen ($F<.23$), ebenso wenig wie der Vergleich zwischen den *Altersgruppen* ($t[74]=-1.25$, n.s.). Zur Überprüfung eines potenziellen Störfaktors wurde mit der Teilstichprobe der U15-Landesverbandsauswahltorhüter ein *statischer Sehschärfetest* durchgeführt. Dieser ergibt im Median für das linke sowie das rechte Auge einen Visuswert von 1.0, für die binokulare Sehschärfe von 1.2. Somit lassen sich auf Gruppenebene bei dieser Teilstichprobe keine auffälligen Abweichungen von der Norm erkennen (vgl. Bach & Kommerell, 1998). Auf Individualebene können einzelne Probanden für das linke Auge sowie das binokulare Sehen den in diesem Test möglichen Maximalwert von 1.5 erreichen, für das rechte Auge den Wert 1.2. Beachtenswert ist jedoch, dass einzelne Torhüter auch geringe Visus-Werte aufweisen. Den Extremfall stellt hierbei ein Torhüter dar, dem es nicht möglich war, die erste Zeile fehler-

frei zu erkennen (und der dennoch auch im Spiel bislang keine Sehhilfe trägt). Sollten sich bei diesem Torhüter Auffälligkeiten innerhalb der Antizipationstests zeigen, werden diese in den entsprechenden Kapiteln berichtet (Kap. 4.3.3.1 & 4.3.3.2).

4.2.3 Merkmalsstichprobe und experimentelles Design

Die Beschreibungen der Merkmalsstichprobe und des experimentellen werden nach den diversen Testverfahren gegliedert, die im Rahmen der Laboruntersuchung zum Einsatz kommen. Vor den zentralen Untersuchungen zur Antizipation von Fußballtorhütern werden zwei zusätzliche Tests vorgeschaltet, die der Überprüfung potenzieller Störfaktoren dienen (Kap. 4.2.3.1). Dabei handelt es sich zum einen um einen statischen Sehschärfetest, zum anderen um einen allgemeinen, sportunspezifischen Reaktionstest.

Den Hauptteil der empirischen Untersuchung (Kap. 4.2.3.2) besteht aus zwei Studien, die sich verschiedener Methode zur Erfassung kognitiver Prozesse bedienen: Den produktorientierten Verfahren der *temporal occlusion-Methode*, der *Reaktions-/ bzw. Antwortzeiterfassung*, der *Fehleranalyse* und dem prozessorientierten Verfahren der *Blickbewegungserfassung*.

4.2.3.1 Überprüfung potenzieller Störfaktoren

Statischer Sehschärfetest

Der *statische Sehschärfetest* wird mit den Probanden der U15-Landesverbandsauswahlmannschaften durchgeführt, um deren Fähigkeit zu testen, zwei räumlich sehr nah beieinanderliegende Reize noch als Einzelreize wahrzunehmen (vgl. Jendrusch & Heck, 2001). Aus ökonomischen Erwägungen heraus wurde die Untersuchung auf die Teilstichprobe von 21 Torhütern beschränkt. Durch die Erfassung der Sehschärfe wird einer der Einflussfaktoren auf die Antizipationsleistung untersucht, die in dem Modell von Williams und Ward (2007) zur Antizipation und zum Entscheidungshandeln postuliert werden (vgl. Kap. 2.2.4).

Der statische Sehschärfetest wird mit einer „Landoltringe“-Tafel durchgeführt. Bei dem „Landoltring“ (nach seinem Entwickler Edmund Landolt benannt) handelt es sich um ein Normsehzeichen für Sehtests (nach Europäischer Norm EN ISO 8596; vgl. DOG, 2009), das auch für Kinder und Analphabeten geeignet ist. Der „Landoltring“ ist ein Kreisring mit einer Öffnung, die an einer von acht möglichen Positionen dargestellt sein kann (oben, unten, links oder rechts sowie jeweils um 45 Grad versetzt). Die Ringe werden den Probanden in unterschiedlichen Größen präsentiert, durch die folgende Visus-Stufen erhoben werden können: 0.4, 0.5, 0.6, 0.8, 1.0, 1.2 und 1.5 (siehe Abbildung 34). Diese Angaben stellen jedoch lediglich orientierende Einschätzungen des tatsächlichen Visus dar. Die Präzision einer augenfachärztlichen Messung kann durch das Instrument der Landoltringe nicht erreicht werden, was für die hier intendierten Resultate aber auch nicht notwendig ist.

Die Aufgabe der Untersuchungsteilnehmer ist es, aus einem Abstand von drei Metern zu benennen, an welcher Stelle des Kreises sich jeweils die Öffnung befindet. Getestet werden monokulare und binokulare Sehschärfe. Dazu wird der Test zunächst mit beiden Augen getrennt durchgeführt, das jeweils andere Auge wird mit der Hohlhand verdeckt. Die Visus-Stufe der untersten Reihe, in der noch alle Öffnungen korrekt erkannt werden können, entspricht in etwa der Sehschärfe. Ab einer Sehschärfe von 1,0 wird von Normalsichtigkeit gesprochen (vgl. z. B. Grüsser & Grüsser-Cornehls, 2000). Der Sehtest wird bei heller, gleichmäßiger Raumbelichtung durchgeführt (vgl. Wesemann, 2002) und dauert incl. Instruktionen in etwa drei Minuten pro Versuchsperson.

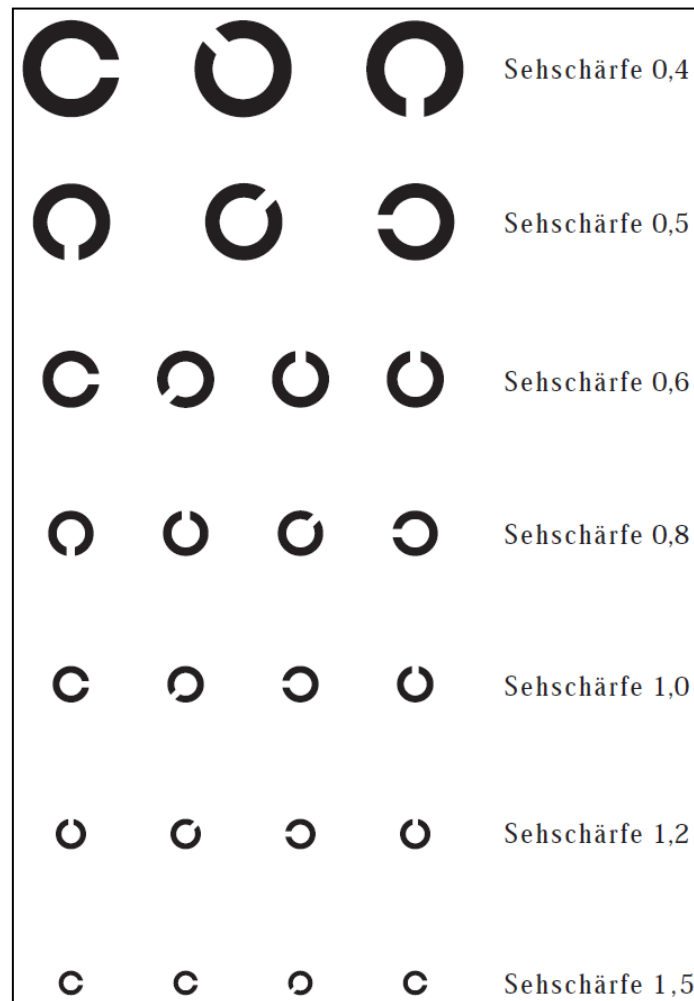


Abbildung 34. Verkleinerte Landoltring-Tafel (refraktiv.com).

Allgemeiner Reaktionszeittest

Bei der Durchführung des *allgemeinen Reaktionszeittest* kommen die Torhüter erstmals mit dem experimentellen Aufbau in Kontakt, wie er auch in den beiden Antizipationsstudien genutzt wird. Bei diesem allgemeinen, sportartunspezifischen Reaktionstest fließt – wie in den meisten psychologischen Beschreibungen solcher Tests – neben der reinen Reaktionszeit auch die Bewegungszeit mit ein, die durch

die in diesem Setting recht simple motorische Antwort sehr gering und recht konstant ausfällt (vgl. Kap. 3.2.2.2). Reaktions- und Bewegungszeit ergeben die Antwortzeit (vgl. Vickers, 2007). Vor dem Beginn des Reaktionstests nimmt der Torhüter die Ausgangsposition – auf dem in den vier Ecken jeweils ein Taster zur Antwortabgabe befestigt ist (vgl. Kap. 4.2.4) – ein und richtet seinen Blick auf die Leinwand, auf der die Stimuli des Reaktionstests eingeblendet werden. Nach einer kurzen Einweisung durch den Versuchsleiter wird über den Experimental-PC das Programm des Reaktionstests gestartet. Darin erfolgt zunächst eine Erläuterung der anstehenden Aufgabe: Es wird in randomisierter, jedoch für jede Versuchsperson identischer Reihenfolge an vier verschiedenen, den Positionen der Taster entsprechenden, Stellen der Leinwand (links oben, links unten, rechts oben oder rechts unten) im Abstand von zwei Sekunden zwölfmal ein Kreuz eingeblendet. Nach dem Erscheinen eines Kreuzes ist es die Aufgabe des Probanden, so schnell wie möglich den entsprechenden Taster zu drücken. Nachdem dies erfolgt ist, verschwindet das Kreuz und taucht zwei Sekunden später erneut an einer der vier Positionen auf. Bevor der eigentliche allgemeine Reaktionstest beginnt, wird die Funktionstüchtigkeit der Taster überprüft. Danach wird ein Probedurchgang durchgeführt, in dem die Probanden auf vier nacheinander präsentierte Kreuze reagieren sollen. Der Probedurchgang soll die Torhüter an den Untersuchungsablauf gewöhnen, sie mit den Tastern zur Answerfassung vertraut machen und dem Versuchsleiter anzeigen, ob die Instruktionen korrekt verstanden wurden. Im Anschluss an den Probedurchgang wird die Versuchsperson gefragt, ob sie die Aufgabenstellung verstanden hat und bereit für den Reaktionstest ist. Dieser wird nach dem oben beschriebenen Schema durchgeführt und ist nach den zwölf Einblendungen der Kreuze abgeschlossen. Die Antwortzeit wird für jede Einblendung separat von der Steuerungssoftware erfasst und gespeichert.

Der Durchführung eines allgemeinen Reaktionstests in der beschriebenen Form liegen neben der bereits erwähnten Zielstellung der Kontrolle der Störvariablen zwei weitere Überlegungen zugrunde: Aus untersuchungsmethodischer Perspektive ist der Test dafür geeignet, die Versuchspersonen an das Laborsetting (insbesondere an den Umgang mit den Tastern) zu gewöhnen. Ein inhaltlicher Grund für die Erfassung der Antwortzeit mittels neutraler Stimuli ist die geplante Verwendung der Ergebnisse bei der Berechnung des Antizipationszeitpunktes in Teilstudie 2, indem die durchschnittliche Antwortzeit jedes Probanden aus diesem Test von dessen Antwortzeit in dem Antizipationstest abgezogen wird.

4.2.3.2 Hypothesengeleitete inhaltliche Analysen der Antizipationsleistung zur Stützung der Validierung (behaviorale Ebene)

Den Hauptteil der empirischen Untersuchung stellen zwei Studien dar, die durch unterschiedliche untersuchungsmethodische Herangehensweisen, die mittels Kombination verschiedener Methoden zur Erfassung kognitiver Prozesse realisiert werden, die Antizipationsleistung von Torhütern auf behavioraler und kognitiver

Ebene analysieren. Primäres Merkmal von Teilstudie 1 ist es, dass dort die den Versuchspersonen präsentierten Videos durch die temporal occlusion-Methode zu unterschiedlichen Zeitpunkten abgeschnitten werden. Kennzeichnend für Teilstudie 2 ist der Einsatz der Reaktionszeit-/ bzw. Antwortzeiterfassung, die es den Probanden ermöglicht, den Zeitraum der Informationsaufnahme selbst zu bestimmen. Neben diesen produktorientierten Erhebungsmethoden findet in beiden Studien identisch die prozessorientierte Blickbewegungserfassung statt, auf die in Kapitel 4.2.3.3 gesondert eingegangen wird. Im Folgenden werden zunächst die Merkmalsstichprobe sowie das experimentelle Design getrennt für Teilstudie 1 und 2 dargelegt. Vorab ist für beide Studien übergreifend anzumerken, dass die Probanden während der Untersuchung keinerlei Rückmeldung darüber erhalten, ob ihre abgegebenen Antworten korrekt oder falsch sind. Wenn sie es wünschen, erhalten sie aber nach Beendigung der Auswertungen per Mail einige Wochen später ihre persönlichen Ergebnisse incl. einer Einordnung dieser im Vergleich zu den Leistungen der anderen (anonymisierten) Probanden ihrer Experimentalgruppe in Form eines Rankings zugeschickt (vgl. Kap. 4.2.5). Dadurch soll die Motivation der Torhüter gesteigert werden, möglichst gute Testergebnisse erzielen zu wollen. Ein hoher Grad an Motivation führt im Idealfall zu einer erhöhten Validität der Ergebnisse, u. a. hervorgerufen durch eine Reduzierung des „looking without seeing“-Phänomens (vgl. Höner, 2005; Kap. 3.2.2.2).

Teilstudie 1: Temporal Occlusion

In Teilstudie 1 findet eine Kombination des den Prätestmanipulationen zuzuordnenden *temporal occlusion-Paradigmas* (vgl. Kap. 3.2.1), der produktorientierten, indirekten Methode der *Fehleranalyse* und des prozessbegleitenden, indirekten Verfahrens der *Blickbewegungsmessung* (Eye-Tracking; vgl. Kap. 3.2.2.2) statt. Aufgrund des zeitlichen Verschlusses der Stimulusvideos (für eine ausführliche Beschreibung der temporal occlusion-Methode siehe Kap. 3.2.1) ist dieses Vorgehen zur Untersuchung von Antizipation der experimentellen Bedingung der „perceptual anticipation“ zuzuordnen (vgl. Poulton, 1957; Kap. 3.3). Mittels der durch den Versuchsleiter vorgegebenen Anzahl an dargebotenen Informationen dient der Faktor „Zeit der Informationsaufnahme“ in dieser Untersuchung als unabhängige Variable. Aufgrund der Resultate eines Vortests zur Ermittlung geeigneter Verschlusszeitpunkte wurden hierfür die Videos zu folgenden Zeitpunkten abgebrochen: 200 ms bzw. 5 Frames (Zeitpunkt t_{-5}), 120 ms bzw. 3 Frames (t_{-3}), 80 ms bzw. 2 Frames (t_{-2}) und 40 ms bzw. 1 Frame (t_{-1}) vor dem Fuß-Ball-Kontakt, zum Zeitpunkt des Fuß-Ball-Kontakts (t_0) sowie 40 ms bzw. 1 Frame (t_1) nach dem Fuß-Ball-Kontakt (vgl. Abbildung 35). Nach der Datenerfassung der ersten Teilstichprobe (U18-Verbandsauswahltorhüter) zeigte sich, dass bzgl. der Antizipationskorrektheit bei den zum spätesten Zeitpunkt abgebrochenen Videos noch kein Deckeneffekt festzustellen ist. Da für die anderen Probandengruppen diesbezüglich schlechtere Resultate vorhergesagt werden, werden die occlusion-Zeitpunkte für die Videos, die sie präsentiert bekommen, leicht verändert: Der früheste Abbruchzeitpunkt (200 ms vor dem Fuß-Ball-Kontakt des Schützen) wird ersetzt durch einen sehr späten

Abbruchzeitpunkt (80 ms bzw. 2 Frames nach dem Kontakt; „t₂“). Hierdurch soll den Torhütern niedrigeren Leistungsniveaus die Möglichkeit gegeben werden, eine deutliche Steigerung der Antizipationskorrektheit zum letzten occlusion-Zeitpunkt hin zu erreichen. Zudem soll ausgeschlossen werden, dass die Probanden aufgrund zu schwierig zu antizipierender Stimuli demotiviert werden.

Insgesamt werden den Probanden in Teilstudie 1 102 Videos präsentiert, die sich aus der Anzahl der Situationen, der Torecken und der eingesetzten occlusion-Zeitpunkte wie folgt zusammensetzen:

$$\begin{array}{ccccccccc}
 4 & \times & 4 & \times & 6 & + & 6 & = & 102 \\
 \text{(Situationen)} & & \text{(Torecken)} & & \text{(occlusion-Zeitpkt.)} & & \text{(Sondervideos)} & & \text{(Videos)}
 \end{array}$$

Die „Sondervideos“ entstammen einer Szene, in der der Schütze eine andere als die vorgegebene Torecke getroffen hatte (diese werden ebenfalls zu sechs Zeitpunkten abgebrochen). Bzgl. dieser Szene wurden bei der Datenauswertung keinerlei Auffälligkeiten festgestellt, so dass sie hier integriert bleiben kann.

Als unabhängige Variablen (UV) fungieren die klassischen Unterscheidungsmerkmale der Expertiseforschung, das *Können* (hier Leistungsniveau) sowie die *Erfahrung* (hier Altersklasse) der Torhüter, des Weiteren der präsentierte *Informationsgehalt*, operationalisiert als Faktor „Zeit“ durch den Einsatz verschiedener temporal occlusion-Zeitpunkte sowie die unterschiedlichen *Komplexitätsgrade* der dargebotenen Situationen. Wie bereits beschrieben, unterscheidet sich die Variable *Informationsgehalt* zwischen den Gruppen der Landesverbandsauswahl und denen der anderen Probanden hinsichtlich des frühesten und spätesten Abbruchzeitpunkts. Als abhängige Variablen (AV) dienen auf Verhaltensebene die *Antizipationskorrektheit* sowie auf kognitiver Ebene das *Blickverhalten* (vgl. Tabelle 11). An dieser Stelle wird eine Differenzierung der Begrifflichkeit „Antizipationsleistung“ notwendig. Als „Leistung“ kann im Zusammenhang mit Antizipation im Grunde genommen nur die Kombination aus Antizipationskorrektheit und Antwortschnelligkeit gelten (siehe Teilstudie 2). Da durch den Einsatz der temporal occlusion Methode in Teilstudie 1 die Reaktionszeit als unabhängige Variable dient, wird in diesem Setting lediglich einer der beiden Faktoren der Antizipationsleistung, nämlich die Antizipationskorrektheit, von den Versuchspersonen erhoben. Deshalb wird die behaviorale abhängige Variable in Teilstudie 1 im Weiteren Verlauf treffender mit dem Begriff „Antizipationskorrektheit“ versehen.

Tabelle 11. Merkmalsstichprobe Teilstudie 1 „Temporal Occlusion“.

Teilstudie 1 „Temporal Occlusion“	
UV	<ul style="list-style-type: none"> • Leistungsniveau (Landesverbandsauswahl, „Mittelklassig“ & „Unterklassig“) • Altersklasse (U15/U18-Landesverbandsauswahl sowie „Alt“ & „Jung“) • Informationsgehalt/„Zeit“ (-5, -3, -2, -1, 0, +1, +2 Frames um den Ballkontakt) • Komplexität („1:0_Ruhe“, „1:0_Dribbling“, „1:1“ & „2:2“)
AV	<ul style="list-style-type: none"> • Antizipationskorrektheit (bei 102 Stimuli) • Blickverhalten

Situation „1:0_Ruhe“ (rechts unten)



Situation „1:0_Dribbling“ (rechts oben)



Situation „1:1“ (links unten)



Situation „2:2“ (links oben)



Abbildung 35. Bildfolgen der occlusion-Zeitpunkte t-3 bis t1 für die vier Situationen, die allen Probanden präsentiert wurden (Bildausschnitte).

Teilstudie 2: Selbstbestimmter Antizipationszeitpunkt

Teilstudie 2 unterscheidet sich von Teilstudie 1 maßgeblich darin, dass der dargebotene Informationsgehalt nicht vom Versuchsleiter manipuliert, sondern von den Versuchspersonen selbst festgelegt wird. Neben der *Fehleranalyse* und der *Blickbewegungserfassung* wird hier die Methode der *Reaktions-/ bzw. Antwortzeiterfassung* („response time“ Paradigma; vgl. Kap. 3.2.2.2) eingesetzt, die zu den produktorientierten, indirekten Methoden zur Erfassung kognitiver Prozesse zu zählen ist. Durch Einsatz dieser Methode ist experimentelle Bedingung von Teilstudie 2 nach Poulton (1957) der „receptor anticipation“ zuzuordnen (vgl. Kap. 3.3).

Die Versuchspersonenanzahl verringert sich in Teilstudie 2 von 76 auf 75, da ein Landesverbandsauswahltorhüter der U15 aus gesundheitlichen Gründen die Untersuchung vorher abbrach.

Die unabhängigen Variablen (UV) der Teilstudie 2 sind – wie in Teilstudie 1 – das *Leistungsniveau* sowie die *Altersklasse* der Torhüter, die unterschiedlichen *Komplexitätsgrade* der dargebotenen Situationen sowie das *Blickverhalten*. Ein Unterschied zur vorangegangenen Studie besteht darin, dass der dargebotene *Informationsgehalt* nicht mehr als unabhängige Variable dient, sondern als Faktor *Zeit der Informationsaufnahme*, die bis zur Entscheidung über die antizipierte Schussrichtung verstreicht, gemeinsam mit der *Antizipationskorrektheit* der Versuchspersonenantworten und dem *Blickverhalten* zur abhängigen Variable (AV) wird (vgl. Tabelle 12). Um die *Zeit der Informationsaufnahme* bestimmen zu können, wird sie über die Messung der Antwortzeit operationalisiert. Der Zeitpunkt, zu dem eine Versuchsperson ihre Entscheidung trifft, kann berechnet werden, indem der im allgemeinen Reaktionszeittest für jeden Torhüter individuell erhobene Median der Antwortzeit von der Antwortzeit in Teilstudie 2 subtrahiert wird, die bei Abgabe der motorischen Antwort auf die Stimulusvideos erfasst wird. Durch die Erhebung von *Antizipationskorrektheit* und Berechnung der *Entscheidungszeit* wird es möglich, ein „Gütemaß“ der Probanden festzulegen. Durch dessen Bestandteile handelt es sich dabei im eigentlichen Sinne um die *Antizipationsleistung*. Im weiteren Verlauf der Arbeit wird daher unterschieden zwischen der Antizipationskorrektheit, wie sie in Teilstudie 1 erhoben werden kann, und der Antizipationsleistung als gemeinsames Maß aus Korrektheit und Schnelligkeit der Antizipation in Teilstudie 2. Durch die Berechnung der Antizipationsleistung wird der Forderung von Höner (2005) nachgekommen, bei Untersuchungen, in denen sowohl die Antwortkorrektheit als auch der Entscheidungszeitpunkt als abhängige Variablen definiert werden, ein Qualitätsmaß einzuführen, in das beide Variablen eingehen (vgl. Kap. 3.2.2.2).

In Teilstudie 2 beträgt die Anzahl an Stimulusvideos 34. Diese setzen sich aus jeweils vier Videos pro Situation zusammen, die zweimal gezeigt werden. Hinzu kommt auch in dieser Studie ein Video, in dem der Schütze eine andere als die vom Versuchsleiter vorgegebene Torecke getroffen hat. Auch dieses Video wird zweimal präsentiert.

Tabelle 12. Merkmalsstichprobe Teilstudie 2 „Selbstbestimmter Antizipationszeitpunkt“.

Teilstudie 2 „Selbstbestimmter Antizipationszeitpunkt“	
UV	<ul style="list-style-type: none"> • Leistungsniveau (Landesverbandsauswahl, „Mittelklassig“ & „Unterklassig“) • Altersklasse (U15/U18-Landesverbandsauswahl sowie „Alt“ & „Jung“) • Komplexität („1:0_Ruhe“, „1:0_Dribbling“, „1:1“ & „2:2“)
AV	<ul style="list-style-type: none"> • Antizipationskorrektheit (bei 34 Stimuli) • „Zeit“ der Informationsaufnahme • Blickverhalten <p style="text-align: right;">} Antizipationsleistung</p>

4.2.3.3 Explorative Erkundung des Blickverhaltens (kognitive Ebene)

Sowohl in Teilstudie 1 als auch in Teilstudie 2 wird zur Analyse der zugrundeliegenden Prozesse der Antizipation wird das prozessbegleitende, indirekte Verfahren der *Blickbewegungsmessung* (Eye-Tracking; vgl. Kap. 3.2.2.2) eingesetzt. Hierfür werden die Daten ausgewertet, die von den Versuchspersonen über das System zur Blickbewegungserfassung während der Betrachtung der Stimulus-Videos aufgezeichnet werden. Aus testökonomischen Beweggründen erfolgt die Erhebung der Blickbewegungsdaten lediglich bei den beiden Landesverbandsauswahlgruppen (U18 & U15; $n=45$) vollständig. Deshalb beziehen sich die folgenden Auswertungen auf die Daten dieser beiden Gruppen. Aufgrund inhaltlicher Überlegungen werden für die Analysen die Blickbewegungen die Videos ausgewählt, die zum spätesten occlusion-Zeitpunkt (t_1) abgebrochen wurden. Dadurch wird gewährleistet, dass die für eine korrekte Antizipation postulierten relevanten Zeiträume (vor, während und nach dem Ballkontakt des Schützen) Bestandteil der Auswertungen sind.

Die Auswertung des Blickverhaltens erfolgt auf Basis der Blicke der Probanden, die zu bestimmten Zeitpunkten auf vorab definierte, für eine korrekte Antizipation potentiell relevante, Areale auf der Leinwand („areas of interest“, AOI) entfallen. Diese Areale sind dynamisch, das bedeutet, dass sie für jedes Videoframe individuell angepasst werden. Das beschriebene Vorgehen ähnelt dem nach der „shortest distance rule“, bei dem ein Blick dem Areal zugeordnet wird, dessen geometrischem Schwerpunkt er am nächsten ist (vgl. Fehd & Seiffert, 2008; Zelinsky & Neider, 2008). Im vorliegenden Fall werden allerdings nicht sämtliche Blickpunkte einem Areal zugeordnet, sondern lediglich solche, die sich in unmittelbarer Nähe befinden. Dabei wird das Abbild des Schützen in allen vier Situationen in mehrere Areale unterteilt, wohingegen den Mit- und/oder Gegenspielern in den Situationen „1:1“ und „2:2“ jeweils nur ein Areal, das den gesamten Körper umfasst, zugeordnet wird. Aus Abbildung 36 werden die Areale ersichtlich, die für die Person des Schützen definiert wurden (Kopf, Oberkörper, Hüftregion, Standbein, Schussbein und Ball; die farblichen Markierungen dienen der Veranschaulichung und sind während der Untersuchungsdurchführung für die Probanden nicht sichtbar).

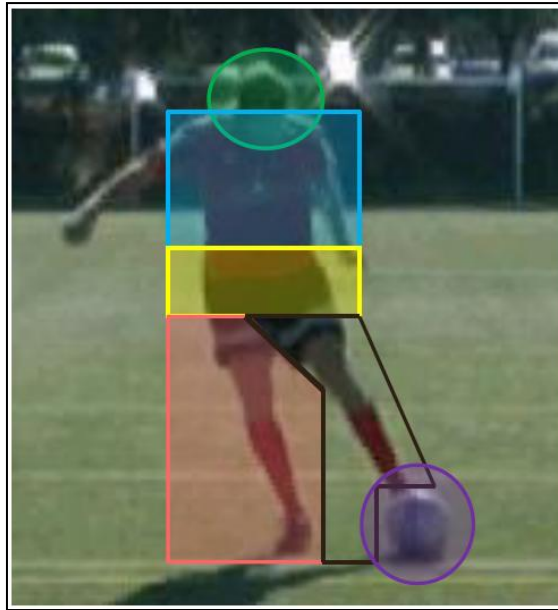


Abbildung 36. Vorab definierte AOI am Beispiel der Person des Schützen.

4.2.4 Untersuchungsaufbau

Die Herausforderungen bzgl. des Untersuchungsaufbaus gestalteten sich vielschichtig. Zunächst musste eine Vorrichtung konzipiert werden, die es den Probanden ermöglicht, ihre Antworten auf die präsentierten Videostimuli motorisch aus einer Position heraus abzugeben, die der Torhütergrundstellung ähnelt. In diesem Zusammenhang musste auch eine Entscheidung darüber getroffen werden, mittels welches „response-tools“ die Antworten der Probanden an die Steuerungssoftware übermittelt werden sollen. In dieser Software wurde der Ablauf der beiden experimentellen Bedingungen programmiert. Anschließend musste eine Kopplung zum eingesetzten Eye-Tracker hergestellt und eine Synchronisierung der beiden Apparaturen durchgeführt werden. Die abschließende Aufgabe bestand darin, die Voraussetzungen zu definieren, die ein Raum erfüllen muss, um in ihm die Untersuchung durchführen zu können. In diesem Kapitel wird dargestellt, welches Vorgehen zur Bewältigung der aufgeführten Problembereiche Anwendung fand.

Positionierung der Probanden und Antwortfassung

Für die beiden Studien zur Analyse der Antizipation hat die Positionierung der Probanden vor der Leinwand das Ziel, die Torhüter in eine Ausgangsposition zu versetzen, die ihrer Körperhaltung beim Erwarten eines Torschusses in einer realen Spielsituation nahe kommt. Aufgrund des verwendeten Systems zur Blickbewegungserfassung (siehe unten) und der – bei einer großen Anzahl an präsentierten Stimuli – unzumutbaren körperlichen Beanspruchung ist es nicht möglich, die Versuchspersonen großmotorische, raumgreifende Bewegungen im Zuge ihrer Antwortabgabe ausführen zu lassen. Deshalb wird ein höhenverstellbares *Stehpult* (Firma Becker Produktionstechnik) eingesetzt, dessen Arbeitsplatte die Maße 65 x 50 cm besitzt und deren Neigungswinkel auf ca. 50° eingestellt wird. Auf der Platte

dienen zur Answerfassung *Grobhandtaster* der Firma Moeller (Modell *FAK-R/V/KC11/IY*) als „response-tools“. Diese ursprünglich für den Einsatz in Industrieanlagen vorgesehenen Geräte bieten durch ihre robuste Verarbeitung den Vorteil, dass sie auch nach häufigen starken Schlägen weiterhin zuverlässig funktionieren. Die Taster werden entsprechend der Torecken links oben, links unten, rechts oben und rechts unten auf der Arbeitsplatte des Stehpultes befestigt, so dass kleinmotorische Armbewegungen genügen, um eine Antwort abzugeben. Um zu gewährleisten, dass die Versuchspersonen allesamt eine nahezu identische Ausgangsposition einnehmen, wird an der linken und rechten Seite der Arbeitsplatte mittig jeweils ein 10 x 5cm großer Bereich mit blauem Klebeband markiert, den die Probanden während der Betrachtung der Stimulusvideos mit den Händen umfassen sollen (vgl. Abbildung 37; diese Körperhaltung nehmen die Probanden auch bereits bei der Durchführung des allgemeinen Reaktionstests ein). Diese Position ist der Ausgangsstellung eines Torhüters in einer realen Spielsituation sehr ähnlich, in der seine Füße hüftbreit nach vorne weisen, Knie und Hüfte leicht gebeugt sind, so dass der Oberkörper nach vorne geneigt ist, die Oberarme senkrecht nach unten hängen, während die Ellenbogen 90° angewinkelt sind, die Innenseiten der Hände zueinander zeigen sowie der Kopf gehoben und der Blick auf das Spielgeschehen gerichtet ist (vgl. z. B. Hoek, 1990).

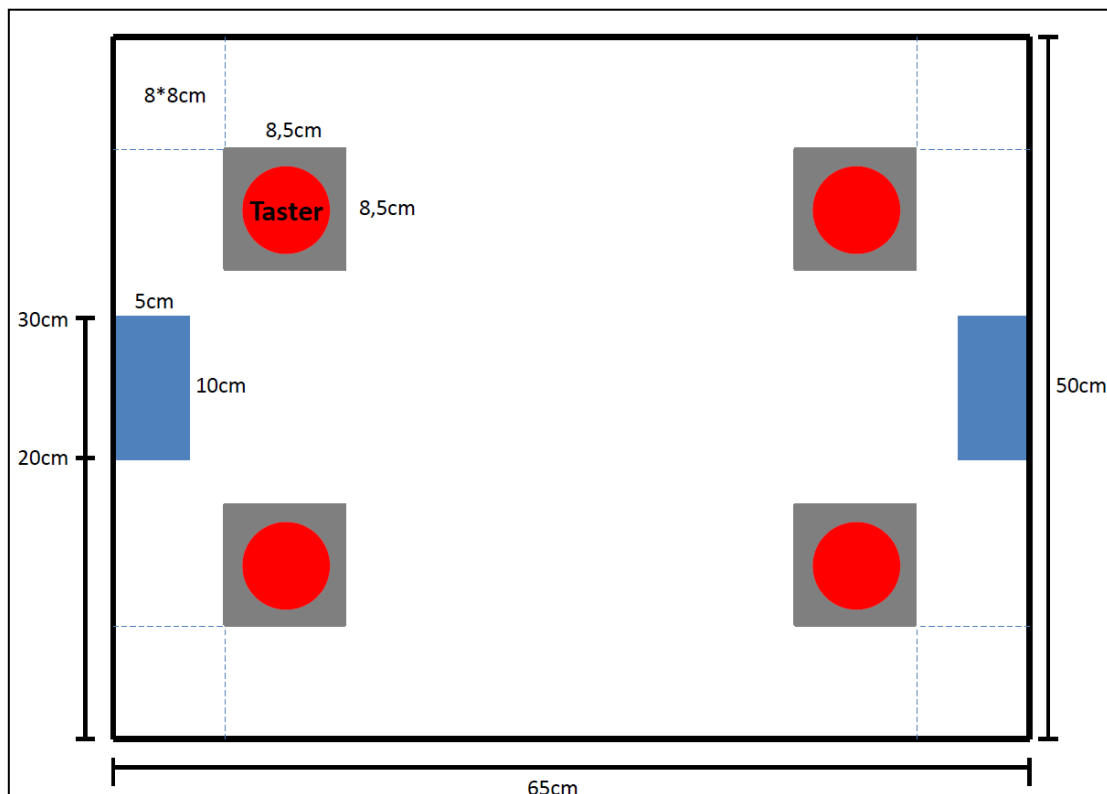


Abbildung 37: Draufsicht auf Stehpult-Arbeitsplatte mit Tastern und Markierungsflächen für die Hände.

Durch den Einsatz eines Systems zur Blickbewegungserfassung als alleinige prozessbegleitende Methode sowie die Begrenzung der Antwortabgabe der Versuchspersonen auf kleinmotorische Aktionen und damit auf deren kognitive Vorgänge,

wird die – bereits im Zusammenhang mit der Beschreibung der Methode der Blickbewegungserfassung (siehe Kap. 3.2.2.2) genannte – „Dekomponierung“ des Realitätsbereichs vorgenommen, die im Kontext grundlagenwissenschaftlicher Forschungsbemühungen als unumgänglich angesehen wird (vgl. Herrmann, 1994, S. 271f.; Höner, 2005, S. 35). Aufgrund des inhaltlichen Schwerpunkts auf der Analyse der zugrundeliegenden kognitiven Prozesse der Antizipation und der exponierten Bedeutung der visuellen Aufmerksamkeit sowie der darauf aufbauenden visuellen Antizipation für das Torhüterspiel im Fußball, besitzen diese Einschränkung zudem keine weitreichenden negativen Folgen für die Analyse des Untersuchungsgegenstands.

Gestaltung des Laborraums

Um die bestmögliche Erfassung der Antizipationsleistung über die Abgabe der motorischen Antwort als auch eine zuverlässige Überprüfung des zugrundeliegenden Antizipationsprozesses mittels Blickbewegungserfassung zu gewährleisten, müssen die Räumlichkeiten, in denen die Versuchspersonen getestet werden, bestimmte Bedingungen erfüllen. Aufgrund der unterschiedlichen Zugriffsmöglichkeiten auf die verschiedenen Personengruppen (Torhüter regionaler Mannschaften und Landesverbandsauswahltorhüter) musste die Untersuchung an zwei Standorten durchgeführt werden: Die regionalen Torhüter absolvierten ihre Testungen in einem Laborraum des Instituts für Sportwissenschaft der Universität Tübingen, die Torhüter der Landesverbandsauswahlmannschaften wurden im Rahmen von DFB-Sichtungsturnieren in einem Seminarraum der Sportschule Wedau in Duisburg getestet. Trotz dieser unterschiedlichen Standorte konnten durch den hohen Standardisierungsgrad des gesamten experimentellen Settings vergleichbare Bedingungen für die Versuchspersonen hergestellt werden. Beide Räume wurden durch Raumtrenner so gestaltet, dass sie optisch eine ähnliche Größe erhielten und die Probanden keinen externen Störeinflüssen ausgesetzt waren. Für die Darbietung der Stimulusvideos wurde in beiden Räumen eine Großbildleinwand gewählt (Maße 190 x 141 cm und 226 x 164 cm). Dadurch waren die abgebildeten Spieler in einer Größe zu sehen, die es den Probanden ermöglichte, alle potentiellen informationsliefernden Areale detailliert visuell erfassen zu können, was wiederum eine notwendige Bedingung für die Erhebung sinnvoll interpretierbarer Blickbewegungsdaten darstellt. Ein weiterer Aspekt, der für die optimale Sichtbarkeit der Videos sowie die korrekte Funktionsfähigkeit des Eye-Tracking-Systems unerlässlich ist, ist eine angemessene Helligkeit innerhalb der Laborräume. Es ist darauf zu achten, dass keine direkte Sonneneinstrahlung auf Leinwand oder Eye-Tracker trifft. Ebenso ist jedoch auch zu vermeiden, dass der Laborraum zu dunkel ist, da es dadurch für die Versuchspersonen zu Beginn einer Videopräsentation zu einem extremen Wechsel von dunklem zu hellem Bildschirm kommen würde. Die Konsequenz wäre – wie bereits im Zusammenhang mit der Hintergrundfarbe des Kalibrierungsbildschirms erläutert – eine möglicherweise bedeutsame und schwankende Veränderung der Pupillengröße, die sich negativ auf die Datenqualität der Blickbe-

wegungsmessung auswirken könnte (vgl. Holmqvist et al., 2011). Deshalb wurden beide Räume mit schwarzen Vorhängen in der Art abgedunkelt, dass direkte Sonneneinstrahlung verhindert wurde, jedoch weiterhin eine normale Sicht gewährleistet war (vgl. Abbildung 38). Der Einsatz eines Eye-Trackers in diesem Setting schränkte auch die Optionen bzgl. einer Positionierung des Beamers, der mit dem Experimental-PC verbunden war und die Videos an die Großbildleinwand projizierte, erheblich ein. Um für die Datenaufnahme optimale Abstände zwischen Leinwand, Eye-Tracker und Probanden herzustellen, musste der Beamer in den Laborräumen an der Decke befestigt sein. In beiden Räumen ergaben die Berechnungen bzgl. optimaler Abstände, die durch *iView X 2.4* auf Basis der Leinwandgröße und der Distanz der Leinwand zum Boden durchgeführt wurden, dass sich die ideale Position der Versuchspersonen unterhalb des Beamers befand.

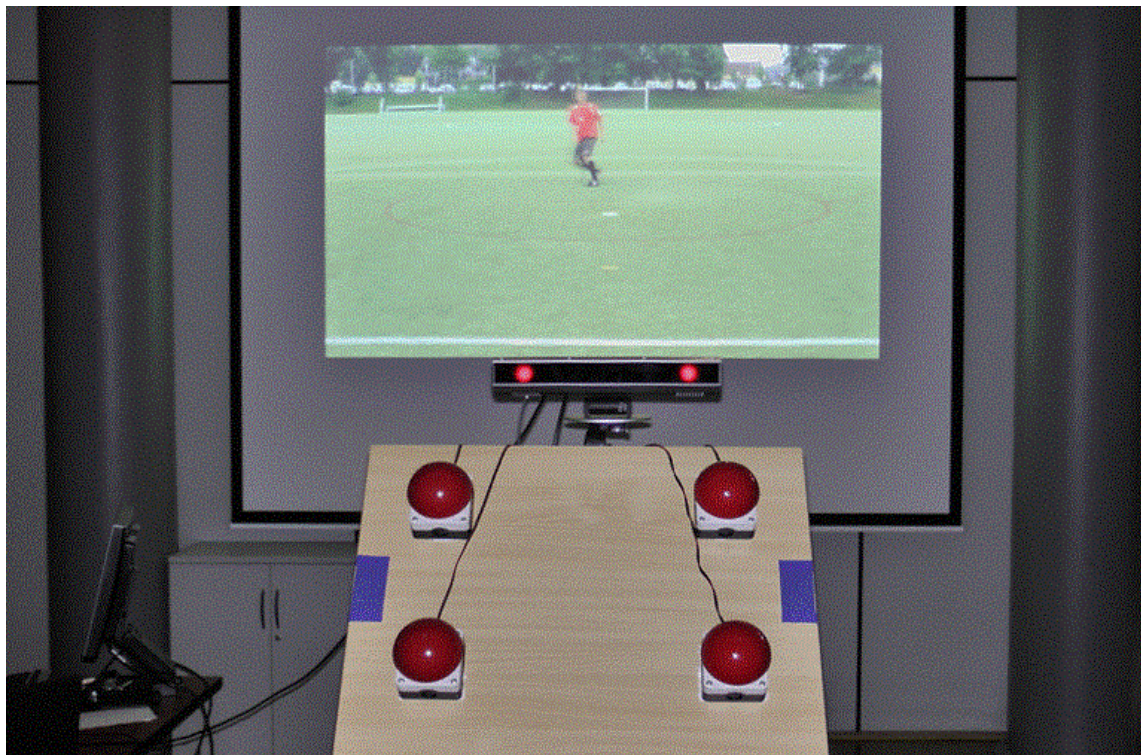


Abbildung 38. Setting im Seminarraum der Sportschule Wedau (Duisburg).

Technische Umsetzung

Auf Ebene der technischen Umsetzung galt es in einem ersten Schritt, auf dem Experimental-PC (*HP Compaq 8000 Elite CMT* mit *2.83GHz Intel Core 2 Quad CPU*-Prozessor) mittels einer Steuerungssoftware den experimentellen Ablauf zu programmieren und dort die Taster für die Answerfassung der Probanden zu installieren. Als Steuerungssoftware wurde das Programm *E-Prime 2.0* der Firma Psychology Software Tools eingesetzt. Um eine möglichst hohe Stabilität des Programms zu gewährleisten und die negativen Konsequenzen unerwartet auftretender technischer Probleme (wie z. B. dem „Abstürzen“ des Rechners) zu minimieren, wurden sämtliche Teiluntersuchungen (allgemeiner Reaktionstest, Teilstudie 1,

Teilstudie 2) in einer separaten Datei gespeichert, so dass sie unabhängig voneinander gestartet werden können. Dies ermöglicht dem Versuchsleiter nach dem Beheben eines solchen Problems schneller wieder an die Stelle des Abbruchs zurückzukehren und von dort aus mit der Untersuchung fortzufahren. Der konkrete experimentelle Ablauf, der in dieser Software für jede Teiluntersuchung programmiert wurde, umfasst neben den implementierten Stimulusvideos einführende Erläuterungen, die in schriftlicher Form auf der Leinwand dargeboten und parallel über Audio-Dateien vorgelesen werden. Die Audio-Dateien wurden im Vorfeld mit einem *Olympus WS-450S Digital Voice Recorder* im *wma*-Format aufgenommen und in *E-Prime 2.0* integriert. Die Erläuterungen und Instruktionen werden in kurzen, einfach verständlichen Sätzen auf mehreren aufeinander folgenden Folien präsentiert. Die einzelnen Folien werden durch Tastendruck des Versuchsleiters aufgerufen, so dass bei Rückfragen seitens des Probanden die Möglichkeit besteht, diese zu beantworten, bevor mit dem Experiment fortgefahren wird. Den zentralen Baustein der Untersuchung stellen die Stimulusvideos dar, die ebenfalls in die Steuerungssoftware eingebunden werden mussten. Um eine Verzerrung oder gestauchte Darstellung der Videos zu verhindern, kam es hierbei u. a. darauf an, die Videos in der Auflösung wiederzugeben, in der sie erstellt wurden (1024 x 768). Die korrekte Darstellung der Stimuli auf der Leinwand ist unerlässlich, um die Blickbewegungsdaten bei der Auswertung präzise den in den Videos dargebotenen Informationsquellen zuordnen zu können. Vor dem Beginn jedes Videos wird dessen Nummer eingeblendet, um zum einen dem Probanden eine Orientierung zu geben, wo er sich im zeitlichen Ablauf der Untersuchung aktuell befindet und um es zum anderen dem Versuchsleiter zu ermöglichen, bei technischen Problemen exakt protokollieren zu können, wann diese aufgetreten sind. Die Anzeige der Videonummer bleibt bis zu einem Tastendruck des Versuchsleiters eingeblendet, um ohne Zeitdruck flexibel auf unvorhergesehene Ereignisse reagieren zu können. Im Anschluss an die Videonummer erscheint für zwei Sekunden ein Fixationskreuz in der Mitte der Leinwand, das als Aufmerksamkeitslenker fungiert und eine standardisierte Blickausgangsposition aller Probanden gewährleisten soll. Zudem ermöglicht das Fixationskreuz vor jedem Video eine „online-Validierung“ der Blickbewegungen, da über den Bildschirm des Laptops, über den die Einstellungen des Eye-Trackers vorgenommen werden, direkt überprüft werden kann, ob der Blick der Versuchsperson das Kreuz exakt trifft. Wenn dies nicht der Fall ist, kann die Position des Probanden entsprechend korrigiert werden.

Neben der Programmierung des experimentellen Ablaufs kam dem Anschluss der Taster, die zur Erfassung der motorischen Antwort der Probanden eingesetzt werden, eine zentrale Bedeutung zu. Für jeden der vier Taster wurde über flexible Leitungen eine Parallelschaltung auf einen Schalteingang der „response box“ von *E-Prime 2.0* durchgeführt, in der ein Schaltvorgang ausgelöst wird, wenn einer der vier Taster betätigt wird. Die elektrischen Signale aus der „response box“ werden zur Verarbeitung und Speicherung in der Steuerungssoftware umgewandelt und an diese übermittelt. Die erfassten Daten der Versuchspersonen werden von dem

Programm in einem softwarespezifischen Format („.edat2“) auf dem PC gespeichert, das zur Weiterverarbeitung (z. B. mit SPSS) in ein Textformat exportiert werden muss.

In einem zweiten Schritt wurden die für die Blickbewegungserfassung im vorliegenden Setting notwendigen Einstellungen des Eye-Tracking-Systems vorgenommen, das im Rahmen einer Kooperation vom Leibniz-Institut für Wissensmedien Tübingen zur Verfügung gestellt wurde. Die Blickbewegungen der Versuchspersonen wurden binokular durch einen statischen *SMI Red 60 Hz*-Eye-Tracker erfasst, der – abhängig vom Laborraum, in dem die Untersuchung durchgeführt wurde – in einem Abstand von 2.82 m bis 3.93 m von der Leinwand entfernt auf einem höhenverstellbaren Stativ angebracht war, so dass er individuell auf die Körpergröße jeder Versuchsperson angepasst werden konnte. Der Eye-Tracker erfasst die Blickbewegungsdaten mittels des „Cornea-Reflex-Systems“ (vgl. Kap. 3.2.2.2). Das Gerät ist über einen Firewire-Anschluss mit einem Laptop verbunden (*Lenovo Thinkpad T500*), auf dem die Steuerungssoftware des Eye-Trackers (*iView X 2.4*) installiert ist (vgl. Abbildung 39).

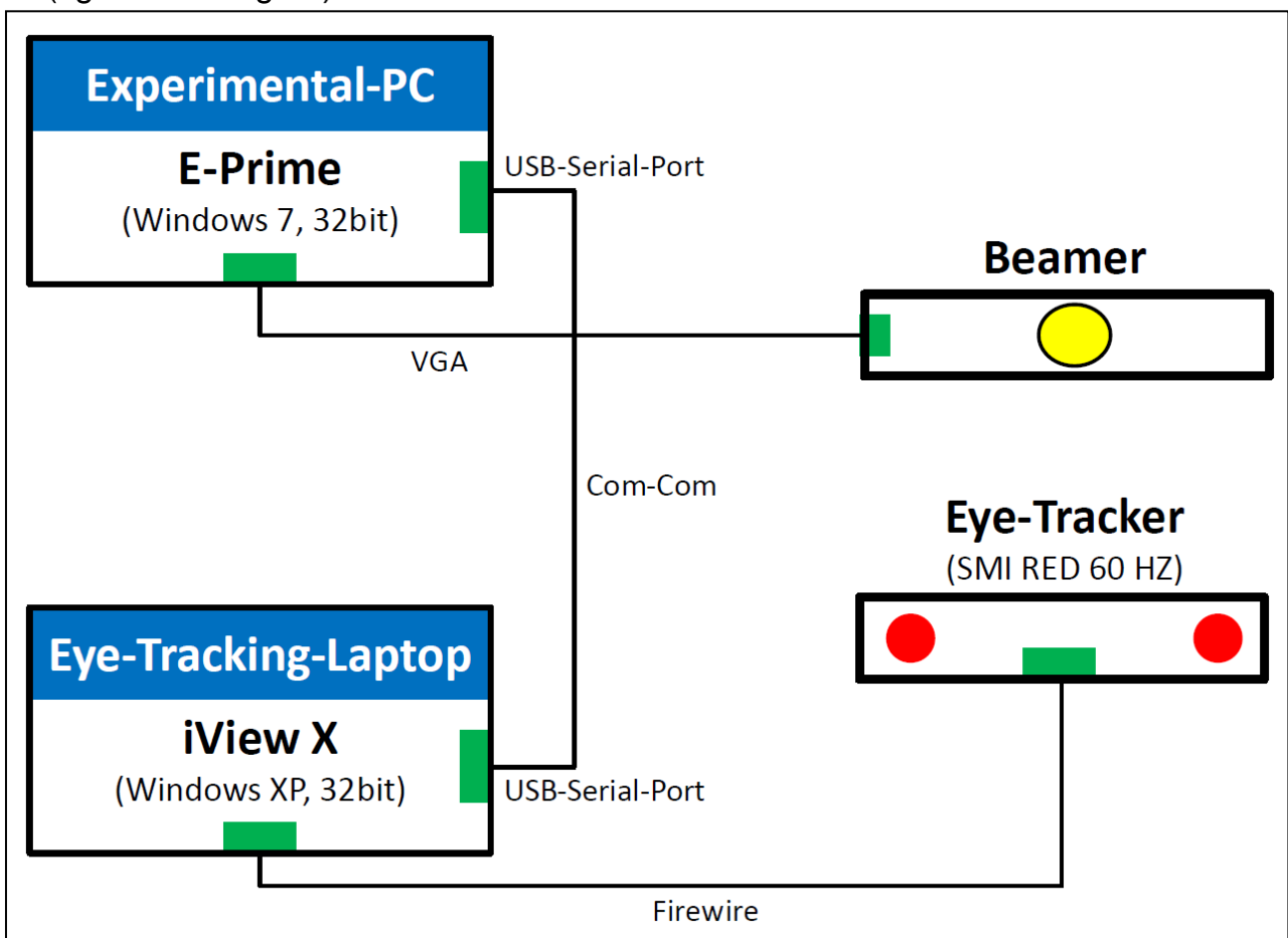


Abbildung 39: Schematischer Systemüberblick des 2-Rechner-Settings.

Neben grundlegenden Einstellungen in dieser Steuerungssoftware wurde u. a. definiert, in welcher Form die Kalibrierung des Geräts zu erfolgen hat. Um möglichst exakte und zuverlässige Ergebnisse der Blickbewegungserfassung zu erhalten,

wurde vor Beginn jeder experimentellen Bedingung mit den Versuchspersonen eine 9-Punkt-Kalibrierung durchgeführt, die die ausführlichste Kalibrierungsmethode der verwendeten Apparatur darstellt. Dabei wurden nacheinander an neun verschiedenen Positionen auf der Leinwand – die im Vorfeld vom Versuchsleiter definiert wurden – Kalibrierungspunkte eingeblendet, die von der jeweiligen Versuchsperson fixiert werden sollten (vgl. Abbildung 40).

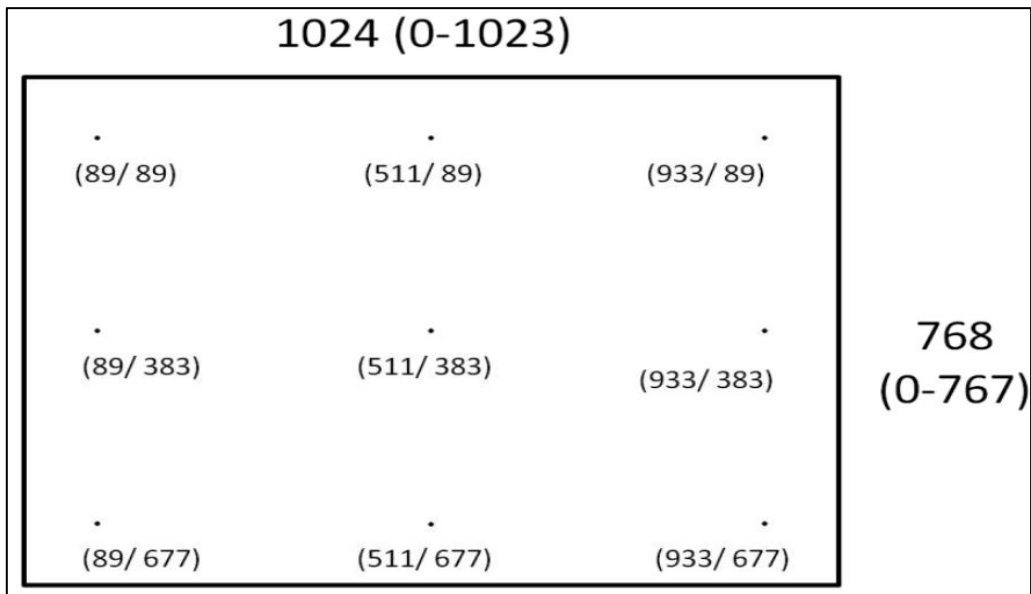


Abbildung 40: Kalibrierungspunkte des Eye-Trackers incl. Koordinaten.

Als Hintergrundfarbe für den Kalibrierungsbildschirm wurde grau gewählt, was in etwa der Lichtintensität der später dargebotenen Stimulusvideos entspricht. Auch dieses Vorgehen sollte zu einer möglichst exakten Messung der Blickbewegungen beitragen: Wenn die Helligkeitsunterschiede zwischen den Kalibrierungs- und den Experimentaldurchgängen zu groß wären, hätte dies unterschiedliche Pupillengrößen eines Probanden zur Folge, was sich wiederum negativ auf die Qualität der Blickbewegungserfassung auswirken würde. Die Reihenfolge des Erscheinens der Kalibrierungspunkte wurde randomisiert, um zu verhindern, dass die Position des nächsten Punktes antizipiert werden konnte. Dies ist notwendig, damit die Versuchsperson den Blick von dem aktuellen Kalibrierungspunkt nicht abwendet, bevor die Fixation dort vom System erfasst werden konnte. Die Software wurde so eingestellt, dass der nächste Kalibrierungspunkt automatisch erscheint, wenn der Bereich des aktuell angezeigten Punktes für 400 ms fixiert wurde. Nachdem die 9-Punkt-Kalibrierung durchgeführt wurde, erfolgte ein Validierungsdurchgang, indem erneut die neun Punkte fixiert werden mussten. Aus den Fixationskoordinaten von Kalibrierungs- und Validierungsdurchgang berechnet das System die horizontale und vertikale Abweichung der Blicke. Der Kalibrierungsvorgang wurde als erfolgreich akzeptiert, wenn diese Abweichungen $\leq 0.5^\circ$ betragen, was in der Literatur als sehr präzise eingestuft wird (vgl. z. B. Piras & Vickers, 2012; Savelsbergh et al., 2002). Für Fälle der Nichterfüllung dieser Konvention wurde die Software so programmiert, dass vom Versuchsleiter ein erneuter Kalibrierungsdurchgang gestartet

werden konnte. Wenn auch nach wiederholter Durchführung der Kalibrierung zu große Abweichungen gemessen wurden, wie des Öfteren z. B. bei Versuchspersonen mit Brille oder Kontaktlinsen möglich, wurde dies protokolliert und in der Auswertung der entsprechenden Eye-Tracking-Daten berücksichtigt. Die Blickbewegungsdaten des Kalibrierungsdurchgangs sowie der Experimentaldurchgänge wurden separat für jede Versuchsperson als *iView Date File (idf)* vom System gespeichert. Diese Dateien enthalten neben Zeitstempeln und „Messages“ über den Beginn der Stimulusvideos u. a. Informationen über Blickkoordinaten, die benötigt werden, um in einem späteren Analyseschritt Treffer in vom Versuchsleiter definierten „Areas of Interest“ (vgl. 4.2.3.3) zu identifizieren. Für eine direkte, qualitative Auswertung der Daten können die *idf-Files* in *BeGaze 2.4* eingelesen werden. Eine quantitative Auswertung der Blickbewegungsdaten ist erst nach aufwändiger Datenaufbereitung möglich, an deren Anfang die Transformation der *idf-Files* über ein spezielles Programm (*idf Converter*) in das *ASCII-Format (American Standard Code for Information Interchange)* steht. Danach sind das Einlesen und die Analyse der Daten z. B. in *SPSS* möglich.

Der dritte Schritt der technischen Umsetzung umfasste auf Hardware-Ebene die Erstellung eines 2-Rechner-Settings durch die Verbindung von Experimentalrechner mit Eye-Tracking-Laptop sowie auf Software-Ebene die Kopplung der Steuerungssoftware (*E-Prime 2.0*) mit der des Eye-Tracking-Systems (*iView X 2.4*). Die Verbindung der Hardware erfolgte über einen *USB-Serial-Port* (vgl. Abbildung 39). Zur Synchronisierung der Software wurde die Syntax von *E-Prime 2.0* so programmiert, dass sie zu Beginn eines jeden Stimulusvideos ein Trigger-Signal an *iView X 2.4* sendet, wo ein entsprechender Zeitstempel incl. „Message“ des Videonamens in die *idf-Datei* geschrieben wird. Tests zur Überprüfung des Synchronisationsvorgangs ergaben äußerst zufriedenstellende Ergebnisse. Die Syntax von *E-Prime 2.0* wurde zudem so formuliert, dass nach Abschluss der Grundeinstellungen in der Eye-Tracking-Software die komplette Steuerung aller am experimentellen Ablauf beteiligten Geräte über den Experimental-PC erfolgen konnte.

4.2.5 Untersuchungsplan und -durchführung

Der Untersuchungsplan von Teilstudie 1 und 2 sieht vor, dass sich während der Versuchsdurchführung jeweils nur ein Proband gemeinsam mit dem Versuchsleiter im Laborraum befindet. Vor Beginn jeder Studie nimmt der Proband zunächst die vom allgemeinen Reaktionstest bekannte Ausgangsposition am Stehpult ein. Dann erhält er nochmals einführende Informationen über den Verlauf dieser Studie, anschließend werden ihm standardisierte Instruktionen für die Durchführung der Untersuchung vermittelt. Die Informationen und Instruktionen werden sowohl in schriftlicher Form auf der Leinwand, als auch parallel dazu akustisch durch Audioaufnahmen dargeboten.

In Teilstudie 1 wird der Versuchsperson eingangs erläutert, dass ihr verschiedene Spielszenen aus der Perspektive des Torhüters gezeigt werden, die alle mit einem

Schuss auf das Tor enden und dass ihre Aufgabe darin besteht anzugeben, in welche Torecke der Ball ihrer Meinung nach geschossen wird. Anschließend wird die Teilstichprobe, an der parallel zur Messung der Antizipationskorrektheit eine Blickbewegungserfassung durchgeführt wird, auf den Eye-Tracker und dessen Funktion hingewiesen. Nach den allgemeinen Hinweisen bzgl. des Eye-Trackers folgen Kalibrierung und Validierung der Blickbewegungserfassung (vgl. Kap. 4.2.4). Nach erfolgreicher Durchführung dieses Schrittes erfährt der Proband die Funktion der Taster im Kontext des Antizipationstests. Es wird erklärt, dass jeder der vier Taster stellvertretend für eine der Torecken steht und dass nach der Präsentation eines Videos mittels Tastendruck die antizipierte Schussrichtung angegeben werden soll. Anschließend wird die Versuchsperson aufgefordert, für eine Funktionsüberprüfung nacheinander die Taster zu drücken. Wenn alle Taster ordnungsgemäß funktionieren, folgen vier Beispielvideos, die sich die Versuchsperson lediglich anschauen soll, ohne eine motorische Antwort abzugeben. Dieser Durchgang dient als Orientierung, um den Torhüter mit der Videopräsentation vertraut zu machen. Die Beispielvideos setzen sich aus jeweils einem Video pro Situation zusammen („1:0_Ruhe“, „1:0_Dribbling“, „1:1“, „2:2“), die zu den Zeitpunkten 120 ms (-3 Frames; „t₃“) und 40 ms (-1 Frame; „t₁“) vor dem Fuß-Ball-Kontakt des Schützen, zum Zeitpunkt des Fuß-Ball-Kontakts (Frame 0; „t₀“) und 40 ms (+1 Frame; „t₁“) nach dem Kontakt abgebrochen werden (vgl. Kap. 4.2.1.2). Nach Abbruch eines Videos erscheint ein Schwarzbild auf der Leinwand. Um dem Probanden zu signalisieren, wie viel Zeit er maximal nach dem Ende eines Videos bis zur Antwortabgabe hat, ertönt vier Sekunden nach Videoabbruch ein Signalton, der im eigentlichen Experiment jedoch nicht mehr zu hören sein wird. Im Anschluss an die Beispielvideos wird der Torhüter vom Versuchsleiter gefragt, ob die Aufgabenstellung verstanden wurde und ggf. auftretende Fragen beantwortet. Im nächsten Schritt erfolgt die Präsentation von vier Probevideos, nach deren Abbruch die Versuchsperson diesmal eine motorische Antwort abgeben soll. Der Ablauf entspricht somit dem im anschließenden Experimentalblock. Bei den Probe- und Beispielvideos handelt es sich um dieselben Szenen, jedoch werden sie in unterschiedlicher Reihenfolge dargeboten und die einzelnen Videos zu unterschiedlichen Zeitpunkten abgebrochen. Die konkrete Instruktion für den Probedurchgang lautet: „Geben Sie nach dem Ende des Videos zügig durch entsprechenden Tastendruck an, in welche Torecke der Ball Ihrer Meinung nach geschossen wird!“. Nach dem Probedurchgang hat der Proband erneut die Möglichkeit, Rückfragen an den Versuchsleiter zu stellen. Danach beginnt der eigentliche Antizipationstest, indem insgesamt 102 Stimulusvideos dargeboten werden, die vorher nicht bereits im Beispiel- oder Probedurchgang zu sehen waren. Diese 102 Videos werden in drei Blöcken á 34 Videos präsentiert. Die Aufteilung der 102 Videos in drei kleinere Blöcke zu je 34 Videos erfolgt in der Art, dass in jedem Block die identische Anzahl an selben Szenen dargeboten wird. Innerhalb eines jeden Blocks wird die Reihenfolge der Videopräsentation zufällig permutiert.

Die Durchführung von Teilstudie 2 findet im Anschluss an Teilstudie 1 im selben Setting statt. Lediglich die Aufgabenstellung und die Stimulusvideos variieren. Vor dem Beginn des Antizipationstests wird das System zur Blickbewegungserfassung für die Teilstichprobe, deren Blickverhalten aufgenommen wird (Landesverbandsauswahltorhüter U18 & U15, $n=44$), erneut kalibriert und die erfassten Daten anschließend validiert. Im Anschluss daran erhält sie – wieder sowohl schriftlich als auch akustisch – die Instruktionen für die anstehende Untersuchung. Besonders hervorgehoben wird dabei, dass die Stimulusvideos nun nicht mehr automatisch zu unterschiedlichen Zeitpunkten abgebrochen werden, sondern dass die Versuchsperson selbst durch die Betätigung eines der vier Taster den Abbruch eines Videos herbeiführt. Wird während einer Videopräsentation keiner der Taster gedrückt, bekommt der Torhüter das Video in seiner gesamten Länge, d. h. bis nach dem Überschreiten der Torlinie durch den Ball, zu sehen. Durch die folgende konkrete Anweisung soll dem Probanden verdeutlicht werden, dass von ihm eine möglichst schnelle Antwortabgabe gefordert ist, die Korrektheit seiner Antwort jedoch nach wie vor die höchste Priorität einnimmt: „Ihre Aufgabe ist es, diesmal schon während der Präsentation des Videos so schnell wie möglich korrekt anzugeben, in welche der 4 Torecken der Ball geschossen wird“. Nachdem die Aufgabenstellung genannt wurde, wird nochmals eine Funktionsüberprüfung der Taster durchgeführt. Dieser Schritt ist dadurch begründet, dass es sich auf technischer Ebene bei Teilstudie 1 und Teilstudie 2 um zwei unterschiedliche Programmierungen handelt, die separat gesteuert werden. Dadurch ist es notwendig, die einwandfreie Funktion der Taster in jeder Studie zu überprüfen. Auf die Darbietung von Beispielveideos wird in dieser Studie verzichtet, da die Probanden sich in Teilstudie 1 bereits an die Präsentationsform gewöhnen konnten. Die Durchführung eines Probedurchgangs ist aufgrund der veränderten Aufgabenstellung jedoch unabdingbar. Dabei wird der Versuchsperson aus den vier unterschiedlich komplexen Situationen („1:0_Ruhe“, „1:0_Dribbling“, „1:1“, „2:2“; vgl. Kap. 4.2.1.2) jeweils ein Video gezeigt, das im eigentlichen Experiment nicht vorkommt. Sie soll bereits in diesem Durchgang so schnell wie möglich korrekt angeben, in welche Torecke der Ball geschossen wird. Nach der Präsentation der vier Probevideos wird die Versuchsperson gefragt, ob sie alle Anweisungen verstanden hat und noch Rückfragen bestehen. Danach beginnt der Antizipationstest, in dem 34 Stimuli dargeboten werden. Die Reihenfolge der Videodarbietungen wird permutiert.

Zeitlicher Ablauf

Nach der Begrüßung der Versuchsperson im Labor wird ihr ein zweiseitiges Schreiben (siehe Anhang 1) vorgelegt mit der Bitte, dieses aufmerksam durchzulesen. Die erste Seite des Schreibens enthält in kompakter Form die wichtigsten inhaltlichen Informationen zu den anstehenden Untersuchungen. Des Weiteren wird darüber aufgeklärt, dass sämtliche erfassten personenbezogenen Daten den Bestimmungen gemäß § 11 des Bundesdatenschutzgesetzes (BDSG) unterliegen. Dem Probanden wird darüber hinaus versichert, dass die Teilnahme an der Unter-

suchung freiwillig ist und er jederzeit das Recht hat, diese abubrechen. Es wird betont, dass weder durch eine Nicht-Teilnahme noch durch den Abbruch eines Tests Nachteile für die Versuchsperson entstehen. Dieser Passus erscheint vor allem für die Torhüter der DFB-Sichtungslehrgänge als relevant. Am Ende des Informationsschreibens hat der Proband die Möglichkeit anzugeben, dass er nach Abschluss der Auswertung die Zusendung seiner persönlichen Ergebnisse per Mail wünscht. Auf Seite 2 des Schreibens wird die Versuchsperson um einige Angaben zur eigenen Person sowie zu ihrem sportlichen Werdegang gebeten, die zum einen für die Zuordnung in eine der Experimentalgruppen benötigt werden, zum anderen in unterschiedlichem Maße in die Interpretation der Ergebnisse der beiden fußballspezifischen Studien einfließen.

Mit den Torhütern der U15-Landesverbandsauswahlmannschaft wird nach der Rückgabe des Informationsschreibens incl. der personenbezogenen Daten an den Versuchsleiter der statische Sehschärfetest durchgeführt (siehe Kap. 4.2.3.1). Da sich der entsprechende Aufbau im selben Laborraum realisieren lässt, indem auch die weiteren Tests stattfinden, ist es möglich, die Sehschärfe innerhalb weniger Minuten zu erheben.

Nach Abschluss des Sehtests begeben sich die Probanden der U15 zum allgemeinen Reaktionstest (siehe 4.2.3.1), der mit demselben experimentellen Aufbau durchgeführt wird wie die beiden anschließenden Antizipationsstudien. Die anderen Versuchspersonen führen den Reaktionstest unmittelbar nach dem Lesen des Informationsschreibens und der Abgabe ihrer personenbezogenen Daten durch. Aufgrund dessen, dass der Reaktionstest über einen PC gesteuert wird und die jeweilige Versuchsperson eine kurze Einführung in die Bedienung der Taster zur Answerfassung sowie Instruktionen zum Reaktionstest an sich erhalten muss, erstreckt sich dieser an sich kurze Test auf 5 bis 8 Minuten.

Im Anschluss an den allgemeinen Reaktionstest, durch den sich die Versuchspersonen bereits mit dem experimentellen Setting (vgl. Kap. 4.2.4) vertraut machen kann, werden die beiden fußballspezifischen Studien zur Erfassung der Antizipation durchgeführt. Je nachdem, ob es sich bei dem Probanden um einen Landesverbandsauswahltorhüter handelt, dessen Blickbewegungen erfasst werden oder um einen Torhüter der anderen Gruppen, nimmt Teilstudie 1 insgesamt ca. 20 bis 25 Minuten in Anspruch. Dabei werden die 102 Stimulusvideos in drei Blöcken à 34 Videos dargeboten, zwischen denen jeweils eine 30-sekündige Pause liegt. Nach Abschluss von Teilstudie 1 erhält der Proband eine längere Pause, die zwei Minuten beträgt, bevor mit Teilstudie 2 fortgefahren wird. Aufgrund der geringeren Anzahl an Stimuli werden für die Durchführung von Teilstudie 2 lediglich 10 bis 15 Minuten benötigt.

Die komplette empirische Untersuchung erstreckt sich somit auf ca. 40 Minuten für die Versuchspersonen, die weder den statischen Sehtest absolvieren noch mit dem Blickbewegungssystem getestet werden. Die Torhüter der U15-Landesverbandsauswahl, bei denen beides der Fall ist, müssen ca. 50 Minuten aufwenden. Durch die Pausen, die zwischen den verschiedenen Tests sowie innerhalb von Teilstudie

1 zwischen den drei Präsentationsblöcken liegen, bewegen sich diese Zeitansätze noch in einem vertretbaren Rahmen, ohne dass eine Überbeanspruchung auch junger Probanden nicht zu befürchten ist.

4.2.6 Datenaufbereitung und Statistische Auswertungsverfahren

Die Ausführungen in diesem Kapitel beziehen sich auf die statistischen Verfahren, die im Rahmen der Auswertungen der vorgeschalteten Tests (statischer Sehschärfetest und allgemeiner Reaktionstest; Kap. 4.2.6.1), der Analyse der Testzuverlässigkeit (Kap. 4.2.6.2) und der Antizipationsleistung/-korrektheit (Kap. 4.2.6.3) sowie des Blickverhaltens (vgl. Kap. 4.2.6.4) in den Studien 1 und 2 eingesetzt werden. Zum Abschluss des Kapitels werden die statistischen Verfahren zusammenfassend in Tabelle 13 dargestellt, die zur Analyse der abhängigen Variablen innerhalb von Teilstudie 1 und 2 eingesetzt werden.

4.2.6.1 Überprüfung potenzieller Störfaktoren

Statischer Sehschärfetest

Der *statische Sehschärfetest* liefert für jede getestete Versuchsperson (Torhüter der U15-Landesverbandsauswahl) einen Visuswert für das linke und rechte Auge sowie für das binokulare Sehen (vgl. Kap. 4.2.3.1). Die Auswertungen erfolgen anhand von Mittelwertsbetrachtungen über die Median-Werte für die Gesamtgruppe und anschließendem Vergleich mit Normwerten, die eine Kategorisierung der Visuswerte zulassen. Die Auswertungen erfolgt anhand von Mittelwertsbetrachtungen über die Median-Werte und anschließendem Vergleich mit Normwerten, die eine Kategorisierung der Visuswerte zulassen (diese Ergebnisse wurden im Rahmen der Beschreibung der Personenstichprobe angeführt; siehe Kap. 4.2.2). Für Torhüter, die individuell auffällige Visuswerte aufweisen, wird im Sinne einer qualitativen Betrachtung überprüft, ob diese Auffälligkeiten bzgl. der behavioralen Antizipationswerte oder des Blickverhaltens in Teilstudie 1 und 2 aufweisen.

Zur Überprüfung, ob die statische Sehschärfe einen *Störfaktor* für die Untersuchung darstellt, werden die Werte mit den Resultaten der Antizipationsleistung beider Teilstudien – aufgrund verletzter Normalverteilungsannahme mittels Kendall-Tau-b – korreliert.

Allgemeiner Reaktionstest

Die Analyse der Daten des *allgemeinen Reaktionstests* besteht aus mehreren Schritten. Im ersten Schritt erfolgt die Identifizierung von statistischen Ausreißern mittels Box-Plot-Darstellungen in SPSS. Es wird für jede Versuchsperson ermittelt, ob die individuelle Antwortzeit bei einer oder mehreren der insgesamt zwölf Reaktionsaufgaben als statistischer Ausreißer nach oben (aufgrund zu langer Antwortzeit) zu kategorisieren ist. Als Ausreißer nach oben werden für das Box-Plot-Verfahren

in SPSS Werte definiert, deren Abstand zum 75%-Perzentil größer ist als das 1.5fache des Abstands zwischen dem 75%- und dem 25%-Perzentil (vgl. Brosius, 2006). Im Anschluss an die Identifizierung von Ausreißern erfolgt im zweiten Schritt deren Eliminierung. Dieses Vorgehen ist inhaltlich vertretbar, da ein Ausreißer nach oben in diesem Setting sehr wahrscheinlich darauf zurückgeführt werden kann, dass ein Untersuchungsteilnehmer den Taster aufgrund der schnellen Bewegungsausführung und der daraus resultierenden verminderten Zielgenauigkeit nicht korrekt betätigt hat und ihn daraufhin nochmals drücken musste. Im dritten Schritt wird nach der Elimination der Ausreißer für jeden Probanden der Median seiner gültigen Antwortzeiten berechnet. Dieser Wert wird anschließend zur Analyse der Gruppenmittelwerte herangezogen, die mittels t-Tests für unabhängige Stichproben für den Vergleich zwischen den zusammengefassten Altersgruppen („Alt“ vs. „Jung“) und einfaktorierter Varianzanalyse für den Vergleich der Leistungsgruppen (Landesverbandsauswahl vs. „mittelklassige“ Torhüter vs. „unterklassige“ Torhüter) umgesetzt wird.

Zudem wird überprüft, ob die allgemeine Reaktionszeit als *Störfaktor* bzgl. der Antizipationsleistung angesehen werden muss. Hierzu erfolgt eine Korrelation (aufgrund fehlender Normalverteilung durch Kendall-Tau-b) der durchschnittlichen Reaktionszeit dieses vorgeschalteten Tests mit den Werten der Antizipationsleistung der beiden Teilstudien.

4.2.6.2 Zuverlässigkeit der Testbatterie

Konsistenzanalysen (Reliabilität)

Für eine erste Überprüfung einer potentiellen leistungsdiagnostischen Eignung des hier entwickelten Instruments wird innerhalb von *Teilstudie 1* für die Variable *Antizipationskorrektheit* in einem ersten Schritt die interne Konsistenz des Gesamttests mittels Cronbachs Alpha bestimmt. In die Analyse fließen die Ergebnisse der occlusion-Zeitpunkte ein, die allen Versuchspersonen ($n=76$) präsentiert wurden (120 ms vor Ballkontakt (t_{-3}) – 40 ms nach Ballkontakt (t_1) des Schützen). In einem zweiten Schritt wird die Konsistenz des Instruments auf Basis einer optimierten Itemauswahl berechnet, die auf Basis folgender inhaltlicher Einschlusskriterien getätigt wird:

- 1) Die durchschnittliche Antizipationskorrektheit der occlusion-Zeitpunkte t_{-3} (120 ms vor Ballkontakt des Schützen) bis t_1 (40 ms nach Ballkontakt) muss höher liegen als die Ratewahrscheinlichkeit von 25%,
- 2) die durchschnittliche Antizipationskorrektheit zu t_1 muss oberhalb von 50% liegen und
- 3) es muss ein annähernd idealtypischer Verlauf der zeitlichen Entwicklungskurve zu erkennen sein (Zunahme der Antizipationskorrektheit mit fortschreitendem occlusion-Zeitpunkt).

Kriterium 1 wird dadurch begründet, dass mit zunehmendem Informationsgehalt im zeitlichen Verlauf der occlusion-Zeitpunkte die Ergebnisse der Antizipationskorrektheit einen sukzessiven Anstieg erfahren sollten. Die entsprechenden prozentualen Werte sollten lediglich zu den frühen Zeitpunkten auf dem Niveau der Ratewahrscheinlichkeit liegen, so dass der Durchschnitt der Werte über alle Zeitpunkte hinweg oberhalb der Ratewahrscheinlichkeit gefordert wird.

Kriterium 2 wird gesetzt, um ausschließlich Items zuzulassen, deren Itemschwierigkeit zu dem Zeitpunkt, zu dem bereits erste Ballfluginformationen dargeboten werden, nicht zu hoch angesiedelt ist. Dies ist von Bedeutung, um mittels der eingesetzten Stimuli effektiv zwischen unterschiedlichen Merkmalsausprägungen differenzieren zu können.

Kriterium 3 wird formuliert, um Items auszuschließen, in denen der Schütze im Verlauf der Schussausführung irritierende oder fintierende Bewegungen ausführt, die zwischenzeitlich zu einer Verringerung der Antizipationsleistung seitens des Probanden führen.

Ergeben sich bei der Konsistenzanalyse der optimierten Itemauswahl bessere Kennziffern, werden sämtliche weiteren Auswertungen innerhalb von Teilstudie 1 mit den Szenen durchgeführt, die die aufgeführten Kriterien 1) bis 3) erfüllen.

Um die Reliabilität des Diagnostikinstrumentes in *Teilstudie 2* zu prüfen, wird der Zusammenhang der Ergebnisse der ersten Videopräsentation mit denen der zweiten Darbietung für die Variablen *Antizipationskorrektheit*, *Entscheidungszeitpunkt* und Gütemaß der *Antizipationsleistung* durch Pearson-Produkt-Moment-Korrelation (nach Spearman Brown Formel korrigiert; vgl. Moosbrugger & Kelava, 2011) getestet. Bzgl. der Analysen des Entscheidungszeitpunkts können in Teilstudie 2 die identifizierten Ausreißer nicht wie beim allgemeinen Reaktionstest eliminiert werden (vgl. Kap. 4.2.6.1), da beim Auftreten späterer Entscheidungszeitpunkte ein taktisches Moment nicht ausgeschlossen werden kann (Probanden warten mit ihrer Antwortabgabe so lange, bis die korrekte Schussrichtung offensichtlich ist). In diesem Zusammenhang ist aber zu betonen, dass bzgl. des Entscheidungszeitpunkts jeweils die Median-Werte in die Analysen einfließen, um diese robuster gegen die Einflüsse von Ausreißern zu machen. Um die Vergleichbarkeit der Reliabilitätskennziffern zwischen Teilstudie 1 und Teilstudie 2 zu ermöglichen, erfolgt zusätzlich analog zu Teilstudie 1 die Berechnung der internen Konsistenz der drei Variablen durch Cronbachs Alpha.

Durch das experimentelle Design in Teilstudie 2 ist es möglich, auch für die dort erfassten Blickbewegungen Reliabilitätsanalysen durchzuführen. Ziel ist es zu prüfen, ob ein konstantes Blickverhalten der Versuchspersonen identifiziert werden kann. Je nach interpretativer Perspektive, können die entsprechenden Ergebnisse entweder zur Beurteilung der Qualität des Messinstruments verwendet werden (wenn davon ausgegangen wird, dass sich das Blickverhalten der Probanden zwischen den Videos innerhalb der vier Situationen nicht deutlich unterscheidet) oder inhaltlich dahingehend ausgewertet werden, ob intraindividuelle Variabilität bei wiederholter Betrachtung desselben Stimulus auftritt. Strukturell werden die Analysen auf-

grund der eingesetzten statistischen Verfahren zunächst den Auswertungen bzgl. der Testzuverlässigkeit zugeordnet, ohne die Ergebnisse in der abschließenden Diskussion der empirischen Resultate aus der inhaltlichen Betrachtung kategorisch auszuschließen. Die Reliabilitätsanalysen der Blickbewegungen erfolgen in zwei Schritten. In Schritt 1 wird für die AOI innerhalb jeder Situation die Korrelation zwischen den prozentualen Blickanteilen während der ersten und zweiten Videopräsentation berechnet. Als statistisches Maß wird die Pearson Produkt-Moment-Korrelation verwendet. Bei nicht normalverteilten Daten erfolgen die Berechnungen mittels Spearmans Rho. In Schritt 2 erfolgt die Berechnung der internen Konsistenz, indem innerhalb jeder Situation über sämtliche Items (Blickanteile der entsprechenden Videos) pro AOI Cronbachs Alpha ermittelt wird.

4.2.6.3 Hypothesengeleitete inhaltliche Analysen der Antizipationsleistung zur Stützung der Validierung (behaviorale Ebene)

Die statistischen Analysen hinsichtlich der Antizipationskorrektheit/-leistung müssen aufgrund der unterschiedlichen Merkmalsstichproben und den daraus resultierenden notwendigerweise unterschiedlichen statistischen Auswertungsverfahren für die behavioralen Daten getrennt für die Studien 1 und 2 betrachtet werden.

Analyse behavioraler Daten in Teilstudie 1

In Teilstudie 1 werden in einem ersten Schritt für die Gesamtstichprobe Analysen hinsichtlich der Abhängigkeit der Antizipationskorrektheit vom dargebotenen *Informationsgehalt* und vom *Komplexitätsgrad* der vier Spielsituationen getätigt. Dies geschieht anfangs auf Basis der absoluten Antizipationskorrektheit, bevor differenziertere Auswertungen durch den Vergleich zwischen horizontaler und vertikaler Antizipationskorrektheit durchgeführt werden.

Zum Zwecke der gekoppelten Analyse des Einflusses des *Informationsgehalts* und der *Situationskomplexität* auf die Antizipationskorrektheit werden für jede der vier unterschiedlich komplexen Situationen zunächst deskriptive Betrachtungen durchgeführt. Die inferenzstatistische Analyse des Informationsgehalts und der Situationskomplexität erfolgt über eine zweifaktorielle Varianzanalyse (5 occlusion-Zeitpunkte x 4 Situationen) mit Messwiederholung. Bei signifikanter Interaktion schließen separate Post-Hoc-Analysen der beiden Hauptfaktoren durch einfaktorielle Varianzanalysen mit Messwiederholung an. Werden die damit durchgeführten Unterschiedsprüfungen ebenfalls signifikant, werden anschließend Bonferroni-Post-Hoc Tests der paarweisen Vergleiche durchgeführt. Um zu analysieren, ob die Ergebnisse statistisch bedeutsam von der Ratewahrscheinlichkeit abweichen, werden t-Tests für eine Stichprobe angewendet.

Zur Überprüfung, ob die in der Forschungsliteratur vielfach berichtete bessere Antizipationskorrektheit bzgl. der *Schussseite* gegenüber der *Schusshöhe* (siehe Kap. 3.3) auch im Setting von Teilstudie 1 beobachtet werden kann, werden t-Tests bei gepaarten Stichproben gerechnet. Eine separate Betrachtung der Ergebnisse in-

nerhalb der vier Situationen sowie der fünf gemeinsamen occlusion-Zeitpunkte erfolgt mittels Wilcoxon-Vorzeichen-Rang-Test verbundener Stichproben.

Um den Einfluss des *Leistungsniveaus* und der *Erfahrung* auf die Antizipationskorrektheit bestimmen zu können, werden unterschiedliche Gruppenvergleiche angestellt. Dabei kommen zunächst deskriptive Vergleiche aufgrund der geringen Fallzahlen in den Untergruppen der „mittelklassigen“ und „unterklassigen“ Torhüter ($6 \leq n \leq 9$) zur Anwendung. Nach der zusammenfassenden Kategorisierung der Probanden in zwei verschiedene Altersgruppen und drei unterschiedliche Leistungsgruppen, werden für deren Vergleiche verschiedene inferenzstatistische Verfahren eingesetzt: Zur Analyse der *absoluten Antizipationskorrektheit* werden einfaktorielle Varianzanalysen berechnet. Die Gruppenvergleiche zum *kombinierten Einfluss von Informationsgehalt und Situationskomplexität* auf die Antizipationskorrektheit erfolgen für jede der vier Situationen per entsprechender zweifaktorieller Varianzanalyse mit Messwiederholung (Innersubjektfaktor „occlusion-Zeitpunkt“, Zwischensubjektfaktor „Leistungsgruppe“ bzw. „Altersgruppe“) sowie bei signifikanten Resultaten anschließender paarweiser post-hoc-Vergleiche. In einem weiteren Analyseschritt werden die Gruppenvergleiche bzgl. der prozentualen Antwortkorrektheit *zwischen den vier Situationen* zu jedem occlusion-Zeitpunkt durchgeführt, dies geschieht aufgrund verletzter Normalverteilungsannahme anhand von Kruskal-Wallis-Tests unabhängiger Stichproben sowie ggf. post-hoc durchgeführter Mann-Whitney-U-Tests.

Analyse behavioraler Daten in Teilstudie 2

In *Teilstudie 2* wird zunächst geprüft, ob mit steigendem *Informationsgehalt* auch die Antizipationskorrektheit ansteigt. Hierfür wird mit Wilcoxon-Vorzeichen-Rang-Tests für verbundene Stichproben geprüft, ob die Entscheidungen bei korrekten Schussrichtungsvorhersagen zu einem späteren Zeitpunkt erfolgen als bei falschen Antizipationen. Im zweiten Schritt erfolgt die Analyse der Antizipationskorrektheit von *Schussseite* und *Schusshöhe*. Der Vergleich hinsichtlich der Antizipationskorrektheit wird (aufgrund verletzter Normalverteilungsannahme) ebenfalls anhand Wilcoxon-Vorzeichen-Rang-Tests verbundener Stichproben durchgeführt. Eine isolierte Betrachtung der Antizipationskorrektheit ohne Einbezug des Entscheidungszeitpunkts ist an dieser Stelle möglich, da die Entscheidungszeit für die Antworten bzgl. Schussseite und -höhe identisch ist und deshalb im Sinne eines über beide Gruppen konstanten Faktors eliminiert werden kann.

Im Gegensatz zu Teilstudie 1 ist es in Teilstudie 2 möglich, über die Antizipationskorrektheit hinaus unter Einbezug der Antizipationsschnelligkeit als Gütemaß die *Antizipationsleistung* zu analysieren. Bevor dieses Gütemaß berechnet werden kann, wird der Entscheidungszeitpunkt, der für jede Versuchsperson und jedes einzelne Stimulusvideo bestimmt wurde (siehe Kap. 4.2.3.2), am Zeitpunkt des Ballkontakts des Schützen normiert und in occlusion-Zeitpunkte transformiert. Die Standardisierung ist notwendig, um die Entscheidungszeitpunkte zwischen den einzelnen Videos der unterschiedlich komplexen Situationen miteinander verglei-

chen zu können. Die Umrechnung in occlusion-Zeitpunkte geschieht zum einen, um in einer späteren Analyse die Ergebnisse der Studien 1 und 2 miteinander in Beziehung setzen zu können und zum anderen, um ein anschaulicheres Maß für die Interpretation des Entscheidungszeitpunkts zu erhalten. Nach dieser Umrechnung kann die Antizipationsleistung anhand folgender Formel bestimmt werden:

$$\text{Antizipationsleistung} = \text{Korrektheit (Ausprägung 0 oder 1)} \times (3 - \text{Entscheidungszeitpunkt})$$

Entscheidungen bzgl. der Schussrichtung, die 120 ms (3 Frames) oder später nach dem Fuß-Ball-Kontakt des Schützen getroffen wurden, werden bereits vorab von der Berechnung der Antizipationsleistung ausgeschlossen, da ab diesem Zeitpunkt der Ballflug bereits eindeutige Informationen hinsichtlich Schusseite und Schusshöhe liefert. Anhand der oben aufgeführten Formel ergibt sich für das Gütemaß somit ein Minimalwert von 0 Punkten, wenn entweder der Schuss falsch antizipiert wurde oder der Entscheidungszeitpunkt des Probanden erst 3 Frames nach dem Ballkontakt des Schützen liegt. Je schneller eine korrekte Antwort abgegeben wird, umso höher liegt der Punktwert der Antizipationsleistung.

Zur inhaltlichen Analyse der erhobenen behavioralen Daten wird zunächst der Einfluss der Situationskomplexität auf die *Antizipationsleistung* sowie ihre Komponenten *Antizipationskorrektheit* und *Entscheidungszeitpunkt* untersucht. Dies geschieht mittels Friedmans Zweifach-Rangvarianzanalyse verbundener Stichproben sowie, falls notwendig, mit Wilcoxon-Vorzeichen-Rang-Tests verbundener Stichproben als pot-hoc-Verfahren. Ebenso wie in Teilstudie 1 werden auch in Teilstudie 2 diverse Gruppenvergleiche durchgeführt. Zunächst werden, unabhängig von den formulierten Fragestellungen, deskriptive Gegenüberstellungen der einzelnen Untergruppen (Landesverbandsauswahl U18, Landesverbandsauswahl U15, „mittelklassig Alt“, „mittelklassig Jung“, „unterklassig Alt“, „unterklassig Jung“) hinsichtlich *Antizipationsleistung* und *Entscheidungszeitpunkt* getätigt. Für die zusammengefassten Leistungsgruppen (Landesverbandsauswahl vs. „Mittelklassig“ vs. „Unterklassig“) erfolgen für die Vergleiche hinsichtlich der *Antizipationsleistung* und für den *Entscheidungszeitpunkt* inferenzstatistische Unterschiedsprüfungen aufgrund verletzter Normalverteilungsannahme mittels Kruskal-Wallis-Test für unabhängige Stichproben und ggf. anschließender post-hoc paarweiser Vergleiche über Mann-Whitney-U-Tests. Der Vergleich der Altersgruppen („Alt“ vs. „Jung“) wird für die Variablen *Antizipationsleistung* und *Entscheidungszeitpunkt* mittels t-Tests für unabhängige Stichproben statistisch analysiert.

4.2.6.4 Explorative Erkundung des Blickverhaltens (kognitive Ebene)

Anders als auf Ebene der behavioralen Daten sind die statistischen Auswerteprozeduren bzgl. der kognitiven Daten (operationalisiert über die Analysen der Blick-

bewegungen) für beide Studien identisch, so dass diesbezüglich eine differenzierte Betrachtung an dieser Stelle nicht notwendig ist. Ein Unterschied zwischen den Studien besteht aufgrund der unterschiedlichen experimentellen Designs jedoch hinsichtlich der auswertbaren Blickbewegungsdaten. In die Analysen der kognitiven Prozesse in Teilstudie 1 fließen die Daten ein, die von den Versuchspersonen zum spätesten, allen Probanden einheitlich präsentierten, occlusion-Zeitpunkt (t_1) erfasst werden und anhand derer auch das Blickverhalten zu früheren Phasen der Schussausführung identifiziert werden kann. Aufgrund dessen, dass in Teilstudie 2 die Untersuchungsteilnehmer die Zeit der Informationsaufnahme selbst bestimmen können, ist eine klar festgelegte zeitliche Grenze wie in Teilstudie 1, zu der die Blickbewegungsdaten aller Probanden zur Auswertung herangezogen werden, nicht vorhanden. Aus diesem Grund wird das Vorgehen gewählt, dass innerhalb von Teilstudie 2 nur Blickdaten einer Analyse unterzogen werden, deren darauf aufbauender Entscheidungszeitpunkt der Torhüter für eine Schussrichtung im Zeitfenster zwischen 200 ms vor dem Fuß-Ball-Kontakt des Schützen und 40 ms nach dem Kontakt liegt. Durch die Festlegung dieses Zeitfensters wird zum einen die Vergleichbarkeit mit den Ergebnissen der Analysen aus Teilstudie 1 ermöglicht. Zum anderen gewährleistet die zeitliche Obergrenze von 40 ms nach Ballkontakt, dass lediglich das Blickverhalten ausgewertet wird, dass für eine Antizipation der Schussrichtung eingesetzt wird. Würden Daten späterer Zeitpunkte in den Auswertungen berücksichtigt, könnte nicht bestimmt werden, ob anschließende korrekte Vorhersagen auf der Informationsaufnahme vor Verfügbarkeit von Ballfluginformationen (also auf Antizipation auf Basis der Nutzung relevanter biologischer Bewegungsinformationen) beruhen, oder ob die Ballflugkurve für die Schussrichtungsvorhersage genutzt wird. Ein Nachteil dieser Strategie besteht darin, dass sich dadurch pro analysiertem Video die Anzahl der Probanden, deren Blickbewegungen ausgewertet werden, reduziert. Ein ähnliches Vorgehen wurde bereits von Kim und Lee (2006) angewendet, die lediglich Blickbewegungsdaten von Torhütern analysierten, die ihre Antwort bzgl. Schussrichtung vor dem Schuss des Balles abgaben (hier sei auf den Unterschied zur vorliegenden Studie hingewiesen: Das festgelegte Zeitfenster basiert in Teilstudie 2 nicht auf dem Zeitpunkt der Antwortabgabe, sondern auf dem Zeitpunkt der kognitiven Entscheidung; vgl. Kap. 4.2.3.2).

Die Auswertungen der Blickbewegungen der Versuchspersonen werden auf Basis der erfassten Rohwerte durchgeführt und nicht anhand von Fixationen oder (auch aufgrund technischer Einschränkungen) Sakkaden. Grund hierfür ist, dass der Einsatz eines Algorithmus, wie er für die Definition von Fixationen notwendig ist, zu falschen Schlussfolgerungen führen kann, weil dadurch Blickfolgebewegungen – wie sie in den Untersuchungen dieser Arbeit erwartet werden – nicht erkannt werden können (vgl. Papenmeier & Huff, 2010). Um möglichst anschauliche und aussagekräftige Daten für die Analyse zu erhalten und das den Rohdaten inhärente Rauschen zu minimieren, werden die Blicke, die innerhalb eines Videoframes aufgezeichnet werden, zusammengefasst und am Zeitpunkt des Fuß-Ball-Kontakts

des Schützen relativiert (analog zu den temporal occlusion-Zeitpunkten erfolgt der Ballkontakt zum Zeitpunkt „0“).

Auf kognitiver Ebene ist es in beiden Studien möglich, Vergleiche zwischen dem Blickverhalten bei korrekt und falsch antizipierten Schüssen anzustellen. Die Prüfung, ob sich diesbezüglich Unterschiede feststellen lassen, kann zunächst durch Wilcoxon-Vorzeichen-Rang-Tests verbundener Stichproben umgesetzt werden. Anschließend wird mittels Friedmans Zweifach-Rangvarianzanalyse verbundener Stichproben analysiert, ob sich bei korrekt antizipierten Schüssen zwischen den vier Situationen Unterschiede bzgl. der Blickanteile auf relevante AOI feststellen lassen. Bei signifikanten Differenzen zwischen den Situationen bzgl. der Blickanteile auf die einzelnen AOI werden durch Wilcoxon-Vorzeichen-Rang-Tests verbundener Stichproben post-hoc paarweise Vergleiche durchgeführt. Zur Überprüfung der Frage, ob das Blickverhalten der Torhüter abhängig ist vom Faktor „Erfahrung“, werden die Ergebnisse der Landesverbandsauswahltorhüter der U15 und U18 per Mann-Whitney-U-Tests (bzw. t-Tests bei vorliegender Normalverteilung der Variablen) miteinander verglichen.

Table 13. Übersicht über Merkmalsstichprobe und statistische Verfahren für die Analysen behavioraler und kognitiver Ebene in Teilstudie 1 und 2.

Hypothese	Studie	AV	UV	Haupttest	Post-hoc-Test	Hilfsvariable
H1	S1	Antizipationskorrektheit	Informationsgehalt (occlusion-Ztpkt.)	Einfakt. ANOVA mit Messwiederholung	Bonferroni-Post-Hoc Test paarw. Vergleiche	
	S2	Antizipationskorrektheit	Informationsgehalt (Entscheidungszeitpunkt)	Wilcoxon-Vorzeichen-Rang Test verb. Stichproben		
H2	S1	Antizipationskorrektheit	Situationskomplexität Informationsgehalt (occlusion-Ztpkt.)	t-Test bei gep. Stichproben (gesamt) Wilcoxon-Vorzeichen-Rang Test verb. Stichproben (pro occl. & Situation)		
	S2	Antizipationskorrektheit	Situationskomplexität Informationsgehalt (occlusion-Ztpkt.)	t-Test bei gep. Stichproben (gesamt) Wilcoxon-Vorzeichen-Rang Test verb. Stichproben (pro occl. & Situation)		
H3	S1	Antizipationskorrektheit	Situationskomplexität	Einfaktorielle ANOVA	t-Test unabh. Stichproben	
	S2	Antizipationsleistung Antizipationskorrektheit Entscheidungszeitpunkt	Situationskomplexität	Friedmans Zweifach-Rangvarianzanalyse verb. Stichproben	Wilcoxon-Vorzeichen-Rang Test verb. Stichproben	
H4	S1	Antizipationskorrektheit	Leistungsniveau	Zweifaktorielle ANOVA mit Messwiederholung	Einfaktorielle ANOVA & t-Tests unabh. Stichproben für paarw. Vergleiche	Situationskomplexität
		Antizipationskorrektheit		Kruskal-Wallis-Test für unabh. Stichproben	Mann-Whitney U-Tests	Occlusion-Zeitpunkt
	S2	Antizipationsleistung Entscheidungszeitpunkt	Leistungsniveau	Kruskal-Wallis-Test für unabh. Stichproben	Mann-Whitney U-Tests	Situationskomplexität

Hypothese	Studie	AV	UV	Haupttest	Post-hoc-Test	Hilfsvariable
H5	S1	Antizipatonskorrektheit Antizipatonskorrektheit	Altersklasse	Zweifaktorielle ANOVA mit Messwiederholung Kruskal-Wallis-Test für unabh. Stichproben	Einfaktorielle ANOVA & t-Tests unabh. Stichproben für paarw. Vergleiche Mann-Whitney U-Tests	Situationskomplexität Occlusion-Zeitpunkt
	S2	Antizipationsleistung Entscheidungszeitpunkt	Altersklasse	Kruskal-Wallis-Test für unabh. Stichproben	Mann-Whitney U-Tests	Situationskomplexität
H6	S1	Blickverhalten	Antizipationskorrektheit Situationskomplexität	Wilcoxon-Vorzeichen-Rang Test verb. Stichproben Friedmans Zweifach-Rangvarianzanalyse verb. Stichproben	Wilcoxon-Vorzeichen-Rang Test verb. Stichproben	Situationskomplexität
	S2	Blickverhalten	Antizipationskorrektheit Situationskomplexität	Wilcoxon-Vorzeichen-Rang Test verb. Stichproben Friedmans Zweifach-Rangvarianzanalyse verb. Stichproben	Wilcoxon-Vorzeichen-Rang Test verb. Stichproben	Situationskomplexität
H7	S1	Blickverhalten	Altersklasse	Mann-Whitney-U-Test / t-Test		
	S2	Blickverhalten	Altersklasse	Mann-Whitney-U-Test / t-Test		

4.3 Ergebnisse

Analog zu Kapitel 4.2.6, in dem die zur Anwendung kommenden statistischen Auswertungsverfahren benannt sind, orientiert sich die Strukturierung dieses Ergebnisteils auf höchster Ebene an den drei übergeordneten Analysebereichen des empirischen Teils dieser Arbeit. Zunächst werden die Ergebnisse der vorgeschalteten Tests zur Überprüfung potenzieller Störfaktoren (statischer Sehschärfetest und allgemeiner Reaktionszeittest) dargestellt (Kap. 4.3.1). Im ersten Bereich erfolgen daran anschließend die Analysen bzgl. der Prüfung der Zuverlässigkeit der Tests für Teilstudie 1 und 2 (Kap. 4.3.2). Im zweiten Bereich finden in einem nächsten Analyseschritt die Auswertungen der Antizipationskorrektheit für Teilstudie 1 (Kap. 4.3.3.1) sowie der Antizipationsleistung für Teilstudie 2 (Kap. 4.3.3.2) auf behavioraler Ebene statt. Abschließend erfolgen im dritten Bereich für beide Teilstudien die Auswertungen des Blickverhaltens (Kap. 4.3.4).

4.3.1 Überprüfung potenzieller Störfaktoren

Statischer Sehschärfetest

Die Ergebnisse des *statischen Sehschärfetests* der 21 U15-Landesverbandsauswahltorhüter zeigen im Rahmen der Überprüfung eines potenziellen Störfaktors für die Korrelation mit der durchschnittlichen Antizipationskorrektheit aus *Teilstudie 1* einen schwachen Zusammenhang ($r=.32$, $p>.05$), ein Zusammenhang mit der durchschnittlichen Antizipationsleistung in *Teilstudie 2* ist kaum erkennbar ($r=.06$, $p>.05$).

Allgemeiner Reaktionszeittest

Die vor der Auswertung des *allgemeinen Reaktionstests* vorgenommene Identifizierung von Ausreißer-Werten ergibt, dass es sich insgesamt bei ca. 6% der 912 erfassten Werte um Ausreißer handelt. Diese Ausreißer können in einem nächsten Schritt aufgrund inhaltlicher Überlegungen eliminiert werden (vgl. Kap. 4.2.6.1). Nach der Elimination der Ausreißer wird für jeden Probanden der Median seiner gültigen Antwortzeiten berechnet und anschließend zur Analyse der Gruppenmittelwerte herangezogen, die keine signifikanten Unterschiede ergeben (die entsprechenden Ergebnisse wurden bereits im Rahmen der Beschreibung der Personens Stichprobe dargelegt; siehe Kap. 4.2.2).

Im Zusammenhang mit der Überprüfung, ob die allgemeine Reaktionszeit als Störfaktor anzusehen ist, ergeben die Korrelationen mit der Antizipationskorrektheit aus *Teilstudie 1* einen schwachen, leicht negativen Zusammenhang ($r=-.03$, $p>.05$) und der Antizipationsleistung aus *Teilstudie 2* einen schwachen, leicht positiven Zusammenhang ($r=.04$, $r>.05$).

4.3.2 Zuverlässigkeit der Testbatterie

Konsistenzanalyse (Reliabilität)

Für Teilstudie 1 liefert eine erste Überprüfung der internen Konsistenz des Gesamttests mit $\alpha = .31$ eine als „unbrauchbar“ einzustufende Konsistenzkennziffer. Die anschließend durchgeführte Itemselektion ergibt, dass beschriebenen Einschlusskriterien (vgl. Kap. 4.2.6.2) von ca. 65% der ursprünglichen Szenen erfüllt werden (verteilt auf die Situationen: „1:0_Ruhe“ drei Szenen; „1:0_Dribbling“ vier Szenen; „1:1“ drei Szenen „2:2“ eine Szene). Zur Veranschaulichung der Problematik sind für die ausgeschlossenen Szenen die Entwicklungsverläufe der prozentualen Anteile korrekter Antworten über die occlusion-Zeitpunkte in Abbildung 41 graphisch dargestellt.

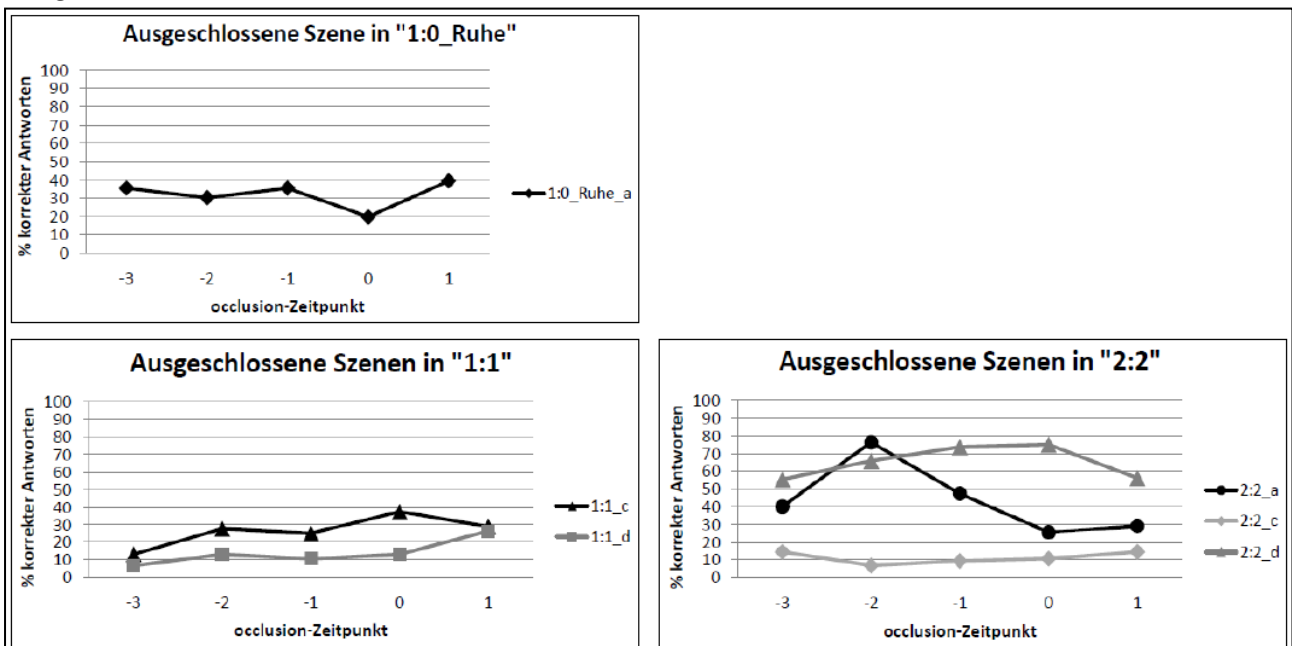


Abbildung 41. Graphische Darstellung der zeitlichen Entwicklungskurve der Antwortkorrektheit für die ausgeschlossenen Szenen in den Situationen „1:0_Ruhe“, „1:1“ und „2:2“ von Teilstudie 1.

Die erneute Berechnung der internen Konsistenz des Gesamttests nach der Bereinigung von „ungeeigneten Szenen“ ergibt jedoch nur eine geringe Verbesserung der Kennziffer ($\alpha = .25$). Auch die separate Konsistenzanalyse für jede Situation weist lediglich Maße von $\alpha = .02$ bis $\alpha = .40$ aus, die damit weiterhin im inakzeptablen Bereich liegen.

Im Zuge der Reliabilitätsanalysen auf behavioraler Ebene in *Teilstudie 2* werden die Ergebnisse bzgl. der *Antizipationskorrektheit*, des *Entscheidungszeitpunkts* und des Gütemaßes der *Antizipationsleistung* der ersten und zweiten Videopräsentation miteinander korreliert. Dabei ergeben sich die in Tabelle 14 dargestellten Kennziffern.

Tabelle 14. Pearson-Korrelation (korrigiert) der Antizipationskorrektheit, des Entscheidungszeitpunkts und des Gütemaßes der Antizipationsleistung der ersten und zweiten Videopräsentation in Teilstudie 2.

Variable	Korrelationskoeffizient (korrigiert)
Antizipationskorrektheit	$r_{korr} = .93 (p < .001)$
Entscheidungszeitpunkt	$r_{korr} = .95 (p < .001)$
Antizipationsleistung (Gütemaß)	$r_{korr} = .76 (p < .001)$

Der Vergleich der Resultate zwischen erster und zweiter Videopräsentation bzgl. *Antizipationskorrektheit* und *Entscheidungszeitpunkt* ergeben sehr starke Zusammenhänge, das Ergebnis hinsichtlich der *Antizipationsleistung* lässt auf einen starken Zusammenhang schließen. Um die Vergleichbarkeit der Reliabilitätskennziffern zwischen Teilstudie 1 und Teilstudie 2 zu ermöglichen, erfolgt zusätzlich die Berechnung der internen Konsistenz der drei Variablen. Sowohl für die *Antizipationskorrektheit* ($\alpha = .92$), als auch für den *Entscheidungszeitpunkt* ($\alpha = .95$) sowie die *Antizipationsleistung* ($\alpha = .94$) können exzellente Werte berichtet werden (für jeweils 34 Items).

In der Reliabilitätsanalyse auf kognitiver Ebene in Teilstudie 2 werden zunächst Korrelationen der Blickanteile pro AOI zwischen der ersten und der zweiten Videopräsentation berechnet, unabhängig davon, aus welcher Situation sie stammen. Exemplarisch werden diese Analysen für die AOI „Standbein“ und „Schussbein“ ausgeführt, die die meisten Blickanteile aller Areale auf sich vereinen (abgesehen von den „undefinierten“ Arealen, die aus dieser Analyse jedoch aus inhaltlichen Gründen ausgeschlossen wurden). Dabei ergibt sich für das Areal „Standbein“ ein Koeffizient von $r = .79 (p < .001)$, für das Areal „Schussbein“ von $r = .63 (p < .001)$. Anschließend erfolgen Berechnungen der Korrelationen innerhalb der vier Situationen. Tabelle 15 listet die relevanten Kennziffern für die Areale „Standbein“ und „Schussbein“ auf.

Tabelle 15. Korrelationen der prozentualen Blickanteilen auf die AOI Standbein und Schussbein zwischen der 1. und 2. Videopräsentation in Teilstudie 2.

AOI	Situation	Koeffizient	Signifikanz	n	Verfahren
Standbein	1:0_Ruhe	.786	<.001	36	Spearman-Rho
	1:0_Dribbling	.711	<.001	36	Spearman-Rho
	1:1	.722	<.001	35	Spearman-Rho
	2:2	.761	<.001	38	Pearson
Schussbein	1:0_Ruhe	.433	<.01	36	Spearman-Rho
	1:0_Dribbling	.677	<.001	36	Spearman-Rho
	1:1	.380	<.05	35	Spearman-Rho
	2:2	.460	<.01	38	Spearman-Rho

Situationsübergreifend sind für das Areal „Standbein“ hohe Zusammenhänge, für das Areal „Schussbein“ mittlere Zusammenhänge zwischen den Blickanteilen der ersten und zweiten Videopräsentation zu erkennen. Situationsspezifisch sind die

Korrelationskoeffizienten für das AOI „Standbein“ sehr homogen und lassen auf einen hohen Zusammenhang schließen. Die Werte für das AOI „Schussbein“ liegen teilweise deutlich darunter und bilden in Situation „1:1“ einen schwachen Zusammenhang, in den Situationen „1:0_Ruhe“ und „2:2“ einen mittleren Zusammenhang und in Situation „1:0_Dribbling“ einen hohen Zusammenhang ab.

4.3.3 Hypothesengeleitete inhaltliche Analysen der Antizipationsleistung zur Stützung der Validierung (behaviorale Ebene)

Nach der Überprüfung der Zuverlässigkeit der Tests anhand von Analysen zur Reliabilität und Validität der experimentellen Settings von Teilstudie 1 und 2 erfolgen nun – aufgrund unterschiedlicher Merkmalsstichproben (vgl. Kap. 4.2.3.2) für die beiden Studien separat durchgeführte – Analysen zur Beantwortung inhaltlicher Fragestellungen auf behavioraler Ebene (Hypothesen 1 bis 5; vgl. Kap. 4.1).

4.3.3.1 Teilstudie 1: Temporal Occlusion

Zunächst werden für Teilstudie 1 zum Zwecke der gekoppelten Analyse des Einflusses des *Informationsgehalts* und der *Situationskomplexität* auf die Antizipationskorrektheit für jede der vier unterschiedlich komplexen Situationen die fünf occlusion-Zeitpunkte analysiert, die sämtlichen Versuchspersonen präsentiert wurden (t_{-3} , t_{-2} , t_{-1} , t_0 , t_1 ; vgl. Abbildung 42). Zunächst ist zu prüfen, ob eine Interaktion zwischen den beiden Faktoren vorliegt. Dieses Vorgehen ist aufgrund der entsprechenden abhängigen Variablen nur für Teilstudie 1 möglich.

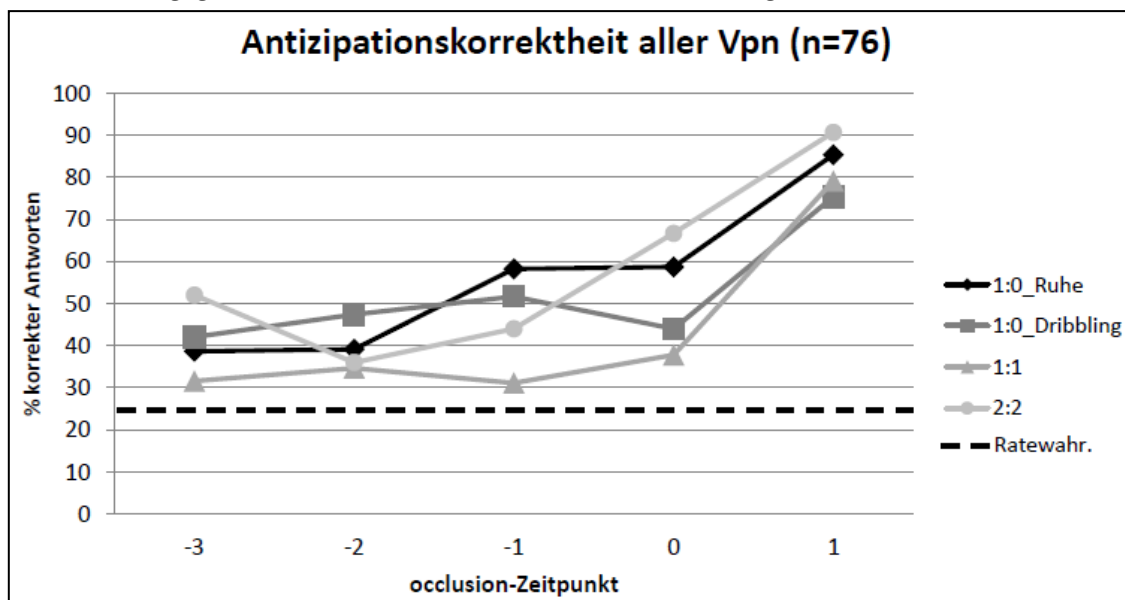


Abbildung 42. Prozentualer Anteil korrekter Antworten in Teilstudie 1 für fünf occlusion-Zeitpunkte der vier Situationen (Ratewahrscheinlichkeit bei vier möglichen Lösungen: 25 %).

Die deskriptive Betrachtung zeigt bereits, dass – bedingt durch Kriterium 3) der Szenenselektion (siehe Kap. 4.2.6.2) – in allen vier Situationen ein nahezu idealtyp-

pischer Verlauf der Antizipationskorrektheit über die fünf occlusion-Zeitpunkte hinweg dahingehend zu verzeichnen ist, dass sie mit steigendem Informationsgehalt zunimmt. Dies wird in den Situationen „1:0_Ruhe“, „1:0_Dribbling“ und „1:1“ insbesondere beim Übergang vom Zeitpunkt t_0 zu t_1 ersichtlich, in Situation „2:2“ setzt dieser deutliche Anstieg bereits zwischen den Zeitpunkten t_1 und t_0 ein. Der prozentuale Anteil korrekter Antworten liegt in den vier Situationen zu allen betrachteten Zeitpunkten durchgängig über der Ratewahrscheinlichkeit von 25% (gestrichelte Linie in Abbildung 42). Aufgrund der Szenenselektion wird die Aussagekraft der Analysen des Einflusses des Informationsgehalts auf die Antizipationskorrektheit eingeschränkt. Dennoch können zielführende Erkenntnisse generiert werden, z. B. beim Vergleich des zeitlichen Verlaufs der Antizipationskorrektheit zwischen den vier Situationen. Bzgl. des Einflusses der Situationskomplexität ist der Abbildung zu entnehmen, dass die Antizipationskorrektheit in der Situation „1:1“ bis zum Zeitpunkt t_0 unterhalb der Antwortkorrektheit der anderen Situationen liegt. Ansonsten entsteht diesbezüglich ein sehr heterogenes Bild: Es kann keine Reihung vorgenommen werden, aus der hervorgeht, in welcher Situation über die occlusion-Zeitpunkte hinweg konsistent am „besten“ oder „schlechtesten“ antizipiert wird. Die inferenzstatistische Analyse des *Informationsgehalts* und der *Situationskomplexität* ergeben für die beiden Faktoren „occlusion-Zeitpunkt“ und „Situation“ signifikante Haupteffekte auf die Antizipationskorrektheit ($F[4,296]=104.73$, $p<.001$, $\eta_p^2=.59$ bzw. $F[2.00,147.62]=12.84$, $p<.001$, $\eta_p^2=.15$). Da auch die Interaktion signifikant ist ($F[8.14,602.69]=5.13$, $p<.001$, $\eta_p^2=.07$), werden diese beiden Hauptfaktoren im Folgenden differenziert betrachtet.

Prüfung von Hypothese 1

(Anstieg der Antizipationsleistung mit steigendem Informationsgehalt)

Um Unterschiede zwischen den vier Situationen darzustellen, wird trotz der aufgrund der Szenenselektion inhaltlich nur noch eingeschränkter Aussagekraft die Analyse des Einflusses des *Informationsgehalts* auf die Antizipationskorrektheit vorgenommen. Dabei ergeben sich signifikante Unterschiede zwischen den occlusion-Zeitpunkten in allen Situationen: „1:0_Ruhe“ ($F[3.52,264.25]=51.44$, $p<.001$, $\eta_p^2=.41$), „1:0_Dribbling“ ($F[4,300]=29.30$, $p<.001$, $\eta_p^2=.28$), „1:1“ ($F[4,300]=50.65$, $p<.001$, $\eta_p^2=.40$) und „2:2“ ($F[4,300]=18.94$, $p<.001$, $\eta_p^2=.20$). Anschließend durchgeführte post-hoc-Vergleiche ergeben ein detaillierteres Ergebnismuster (vgl. Abbildung 43).

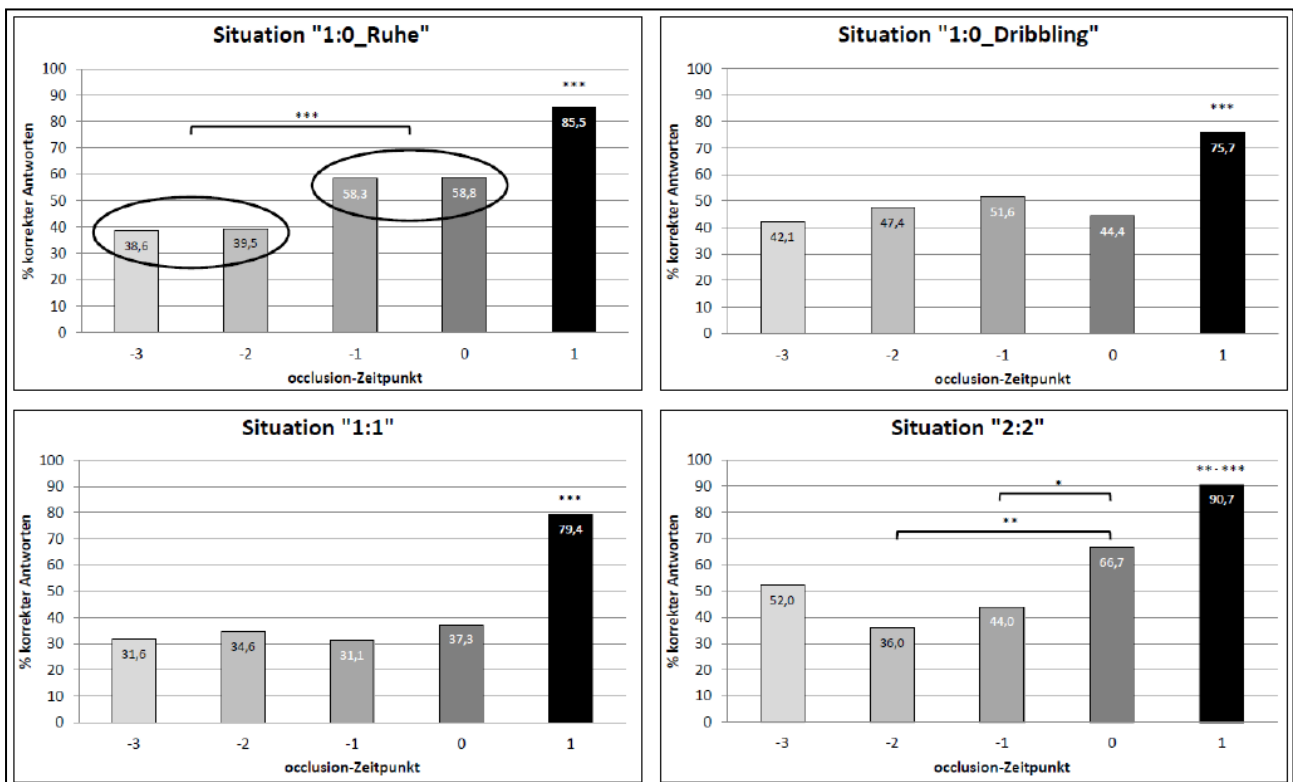


Abbildung 43. Vergleich der prozentualen Antwortkorrektheit zwischen den fünf gemeinsamen occlusion-Zeitpunkten der Situationen „1:0_Ruhe“, „1:0_Dribbling“, „1:1“ und „2:2“ in Teilstudie 1.

Durch die Überprüfung, zwischen welchen occlusion-Zeitpunkten innerhalb der Situationen Unterschiede bzgl. der prozentualen Antwortkorrektheit auftreten, lassen sich für Situation „1:0_Ruhe“ drei „Stufen“ identifizieren: Auf der ersten Stufe werden zu den frühesten occlusion-Zeitpunkten t_{-3} und t_{-2} rund 39% der betrachteten Schüsse korrekt antizipiert. Diese Werte liegen signifikant unterhalb derer (jeweils $p < .001$), die zu den Zeitpunkten kurz vor (t_{-1}) und zum Fuß-Ball-Kontakt des Schützen (t_0). Auf dieser Stufe sind bereits ca. 60% der Vorhersagen korrekt. Die signifikant beste Vorhersageleistung im Vergleich zu allen anderen Zeitpunkten (jeweils $p < .001$) erzielen die Probanden mit rund 86% korrekter Antworten zum Zeitpunkt t_1 , zu dem bereits erste Ballfluginformationen zur Verfügung stehen.

In den Situationen „1:0_Dribbling“ und „1:1“ sind bzgl. der prozentualen Antwortkorrektheit lediglich zwei Stufen zu erkennen: In Situation „1:0_Dribbling“ liegt der Anteil korrekter Antworten zu den Zeitpunkten vor und zum Fuß-Ball-Kontakt des Schützen (t_{-3} bis t_0) relativ einheitlich auf einem Niveau zwischen 42% und 52%. Erst zum Zeitpunkt t_1 ist ein statistisch bedeutsamer Anstieg der Antwortkorrektheit auf ca. 76% zu verzeichnen (jeweils $p < .001$). Die Analyse der Situation „1:1“ zeigt ein ähnliches Bild wie die der Situation „1:0_Dribbling“, wenn auch das Niveau, auf dem sich der prozentuale Anteil korrekter Antworten bewegt, bis zum Zeitpunkt t_1 in der Situation mit zusätzlichem Abwehrspieler deutlich niedriger ist. Der Anteil korrekter Antworten liegt zu den Zeitpunkten t_{-3} bis t_0 zwischen 31% und 37%. Die Antwortkorrektheit zu t_1 unterscheidet sich nicht signifikant von der Rate wahr-

scheinlichkeit ($t[75]=1.95$, n.s.). Ein signifikanter Anstieg der Antwortkorrektheit im Vergleich zu den vorangegangenen occlusion-Zeitpunkten ist wiederum zu t_1 zu verzeichnen (jeweils $p<.001$), zu dem ca. 80% aller Antworten korrekt sind.

Bei der Analyse von Situation „2:2“ ist – ähnlich wie in Situation „1:0_Ruhe“ – mit zunehmendem Informationsgehalt ein Anstieg der Antwortkorrektheit erkennbar. Sie erfährt bereits zum Zeitpunkt t_0 einen signifikanten Anstieg im Vergleich zu den Ergebnissen der vorhergehenden occlusion-Zeitpunkte t_{-1} und t_{-2} ($p<.05$ bzw. $p<.01$) auf ca. 67%. Eine weitere deutliche Steigerung ist zum Zeitpunkt t_1 zu beobachten, zu dem die Antwortkorrektheit bei ca. 91% liegt. Damit werden auch in Situation „2:2“ zu t_1 signifikant am häufigsten korrekte Antworten abgegeben ($p<.01$ bis $p<.001$). Bei der Interpretation der Resultate aus Situation „2:2“ muss jedoch berücksichtigt werden, dass die durchschnittliche Antizipationskorrektheit der Versuchspersonen dort aufgrund der Szenenselektion (siehe Kap. 4.2.6.2) lediglich auf einer Szene beruht.

Zusammenfassend lässt sich bzgl. des Einflusses des *Informationsgehalts* auf die Antwortkorrektheit der Probanden für die vier unterschiedlich komplexen Situationen in Teilstudie 1 festhalten, dass in allen Situationen zum Zeitpunkt t_1 signifikant häufiger korrekt antizipiert wurde als zu den anderen occlusion-Zeitpunkten. Für den Vergleich aller anderen occlusion-Zeitpunkte bestehen situationspezifische Unterschiede.

Prüfung von Hypothese 2

(Bessere Antizipationsleistung bzgl. Schussseite als -höhe)

Der Vergleich der horizontalen und vertikalen Antizipationskorrektheit ermöglicht die Testung von Hypothese 2, in der die Annahme formuliert ist, dass bzgl. der Vorhersage der Schussseite bessere Antizipationsleistungen auftreten als bzgl. der Schusshöhe.

Zur Überprüfung der in der Forschungsliteratur vielfach berichteten besseren Antizipationskorrektheit bzgl. der Schussseite gegenüber der Schusshöhe (siehe Kap. 3.3) wird zunächst unabhängig von der dargebotenen Situation und den allen Versuchspersonen einheitlich präsentierten occlusion-Zeitpunkten ein Vergleich der Mittelwerte der horizontalen und vertikalen Antizipationskorrektheit vorgenommen. Dabei zeigt sich, dass die Schussseite mit durchschnittlich 86.75% ($SD=4.92$) im Vergleich zur Schusshöhe mit durchschnittlich 57.63% ($SD=6.32$) signifikant häufiger korrekt antizipiert wird ($t[75]=30.96$, $p<.001$). Das gleiche Resultat ergibt sich bei separater Betrachtung der vier Situationen („1:0_Ruhe“: $z=-7.16$, $p<.001$; „1:0_Dribbling“: $z=-7.45$, $p<.001$; „1:1“: $z=-7.29$, $p<.001$; „2:2“: $z=-7.19$, $p<.001$; vgl. Abbildung 44) sowie bei separater Betrachtung der fünf gemeinsamen occlusion-Zeitpunkten („ t_{-3} “: $z=-7.10$, $p<.001$; „ t_{-2} “: $z=-7.40$, $p<.001$; „ t_{-1} “: $z=-7.53$, $p<.001$; „ t_0 “: $z=-7.52$, $p<.001$; „ t_1 “: $z=-5.62$, $p<.001$; vgl. Abbildung 45).

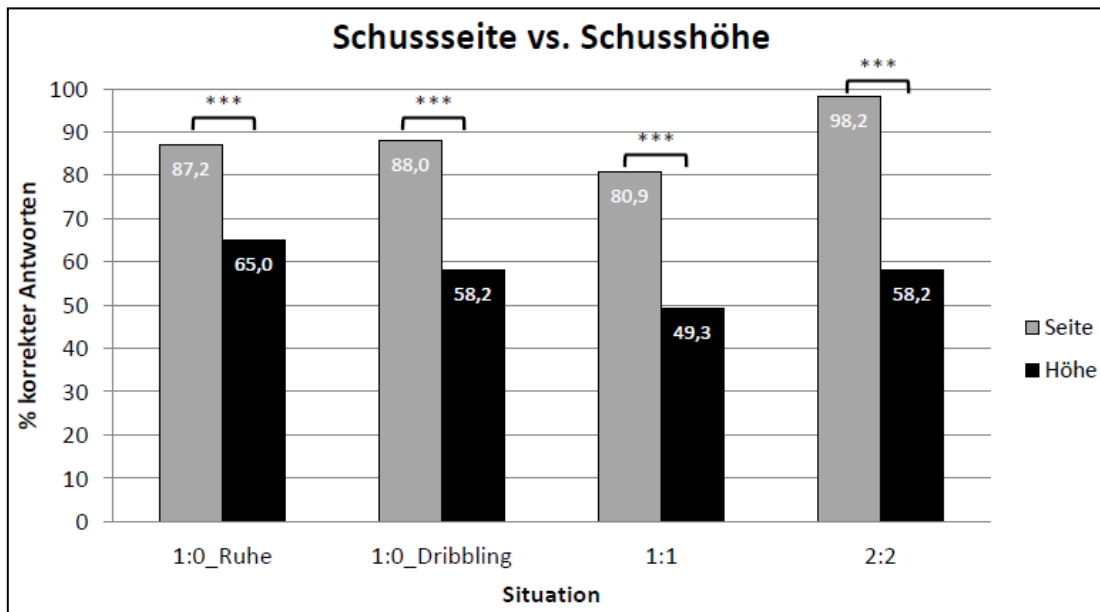


Abbildung 44. Vergleich der Antizipationskorrektheit bzgl. Schussseite und Schusshöhe in den vier Situationen in Teilstudie 1.

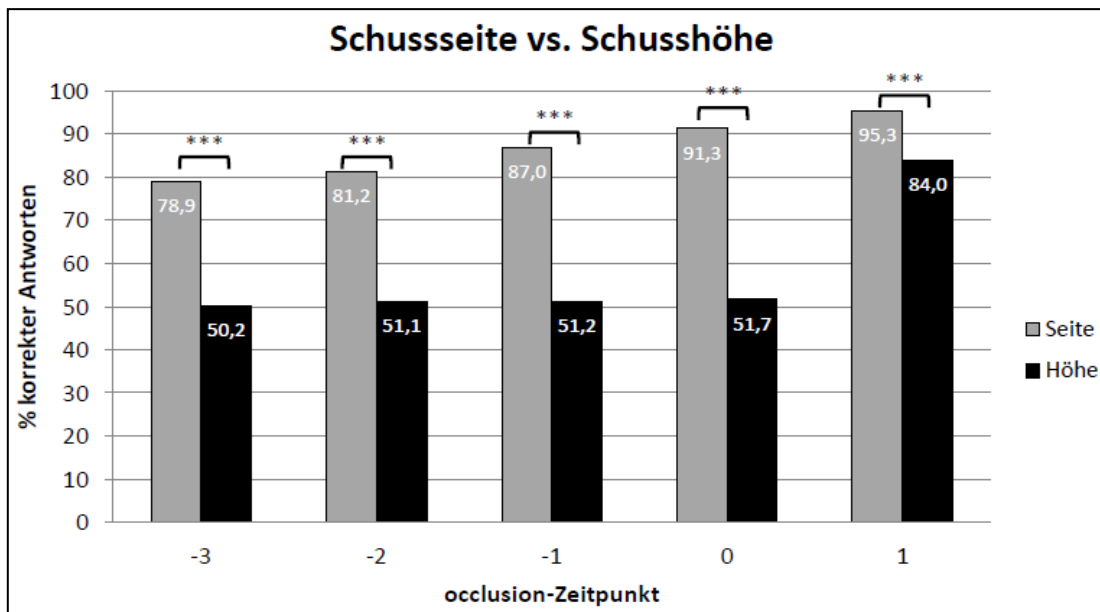


Abbildung 45. Vergleich der Antizipationskorrektheit bzgl. Schussseite und Schusshöhe zu den fünf gemeinsamen occlusion-Zeitpunkten in Teilstudie 1.

Betrachtet man die Antizipationskorrektheit bzgl. Schussseite und Schusshöhe für jede Situation im Verlauf der fünf occlusion-Zeitpunkte (vgl. Abbildung 46), können zusätzlich zu den oben dargestellten Ergebnissen weitere inhaltliche Erkenntnisse abgeleitet werden.

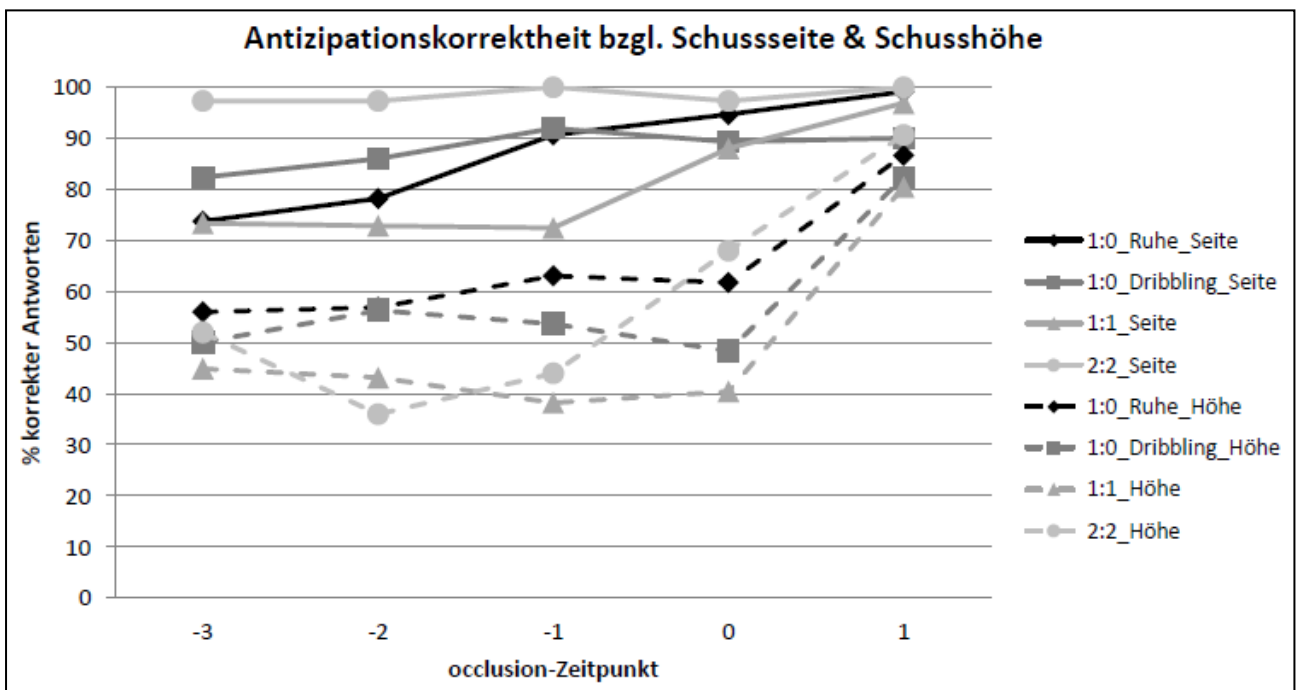


Abbildung 46. Antizipationskorrektheit bzgl. Schusseite und Schusshöhe in den vier Situationen im Verlauf über die fünf occlusion-Zeitpunkte in Teilstudie 1.

So ist zunächst auffällig, dass der Anteil korrekter Antworten bei der Vorhersage der *Schusseite* in Situation „2:2“ zu allen betrachteten Zeitpunkten über 97% liegt. In den Situationen „1:0_Ruhe“ und „1:1“ liegt das Ausgangsniveau (zu t_{-3}) korrekter Antworten hinsichtlich der Schusseite bei ca. 73% und entwickelt sich bis zum Zeitpunkt t_1 auf über 96%. Zu beachten ist hierbei, dass der größte Anstieg in Situation „1:0_Ruhe“ bereits zwischen t_{-2} und t_{-1} stattfindet, wohingegen dies in Situation „1:1“ erst zwischen t_{-1} und t_0 der Fall ist. In Situation „1:0_Dribbling“ wird bzgl. der Schusseite der Höchstwert korrekter Antworten zu t_{-1} erzielt (92%). Dieses Niveau wird in etwa bis zu t_1 gehalten, stellt im Vergleich zu den drei anderen Situationen allerdings den schlechtesten Wert dar. Hinsichtlich der Vorhersage der *Schusshöhe* kann in allen Situationen zwischen t_0 und t_1 – also mit Verfügbarkeit erster Ballfluginformationen – ein deutlicher Anstieg der Antizipationskorrektheit verzeichnet werden, die erstmals einheitlich deutlich oberhalb der Ratewahrscheinlichkeit (hier 50%) liegt. Etwas anders gestaltet sich diesbezüglich der Verlauf in Situation „2:2“. Die größte Steigerung der Antwortkorrektheit findet hier bereits zwischen t_{-1} und t_0 statt (+24%; Steigerung von t_0 auf t_1 beträgt ca. 23%).

Prüfung von Hypothese 3

(Absinken der Antizipationsleistung bei steigendem Komplexitätsgrad)

Durch den Einsatz der temporal occlusion-Methode in Teilstudie 1 und der damit verbundenen Vorgabe des Zeitraums, in dem die Probanden Informationen aufnehmen können, kann mit der *Antizipationskorrektheit* lediglich eine der beiden Komponenten der Antizipationsleistung als abhängige Variable auf behavioraler Ebene untersucht werden (vgl. Kap. 4.2.3.2). Aufgrund der signifikanten Interaktion,

die sich bei der Berechnung zur Analyse des Einflusses des Informationsgehalts und der Situationskomplexität auf die Antizipationskorrektheit in Kapitel 4.3.2 zwischen den beiden Faktoren ergab, werden an dieser Stelle die weiteren Analysen getrennt für jeden occlusion-Zeitpunkt ausgeführt.

In diesem Zuge wird die Antizipationskorrektheit zwischen den vier Situationen getrennt nach den fünf einheitlich präsentierten occlusion-Zeitpunkten miteinander verglichen. Die Ergebnisse können Aufschluss darüber geben, ob die in Hypothese 3 formulierte Annahme, dass mit steigender Situationskomplexität die Antizipationsleistung (in Teilstudie 1 die Antizipationskorrektheit) der Probanden sinkt, zutreffend ist. Die Auswertungen ergeben für die Gesamtstichprobe zu vier der fünf Zeitpunkte signifikante Unterschiede zwischen den Situationen (vgl. Tabelle 16).

Tabelle 16. F-Wert, Signifikanz und Effektstärke der fünf gemeinsamen occlusion-Zeitpunkte für die post-hoc-Vergleiche des Faktors „Komplexität“.

Occlusion-Zeitpunkt	F-Wert (3,225)	Signifikanz (p)	Effektstärke (η_p^2)
t_3	5.26	<.01	.07
t_2	2.30	>.05	.03
t_1	8.98	<.001	.11
t_0	13.49	<.001	.15
t_1	6.38	<.001	.08

Die Ergebnisse der paarweisen Vergleiche zwischen den Situationen innerhalb der occlusion-Zeitpunkte, für die signifikante Differenzen festgestellt wurden, sind in Abbildung 47 graphisch dargestellt.

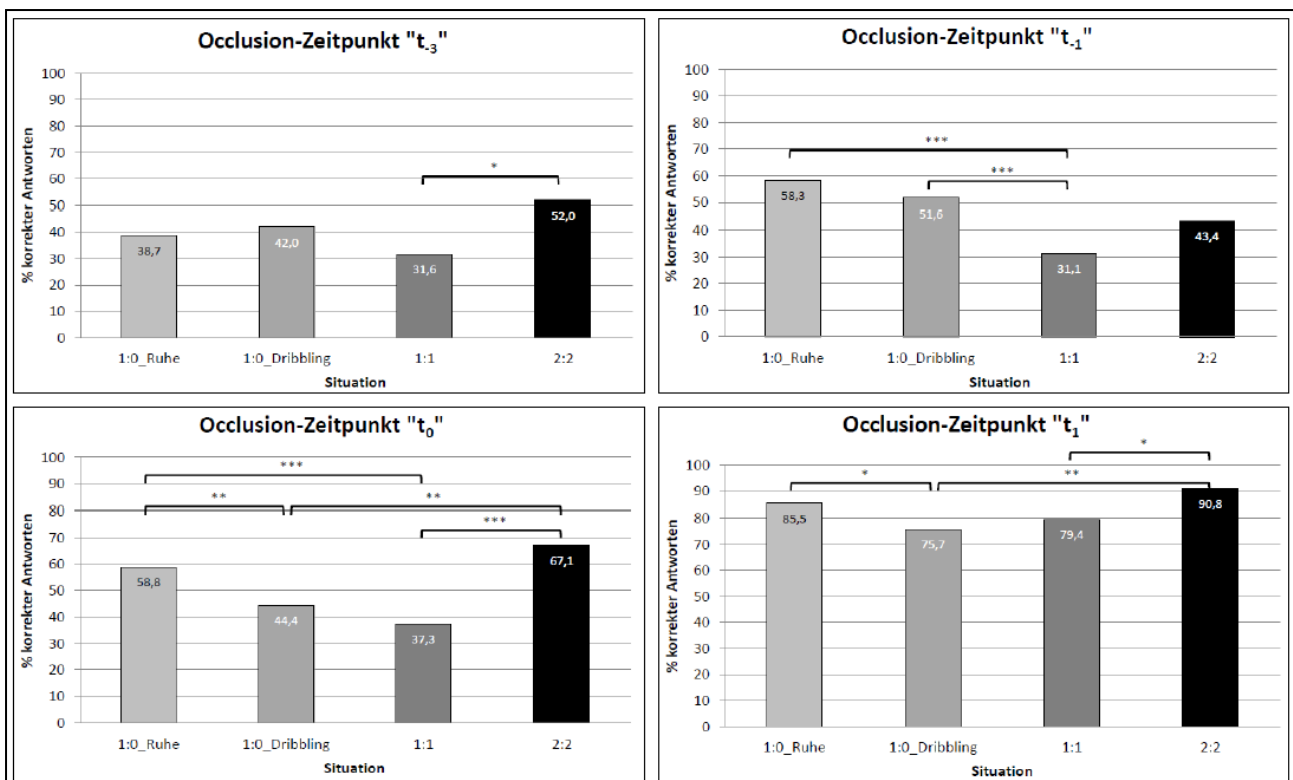


Abbildung 47. Vergleich der prozentualen Antwortkorrektheit in Teilstudie 1 zwischen den vier Situationen zu den Zeitpunkten, die signifikante Unterschiede aufweisen (t₃, t₁, t₀, t₁).

Bei zusammenfassender Betrachtung des Einflusses der *Komplexität der Spielsituation* auf die Antizipationskorrektheit zu den fünf occlusion-Zeitpunkten, die allen Untersuchungsteilnehmern präsentiert wurden, wird zunächst deutlich, dass zu den Zeitpunkten t₃, t₁ und t₀ die Resultate in Situation „1:1“ (zumindest deskriptiv) schlechter ausfallen als in den anderen Situationen. Exkludiert man die Ergebnisse der Situation „2:2“, so zeigen sich zu den Zeitpunkten t₁ und t₀ die zu erwartenden Tendenzen: In den Situationen, in denen lediglich der Schütze zu sehen ist, antworten die Versuchspersonen häufiger korrekt als in der komplexeren Situation „1:1“ (zu t₀ wird der Unterschied zwischen den Situationen „1:0_Dribbling“ und „1:1“ allerdings nicht signifikant). Zu Zeitpunkt t₁ ist dieses Muster nicht mehr zu erkennen. Der Vergleich zwischen den vier Situationen über die occlusion-Zeitpunkte hinweg ergibt bis einschließlich t₀ auf Basis deskriptiver Kennwerte, dass die Schussrichtung in den Videos der Situation „1:1“ am seltensten korrekt vorhergesagt werden konnte. Die Annahme, dass mit steigendem Komplexitätsgrad der Situation die Antizipationskorrektheit sinkt, kann – mit Ausnahme der Situation „2:2“ – für die Zeitpunkte t₁ und t₀ bestätigt werden, auch wenn eine inferenzstatistische Fundierung ausbleibt. Zu t₁ ist diese Abstufung jedoch nicht mehr erkennbar. Betrachtet man die Situationen, in denen lediglich der Schütze zu sehen ist („1:0_Ruhe“, „1:0_Dribbling“) und die Situationen mit zusätzlichen Spielern („1:1“, „2:2“) separat, so manifestiert sich ab dem Zeitpunkt t₁ (zunächst deskriptiv) das Bild, dass die Antwortkorrektheit zum einen in Situation „1:0_Ruhe“ höher liegt als in Situation

„1:0_Dribbling“ und zum anderen in Situation „2:2“ höher als in Situation „1:1“. Diese Unterschiede werden ab occlusion-Zeitpunkt t_0 statistisch bedeutsam. Zum Zeitpunkt t_3 werden die Schüsse in der Situation „1:1“ am schlechtesten antizipiert. Die Antwortkorrektheit dort liegt signifikant unterhalb derer in Situation „2:2“ ($p < .01$). Die Ergebnisse der Analyse des occlusion-Zeitpunktes t_1 zeigen ebenfalls eine niedrigere Antwortkorrektheit in Situation „1:1“ im Vergleich zu den drei anderen Situationen, statistisch bedeutsam wird der Unterschied hier jedoch zu den Situationen „1:0_Ruhe“ und „1:0_Dribbling“ (jeweils $p < .001$). Auch zum Zeitpunkt t_0 erzielen die Probanden in Situation „1:1“ die schlechtesten Resultate bzgl. der Antizipationskorrektheit, die Unterschiede zu den Situationen „1:0_Ruhe“ und „2:2“ werden signifikant (jeweils $p < .001$). Etwas höher liegt der prozentuale Anteil korrekter Antworten in Situation „1:0_Dribbling“, die Differenzen zu den Situationen „1:0_Ruhe“ und „2:2“ werden aber auch hier signifikant (jeweils $p < .01$). Die Antizipationskorrektheit zu occlusion-Zeitpunkt t_1 liegt in allen Situationen über 75%. Dennoch lassen sich auch auf diesem hohen Niveau noch Unterschiede zwischen den Situationen detektieren. Der Anteil korrekter Antworten liegt in Situation „1:0_Dribbling“ am niedrigsten und unterscheidet sich signifikant von den Werten in Situation „1:0_Ruhe“ ($p < .05$) und „2:2“ ($p < .01$). Die Antizipationskorrektheit in Situation „1:1“ unterscheidet sich zu t_1 signifikant nur noch von Situation „2:2“ ($p < .05$), in der die meisten korrekten Antworten abgegeben werden.

Prüfung von Hypothese 4 & 5

(Bessere Antizipationsleistung für Torhüter höheren Leistungsniveaus und größerer Erfahrung)

Im Folgenden werden unterschiedliche Gruppenvergleiche getätigt, um den Einfluss des *Leistungsniveaus* (siehe Hypothese 4) und der *Erfahrung* (siehe Hypothese 5) auf die Antizipationskorrektheit bestimmen zu können. Die Gruppenvergleiche finden auf drei verschiedenen Ebenen statt (vgl. Kap. 4.2.2). Auf der *ersten Ebene* werden inferenzstatistische Vergleiche zwischen den zusammengefassten Leistungsgruppen der Landesverbandsauswahl, der „mittelklassigen“ Torhüter und der „unterklassigen“ Torhüter vorgenommen. Auf der *zweiten Ebene* werden Vergleiche der zusammengefassten Altersgruppen „Alt“ und „Jung“ getätigt. Die *dritte Ebene*, die im Zusammenhang mit den zur Prüfung der Hypothesen 4 und 5 durchgeführten Analysen zusätzliche Detailinformationen liefert, umfasst deskriptive Vergleiche zwischen den einzelnen Untergruppen (Landesverbandsauswahl U15 & U18, „mittelklassig“ Alt, „mittelklassig“ Jung, „unterklassig“ Alt, „unterklassig“ Jung; vgl. Tabelle 10). In sämtliche Auswertungen fließen erneut nur die Ergebnisse der occlusion-Zeitpunkte mit ein, die allen Versuchspersonen dargeboten werden (t_{-3} , t_{-2} , t_{-1} , t_0 und t_1).

Zunächst werden a) die globalen Einflüsse der unabhängigen Variablen (Leistungsniveau und Erfahrung) auf die *absolute Antizipationskorrektheit* untersucht (unabhängig von Informationsgehalt und Situationskomplexität), anschließend er-

folgen Gruppenvergleiche zum Einfluss von Leistungsniveau und Alter auf die Antizipationskorrektheit getrennt nach b) der *Situationskomplexität* und c) dem *Informationsgehalt*. Die separaten Auswertungen hinsichtlich des Einflusses der Situationskomplexität und des Informationsgehalts erfolgen lediglich deskriptiv für die einzelnen Untergruppen. Inferenzstatistische Berechnungen für die Leistungs- und Altersgruppen werden innerhalb der Situationen für die occlusion-Zeitpunkte vorgenommen, um ggf. vorhandene Interaktionen zwischen den Gruppen und den Ergebnissen zu den einzelnen occlusion-Zeitpunkten detektieren zu können.

a) *Gruppenvergleiche bzgl. der absoluten Antizipationskorrektheit*

Für den Vergleich der einzelnen Untergruppen wird zunächst deskriptiv überprüft, ob sie sich hinsichtlich der *absoluten Antizipationskorrektheit* unterscheiden, also unabhängig von der Situation oder der occlusion-Zeitpunkte (vgl. Abbildung 48).

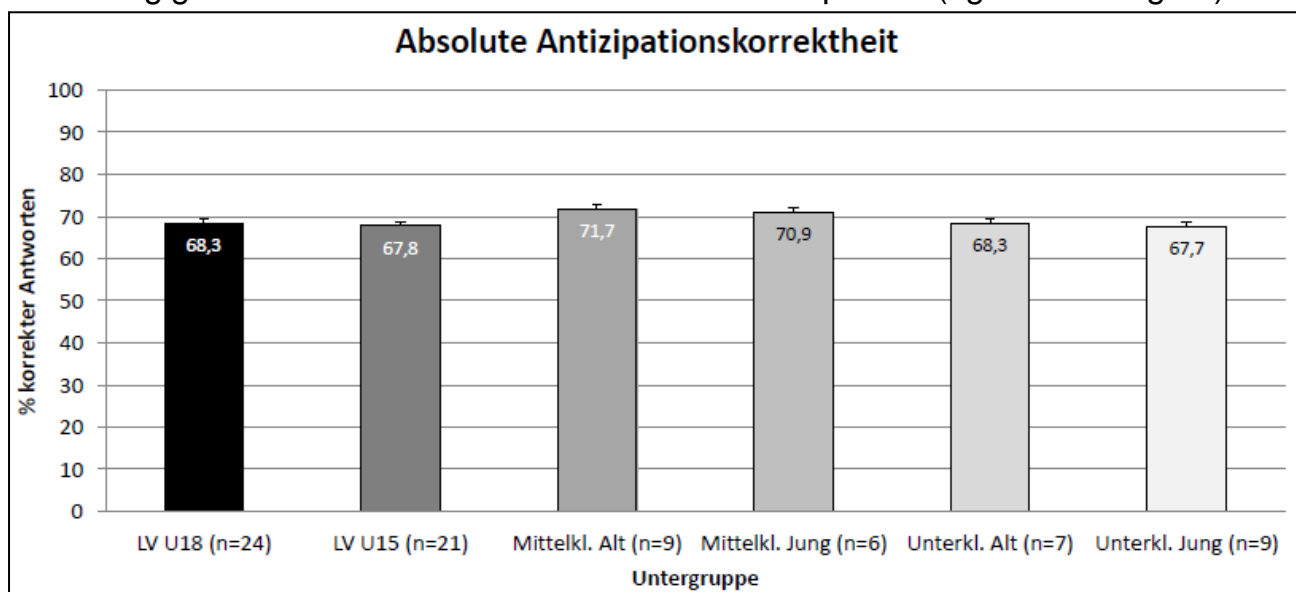


Abbildung 48. Absolute Antizipationskorrektheit der einzelnen Untergruppen in Teilstudie 1.

Den Bestwert erzielt dabei die Untergruppe „mittelklassig Alt“ (71.72%, $SD=5.39$). Die niedrigste Antizipationskorrektheit weist die Gruppe „unterklassig Jung“ auf (67.68%, $SD=5.20$). Bereits aus dieser Darstellung wird ersichtlich, dass das Niveau, auf dem die prozentualen Anteile korrekter Antworten der einzelnen Untergruppen liegen, sehr homogen ist. Die Resultate der Leistungsgruppen „LV“ und „unterklassig“ sind nahezu identisch, die Ergebnisse der beiden „mittelklassigen“ Untergruppen liegen leicht darüber. Innerhalb dieser Untergruppen erzielen die älteren Torhüter etwas bessere Ergebnisse als die jüngeren.

Für die inferenzstatistischen Analysen der *absoluten Antizipationskorrektheit* wurden Gruppenvergleiche zwischen den zusammengefassten *Leistungs-* und *Altersgruppen* (vgl. Tabelle 10) durchgeführt. Keiner dieser Vergleiche ergibt statistisch bedeutsame Unterschiede zwischen den Gruppen (Vergleich Leistungsgruppen: $F<1.84$; Vergleich Altersgruppen: $t<.53$; vgl. Tabelle 17).

Tabelle 17. Absolute Antizipationskorrektheit der drei Leistungs- und zwei Altersgruppen.

Zusammengefasste Gruppen		Absolute Antizipationskorrektheit in % (SD)
Leistungsgruppen	„Landesverbandsauswahl“	68.04 (6.18)
	„Mittelklassig“	71.39 (7.16)
	„Unterklassig“	67.95 (4.69)
Altersgruppen	„Alt“	69.05 (6.26)
	„Jung“	68.28 (6.15)

b) Gruppenvergleiche bzgl. Antizipationskorrektheit getrennt nach Situationskomplexität

In einem nächsten inferenzstatistischen Analyseschritt werden die Vergleiche der Antizipationskorrektheit zwischen den Leistungs- und Altersgruppen pro gemeinsamen occlusion-Zeitpunkt getrennt für die unterschiedlich komplexen Situationen durchgeführt.

Für den Vergleich der Leistungsgruppen ergibt sich für alle Situationen ein signifikanter Haupteffekt für den „occlusion-Zeitpunkt“ mit mittleren bis großen Effekten (Situation „1:0_Ruhe“: $F[3,51,256.48]=39.34$, $p<.001$, $\eta_p^2=.35$; Situation „1:0_Dribbling“: $F[4,292]=25.84$, $p<.001$, $\eta_p^2=.26$; Situation „1:1“: $F[4,292]=37.34$, $p<.001$, $\eta_p^2=.34$; Situation „2:2“: $F[4,288]=10.92$, $p<.001$, $\eta_p^2=.13$). Eine signifikante Interaktion zwischen den beiden Faktoren zeigt sich in keiner der Situationen (Situation „1:0_Ruhe“: $F<.67$; Situation „1:0_Dribbling“: $F<1.13$; Situation „1:1“: $F<.82$; Situation „2:2“: $F<1.45$). Hinsichtlich des Zwischensubjektfaktors „Leistungsgruppe“ werden die Differenzen lediglich in Situation „2:2“ signifikant ($F[2,72]=7.50$, $p<.001$, $\eta_p^2=.17$). Die paarweisen Vergleiche zeigen eine signifikant höhere Antizipationskorrektheit der „mittelklassigen“ Torhüter im Vergleich zu den Torhütern der Landesverbände ($p<.05$; $d=.86$) und den „unterklassigen“ Torhütern ($p<.001$; $d=1.50$). Analog zu dem beschriebenen Vorgehen wird ein Vergleich der Altersgruppen für den zeitlichen Verlauf der occlusion-Zeitpunkte innerhalb der vier Situationen durchgeführt. Für sämtliche Situationen kann ein signifikanter Haupteffekt für den „occlusion-Zeitpunkt“ mit durchgängig großen Effekten beobachtet werden (Situation „1:0_Ruhe“: $F[3,52,260.52]=51.12$, $p<.001$, $\eta_p^2=.41$; Situation „1:0_Dribbling“: $F[4,296]=29.69$, $p<.001$, $\eta_p^2=.29$; Situation „1:1“: $F[4,296]=49.95$, $p<.001$, $\eta_p^2=.40$; Situation „2:2“: $F[4,292]=19.19$, $p<.001$, $\eta_p^2=.21$). In keiner der Situationen ist eine statistisch bedeutsame Interaktion zwischen dem „occlusion-Zeitpunkt“ und der „Altersgruppe“ zu erkennen (Situation „1:0_Ruhe“: $F<.25$; Situation „1:0_Dribbling“: $F<1.40$; Situation „1:1“: $F<.32$; Situation „2:2“: $F<1.61$). Die Tests zur Analyse des Zwischensubjektfaktors „Altersgruppe“ ergeben für die Situation „1:0_Ruhe“ einen signifikanten Unterschied. Hierbei antizipiert die Gruppe „Alt“ häufiger korrekt als die Gruppe „Jung“ ($F[1,74]=7.78$, $p<.01$, $\eta_p^2=.10$).

c) Gruppenvergleiche bzgl. Antizipationskorrektheit getrennt nach Informationsgehalt (occlusion-Zeitpunkt)

In einem weiteren Analyseschritt werden die Gruppenvergleiche bzgl. der prozentualen Antwortkorrektheit zwischen den vier Situationen zu jedem occlusion-Zeitpunkt durchgeführt.

Der Vergleich der drei *Leistungsgruppen* ergibt für die beiden frühesten (gemeinsamen) occlusion-Zeitpunkte t_{-3} und t_{-2} jeweils signifikante Unterschiede innerhalb der Situation „2:2“. Post-hoc-Tests zeigen zu Zeitpunkt t_{-3} , dass die Antizipationskorrektheit der „unterklassigen“ Torhüter signifikant niedriger liegt als die der Torhüter der Landesverbandsauswahlen ($p < .05$, $r_{pb} = .27$) und der „mittelklassigen“ Torhüter ($p < .05$, $r_{pb} = .46$). Zu Zeitpunkt t_{-2} erzielen die „mittelklassigen“ Torhüter in Situation „2:2“ deutlich bessere Ergebnisse als die Landesverbandstorhüter ($p < .001$, $r_{pb} = -.41$) und die „unterklassigen“ Torhüter ($p < .05$, $r_{pb} = -.41$).

Der Vergleich der beiden *Altersgruppen* ergibt zu keinem der occlusion-Zeitpunkte signifikante Unterschiede zwischen der Antizipationskorrektheit innerhalb der vier Situationen.

Der deskriptive Vergleich der Antizipationskorrektheit pro occlusion-Zeitpunkt und Untergruppe liefert eine Erklärung für das insgesamt bessere Abschneiden der „mittelklassigen“ Gruppen im Vergleich zu den „LV“- und „unterklassigen“ Gruppen (vgl. Abbildung 49).

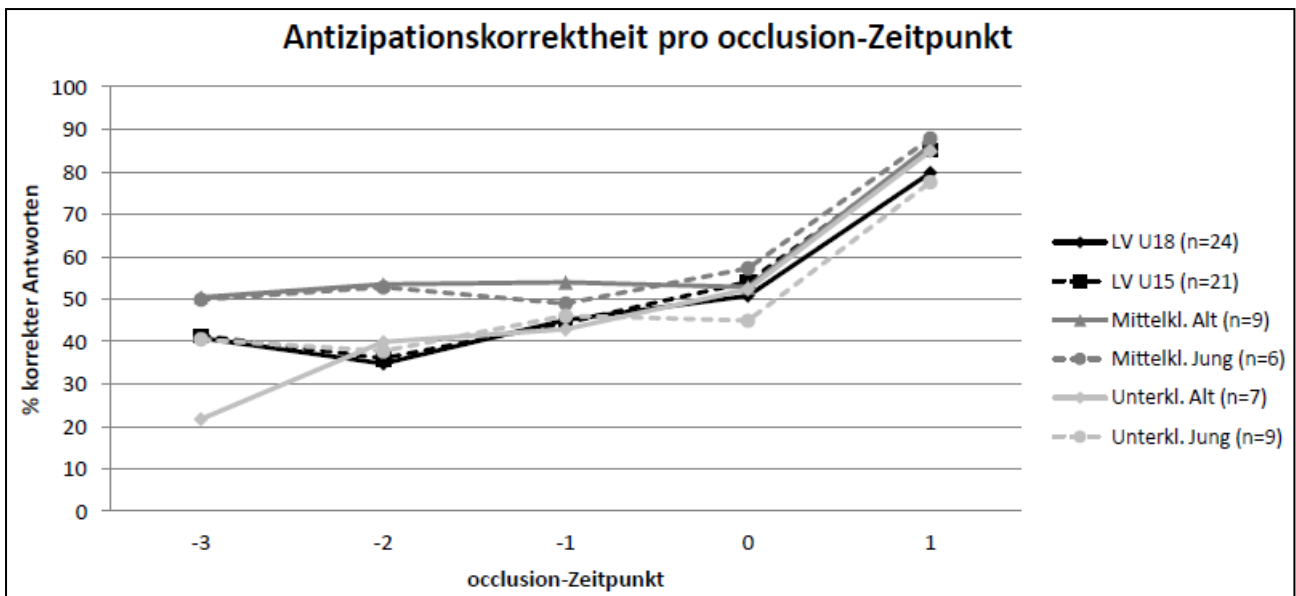


Abbildung 49. Antizipationskorrektheit der einzelnen Untergruppen pro occlusion-Zeitpunkt in Studie 1.

Sowohl die Gruppe „mittelklassig Alt“ als auch die Gruppe „mittelklassig Jung“ gibt zu den Zeitpunkten vor dem Fuß-Ball-Kontakt des Schützen (t_{-3} bis t_{-1}) häufiger korrekte Antworten als die anderen Untergruppen, die erst zu t_0 dieses Niveau erreichen können. Zu t_{-3} ist auffällig, dass sich der prozentuale Anteil korrekter Antworten der Untergruppe „unterklassig Alt“ unterhalb der Ratewahrscheinlichkeit von 25% befindet. Dieses Ergebnis ist zusammen mit dem vergleichsweise niedrigen Wert der Untergruppe „unterklassig Jung“ dafür verantwortlich, dass die zusam-

mengesetzte Leistungsgruppe „unterklassig“ insgesamt (wenn auch nur knapp) die schlechtesten Resultate aufweist. Auch an dieser Stelle sei darauf verwiesen, dass die inferenzstatistischen Gruppenvergleiche im Folgenden zunächst unter der Kombination der Faktoren Informationsgehalt und Situationskomplexität betrachtet werden.

4.3.3.2 Teilstudie 2: Selbstbestimmter Antizipationszeitpunkt

In Teilstudie 2 wird es möglich, mit der Antizipationskorrektheit und dem Zeitpunkt der Entscheidung beide Komponenten der *Antizipationsleistung* als abhängige Variablen einzusetzen und auszuwerten.

Prüfung von Hypothese 1

(Anstieg der Antizipationsleistung mit steigendem Informationsgehalt)

Für Teilstudie 2 können zur Prüfung von Hypothese 1 die durchschnittlichen Entscheidungszeitpunkte bei korrekten und falschen Vorhersagen miteinander verglichen werden.

Die Annahme, dass bei korrekt antizipierten Schüssen im Vergleich zu falsch vorhergesagten Schüssen die Entscheidungen für eine der vier Torecken im Durchschnitt zu einem späteren Zeitpunkt getroffen werden, wird zunächst unabhängig von der jeweiligen Situation überprüft. Das Ergebnis fällt hypothesenkonform aus, bei korrekten Schussrichtungsvorhersagen ($M=-1.50$, $SD=4.87$) entscheiden sich die Probanden signifikant später als bei falschen Einschätzungen ($M=-3.34$, $SD=4.99$; $z=-5.25$, $p<.001$). Die Korrelation zwischen *Entscheidungszeitpunkt* und *Antizipationskorrektheit* ergibt einen Wert von $r=.87$ ($p<.001$).

Führt man diesen Vergleich getrennt für die *vier Situationen* durch (vgl. Abbildung 50), ergibt sich dasselbe Ergebnisbild: In jeder Situation entscheiden sich die Torhüter bei korrekten Antworten signifikant später als bei falschen Angaben („1:0_Ruhe“: $z=-5.14$, $p<.001$; „1:0_Dribbling“: $z=-5.68$, $p<.001$; „1:1“: $z=-3.17$, $p<.01$; „2:2“: $z=-3.43$, $p<.001$). Die Korrelationen zwischen *Entscheidungszeitpunkt* und *Antizipationskorrektheit* ergeben für jede der Situationen starke Zusammenhänge (Situation „1:0_Ruhe“: $r=.87$, $p<.001$; Situation „1:0_Dribbling“: $r=.72$, $p<.001$; Situation „1:1“: $r=.75$, $p<.001$; Situation „2:2“: $r=.74$, $p<.001$).

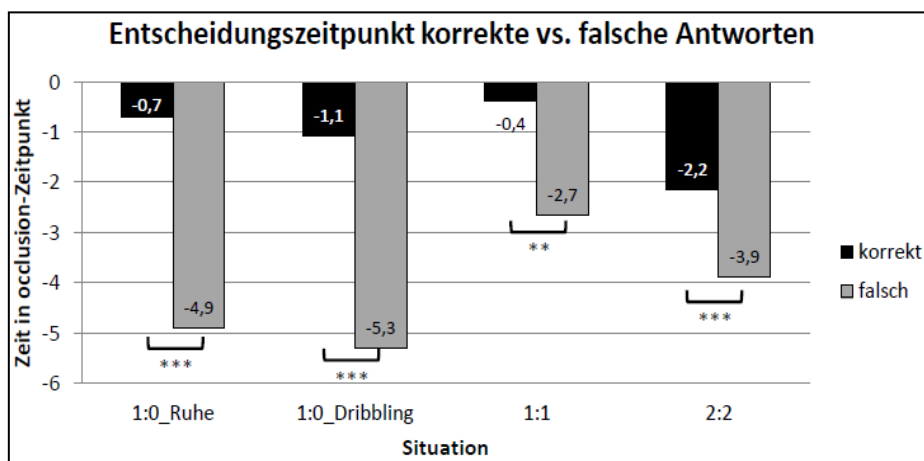


Abbildung 50. Vergleich der durchschnittlichen Entscheidungszeitpunkte pro Situation bei korrekten und falschen Antworten in Teilstudie 2.

Prüfung von Hypothese 2

(Bessere Antizipationsleistung bzgl. Schussseite als -höhe)

Betrachtet man in Teilstudie 2 die Ergebnisse bzgl. Schussseite und Schusshöhe unabhängig davon, in welcher der vier Situationen sie erzielt werden, ergeben sich signifikant bessere Werte ($z=-7.33$, $p<.001$) für die Voraussage der Schussseite (84.04%, $SD=16.49$) als für die der Schusshöhe (63.02%, $SD=18.39$). Eine detailliertere Analyse der horizontalen und vertikalen Antizipationskorrektheit innerhalb der vier Situationen ergibt für jeden Vergleich statistisch bedeutsame Vorteile bei der Antizipation der Schussseite im Vergleich zu der der Schusshöhe („1:0_Ruhe“: $z=-3.69$, $p<.001$; „1:0_Dribbling“: $z=-5.99$, $p<.001$; „1:1“: $z=-7.19$, $p<.001$; „2:2“: $z=-6.85$, $p<.001$; vgl. Abbildung 51).

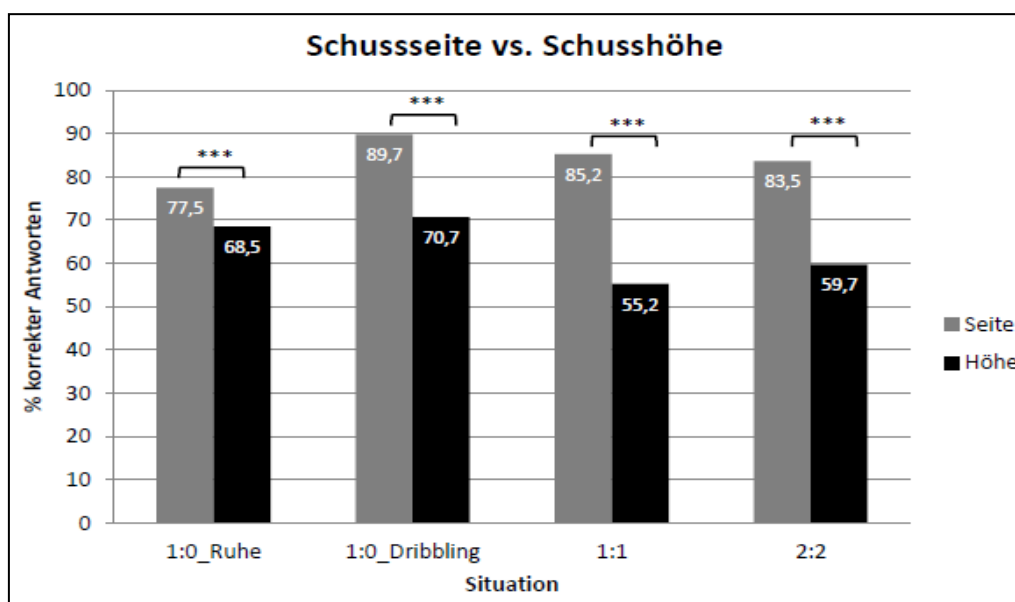


Abbildung 51. Vergleich der horizontalen und vertikalen Antizipationskorrektheit in den vier Situationen in Teilstudie 2.

Prüfung von Hypothese 3

(Absinken der Antizipationsleistung bei steigendem Komplexitätsgrad)

In Teilstudie 2 wird Hypothese 3 sowohl für die *Antizipationsleistung* insgesamt, als auch für ihre Einzelkomponenten *Antizipationskorrektheit* und *Entscheidungszeitpunkt* geprüft. In die Analysen fließen die Resultate aller Versuchspersonen ein, die Teilstudie 2 absolviert haben ($n=75$).

Der Einfluss der Situationskomplexität auf das Gütemaß der *Antizipationsleistung* wird zu Beginn der Analysen betrachtet (vgl. Abbildung 52). Signifikante Unterschiede hinsichtlich der Antizipationsleistung zwischen den vier Situationen werden dabei nicht gefunden ($\chi^2[3]=4.88, p>.05$).

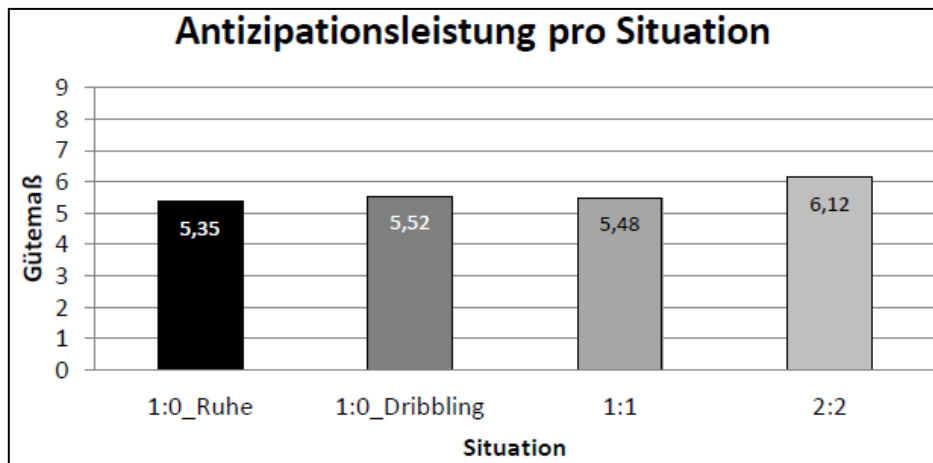


Abbildung 52. Vergleich der durchschnittlichen Antizipationsleistung zwischen den Situationen in Teilstudie 2.

Deskriptiv ergibt sich ein Ergebnismuster, das konträr zu dem erwarteten verläuft: In der Situation mit dem geringsten Komplexitätsgrad („1:0_Ruhe“) erzielen die Versuchspersonen die schlechtesten Leistungen, in der komplexesten Situation („2:2“) treten die besten Werte auf. Um den Einfluss der beiden Faktoren Antizipationskorrektheit und Entscheidungszeitpunkt auf die Antizipationsleistung zu spezifizieren, werden diese im Folgenden separat ausgewertet.

Der Vergleich der *Antizipationskorrektheit* zwischen den Situationen ergibt signifikante Unterschiede ($\chi^2[3]=38.62, p<.001$). Ausgehend von diesem Ergebnis werden paarweise Vergleiche für die einzelnen Situationen gerechnet (vgl. Abbildung 53).

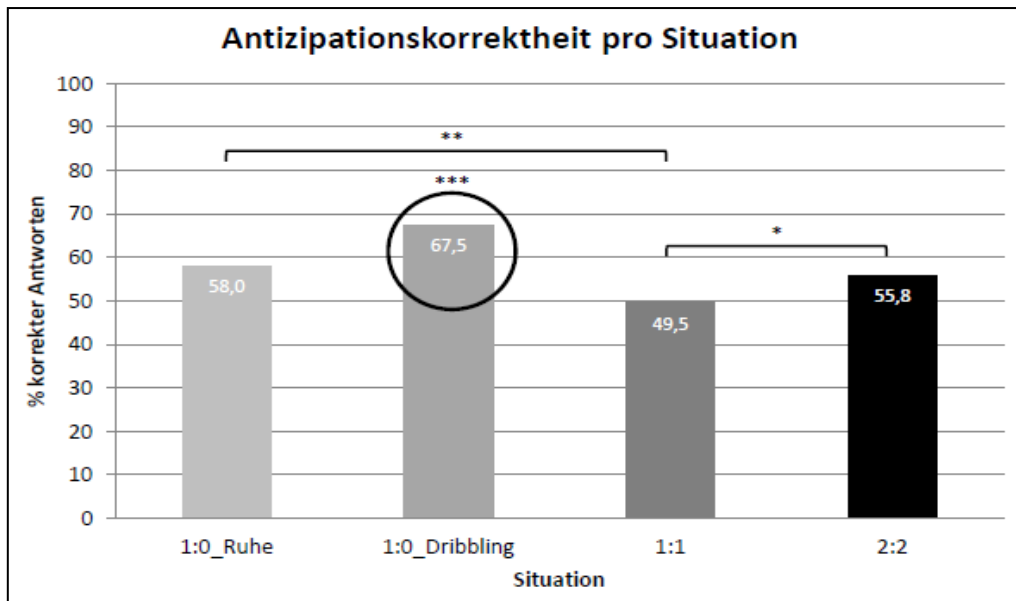


Abbildung 53. Vergleich der durchschnittlichen Antizipationskorrektheit zwischen den Situationen in Teilstudie 2.

Diese ergeben, dass die prozentuale Anzahl korrekter Antworten in der Situation „1:0_Dribbling“ signifikant oberhalb derer in den anderen Situationen liegt („1:0_Ruhe: $z=-3.63$, $p<.001$; „1:1“: $z=-6.00$, $p<.001$; „2:2“: $z=-4.19$, $p<.001$). In Situation „1:0_Ruhe“ wird signifikant häufiger korrekt antizipiert als in Situation „1:1“ ($z=-3,04$, $p<.01$), deren Durchschnittswert von allen Situationen den geringsten darstellt. So wird auch der Vergleich der Situationen „1:1“ und „2:2“ signifikant ($z=-2.77$, $p<.05$). Die Antizipationskorrektheit innerhalb der Situationen „1:0_Ruhe“ und „2:2“ differieren lediglich auf deskriptiver Ebene.

Die Resultate des Vergleichs der Antizipationskorrektheit zwischen den vier Situationen dürfen aufgrund der Konfundierung mit den Entscheidungszeitpunkten nur mit Bedacht interpretiert und lediglich im Zusammenhang mit der Auswertung der Antizipationsleistung betrachtet werden. Diesbezüglich liefern sie keine Erklärung für das detektierte Ergebnismuster, so dass angenommen werden kann, dass die Entscheidungszeiten innerhalb der Situationen für die deskriptiven Unterschiede, die in Abbildung 52 dargestellt sind, verantwortlich sind. Aus diesem Grund erfolgt auch für diesen Einflussfaktor auf die Antizipationsleistung eine separate Auswertung. Der Vergleich des *Entscheidungszeitpunkts* zwischen den Situationen weist signifikante Unterschiede aus ($\chi^2[3]=36.09$, $p<.001$; vgl. Abbildung 54).

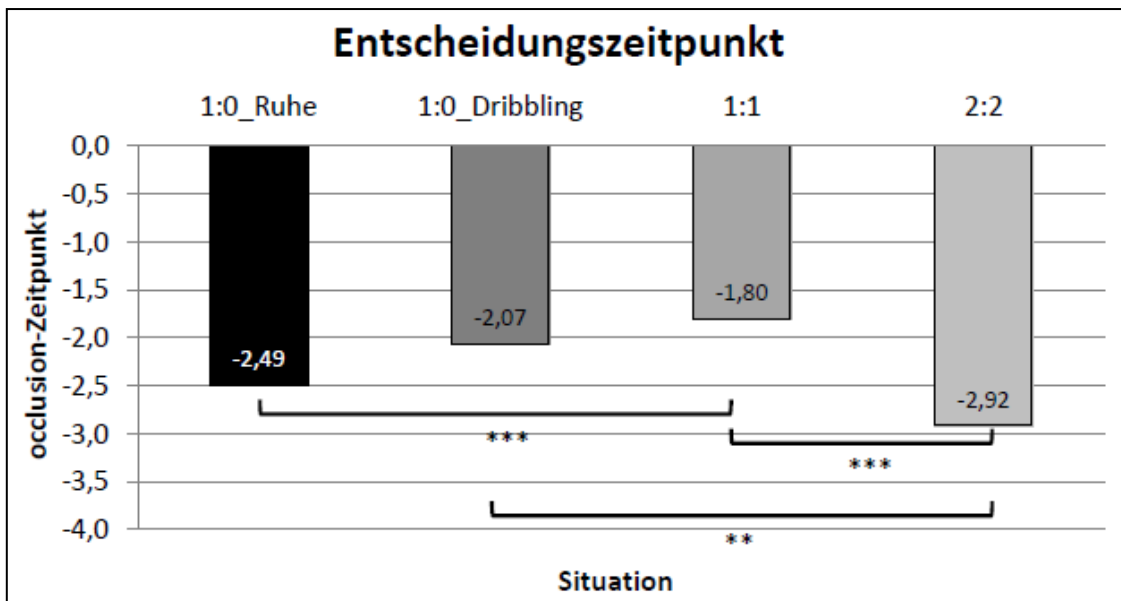


Abbildung 54. Vergleich des durchschnittlichen Entscheidungszeitpunkts zwischen den Situationen in Teilstudie 2.

Die paarweisen Vergleiche zeigen, dass der durchschnittliche Entscheidungszeitpunkt in Situation „2:2“ signifikant früher eintritt als in den Situationen „1:0_Dribbling“ ($z=-2.69$, $p<.01$) und „1:1“ ($z=-5.47$, $p<.001$). Ein weiterer signifikanter Unterschied kristallisiert sich zwischen Situation „1:0_Ruhe“ und Situation „1:1“ heraus ($z=-3.29$, $p<.001$).

Prüfung von Hypothese 4 & 5

(Bessere Antizipationsleistung für Torhüter höheren Leistungsniveaus und größerer Erfahrung)

Zur inhaltlichen Analyse der erhobenen behavioralen Daten werden diverse Gruppenvergleiche durchgeführt, als deren abhängige Variablen zum einen die *Antizipationsleistung*, zum anderen als Einzelkomponente der Antizipationsleistung der *Entscheidungszeitpunkt* dienen. Wie bereits erwähnt, wird auf gesonderte Auswertungen der Variable *Antizipationskorrektheit* an dieser Stelle verzichtet, da sie in erheblichem Maße vom Entscheidungszeitpunkt abhängt und somit nur in Kombination mit diesem sinnvoll interpretiert werden kann.

Die Gruppenvergleiche beziehen sich – zunächst analog zur Auswertungsstrategie in Teilstudie 1 – auf einer globalen Ebene auf die Einflüsse der unabhängigen Variablen (Leistungsniveau und Erfahrung) auf a) die *absolute Antizipationsleistung*. Die anschließenden Auswertungen bleiben auf dieser globalen Ebene, nutzen jedoch b) den *Entscheidungszeitpunkt* als abhängige Variable. Danach werden Gruppenvergleiche zum Einfluss der unabhängigen Variable auf c) die *Antizipationsleistung getrennt nach Situationskomplexität* durchgeführt, bevor abschließend d) auch der *Entscheidungszeitpunkt innerhalb der einzelnen Situationen* im Fokus der Analysen steht.

a) Gruppenvergleiche bzgl. der absoluten Antizipationsleistung

Inferenzstatistische Unterschiedsprüfungen bzgl. der absoluten Antizipationsleistung werden zunächst zwischen den drei unterschiedlichen *Leistungsgruppen* (Landesverbandsauswahl, „Mittelklassig“, „Unterklassig“) durchgeführt (vgl. Abbildung 55).

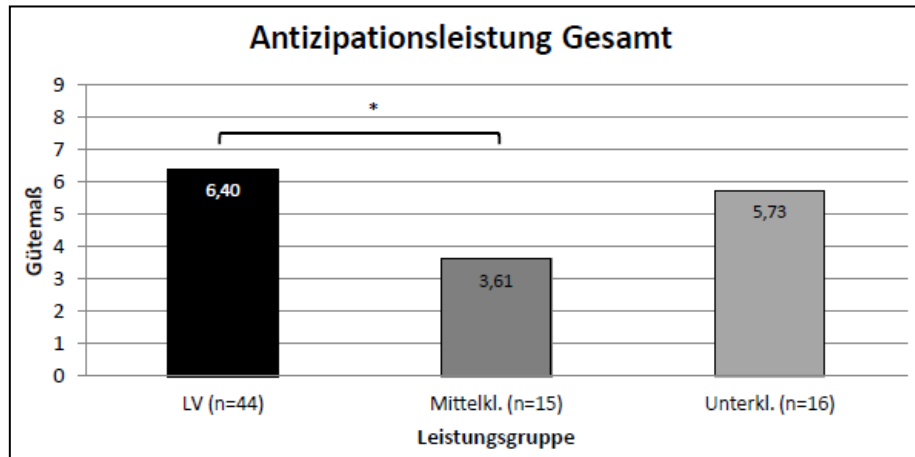


Abbildung 55. Vergleich der absoluten Antizipationsleistung zwischen den Leistungsgruppen in Teilstudie 2.

Dabei ergeben sich keine statistisch bedeutsamen Unterschiede zwischen den Leistungsgruppen ($H[2]=5.89$, $p>.05$). Aufgrund dessen, dass der p-Wert nur knapp oberhalb des 5%-Niveaus liegt, werden paarweise Vergleiche angefordert. Diese zeigen, dass die Torhüter der Landesverbandsauswahlmannschaften signifikant bessere Antizipationsleistungen zeigen als die als „mittelklassig“ eingestufteten Torhüter ($p<.05$, $r_{pb}=-.31$). Die weiteren Vergleiche werden nicht signifikant.

Im Zuge der inferenzstatistischen Vergleiche der *Altersgruppen* („Alt“ vs. „Jung“) für die globale *Antizipationsleistung* ergibt sich das Ergebnis, dass die Torhüter der Gruppe „Alt“ mit 6.79 ($SD=4.96$) einen signifikant besseren Wert aufweisen als die der Gruppe „Jung“ mit 4.45 ($SD=3.10$; $t[66,3]=2.47$, $p<.05$, $d=1.19$).

Für den Vergleich der absoluten Antizipationsleistung zwischen den einzelnen Untergruppen werden aufgrund der geringen Fallzahlen innerhalb der Gruppen lediglich deskriptive Analysen gestätigt (vgl. Abbildung 56).

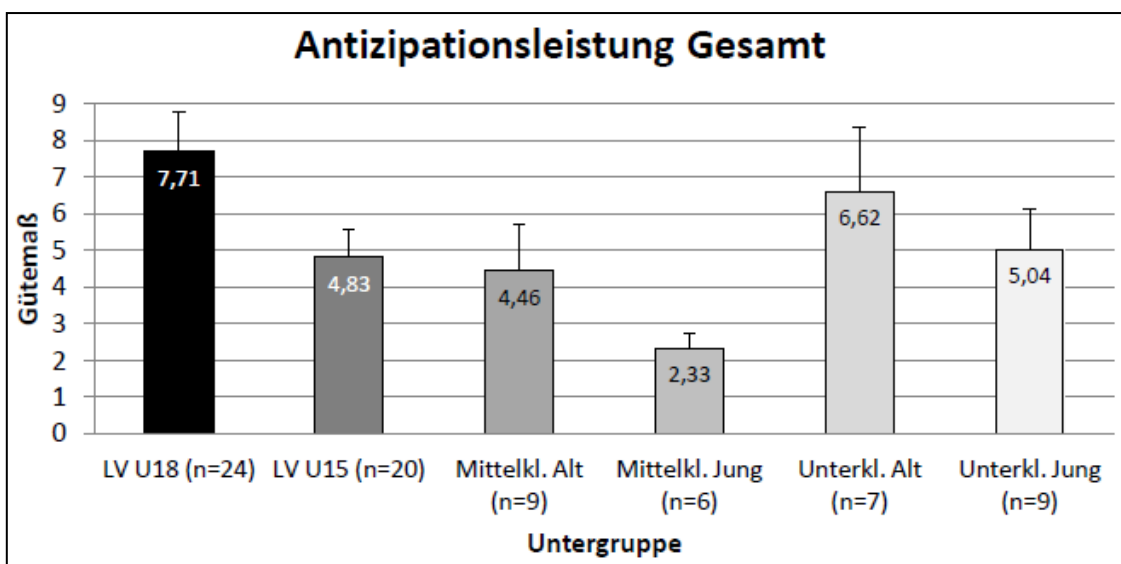


Abbildung 56. Vergleich der absoluten Antizipationsleistung zwischen den Untergruppen in Teilstudie 2.

Dabei ergibt sich, dass die Torhüter der U18-Landesverbandsauswahl die deutlich besten Resultate erzielen. Gefolgt werden sie von den Torhütern der Untergruppen „unterklassig Alt“ und „unterklassig Jung“. Die Landesverbandsauswahl-Torhüter der U15 erzielen das viertbeste Ergebnis. Auffällig ist, dass beide Altersgruppen der „mittelklassigen“ Torhüter die schlechtesten Ergebnisse hinsichtlich der gesamten Antizipationsleistung zeigen. Innerhalb der drei Leistungsgruppen (Landesverbandsauswahl, „Mittelklassig“, „Unterklassig“) bestätigt sich das Bild der inferenzstatistischen Auswertungen, dass die älteren im Vergleich zu den jüngeren Torhütern jeweils bessere Resultate erzielen.

b) Gruppenvergleiche bzgl. des absoluten Entscheidungszeitpunkts

Im Rahmen dieser Auswertungen wird erneut zunächst der Einfluss der *Leistungsgruppen* auf die abhängige Variable des absoluten Entscheidungszeitpunkts untersucht. Das Ergebnis weist dabei keine signifikanten Unterschiede zwischen den Leistungsgruppen der Landesverbandsauswahlen ($M=-2.42$, $SD=5.48$), der „mittelklassigen“ Torhüter ($M=0.23$, $SD=4.00$) und der „unterklassigen“ Torhüter ($M=-2.04$, $SD=4.31$) aus ($H[2]=4.28$, $p>.05$). Dieses Ergebnis hat auch Bestand, wenn durch eine Verfeinerung der Analyse die durchschnittlichen Entscheidungszeitpunkte zwischen den Leistungsgruppen bei korrekt antizipierten Schüssen miteinander vergleicht (Landesverbandsauswahl: $M=-2.16$, $SD=5.33$; „Mittelklassig“: $M=0.51$, $SD=3.47$; „Unterklassig“: $M=-1.54$, $SD=4.36$; $H[2]=4.05$, $p>.05$).

Hinsichtlich der Auswertung des absoluten *Entscheidungszeitpunkts* zwischen den *Altersgruppen* ergeben sich signifikant frühere Entscheidungen der Torhüter der Gruppe „Alt“ im Vergleich zu denen der Gruppe „Jung“ ($t[71,8]=-2.52$, $p<.05$, $d=1.03$). Gruppe „Alt“ trifft ihre Entscheidungen durchschnittlich zu Zeitpunkt -3.11 ($SD=5.42$), Gruppe „Jung“ zu Zeitpunkt -0.32 ($SD=4.15$). Vergleicht man separat die Entscheidungszeitpunkte für korrekt antizipierte Schüsse auch zwischen den Altersgruppen, wird ebenfalls ein signifikant früherer Zeitpunkt für die älteren Torhüter

($M=-2.63$, $SD=5.61$) gegenüber den jüngeren Torhütern ($M=-0.20$, $SD=3.49$; $t[66,3]=-2.28$, $p<.05$, $d=1.05$) detektiert.

Die Ergebnisse des deskriptiven Vergleichs der *Untergruppen* hinsichtlich des absoluten Entscheidungszeitpunktes sind in Abbildung 57 dargestellt.

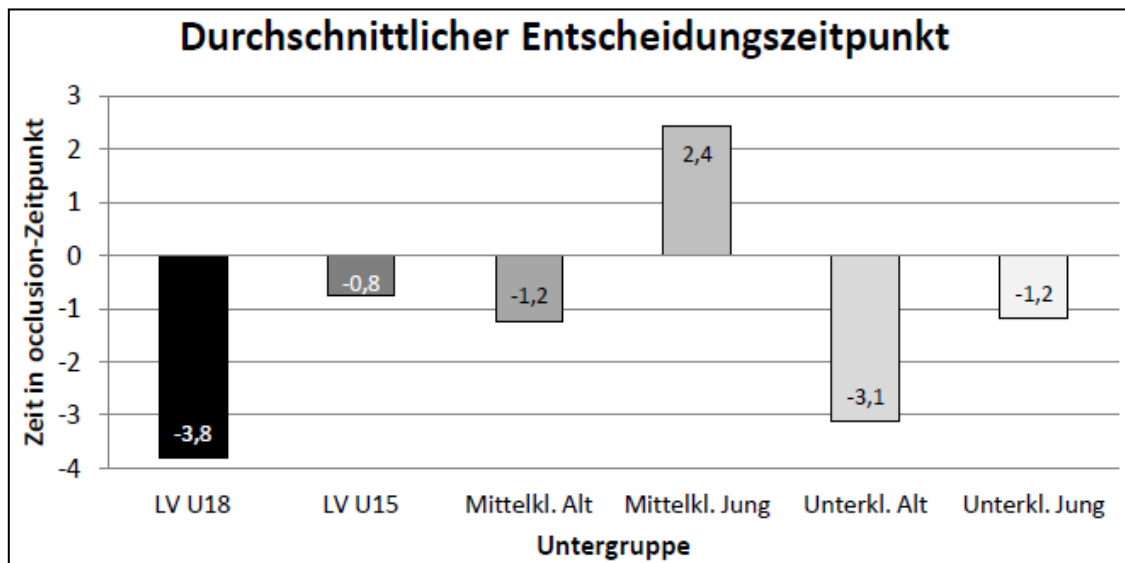


Abbildung 57. Vergleich des absoluten Entscheidungszeitpunkts zwischen den Untergruppen in Teilstudie 2.

Die Resultate zeigen, dass die Landesverbandsauswahltorhüter der U18 durchschnittlich zu occlusion-Zeitpunkt -3.81 ($SD=5.77$) eine Entscheidung treffen. Damit liegt dieser früher als der aller anderen Untergruppen. Die Torhüter der Gruppe „unterklassig Alt“ weisen die zweitschnellsten Entscheidungen auf ($M=-3.13$, $SD=5.27$). Die anderen Untergruppen liegen mit dem Zeitpunkt ihrer Entscheidungen nah am Fuß-Ball-Kontakt des Schützen. Lediglich die Probanden der Gruppe „mittelklassig Jung“ treffen ihre Entscheidung deutlich nach der Ballberührung des Schützen, also zu einem Zeitpunkt, zu dem bereits Ballfluginformationen vorliegen ($M=2.43$, $SD=1.29$). Diese Ergebnisse lassen darauf schließen, dass zum einen beim Vergleich der Leistungsgruppen miteinander der durchschnittliche Entscheidungszeitpunkt bei den Torhütern der Landesverbandsauswahlen leicht vor dem der „unterklassigen“ Torhüter liegt und dass sich die Versuchspersonen der als „mittelklassig“ kategorisierten Gruppe zum spätesten Zeitpunkt für eine Antwort entscheiden. Zum anderen wird ersichtlich, dass sich die jeweils älteren Torhüter zu früheren Zeitpunkten auf eine Entscheidung festlegen, als dies bei den jüngeren Torhütern der Fall ist.

c) Gruppenvergleiche bzgl. Antizipationsleistung getrennt nach Situationskomplexität

Im zweiten Analyseschritt werden die Vergleiche zwischen den *Leistungsgruppen* getrennt für jede der vier *Situationen* berechnet (vgl. Abbildung 58).

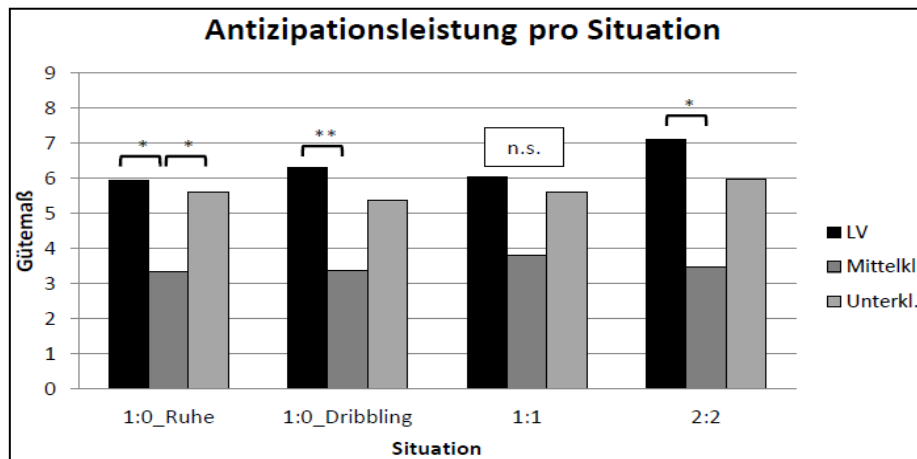


Abbildung 58. Vergleich der Antizipationsleistung zwischen den Leistungsgruppen innerhalb der vier Situationen in Teilstudie 2.

Bereits deskriptiv wird ersichtlich, dass die Gruppe der Landesverbandsauswahltorhüter in allen Situationen den Bestwert erzielt. Signifikante Unterschiede zeigen sich zwischen den Gruppen in den Situationen „1:0_Ruhe“ ($H[2]=6.32$, $p<.05$), „1:0_Dribbling“ ($H[2]=7.58$, $p<.05$) und „2:2“ ($H[2]=6.72$, $p<.05$). Für Situation „1:0_Ruhe“ ergibt sich, dass die „mittelklassigen“ Torhüter signifikant schlechtere Antizipationsleistungen aufweisen als die Torhüter der Landesverbandsauswahl ($p<.05$, $r_{pb}=-.28$) und die „unterklassigen Torhüter ($p<.05$, $r_{pb}=-.46$). In den Situationen „1:0_Dribbling“ und „2:2“ werden lediglich die Unterschiede zwischen den Landesverbandsauswahltorhütern und den „mittelklassigen“ Torhütern statistisch bedeutsam („1:0_Dribbling“: $p<.01$, $r_{pb}=-.37$; „2:2“: $p<.05$, $r_{pb}=-.33$), wobei erstere jeweils bessere Antizipationsleistungen zeigen. Die Gruppenunterschiede innerhalb von Situation „1:1“ ergibt auf deskriptiver Ebene ein ähnliches Ergebnismuster, allerdings werden die Differenzen nicht signifikant.

Die Ergebnisse des Vergleichs zwischen den Altersgruppen hinsichtlich der Antizipationsleistung innerhalb der vier Situationen sind in Abbildung 59 dargestellt.

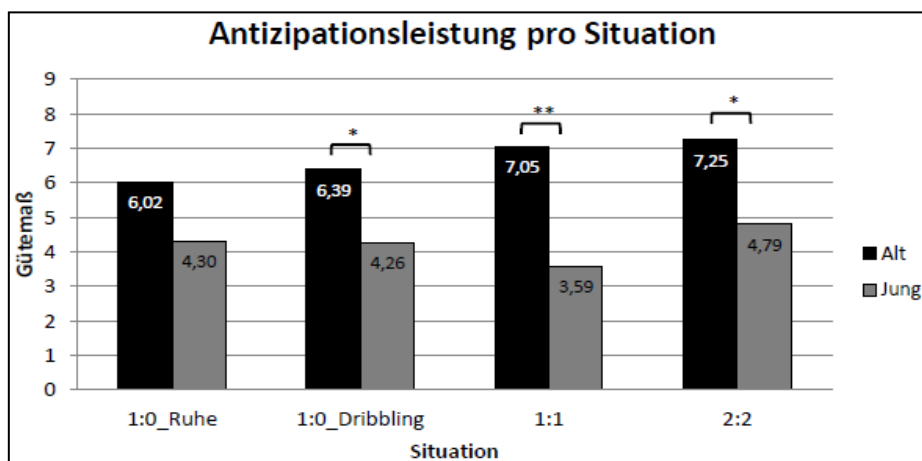


Abbildung 59. Vergleich der Antizipationsleistung zwischen den Altersgruppen innerhalb der vier Situationen in Teilstudie 2.

Auf deskriptiver Ebene weisen in sämtlichen Situationen die Torhüter der Gruppe „Alt“ bessere Resultate auf als die der Gruppe „Jung“. Das Ergebnis zeigt in den Situationen „1:0_Dribbling“ ($f[69,6]=2.20$, $p<.05$, $d=1.17$), „1:1“ ($f[57,0]=3.15$, $p<.01$, $d=0.83$) und „2:2“ ($f[62,1]=2.13$, $p<.05$, $d=0.60$) jeweils signifikant bessere Leistungen der älteren Torhüter an.

Nach Abschluss der inferenzstatistischen Gruppenvergleiche erfolgt abermals die deskriptive Auswertung der Untergruppen bzgl. der Antizipationsleistung pro Situation (vgl. Abbildung 60).

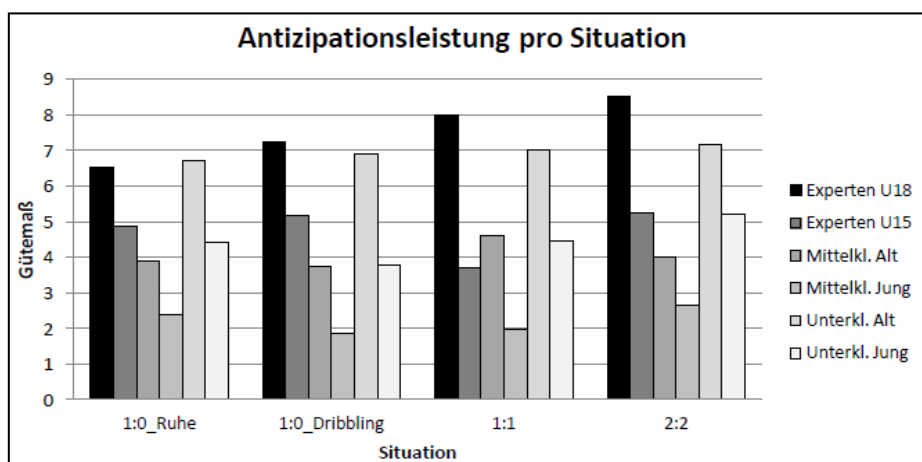


Abbildung 60. Vergleich der Antizipationsleistung zwischen den Untergruppen innerhalb der vier Situationen in Teilstudie 2.

Die Resultate weisen die Torhüter der U18-Landesverbandsauswahl in den Situationen „1:0_Dribbling“, „1:1“ und „2:2“ als die erfolgreichsten Antizipierer aus. Ihre Antizipationsleistung wächst dabei mit zunehmender Situationskomplexität, was für die anderen Untergruppen nicht zu beobachten ist. Auffällig sind dort die ebenfalls durchgängig sehr hohen Werte der Torhüter der Gruppe „unterklassig Alt“. Insgesamt kann auch auf deskriptiver Ebene für Teilstudie 2 nicht betätigt werden, dass

eine Steigerung des Komplexitätsgrades der Situationen mit einer reduzierten Antizipationsleistung einhergeht.

d) Gruppenvergleiche bzgl. Entscheidungszeitpunkt getrennt nach Situationskomplexität

Für weiterführende Analysen wird geprüft, ob sich *innerhalb der einzelnen Situationen* Unterschiede bzgl. des *Entscheidungszeitpunkts* zwischen den drei Leistungsgruppen manifestieren (vgl. Abbildung 61).

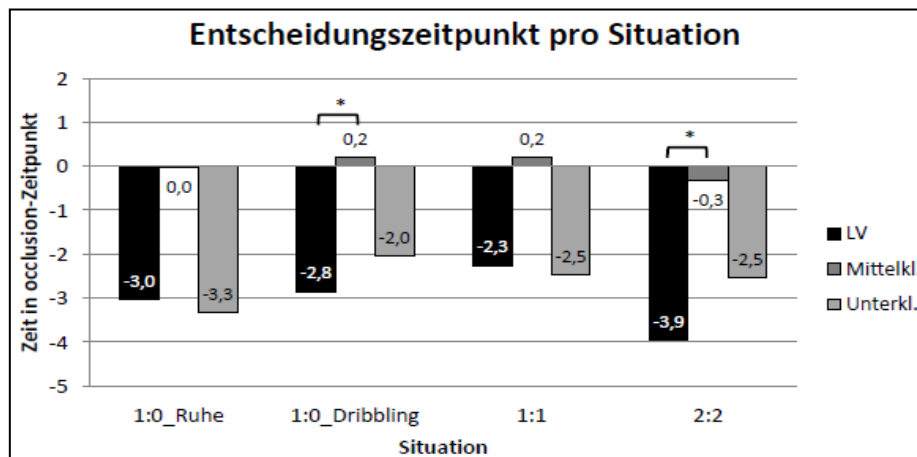


Abbildung 61. Vergleich des durchschnittlichen Entscheidungszeitpunkts pro Situation zwischen den Leistungsgruppen in Teilstudie 2.

Diese Auswertungen ergeben statistisch bedeutsame Unterschiede innerhalb der Situationen „1:0_Dribbling“ ($H[2]=6.71, p<.05$) und „2:2“ ($H[2]=6.02, p<.05$). Für diese beiden Situationen werden anschließend paarweise Vergleiche durchgeführt. Dabei ergibt sich innerhalb der Situation „1:0_Dribbling“ ein signifikanter Unterschied zwischen den Torhütern der Landesverbandsauswahlen und den „mittelklassigen“ Torhütern ($p<.05, r_{pb}=-.33$), wobei erstere einen früheren durchschnittlichen Entscheidungszeitpunkt vorzuweisen haben. Die Auswertungen innerhalb der Situation „2:2“ ergeben das gleiche Ergebnismuster wie bei den Vergleichen in Situation „1:0_Dribbling“. Die Entscheidungszeiten der Landesverbandsauswahltorhüter liegen signifikant unterhalb derer der „mittelklassigen“ Torhüter ($p<.05, r_{pb}=-.30$).

Anschließend wird ein Vergleich des *Entscheidungszeitpunkts* zwischen den Leistungsgruppen *innerhalb der Situationen bei korrekt vorhergesagten Schüssen* angestellt (vgl. Abbildung 62).

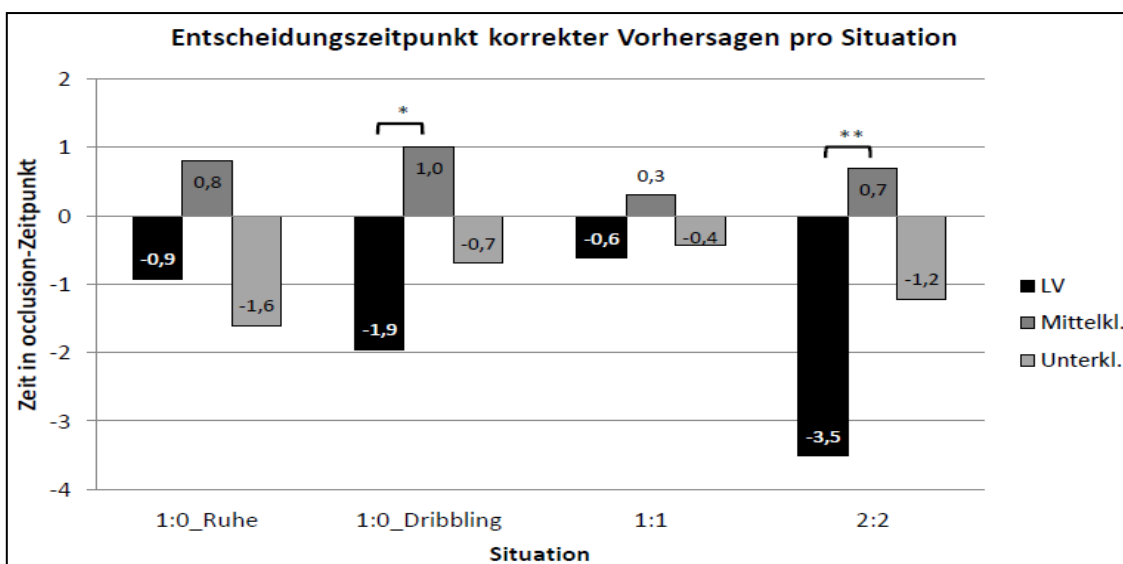


Abbildung 62. Vergleich des durchschnittlichen Entscheidungszeitpunkts bei korrekten Vorhersagen pro Situation zwischen den Leistungsgruppen in Teilstudie 2.

Dieser ergibt signifikante Unterschiede in den Situationen „1:0_Dribbling“ ($H[2]=6.21, p<.05$) und „2:2“ ($H[2]=7.60, p<.05$). In Situation „1:0_Dribbling“ zeigen sich signifikant frühere Entscheidungszeitpunkte der Landesverbandsauswahltorhüter ($M=-1.95, SD=5.00$) im Vergleich zu den „mittelklassigen“ Torhütern ($M=1.01, SD=2.36; p<.05, r_{pb}=-.33$). In Situation „2:2“ wird abermals der Unterschied zwischen den Probanden der Landesverbandsauswahlen ($M=-3.50, SD=6.08$) und den als „mittelklassig“ eingestuften Versuchspersonen signifikant ($M=0.69, SD=3.64; p<.01, r_{pb}=-.35$).

Weiterführend wird analysiert, ob sich die auf höherer Auswertungsebene gefundenen Altersgruppendifferenzen hinsichtlich des durchschnittlichen Entscheidungszeitpunktes auch innerhalb der Situationen nachweisen lassen (vgl. Abbildung 63).

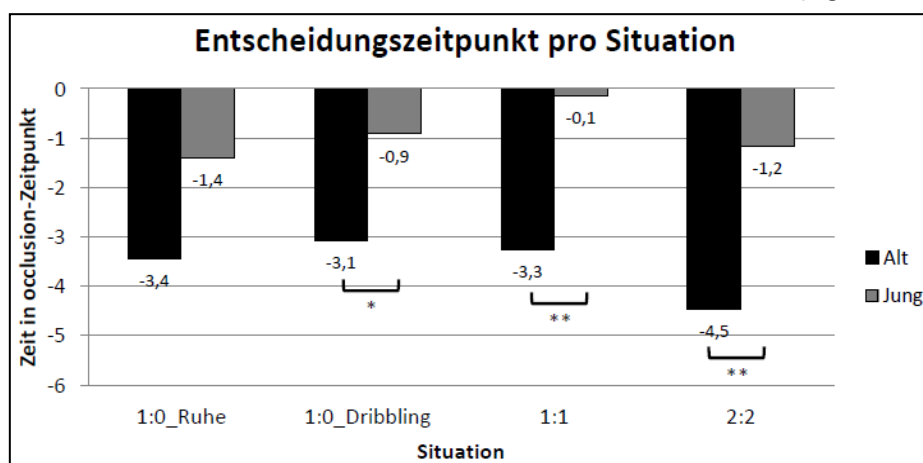


Abbildung 63. Vergleich des durchschnittlichen Entscheidungszeitpunkts pro Situation zwischen den Altersgruppen in Teilstudie 2.

Bei der Unterschiedsprüfung kristallisieren sich für die Situationen „1:0_Dribbling“ ($t[70,8]=-2.17$, $p<.05$, $d=1.14$), „1:1“ ($t[69,3]=-2.65$, $p<.01$, $d=0.96$) und „2:2“ ($t[69,8]=-2.70$, $p<.01$, $d=0.93$) jeweils signifikant frühere Zeitpunkte für die älteren Torhüter heraus.

Bleibt man auf der Auswertungsebene *innerhalb der vier Situationen* und vergleicht weitergehend die *Entscheidungszeitpunkte bei korrekt antizipierten Schüssen* zwischen den Altersgruppen (vgl. Abbildung 64), so werden für die Situation „1:1“ signifikante Differenzen ersichtlich ($t[63,1]=-2.62$, $p<.05$, $d=0.53$). Die Zeitpunkte, zu denen sich die Torhüter der Gruppe „Alt“ auf eine Entscheidung festlegen, liegen dabei vor dem Fuß-Ball-Kontakt des Schützen ($M=-2.01$, $SD=6.67$), während sich die Torhüter der Gruppe „Jung“ im Durchschnitt erst nach dem Ballkontakt des Schützen entscheiden ($M=1.37$, $SD=4.21$).

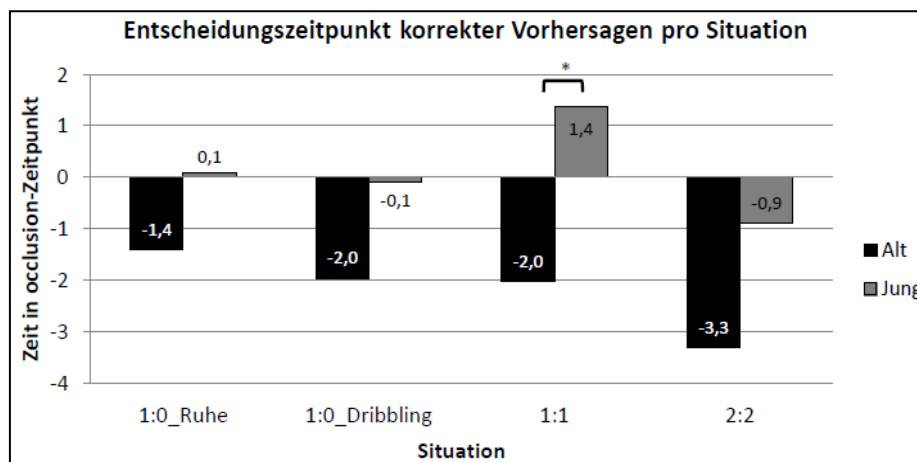


Abbildung 64. Vergleich des durchschnittlichen Entscheidungszeitpunkts bei korrekten Vorhersagen pro Situation zwischen den Altersgruppen in Teilstudie 2.

Die Vergleiche bzgl. der durchschnittlichen Entscheidungszeitpunkte pro Situation geben Aufschluss darüber, welche Untergruppen in welcher Form einen Einfluss auf die bereits durch die vorangegangenen Analysen generierten Erkenntnisse besitzen (vgl. Abbildung 65).

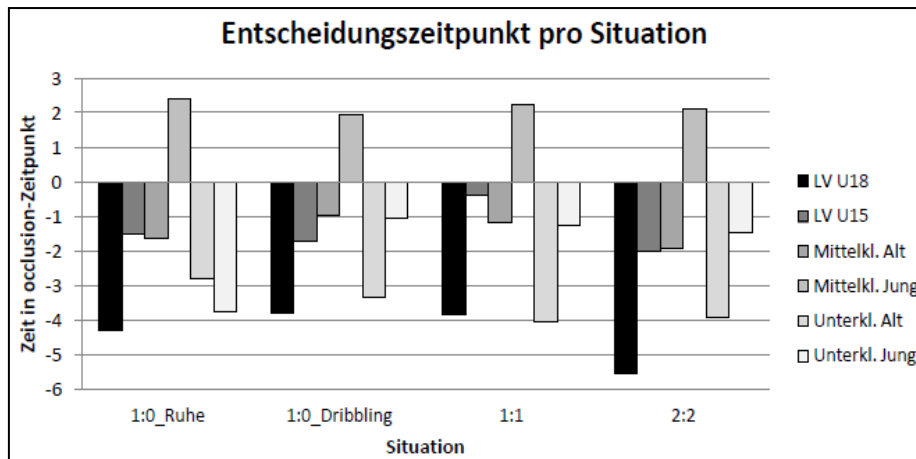


Abbildung 65. Vergleich des durchschnittlichen Entscheidungszeitpunkts bei korrekten Vorhersagen pro Situation zwischen den Untergruppen in Teilstudie 2.

Dabei wird zunächst ersichtlich, dass die Torhüter der U18 in den Situationen „1:0_Ruhe“, „1:0_Dribbling“ und „2:2“ im Vergleich zu den anderen Gruppen jeweils zum frühesten Zeitpunkt eine Entscheidung bzgl. der Flugrichtung des Balles treffen. Die Gruppe „unterklassig Alt“ zeigt ebenfalls in allen vier Situationen frühe Entscheidungszeitpunkte. Die Untergruppe „mittelklassig Jung“ zeigt als einzige durchgängig in sämtlichen Situationen im Durchschnitt Entscheidungszeitpunkte, die nach dem Fuß-Ball-Kontakt des Schützen liegen.

Eine weiterführende Differenzierung der Betrachtung der durchschnittlichen Entscheidungszeitpunkte dahingehend, wie die Werte der Untergruppe bei anschließenden korrekten Antizipationen ausfallen, führt zu veränderten Resultaten (vgl. Abbildung 66).

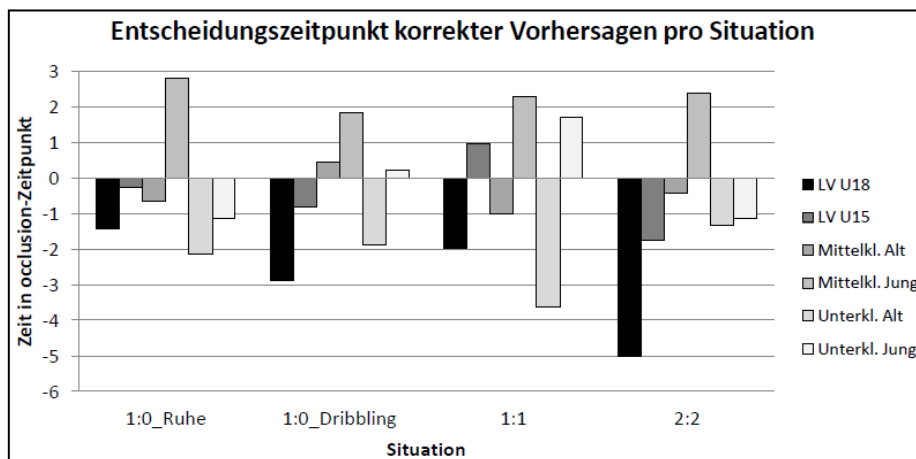


Abbildung 66. Vergleich des durchschnittlichen Entscheidungszeitpunkts bei korrekten Vorhersagen pro Situation zwischen den Untergruppen in Teilstudie 2.

Abermals entscheiden sich die Probanden der U18-Landesverbandsauswahl in allen Situationen vor dem Fuß-Ball-Kontakt des Schützen für die Schussrichtung. Damit ist sie unter diesen Bedingungen aber die einzige Gruppe, alle anderen entscheiden sich mindestens in einer der Situationen erst nach der Ballberührung

durch den Schützen für die richtige Torecke. Für alle Untergruppen kann aber festgehalten werden, dass sie ihre Entscheidung bei korrekten Vorhersagen zu einem späteren Zeitpunkt treffen als bei falschen Antworten.

4.3.4 Explorative Erkundung des Blickverhaltens (kognitive Ebene)

Für die Analysen bzgl. des Antizipationsprozesses werden die Daten der beiden Landesverbandsauswahlgruppen (U18 & U15) ausgewertet. Der erste Auswertungsschritt bezieht sich a) auf den Vergleich zwischen dem Blickverhalten bei *korrekt und falsch antizipierten Schüssen* für die Gesamtgruppe der Landesverbandsauswahltorhüter innerhalb der vier Situationen (Prüfung von Hypothese 6). Abschließend erfolgt eine Analyse b) des Einflusses des Alters auf das Blickverhalten in den verschiedenen Situationen. Dazu werden die Daten der U18-Landesverbandsauswahltorhüter mit denen der U15 verglichen (Prüfung von Hypothese 7). Die Ergebnisdarstellung ist so strukturiert, dass neben der Nennung der Hypothese, die mit jeweiligen Auswertungen geprüft wird, weiterführende prozessorientierte Betrachtungen (das Blickverhalten im zeitlichen Verlauf der Schussausführung) unter einer separaten Überschrift innerhalb des jeweiligen Kapitels getätigt werden.

a) Vergleich zwischen dem Blickverhalten bei korrekt und falsch antizipierten Schüssen

Prüfung von Hypothese 6

(Blickverhalten differiert zwischen korrekt und falsch antizipierten Schüssen)

Für jede der vier Situationen wird im Folgenden geprüft, wie hoch der prozentuale Blickanteil auf die einzelnen Areale ist und getestet, ob sich hinsichtlich dieser Verteilung Unterschiede zwischen erfolgreich und nicht-erfolgreich vorhergesagten Schüssen feststellen lassen.

Situation „1:0_Ruhe“

Innerhalb von Teilstudie 1 entfallen in Situation „1:0_Ruhe“ (vgl. Abbildung 67) die meisten Blickanteile sowohl bei korrekt als auch bei falsch vorhergesagten Schussrichtungen auf „undefinierte“ Areale, also auf Bereiche in der präsentierten Szenerie, bei denen es sich nicht um Kopf, Oberkörper, Hüftregion, Standbein oder Schussbein des Schützen und nicht um den Ball handelt.

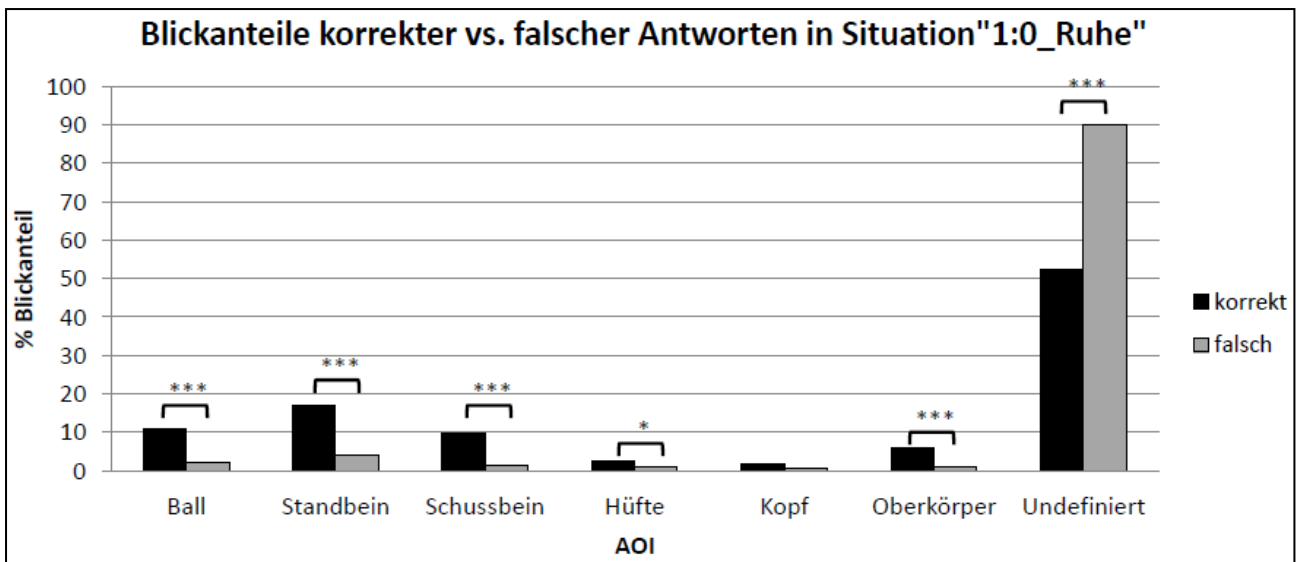


Abbildung 67. Vergleich der Blickanteile in Situation „1:0_Ruhe“ zwischen korrekten und falschen Antworten pro AOI in Teilstudie 1.

Mit 90.05% ($SD=16.58$) erfolgen bei falsch antizipierten Schüssen im Vergleich zu korrekten Antworten mit 52.42% ($SD=22.10$) signifikant mehr Blickanteile auf die „undefinierten“ Areale ($z=-4.87$, $p<.001$, $r=-.62$). Sämtliche definierten Areale werden bei korrekt vorhergesagten Schüssen häufiger betrachtet als bei Fehlurteilen, wobei der Unterschied bzgl. des Areals „Kopf“ lediglich deskriptiv zu erkennen ist. Signifikant werden die Unterschiede hingegen für die Areale „Ball“ ($z=-4.05$, $p<.001$, $r=-.02$), „Standbein“ ($z=-3.71$, $p<.001$, $r=-.20$), „Schussbein“ ($z=-4.97$, $p<.001$, $r=-.08$), „Hüfte“ ($z=-2.23$, $p<.05$, $r=-.08$) und „Oberkörper“ ($z=-3.78$, $p<.001$, $r=.47$).

Dieselbe Analyse ergibt in Teilstudie 2 ein deutlich anderes Bild. Zunächst einmal ist auffällig, dass für kein AOI der Unterschied der prozentualen Blickanteile zwischen korrekt und falsch vorhergesagten Schüssen signifikant wird (vgl. Abbildung 68). Im Vergleich zu den Blickanteilen in derselben Situation in Teilstudie 1 liegen die Blickanteile in Teilstudie 2 auf dem AOI „Undefiniert“ deutlich niedriger (korrekt: 53.67%, $SD=18.57$; falsch: 48.59%, $SD=23.03$). Die Blickverteilung auf die weiteren AOI findet in etwa auf dem Niveau statt, indem diese auch in Teilstudie 1 erfolgt ist (vgl. Abbildung 68). Die Tatsache, dass keiner der Unterschiede in Teilstudie 2 signifikant wird, kann evtl. darauf zurückgeführt werden, dass in die Analysen im Vergleich zu Teilstudie 1 weniger Probandendaten einfließen konnten (vgl. Kap. 4.2.6.4).

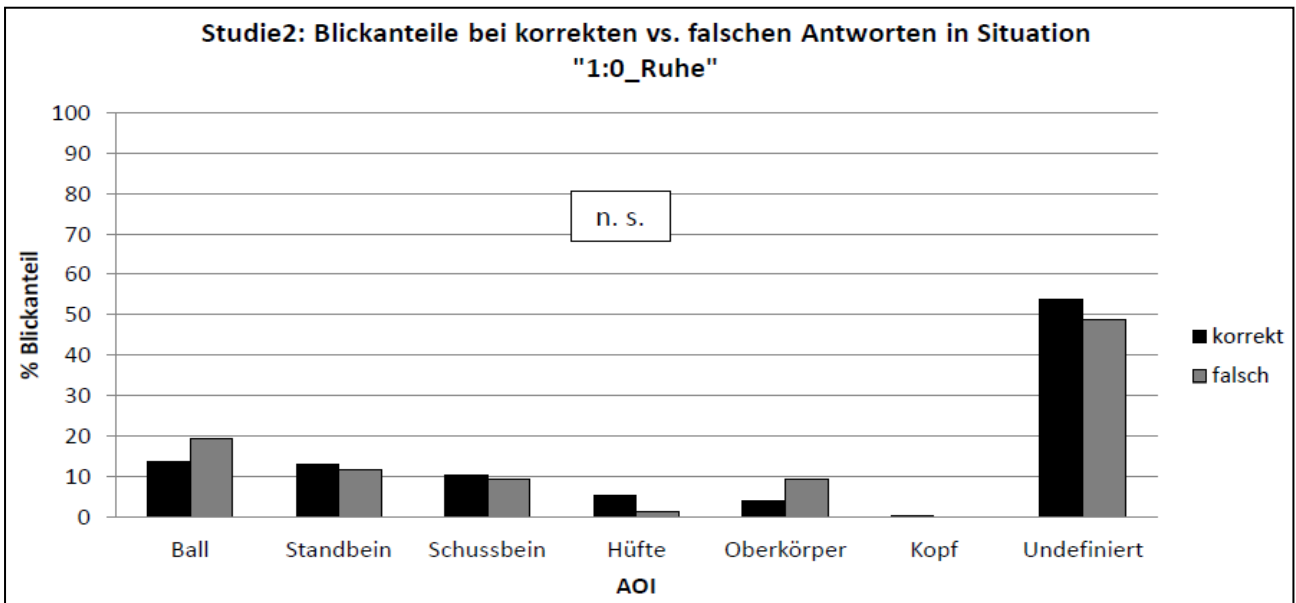


Abbildung 68. Vergleich der Blickanteile in Situation „1:0_Ruhe“ zwischen korrekten und falschen Antworten pro AOI in Teilstudie 2.

Situation „1:0_Dribbling“

In Situation „1:0_Dribbling“ der Teilstudie 1 (vgl. Abbildung 69) fallen ähnlich wie in Situation „1:0_Ruhe“ zwar erneut sowohl bei korrekt als auch bei falsch vorhergesagten Schüssen hohe Blickanteile auf die „undefinierten“ Areale (korrekt: 41.93%, $SD=21.10$; falsch: 76.27%, $SD=20.13$). Auch hier liegt der Anteil bei falschen Einschätzungen signifikant höher als der bei korrekten Antworten ($z=-4.55$, $p<.001$, $r=-.59$). Die meisten Blickanteile bei korrekt antizipierten Schüssen sind in dieser Situation allerdings auf dem Areal „Standbein“ vereint (43.41%, $SD=21.98$). Dieser Wert liegt signifikant oberhalb der Blickanteile, die bei falsch antizipierten Schüssen (17.35%, $SD=13.27$) auf dieses Areal entfallen ($z=-4.69$, $p<.001$, $r=-.27$).

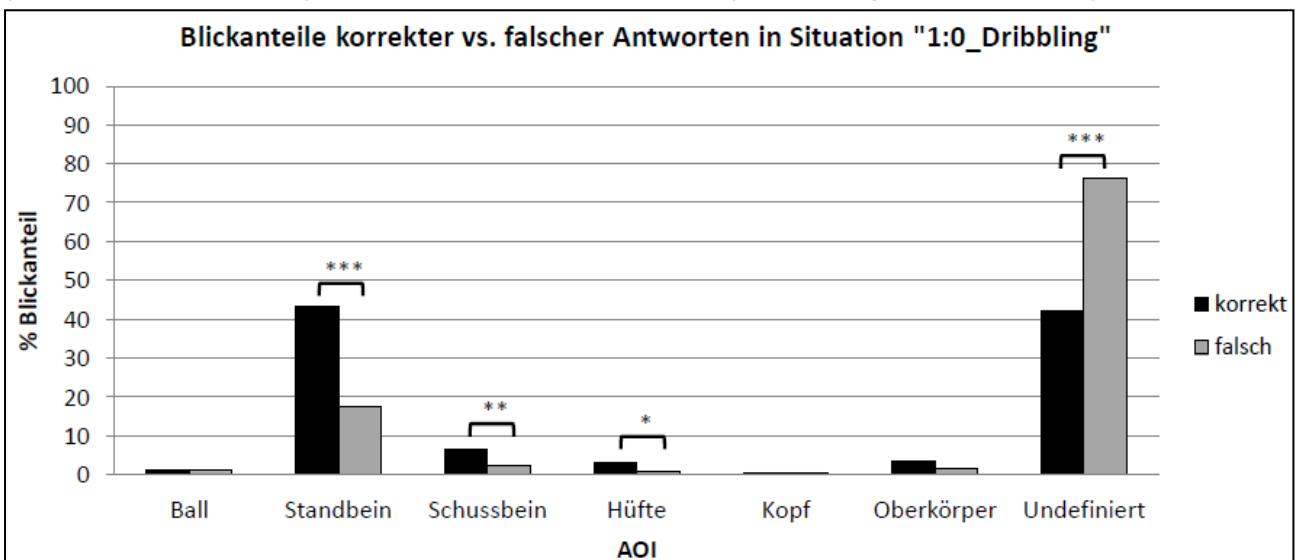


Abbildung 69. Vergleich der Blickanteile in Situation „1:0_Dribbling“ zwischen korrekten und falschen Antworten pro AOI in Teilstudie 1.

Weitere signifikante Unterschiede ergeben sich bei der Betrachtung der AOI „Schussbein“ ($z=-2.90$, $p<.01$, $r=-.19$) und „Hüfte“ ($z=-2.14$, $p<.05$, $r=.00$), wobei die jeweils höheren Blickanteile für die korrekten Antworten zu verzeichnen sind. Auch innerhalb von Situation „1:0_Dribbling“ ergibt sich in Teilstudie 2 eine anders geartete Blickverteilung als in Teilstudie 1 (vgl. Abbildung 70).

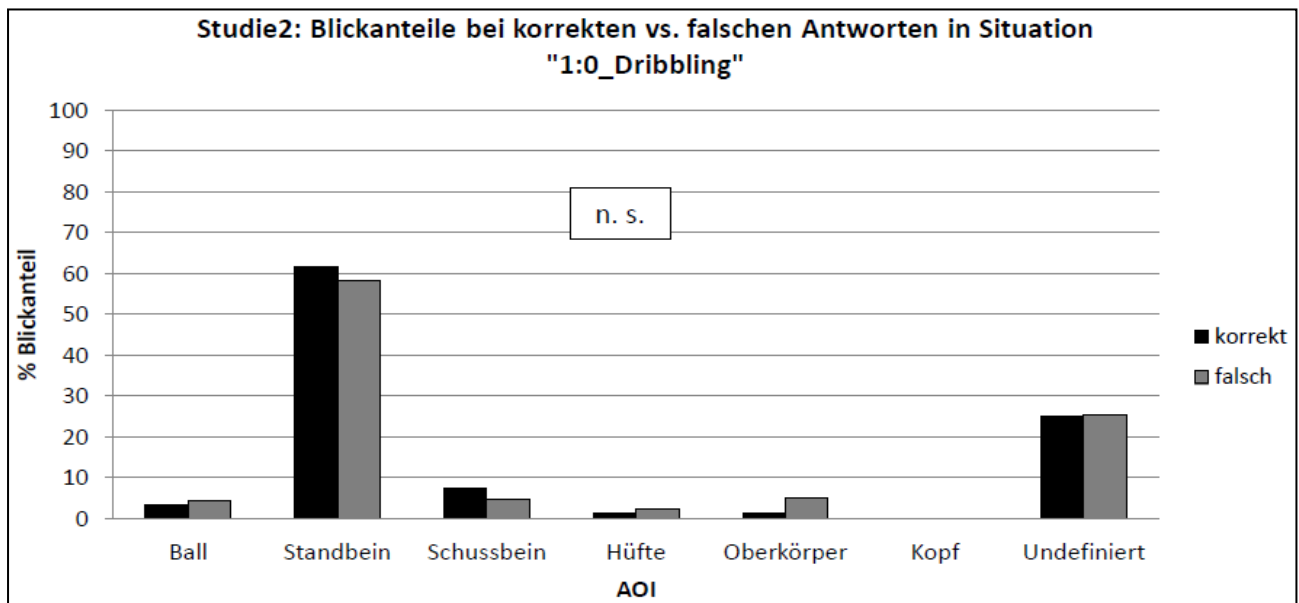


Abbildung 70. Vergleich der Blickanteile in Situation „1:0_Dribbling“ zwischen korrekten und falschen Antworten pro AOI in Teilstudie 2.

Erneut werden dort keine signifikanten Unterschiede bzgl. Blickverteilung zwischen korrekt und falsch antizipierten Schüssen offenbart. Im Gegensatz zu Teilstudie 1, aber auch anders als in Situation „1:0_Ruhe“ der Teilstudie 2, werden insgesamt die meisten Blicke auf das AOI „Standbein“ gelenkt (korrekt: 61.52%, $SD=25.26$; falsch: 58.27%, $SD=29.90$). Auf einem erheblich niedrigeren Niveau als in Teilstudie 1 befinden sich die prozentualen Blickanteile, die auf das AOI „Undefiniert“ gerichtet werden. Diese liegen bei korrekten sowie bei falschen Antworten bei ca. 25%. Andere Areale spielen hinsichtlich der Blickanteile in dieser Situation lediglich eine marginale Rolle.

Situation „1:1“

In Situation „1:1“ kommt zusätzlich zu den definierten Arealen am Schützen das Areal des verteidigenden Spielers („Def“) hinzu. Für Teilstudie 1 ergibt sich dadurch das in Abbildung 71 dargestellt Blickverteilungsmuster.

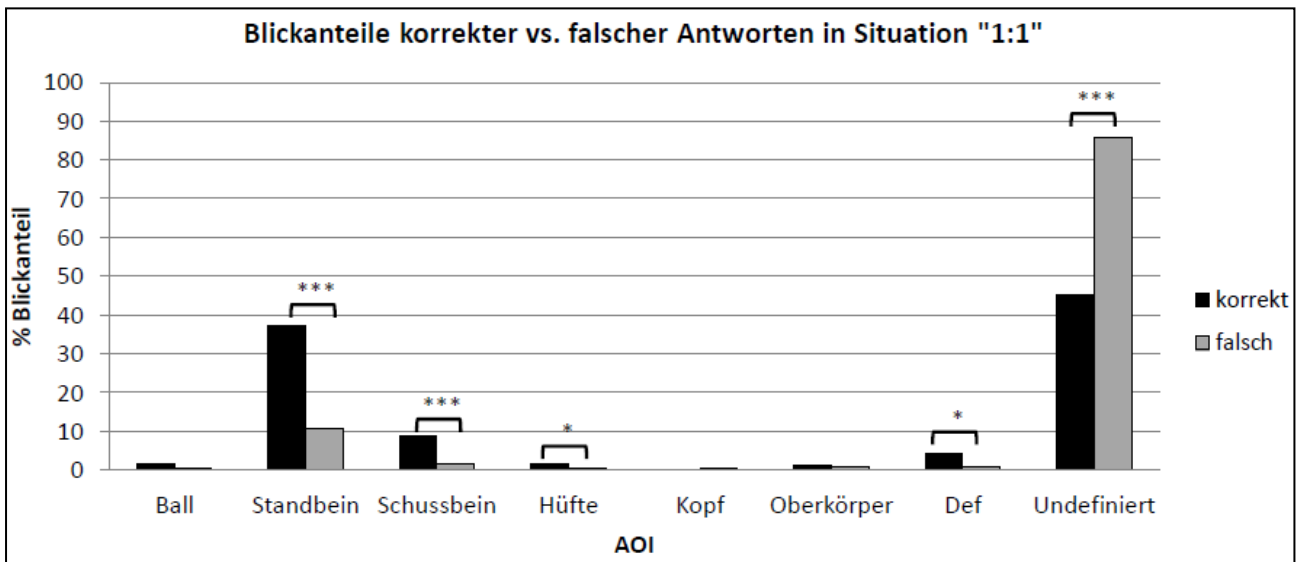


Abbildung 71. Vergleich der Blickanteile in Situation „1:1“ zwischen korrekten und falschen Antworten pro AOI in Teilstudie 1.

Die Verteilung aller Blickanteile über die AOI dieser Situation ähnelt der in Situation „1:0_Dribbling“ der Teilstudie 1: Bei falsch antizipierten Schüssen werden mit 85.57% ($SD=19.56$) am häufigsten „undefinierte“ Areale betrachtet. Der Anteil liegt dabei höher als bei korrekt antizipierten Schüssen (45.15%, $SD=25.98$), der Unterschied wird signifikant ($z=-4.78$, $p<.001$, $r=-.52$). Auffällig ist, dass bei korrekt vorhergesagten Schussrichtungen erneut ein hoher prozentualer Blickanteil auf das Areal „Standbein“ entfällt (37.46%, $SD=10.65$). Bei falsch antizipierten Schüssen werden mit 10.65% ($SD=15.83$) signifikant weniger Blickanteile auf das „Standbein“ entrichtet ($z=-4.24$, $p<.001$, $r=-.32$). Des Weiteren werden die Areale „Schussbein“ ($z=-4.31$, $p<.001$, $r=-.15$), „Hüfte“ ($z=-1.97$, $p<.05$, $r=.03$) und „Def“ ($z=-2.55$, $p<.05$, $r=.20$) häufiger betrachtet, wenn eine korrekte Antwort erfolgt.

Bei der Analyse des Blickverhaltens in Situation „1:1“ werden in Teilstudie 2 erstmals zumindest ähnliche Ergebnisse erzielt wie in Teilstudie 1 (vgl. Abbildung 72).

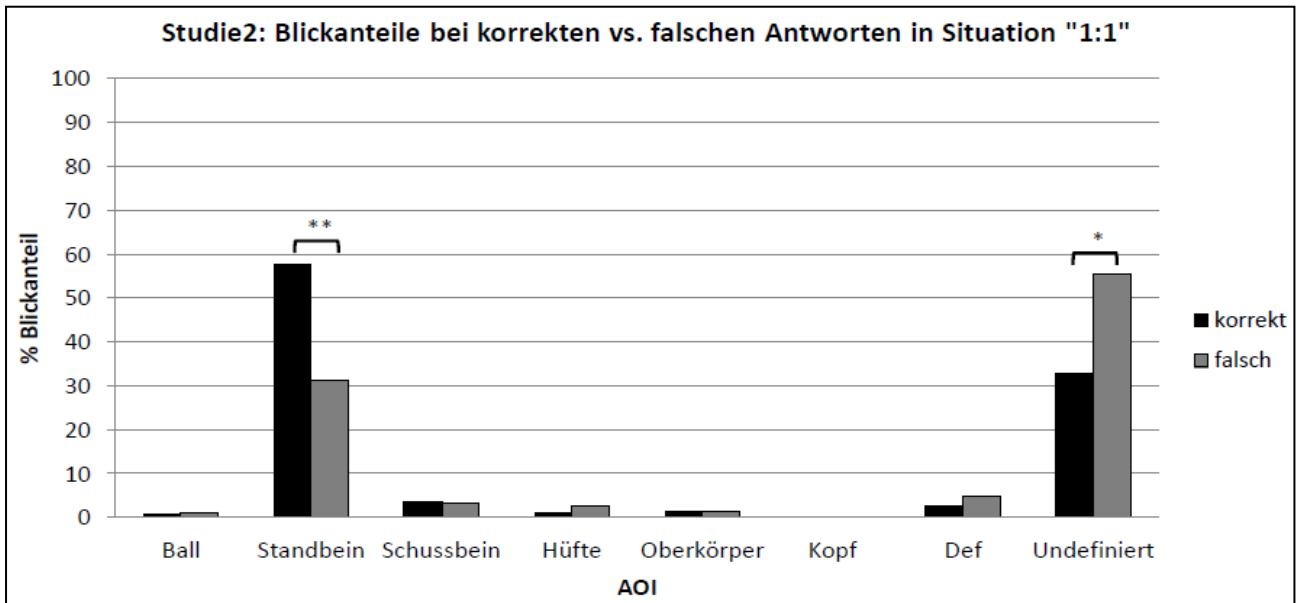


Abbildung 72. Vergleich der Blickanteile in Situation „1:1“ zwischen korrekten und falschen Antworten pro AOI in Teilstudie 2.

Diese Ähnlichkeit zwischen den beiden Situationen beruht auf den Ergebnissen bzgl. der AOI „Standbein“ und „Undefiniert“. Wie auch in Teilstudie 1 betrachten in Teilstudie 2 die Probanden, die eine korrekte Antizipation ausführen, das Areal „Standbein“ signifikant häufiger als diejenigen, die eine falsche Schussrichtungsvorhersage treffen ($z=-3.08$, $p<.01$, $r=.21$). Allerdings bleibt anzumerken, dass die Torhüter in Teilstudie 2 unabhängig von der Antizipationskorrektheit ca. 20% mehr Blickanteile auf dieses Areal lenken als sie es in Teilstudie 1 taten. Ein diesbezüglich inverses Bild ergibt sich bei der Analyse der Blickanteile auf das AOI „Undefiniert“. In Teilstudie 2 liegen diese sowohl bei korrekten als auch bei falschen Vorhersagen rund 20% niedriger als in Teilstudie 1. Gemeinsam ist den Resultaten beider Studien, dass diejenigen, die eine falsche Antwort abgaben, signifikant häufiger auf undefinierte Regionen der Szenerie schauen (für Teilstudie 2: $z=-2.49$, $p<.05$, $r=.18$).

Situation „2:2“

In Situation „2:2“ der Teilstudie 1 (vgl. Abbildung 73) ergibt sich – trotz der Analyse nur einer Szene – ein ähnliches Verteilungsmuster der Blickanteile wie in den Situationen „1:0_Dribbling“ und „1:1“ derselben Studie.

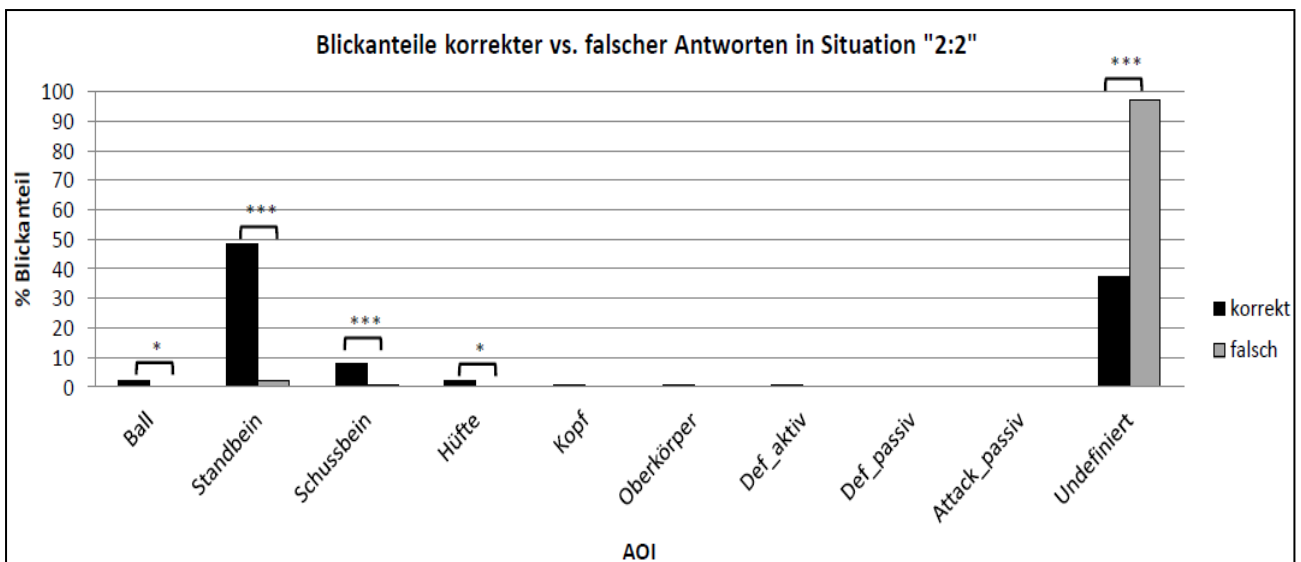


Abbildung 73. Vergleich der Blickanteile in Situation „2:2“ zwischen korrekten und falschen Antworten pro AOI in Teilstudie 1.

Auf „undefinierte“ Bereiche werden bei falsch vorhergesagten Schüssen nahezu sämtliche Blicke gerichtet (96.93%, $SD=15.44$). Dies sind signifikant mehr Anteile ($z=-5.12$, $p<.001$, $r=-.43$) als bei korrekt antizipierten Schüssen (37.25%, $SD=29.55$). Bei korrekten Vorhersagen liegt der prozentuale Blickanteil auf das Areal „Standbein“ abermals sehr hoch (48.36%, $SD=26.99$) und unterscheidet sich damit deutlich von den Blickanteilen bei falschen Antworten ($z=-5.11$, $p<.001$, $r=-.37$), die bei 2.43% ($SD=11.95$) liegen. Die Areale „Ball“ ($z=-2.21$, $p<.05$, r nicht berechenbar), „Schussbein“ ($z=-4.12$, $p<.001$, $r=-.17$) und „Hüfte“ ($z=-2.03$, $p<.05$, r nicht berechenbar) werden bei korrekten Antworten ebenfalls signifikant häufiger betrachtet. Die in Situation „2:2“ neu hinzugekommenen Areale des passiveren Verteidigers („Def_passiv“) sowie des passiveren Angreifers („Attack_passiv“) spielen bzgl. der Blickanteilsverteilung zu den hier analysierten Zeitpunkten keine Rolle. Die Ergebnisse der Analysen zur Situation „2:2“ in Teilstudie 2 weichen abermals deutlich von denen aus Teilstudie 1 ab (vgl. Abbildung 74).

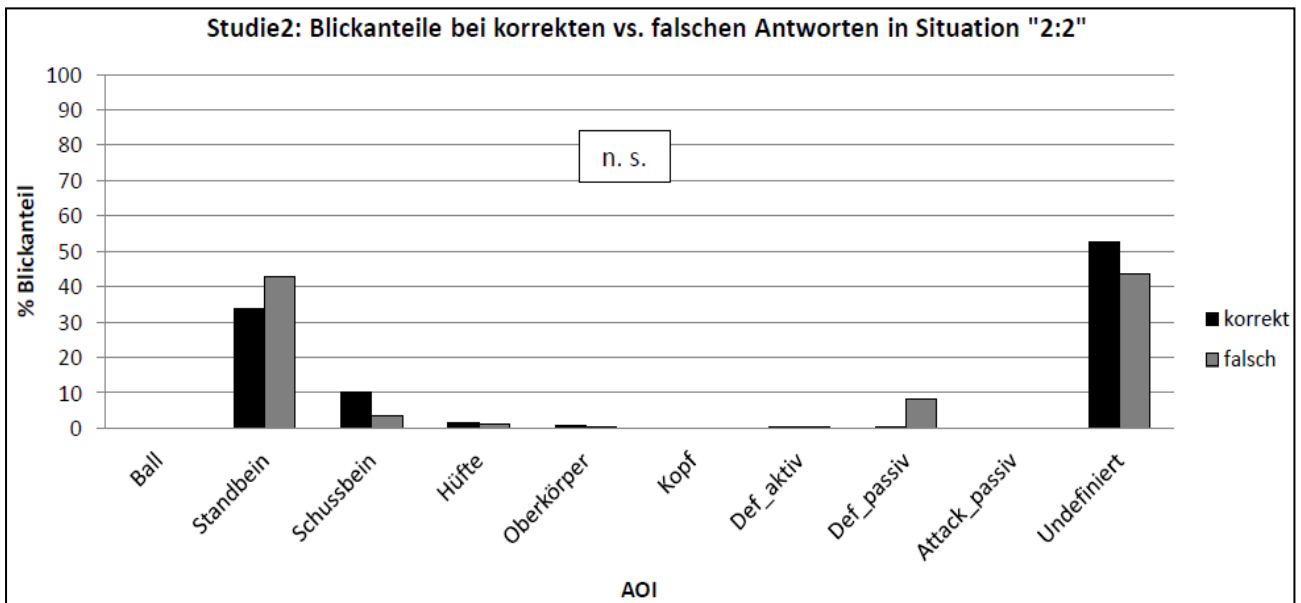


Abbildung 74. Vergleich der Blickanteile in Situation „2:2“ zwischen korrekten und falschen Antworten pro AOI in Teilstudie 2.

Erneut verfehlen die Unterschiede innerhalb der einzelnen AOI die Signifikanzschwelle. Die meisten Blickanteile entfallen auf die AOI „Undefiniert“, das von den Probanden, die eine korrekte Antwort abgeben, deskriptiv häufiger betrachtet wird als von denen, die falsch antizipieren (52.77%, $SD=26.46$ vs. 43.61%, $SD=25.22$). Auf das Areal „Standbein“ entfallen mit 42.89% ($SD=29.94$) bei falschen Vorhersagen etwas mehr Blickanteile als bei korrekten Antizipationen mit 33.95% ($SD=19.58$). Konsistent zu den Resultaten der anderen drei Situationen in Teilstudie 2 werden die weiteren AOI in der analysierten Zeitspanne der Schussausführung kaum betrachtet.

Prozessorientierte Betrachtung

In einem weiterführenden Analyseschritt werden die Blickanteile für die relevanten Beobachtungsareale, für die innerhalb der Teilstudie 1 in den vier Situationen signifikante Unterschiede zwischen korrekt und falsch antizipierten Schüssen festgestellt werden konnten, prozessorientiert betrachtet. Hierfür wird geprüft, zu welchen Zeitpunkten um den Fuß-Ball-Kontakt des Schützen diese Unterschiede manifest werden. Auf eine detaillierte Analyse von Teilstudie 2 wird aufgrund der geringen Anzahl signifikanter Ergebnisse verzichtet.

Situation „1:0_Ruhe“

Die weiterführenden Analysen für die Situation „1:0_Ruhe“ aus Teilstudie 1 betreffen die Areale „Ball“, „Standbein“, „Schussbein“ und „Undefiniert“ (vgl. Abbildung 75).

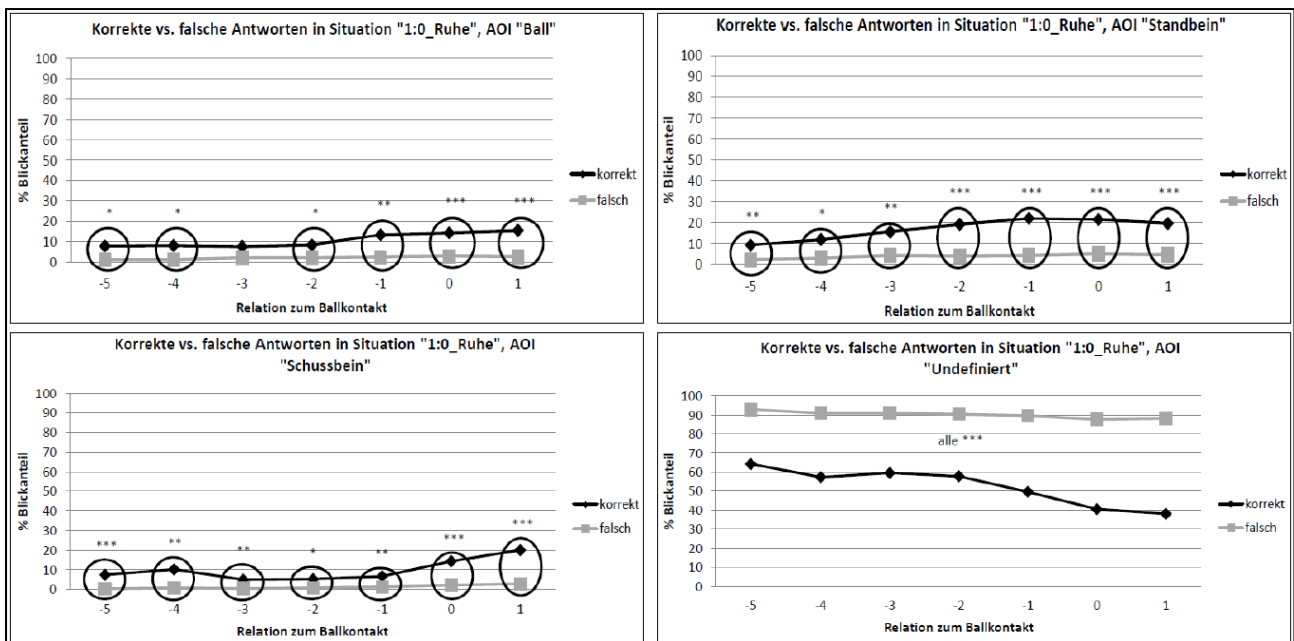


Abbildung 75. Vergleich der prozentualen Blickanteile in Teilstudie 1 zwischen korrekt und falsch antizipierten Schüssen im zeitlichen Verlauf innerhalb der einzelnen AOI in Situation „1:0_Ruhe“.

Die Ergebnisse zeigen, dass das AOI „Ball“ zu nahezu sämtlichen ausgewerteten Zeitpunkten (Ausnahme Zeitpunkt -3) signifikant häufiger bei korrekt antizipierten Schüssen betrachtet wird als bei falschen Vorhersagen ($p < .05$ bis $p < .001$). Zwischen den Zeitpunkten -2 (80 ms vor dem Fuß-Ball-Kontakt des Schützen) und -1 (40 ms vor dem Ballkontakt) findet bei den Probanden, die eine korrekte Antwort abgeben, der größte Anstieg der Blickanteile statt. Im zeitlichen Verlauf bis zu Zeitpunkt 1 (40 ms nach Ballkontakt) nehmen die Blickanteile weiter leicht bis auf 15.56% ($SD=17.63$) zu. Die Blickanteile bei falsch antizipierten Schüssen liegen zu allen Zeitpunkten unterhalb von 3%.

Auf das Areal „Standbein“ fallen zu allen Zeitpunkten signifikant mehr Blickanteile bei korrekt antizipierten Schüssen ($p < .05$ bis $p < .001$). Bei diesen ist von Zeitpunkt -5 bis -1 ein kontinuierlicher Anstieg der Blickanteile auf 21.98% ($SD=27.57$) festzustellen, die bis zu Zeitpunkt 1 (19.51%, $SD=23.59$) wieder leicht zurückgehen. Die Blickanteile bei falschen Antworten erreichen zum Zeitpunkt des Ballkontaktes des Schützen (0) mit 4.94% ($SD=12.21$) ihren Höchstwert.

Das AOI „Schussbein“ wird ebenfalls zu allen Zeitpunkten häufiger betrachtet, wenn anschließend eine korrekte Vorhersage der Schussrichtung abgegeben wird ($p < .05$ bis $p < .001$). Zum Zeitpunkt 0 erfolgt hierbei ein deutlicher Anstieg der Blickanteile, der bis auf 20.00% ($SD=18.89$) zu Zeitpunkt 1 weiter verläuft. Bei falsch antizipierten Schüssen ist über die Zeitpunkte hinweg lediglich ein sehr geringer Anstieg der Blickanteile bis auf 2.72% ($SD=8.26$) zu registrieren.

Die insgesamt meisten Blickanteile entfallen auf die „undefinierten“ Areale – unabhängig davon, ob die Schüsse korrekt oder falsch vorhergesagt werden. Die Werte bei falschen Antizipationen liegen durchgängig signifikant oberhalb derer bei korrekten Antworten (jeweils $p < .001$). Während die Blickanteile bei falschen Vorhersa-

gen relativ konstant bei ca. 90% liegen, nehmen sie bei korrekten Antworten schrittweise vom frühesten Zeitpunkt -5 (64.20%, $SD=22.46$) bis zum spätesten Zeitpunkt 1 (38.02%, $SD= 26.64$) hin ab.

Situation „1:0_Dribbling“

Die Auswertungen von Situation „1:0_Dribbling“ in Teilstudie 1 beziehen sich auf die AOI „Standbein“ und „Undefiniert“ (vgl. Abbildung 76).

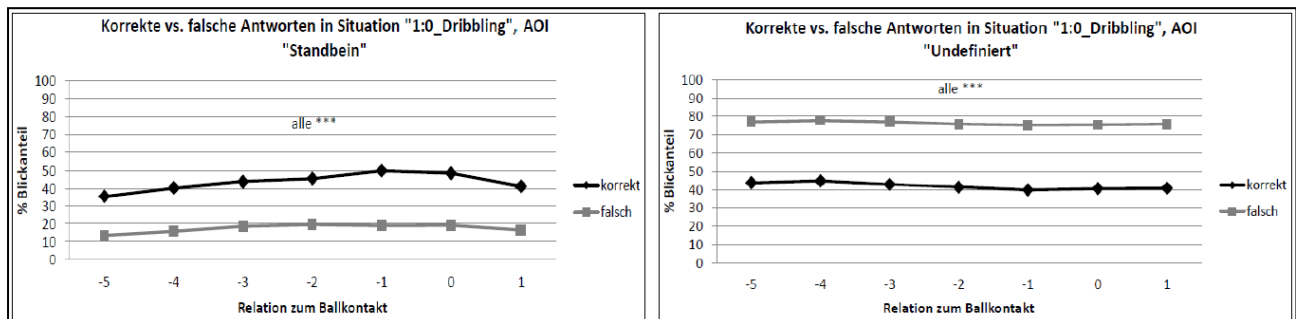


Abbildung 76. Vergleich der prozentualen Blickanteile in Teilstudie 1 zwischen korrekt und falsch antizipierten Schüssen im zeitlichen Verlauf innerhalb der einzelnen AOI in Situation „1:0_Dribbling“.

Für das AOI „Standbein“ ergeben sich durchgängig signifikant höhere Werte bei korrekten Vorhersagen (jeweils $p<.001$). Die meisten Blickanteile bei korrekten Vorhersagen werden zum Zeitpunkt -1 aufgebracht (49.81%, $SD=26.14$), also unmittelbar vor dem Ballkontakt des Schützen. Anschließend sinkt dieser Wert bis auf 41.11% ($SD=21.86$) zum Zeitpunkt 1 ab. Dieser Rückgang zu Zeitpunkt 1 ist ebenfalls bei falsch vorhergesagten Schüssen zu beobachten, wenn auch mit 16.48% ($SD=13.59$) auf deutlich niedrigerem Niveau.

Das AOI „Undefiniert“ vereint abermals die meisten Blickanteile bei falsch antizipierten Schüssen auf sich. Die Werte liegen dabei im zeitlichen Verlauf sehr konstant zwischen ca. 75% und 78%. Die Blickanteile bei korrekt antizipierten Schüssen liegen – ebenfalls sehr konstant zwischen ca. 40% und 45% – deutlich darunter. Diese Unterschiede werden zu sämtlichen Zeitpunkten signifikant (jeweils $p<.001$).

Situation „1:1“

Bei den Detailanalysen in Situation „1:1“ der Teilstudie 1 wird der Fokus auf die Areale „Standbein“, „Schussbein“ und „Undefiniert“ gelegt (vgl. Abbildung 77).

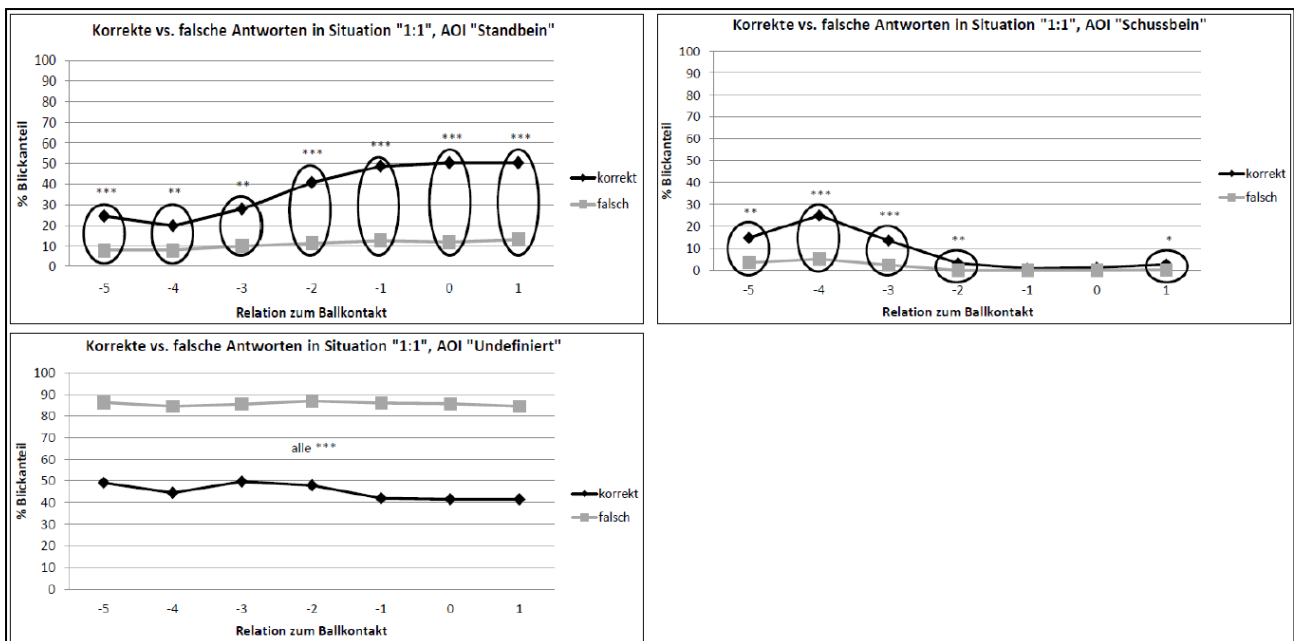


Abbildung 77. Vergleich der prozentualen Blickanteile in Teilstudie 1 zwischen korrekt und falsch antizipierten Schüssen im zeitlichen Verlauf innerhalb der einzelnen AOI in Situation „1:1“.

Dabei zeigen sich für das Areal „*Standbein*“ zu allen Zeitpunkten höhere Werte bei korrekten Antizipationen ($p < .01$ bis $p < .001$). Während die Blickanteile bei falschen Vorhersagen über alle Zeitpunkte hinweg relativ stabil auf einem Niveau um die 10% bleiben, ist bei korrekt antizipierten Schüssen ein Anstieg von 19.75% ($SD=19.66$) zu Zeitpunkt -4 auf 50.37% zu den Zeitpunkten 0 ($SD=11.85$) und 1 ($SD=13.09$) zu beobachten.

Für das AOI „*Schussbein*“ ist ein gegenläufiger Trend zu verzeichnen. Die meisten Blickanteile bei korrekten Vorhersagen werden hier zu Zeitpunkt -4 getätigt (24.94%, $SD=21.60$) und fallen bis Zeitpunkt -1 auf 0.74% ($SD=4.97$) ab. Zu den darauffolgenden Zeitpunkten findet dann wieder ein leichter Anstieg bis auf 2.72% ($SD=7.91$) zu Zeitpunkt 1 statt. Dieser Verlauf entspricht auch dem der Blickanteile bei falschen Vorhersagen, jedoch werden hierbei niedrigere Werte erzielt. Die Unterschiede zwischen den Blickanteilen bei korrekt und falsch antizipierten Schüssen werden lediglich zu den Zeitpunkten -1 und 0 nicht signifikant (ansonsten $p < .05$ bis $p < .001$).

Die zeitliche Analyse des AOI „*Undefiniert*“ ergibt auch in Situation „1:1“ das bekannte Bild: Bei falschen Vorhersagen liegen die Blickanteile zu sämtlichen Zeitpunkten signifikant höher als bei korrekten Antizipationen (jeweils $p < .001$). Die Blickanteile bei falschen Antworten liegen dabei sehr konstant bei ca. 85%, wohingegen sich der Wert bei korrekten Vorhersagen von 49.63% ($SD=28.68$) zu Zeitpunkt -3 auf 41.48% ($SD=27.77$) zu Zeitpunkt 1 verringert.

Situation „2:2“

Der Vergleich zwischen den Blickanteilen bei korrekt und falsch vorhergesagten Schüssen im zeitlichen Verlauf in Situation „2:2“ ist Abbildung 78 zu entnehmen.

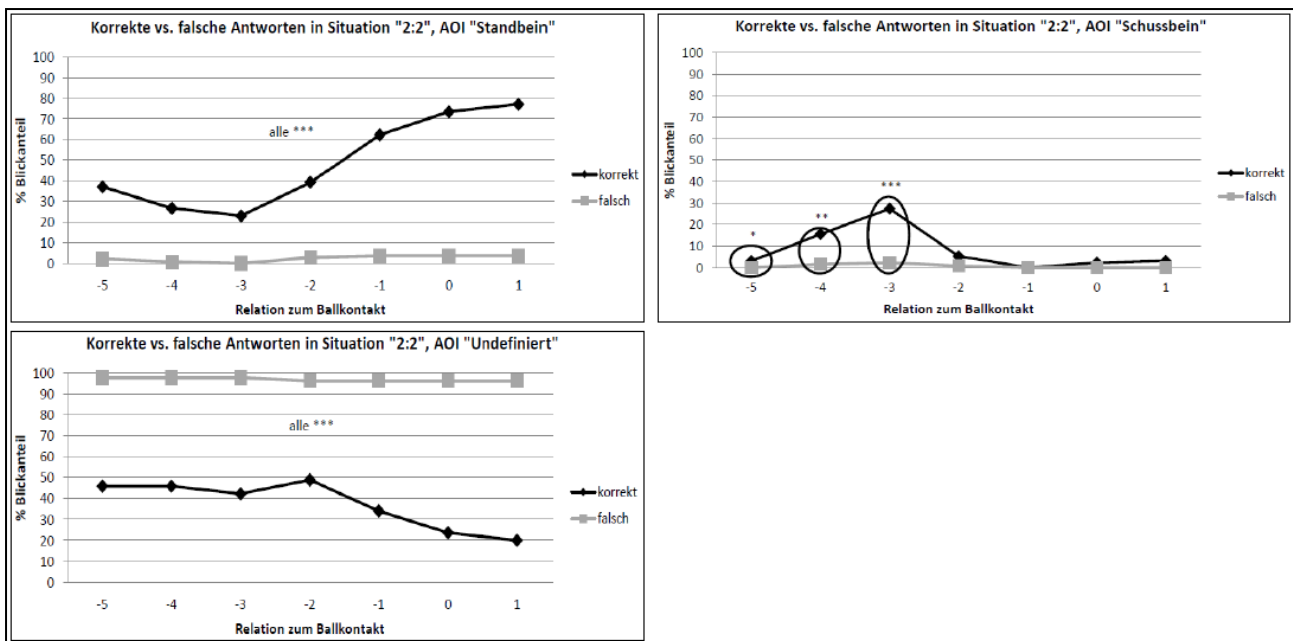


Abbildung 78. Vergleich der prozentualen Blickanteile in Teilstudie 1 zwischen korrekt und falsch antizipierten Schüssen im zeitlichen Verlauf innerhalb der einzelnen AOI in Situation „2:2“.

Das Areal „Standbein“ wird zu allen Zeitpunkten signifikant häufiger bei korrekten Antizipationen betrachtet als bei falschen (jeweils $p < .001$). Dabei ist nach einem Rückgang der Blickanteile von 37.04% ($SD=42.77$) zu Zeitpunkt -5 auf 22.96% ($SD=39.45$) zu Zeitpunkt -3 ein kontinuierlicher Anstieg auf 77.04% ($SD=34.69$) zu Zeitpunkt 1 zu verzeichnen. Bei falsch antizipierten Schüssen liegt der prozentuale Blickanteil durchgängig bei unter 4%.

Das AOI „Schussbein“ wird zu nahezu allen Zeitpunkten häufiger bei korrekten Vorhersagen betrachtet (Ausnahme: Zeitpunkt -1, zu dem weder bei korrekt noch falsch antizipierten Schüssen Blickanteile auf das Areal entfallen). Signifikant werden die Unterschiede zu den Zeitpunkten -5 ($p < .05$), -4 ($p < .01$) und -3 ($p < .001$). Im Verlauf dieser drei Zeitpunkte erfolgt bei korrekten Antworten ein Anstieg des Blickanteils von 2.96% ($SD=9.59$) auf 27.41% ($SD=33.55$). Anschließend ist ein Rückgang auf 5.19% ($SD=18.74$) zu Zeitpunkt -2 zu verzeichnen. Die Blickanteile zu den drei spätesten Zeitpunkten liegen durchgängig unter 3%. Die meisten Blickanteile auf das AOI „Schussbein“ entfallen bei falschen Vorhersagen auf den Zeitpunkt -3 (2.22%, $SD=14.91$), zu den Zeitpunkten -1 bis 1 werden keine Blicke auf dieses Areal gerichtet.

Die „undefinierten“ Areale werden abermals zu sämtlichen Zeitpunkten signifikant häufiger bei falsch antizipierten Schüssen betrachtet als bei korrekten Antworten (jeweils $p < .001$). Bei den falschen Vorhersagen ist das hohe Niveau der Blickanteile auffällig, dass über die Zeitpunkte hinweg konstant bei rund 97% liegt. Bei korrekt antizipierten Schüssen nimmt der Blickanteil von Zeitpunkt -2 (48.89%, $SD=41.80$) schrittweise bis zu Zeitpunkt 1 (20.00%, $SD=32.88$) ab.

Vergleich zwischen den vier Situationen

Im nächsten Analyseschritt finden *Vergleiche zwischen den vier Situationen* hinsichtlich der prozentualen Blickanteile auf die Areale statt, die in den vorangegangenen Auswertungen als am relevantesten für eine erfolgreiche Antizipation identifiziert werden konnten.

Dabei handelt es sich in Teilstudie 1 um die Areale „Standbein“, „Schussbein“ und „Undefiniert“. Als Besonderheit des AOI „Undefiniert“ muss beachtet werden, dass für eine erfolgreiche Antizipation nur ein gewisser Blickanteil auf dieses Areal entrichtet werden darf, da zu hohe Blickanteile eher mit einer niedrigen Antizipationskorrektheit einhergehen. Des Weiteren gilt zu berücksichtigen, dass sich aus den Ergebnissen bzgl. der „undefinierten“ Areale kaum praxisrelevante Hinweise ableiten lassen.

Hinsichtlich der Blickanteile, die bei korrekt antizipierten Schüssen auf das AOI „Standbein“ abgegeben werden, ergeben sich signifikante Unterschiede zwischen den vier Situationen ($\chi^2[3]=40.74$, $p<.001$; vgl. Abbildung 79).

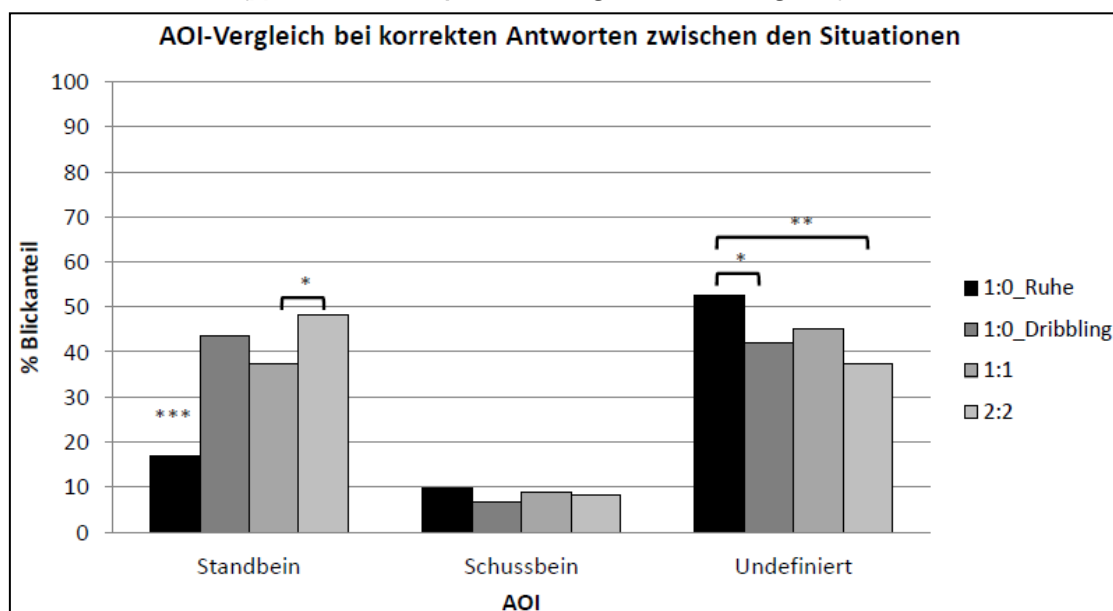


Abbildung 79. Vergleich der relevanten AOI bei korrekten Antworten zwischen den vier Situationen in Teilstudie 1.

Dabei liegen die Blickanteile in Situation „1:0_Ruhe“ statistisch bedeutsam niedriger als in allen anderen Situationen („1:0_Dribbling“: $z=-4.80$, $p<.001$, $r=-.05$; „1:1“: $z=-3.83$, $p<.001$, $r=.01$; „2:2“: $z=-5.09$, $p<.001$, $r=.24$). Zudem werden in Situation „2:2“ signifikant mehr Blickanteile auf das AOI „Standbein“ gerichtet als in Situation „1:1“ ($z=-2.46$, $p<.05$, $r=.30$). Für das Areal „Schussbein“ lassen sich zwischen den vier Situationen keine bedeutsamen Unterschiede detektieren ($\chi^2[3]=7.48$, $p>.05$). Hinsichtlich der Blickanteile, die auf das AOI „Undefiniert“ entfallen, existieren signifikante Unterschiede zwischen den Situationen ($\chi^2[3]=10.06$, $p<.05$), die sich durch signifikant höhere Werte in Situation „1:0_Ruhe“ als in den Situationen „1:0_Dribbling“ ($z=-1.99$, $p<.05$, $r=.13$) und „2:2“ ($z=-3.10$, $p<.01$, $r=.27$) manifestieren.

c) Vergleich zwischen den Torhütern der Landesverbandsauswahl (U15 vs. U18) bzgl. des Blickverhaltens bei korrekt antizipierten Schüssen

Prüfung von Hypothese 7

(Blickverhalten differiert in Abhängigkeit von der Erfahrung)

Zur Überprüfung der Frage, ob das Blickverhalten der Torhüter abhängig ist vom Faktor *Erfahrung*, werden die prozentualen Blickanteile, die die Landesverbandsauswahltorhüter der U15 und U18 auf die verschiedenen AOI innerhalb der vier Situationen entrichten, miteinander verglichen.

Zunächst findet der Vergleich der beiden Gruppen für jede der vier Situationen unabhängig davon statt, zu welchem Zeitpunkt die Blicke auf die entsprechenden Areale gelenkt werden. Die Ergebnisse diesbezüglich sind in Abbildung 80 dargestellt.

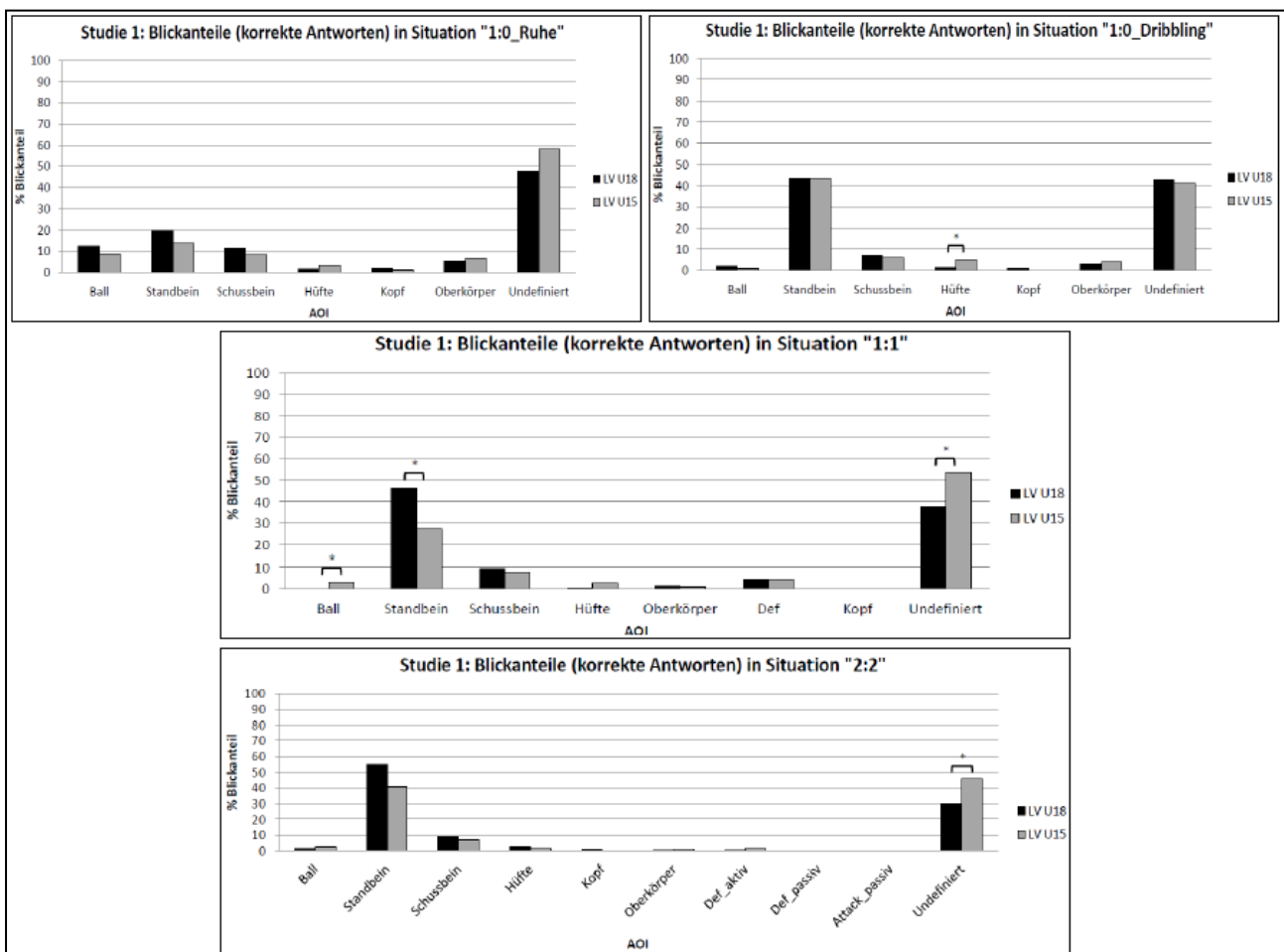


Abbildung 80. Vergleich der Blickanteile pro AOI innerhalb der vier Situationen in Teilstudie 1 bei korrekt antizipierten Schüssen zwischen den Torhütern der Landesverbandsauswahl U15 und U18.

Für die AOI in Situation „1:0_Ruhe“ können keine signifikanten Unterschiede zwischen der U15 und U18 festgestellt werden. In Situation „1:0_Dribbling“ wird der Unterschied zwischen den Blickanteilen auf das Areal „Hüfte“ signifikant, die Werte der U15 liegen dabei auf niedrigem Niveau oberhalb derer der U18 ($z=-2.25$, $p<.05$, $r_{pb}=-.34$). In Situation „1:1“ betrachten die Torhüter der U18 signifikant länger das

Areal „Standbein“ als die Probanden der U15 ($z=-2.16, p<.05, r_{pb}=-.32$). Die U15 hingegen verwendet signifikant mehr Blickanteile auf die „undefinierten“ Areale ($z=-1.98, p<.05, r_{pb}=-.30$) sowie auf das Areal „Ball“ ($z=-2.31, p<.05, r_{pb}=-.34$), auch wenn diesem mit 3.40% ($SD=7.30$) insgesamt nur ein geringer Blickanteil zukommt. In Situation „2:2“ werden lediglich die unterschiedlichen Blickanteile auf das Areal „Undefiniert“ signifikant ($z=-2.30, p<.05, r_{pb}=-.34$), wobei erneut die U15 höhere Werte aufweist als die U18.

Der Vergleich zwischen den Landesverbandsauswahl-Torhütern der U15 und U18 aus Teilstudie 2 ist Abbildung 81 zu entnehmen.

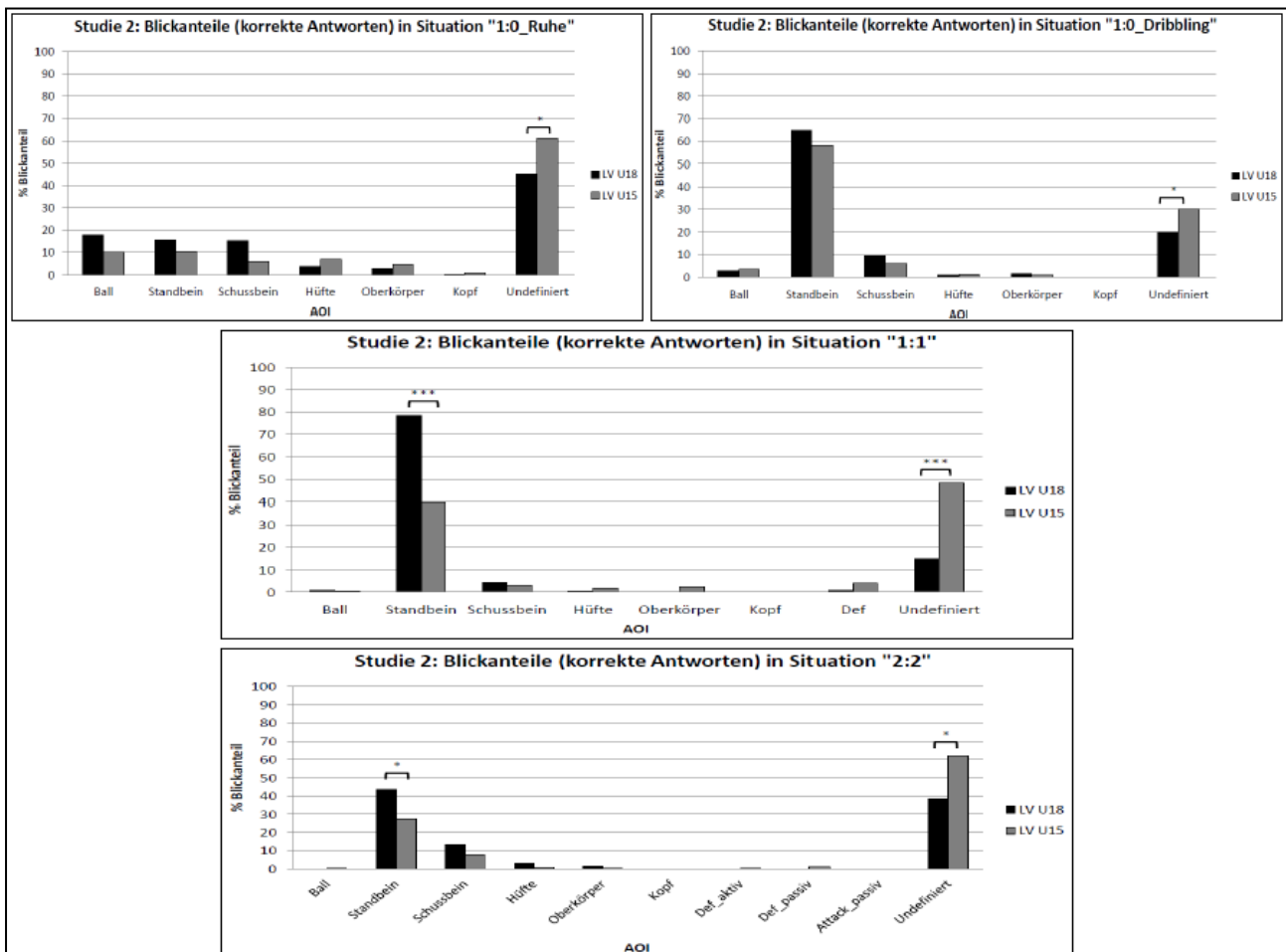


Abbildung 81. Vergleich der Blickanteile pro AOI innerhalb der vier Situationen in Teilstudie 2 bei korrekt antizipierten Schüssen zwischen den Torhütern der Landesverbandsauswahl U15 und U18.

In Situation „1:0_Ruhe“ betrachten die Torhüter der U15 das AOI „Undefiniert“ signifikant häufiger als die Torhüter der U18 ($t[24]=2.36, p<.05$), die wiederum – allerdings rein deskriptiv und auf niedrigem Niveau – häufiger die Areale „Ball“, „Standbein“ und „Schussbein“ betrachten. Situation „1:0_Dribbling“ liefert inferenzstatistisch dasselbe Resultat: Die Probanden der U15 verwenden signifikant mehr Blickanteile auf das AOI „Undefiniert“ als die Probanden der U18 ($z=-2.42, p<.05, r_{pb}=-.42$). Die prozentualen Blickanteile auf dieses Areal liegen allerdings deutlich unter denen in Situation „1:0_Ruhe“. Im Gegensatz dazu erfährt das Areal „Standbein“ in Situation „1:0_Dribbling“ einen großen Zuwachs an Blick-

anteilen. Dabei liegen die Werte der Torhüter der U18 leicht oberhalb derer der U15, die Differenz wird nicht signifikant. Dies ändert sich in Situation „1:1“, in der die U18-Torhüter signifikant mehr Blickanteile auf das AOI „Standbein“ lenken als die der U15 ($f[24]=-4.49$, $p<.001$). Der Blickanteil der U18 ist mit fast 80% der höchste, der in Teilstudie 2 auf ein AOI gerichtet wird. Ein weiterer signifikanter Unterschied ergibt sich hinsichtlich des Areals „Undefiniert“. Hier liegen die Blickanteile der U15 deutlich höher als die der U18 ($z=-3.20$, $p<.001$, $r_{pb}=-.63$). Die signifikanten Differenzen innerhalb der Areale „Standbein“ und „Undefiniert“ bleiben auch in Situation „2:2“ bestehen. Die Versuchspersonen der U18 schauen öfter auf das AOI „Standbein“ ($f[26]=-2.28$, $p<.05$), wohingegen die Probanden der U15 signifikant mehr Blickanteile auf das AOI „Undefiniert“ lenken ($f[24]=2.52$, $p<.05$).

Prozessorientierte Betrachtung

Prozessorientierte Auswertungen gehen der Frage nach, zu welchen Zeitpunkten die statistisch bedeutsamen Unterschiede auftreten, die innerhalb der vier Situationen der beiden Studien zwischen der U15 und U18 für einige AOI gefunden wurden. Die Reihenfolge der Ergebnisdarstellungen orientiert sich an der Komplexität der Situationen (beginnend mit der Situation „1:0_Ruhe“). Innerhalb der Beschreibungen der einzelnen Situationen erfolgen zunächst die Auswertungen für Teilstudie 1, anschließend die für Teilstudie 2.

Situation „1:0_Ruhe“

Zunächst findet die Detailanalyse für das Areal „Undefiniert“ in Teilstudie 2 in Situation „1:0_Ruhe“ statt (vgl. Abbildung 82).

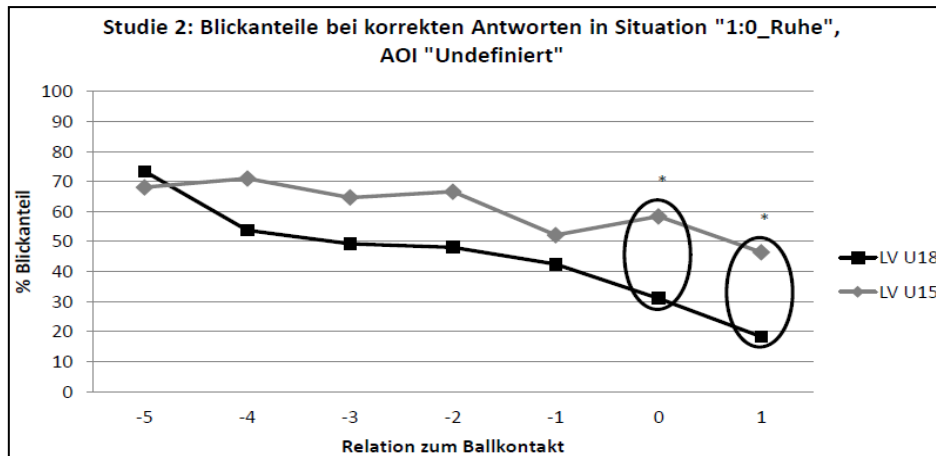


Abbildung 82. Vergleich der Blickanteile in Teilstudie 2 pro Zeitpunkt für das AOI „Undefiniert“ in Situation „1:0_Ruhe“ zwischen den Torhütern der Landesverbandsauswahl U15 und U18.

Für beide Altersgruppen zeigen die Kurvenverläufe, dass mit fortschreitender Schussausführung die Blickanteile auf die „undefinierten“ Areale abnehmen. Die ist bei den Torhütern der U18 im stärkeren Ausmaß der Fall, so dass zum Zeitpunkt des Fuß-Ball-Kontakts des Schützen sowie 40 ms danach signifikante Unterschiede bzgl. der Blickanteile im Vergleich zur U15 auftreten (Zeitpunkt 0: $f[24]=2.61$, $p<.05$; Zeitpunkt 1: $f[24]=2.30$, $p<.05$).

Situation „1:0_Dribbling“

In Situation „1:0_Dribbling“ wird zunächst für Teilstudie 1 der zeitliche Verlauf der Blickverteilung auf das Areal „Hüfte“ analysiert (vgl. Abbildung 83).

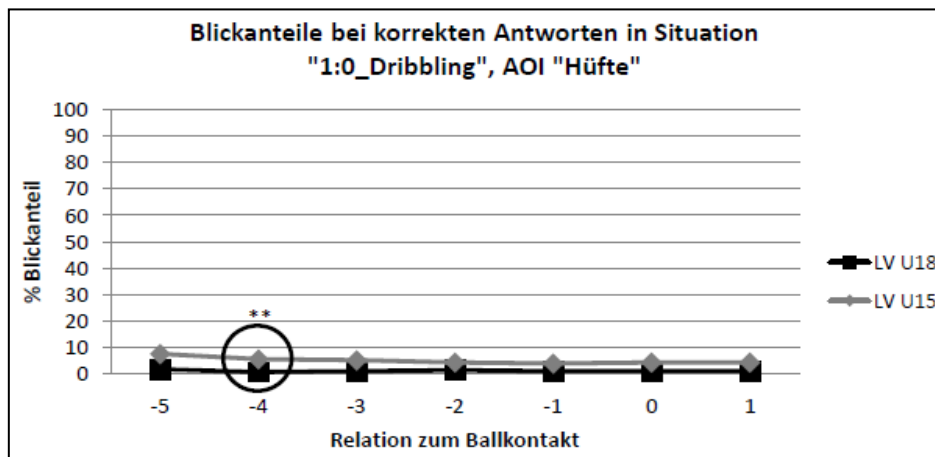


Abbildung 83. Vergleich der Blickanteile in Teilstudie 1 pro Zeitpunkt für das AOI „Hüfte“ in Situation „1:0_Dribbling“ zwischen den Torhütern der Landesverbandsauswahl U15 und U18.

Die Ergebnisse zeigen, dass in Situation „1:0_Dribbling“ die Blickanteile der U15 lediglich zu Zeitpunkt -4 (160 ms vor dem Fuß-Ball-Kontakt des Schützen) signifikant höher liegen als die der U18 ($z=-2.76$, $p<.01$, $r_{pb}=-.41$). Insgesamt bewegen sich die Blickanteile über den gesamten analysierten Zeitraum hinweg jedoch auf einem sehr niedrigen Niveau.

In Teilstudie 2 werden innerhalb der Situation „1:0_Dribbling“ signifikante Unterschiede bei der Betrachtung des Areals „Undefiniert“ ersichtlich (vgl. Abbildung 84).

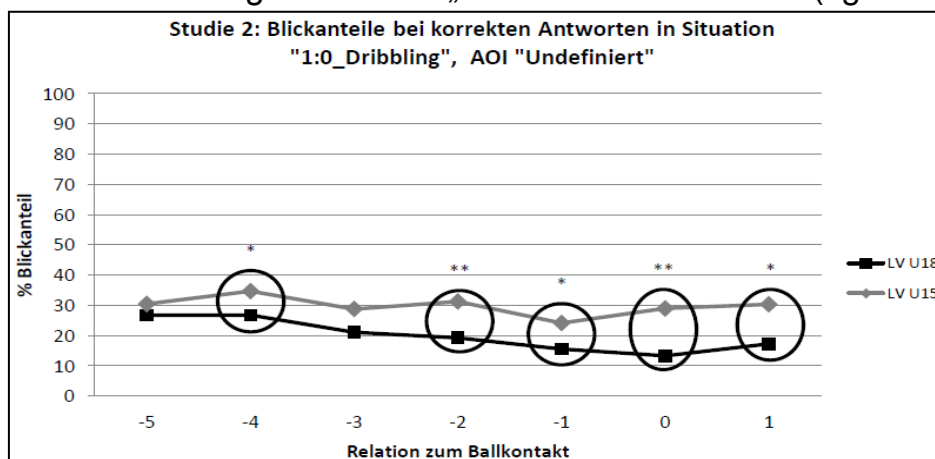


Abbildung 84. Vergleich der Blickanteile in Teilstudie 2 pro Zeitpunkt für das AOI „Undefiniert“ in Situation „1:0_Dribbling“ zwischen den Torhütern der Landesverbandsauswahl U15 und U18.

Der Kurvenverlauf der Blickanteile der U15- und U18-Torhüter ist nahezu parallel und kontinuierlich. Zu allen Zeitpunkten richten die Probanden der U15 mehr Blicke auf dieses Areal als die Probanden der U18. Dieser Unterschied wird signifikant zu den Zeitpunkten -4 ($z=-2.21$, $p<.05$, $r_{pb}=-.38$), -2 ($z=-2.88$, $p<.01$, $r_{pb}=-.50$), -1 ($z=-2.23$, $p<.05$, $r_{pb}=-.39$), 0 ($z=-2.99$, $p<.01$, $r_{pb}=-.52$) und 1 ($z=-2.50$, $p<.05$, $r_{pb}=-.44$).

Situation „1:1“

In Situation „1:1“ der Teilstudie 1 wurden die Differenzen innerhalb dreier AOI signifikant (vgl. Abbildung 85).

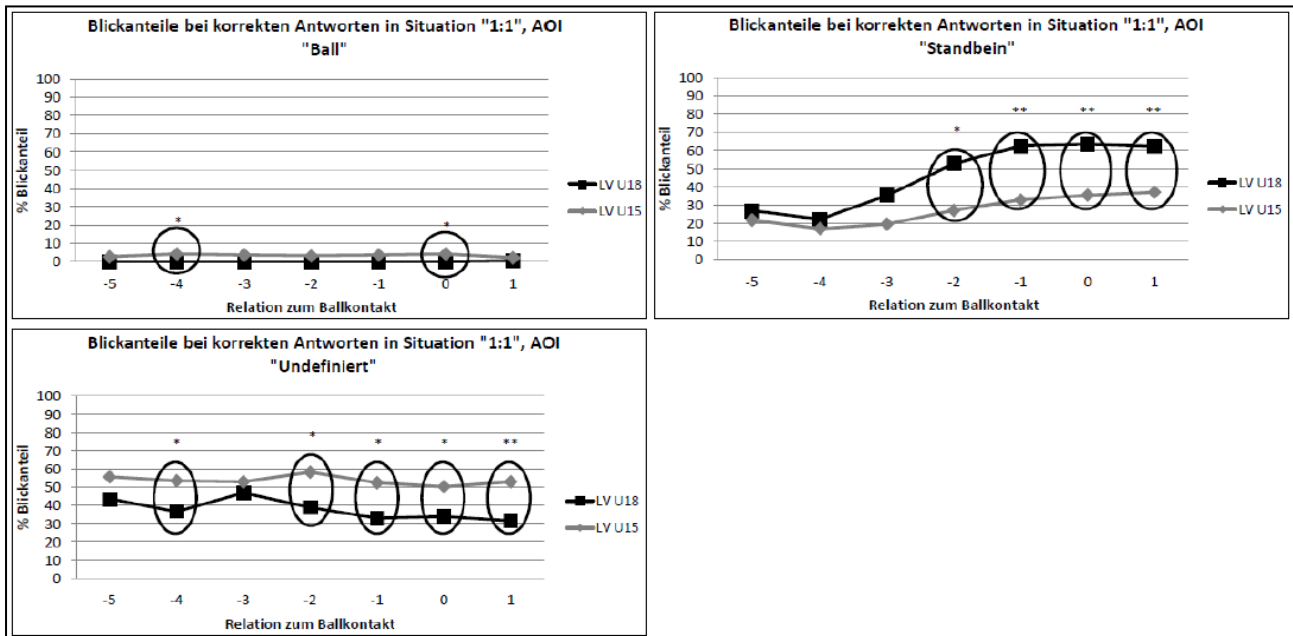


Abbildung 85. Vergleich der Blickanteile in Teilstudie 1 pro Zeitpunkt für die AOI „Ball“, „Standbein“ und „Undefiniert“ in Situation „1:1“ zwischen den Torhütern der Landesverbandsauswahl U15 und U18.

Die Unterschiede ergeben sich zwischen den Blickanteilen auf dem AOI „Ball“ zu den Zeitpunkten -4 ($z=-2.21$, $p<.05$, $r_{pb}=-.33$) und 0 ($z=-2.21$, $p<.05$, $r_{pb}=-.33$), zu denen jeweils die U15 höhere Werte aufweist. Das Areal „Standbein“ wird von den Torhütern der U18 signifikant häufiger zu den Zeitpunkten -2 ($z=-2.48$, $p<.05$, $r_{pb}=-.37$), -1 ($z=-2.92$, $p<.01$, $r_{pb}=-.44$), 0 ($z=-3.01$, $p<.01$, $r_{pb}=-.45$) und 1 ($z=-3.13$, $p<.01$, $r_{pb}=-.47$) betrachtet. Das Areal „Undefiniert“ wird hingegen wiederum von der U15 häufiger betrachtet. Die signifikanten Differenzen zur U18 treten zu den Zeitpunkten -4 ($z=-2.04$, $p<.05$, $r_{pb}=-.30$), -2 ($z=-2.12$, $p<.05$, $r_{pb}=-.32$), -1 ($z=-2.50$, $p<.05$, $r_{pb}=-.37$), 0 ($z=-2.01$, $p<.05$, $r_{pb}=-.30$) und 1 ($z=-2.59$, $p<.01$, $r_{pb}=-.39$) zutage.

Ebenso wie in Teilstudie 1 konnten in Teilstudie 2 für die Situation „1:1“ signifikante Unterschiede zwischen den Landesverbandsauswahltorhütern hinsichtlich der Blickanteile auf die Areale „Standbein“ und „Undefiniert“ festgestellt werden (vgl. Abbildung 86).

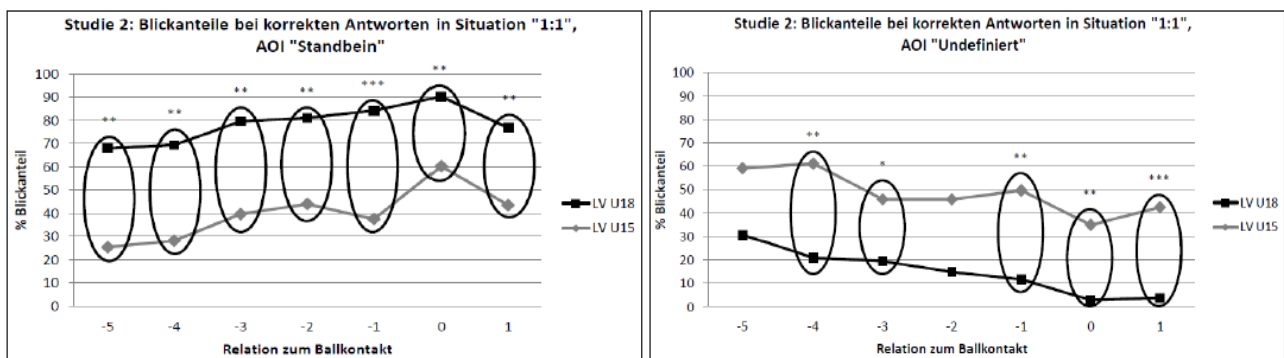


Abbildung 86. Vergleich der Blickanteile in Teilstudie 2 pro Zeitpunkt für die AOI „Standbein“ und „Undefiniert“ in Situation „1:1“ zwischen den Torhütern der Landesverbandsauswahl U15 und U18.

Bzgl. des Areals „*Standbein*“ ergeben sich zu allen Zeitpunkten signifikant höhere Blickanteile der U18-Torhüter im Vergleich zu den Torhütern der U15 (Zeitpunkt -5: $z=-2.47$, $p<.05$, $r_{pb}=-.49$; Zeitpunkt -4: $z=-2.60$, $p<.05$, $r_{pb}=-.51$; Zeitpunkt -3: $z=-2.62$, $p<.01$, $r_{pb}=-.51$; Zeitpunkt -2: $z=-2.59$, $p<.05$, $r_{pb}=-.51$; Zeitpunkt -1: $z=-3.33$, $p<.001$, $r_{pb}=-.65$; Zeitpunkt 0: $z=-2.91$, $p<.01$, $r_{pb}=-.57$; Zeitpunkt 1: $z=-2.67$, $p<.01$, $r_{pb}=-.52$). Die Werte der U18 bewegen sich dabei durchgängig auf sehr hohem Niveau, die Spitze wird zum Zeitpunkt des Fuß-Ball-Kontakt des Schützen erreicht, zu dem über 90% der Blicke auf dem „Standbein“ ruhen. Die Analysen hinsichtlich des Areals „*Undefiniert*“ zeigen einen annähernd parallelen Verlauf der Kurven für die Probanden der U15 und U18. Zu sämtlichen Zeitpunkten richten die Torhüter der U15 mehr Blicke auf diese Bereiche der Szenerie. Signifikant werden die Unterschiede im Vergleich zu den Blickanteilen der U18 zu den Zeitpunkten -4 ($z=-2.78$, $p<.01$, $r_{pb}=-.54$), -3 ($z=-2.19$, $p<.05$, $r_{pb}=-.43$), -1 ($z=-3.01$, $p<.01$, $r_{pb}=-.59$), 0 ($z=-3.01$, $p<.01$, $r_{pb}=-.59$) und 1 ($z=-3.76$, $p<.001$, $r_{pb}=-.74$). Auffällig ist hinsichtlich der Blickanteile der U18, dass diese im zeitlichen Verlauf kontinuierlich reduziert werden und ab dem Fuß-Ball-Kontakt des Schützen nur noch bei rund 3% liegen, wohingegen die Torhüter der U15 zu diesem Zeitpunkt ca. 40% ihrer Blicke auf „undefinierte“ Areale lenken.

Situation „2:2“

Die einzigen bedeutsamen Unterschiede in Situation „2:2“ konnten innerhalb von Teilstudie 1 für das AOI „*Undefiniert*“ gefunden werden (vgl. Abbildung 87).

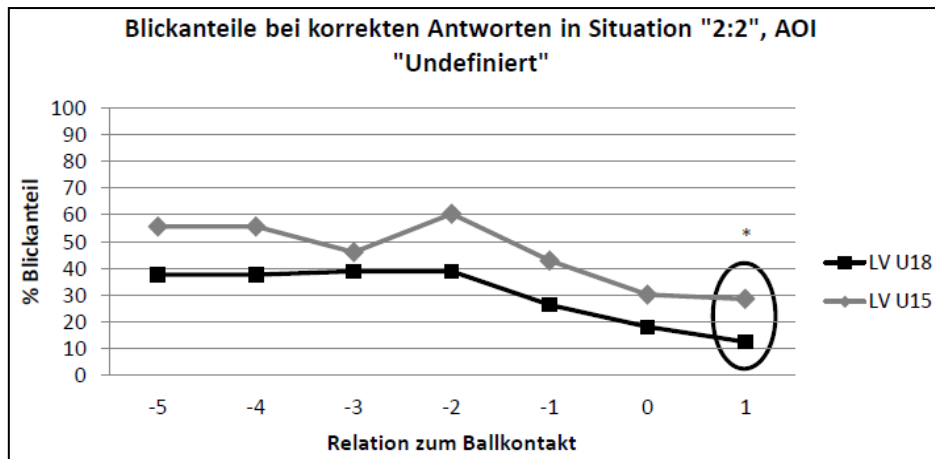


Abbildung 87. Vergleich der Blickanteile in Teilstudie 1 pro Zeitpunkt für das AOI „Undefiniert“ in Situation „2:2“ zwischen den Torhütern der Landesverbandsauswahl U15 und U18.

Die Auswertungen ergeben, dass die Probanden der U15 signifikant mehr Blickanteile zu Zeitpunkt 1 verwendet als die der U18 ($z=-2.53$, $p<.05$, $r_{pb}=-.38$). Beim zeitlichen Verlauf der Kurven fällt für beide Altersgruppen auf, dass ab dem Zeitpunkt -2 ein kontinuierlicher Rückgang der prozentualen Blickanteile auf diesem AOI zu verzeichnen ist.

Ebenso wie in Situation „1:1“ wurden in Teilstudie 2 in Situation „2:2“ signifikante Unterschiede zwischen den Torhütern der U15 und U18 hinsichtlich ihres Blickverhaltens auf die Areale „Standbein“ und „Undefiniert“ ersichtlich (vgl. Abbildung 88).

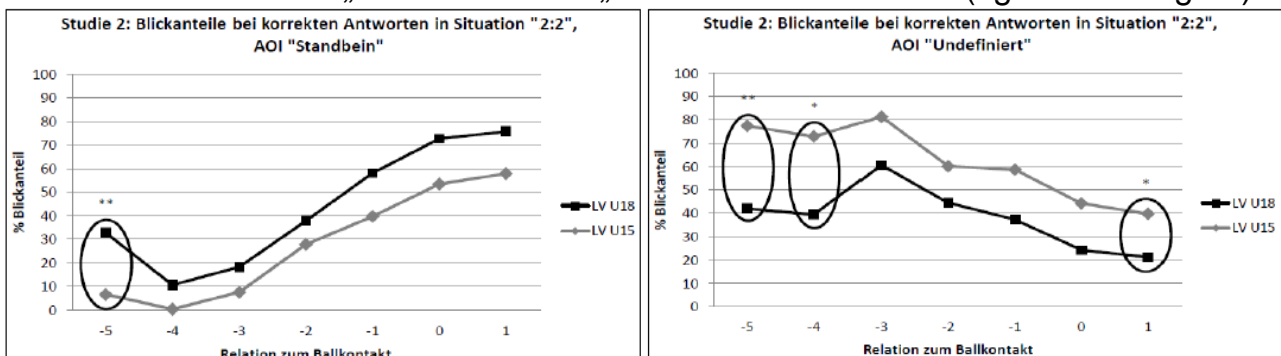


Abbildung 88. Vergleich der Blickanteile in Teilstudie 2 pro Zeitpunkt für die AOI „Standbein“ und „Undefiniert“ in Situation „2:2“ zwischen den Torhütern der Landesverbandsauswahl U15 und U18.

Die detaillierteren Analysen der Blickanteile auf das AOI „Standbein“ ergeben lediglich zum Zeitpunkt -5 signifikante Differenzen zwischen der U15 und der U18, wobei die Anteile der U18 höher liegen ($z=-3.17$, $p<.01$, $r_{pb}=-.60$). Durch den Rückgang der Blickanteile der U18 zu Zeitpunkt -4 werden die Unterschiede zur U15 im weiteren zeitlichen Verlauf zu gering, um die Signifikanzgrenze zu überschreiten. Ab dem Zeitpunkt -4 erfolgt findet ein kontinuierlicher Anstieg der eingesetzten Blickanteile für beide Altersgruppen statt. Die Blickanteile auf das Areal „Undefiniert“ liegen bei den Torhütern der U15 zu sämtlichen Zeitpunkten höher als bei den Torhütern der U18. Insgesamt ist ein nahezu paralleler Kurvenverlauf über die

sieben ausgewerteten Zeitpunkte hinweg zu erkennen. Signifikant mehr Blickanteile richteten die U15-Torhüter zu den Zeitpunkten -5 ($z=-2.73$, $p<.01$, $r_{pb}=-.52$), -4 ($z=-2.15$, $p<.05$, $r_{pb}=-.41$) und 1 ($z=-2.07$, $p<.05$, $r_{pb}=-.39$) auf „undefinierte“ Bereiche.

4.4 Zusammenfassende Interpretation und Diskussion der Ergebnisse aus Teilstudie 1 und 2

Die Struktur der zusammenfassenden Interpretation und Diskussion der Resultate von Teilstudie 1 und 2 orientiert sich an den drei Hauptblöcken, die bereits die Struktur des Ergebnisteils darstellten: der Überprüfung der *Zuverlässigkeit der Testbatterie*, den *hypothesengeleiteten inhaltlichen Analysen der Antizipationsleistung zur Stützung der Validierung* (auf behavioraler Ebene) sowie der *explorativen Erkundung des Blickverhaltens* (auf kognitiver Ebene). Am Ende der Interpretation und Diskussion innerhalb jedes Blocks wird eine Zusammenfassung der relevantesten Ergebnisse in Tabellenform dargestellt. Im Sinne einer interpretativen Diskussion werden sämtliche besprochenen Ergebnisse – soweit möglich – in den Kontext des bisherigen Forschungsstandes gesetzt, der in Kapitel 3.3 beschrieben wurde.

Bevor in die Interpretation und Diskussion der Ergebnisse der drei Hauptblöcke eingestiegen wird, erfolgt dies vorab für die Nebenfragestellungen, die die Überprüfung *potenzieller Störfaktoren* zum Ziel hatten.

4.4.1 Interpretation und Diskussion der Überprüfung potenzieller Störfaktoren

Zur Überprüfung potenzieller Störfaktoren der Untersuchung wurden ein statischer Sehschärfetest (mit der Teilstichprobe der Landesverbandsauswahltorhüter der U15) sowie ein allgemeiner Reaktionszeittest (mit sämtlichen Probanden) durchgeführt.

Im Rahmen des *statischen Sehschärfetests* zeigten sich bei den untersuchten Probanden durchschnittlich keine Abweichungen von den Normwerten, so dass diese als „normalsichtig“ eingestuft werden können. Die Korrelationen der Sehschärfe mit den erzielten Antizipationsleistungen in Teilstudie 1 und 2 ergaben lediglich schwache Zusammenhänge (vgl. Kap. 4.3.1). Somit kann konstatiert werden, dass die Sehschärfe nur einen sehr geringen Einfluss auf die Ergebnisse der Antizipationsleistung besitzt und als Störfaktor (in den eingesetzten Settings) ausgeschlossen werden kann. Mit der Überprüfung der Sehschärfe wurde der Forderung von Williams und Ward (2007) Rechnung getragen, die die visuellen Fähigkeiten als relevante Einflussfaktoren auf die Antizipationsfähigkeit erachten. Auf Basis der dargestellten Ergebnisse kann dies zumindest für die Sehschärfe in den beiden Teilstudien nicht betätigt werden.

Die Resultate des *allgemeinen Reaktionszeittests* ergaben keine statistisch bedeutsamen Unterschiede zwischen den verschiedenen Leistungs- und Altersgrup-

pen (vgl. Tabelle 10). Zudem konnten nur sehr geringe Zusammenhänge zwischen der in diesem Test gezeigten durchschnittlichen Reaktionszeit und der Antizipationskorrektheit in den beiden Teilstudien gefunden werden (vgl. Kap. 4.3.1). Diese Ergebnisse decken sich mit Befunden aus anderen Untersuchungen (vgl. z. B. Abernethy & Russel, 1984; Helsen & Starkes, 1999; Schorer, 2007). Somit kann auch die allgemeine Reaktionszeit als Störfaktor für die Teilstudien 1 und 2 ausgeschlossen werden.

4.4.2 Interpretation und Diskussion der Zuverlässigkeit der Testbatterie

Notwendige, wenn auch nicht hinreichende Voraussetzung dafür, dass eine neu konzipierte Leistungsdiagnostik zukünftig für die Sportpraxis gewinnbringende Erkenntnisse liefern kann, ist eine reliable Datenerfassung durch das zum Einsatz kommende Messinstrument. Um diesbezüglich für die im empirischen Teil dieser Arbeit angewendeten Settings Aussagen treffen zu können, wurde die Zuverlässigkeit der Testbatterie für beide Teilstudien mittels Reliabilitätsanalysen geprüft.

Teilstudie 1

Die in einem ersten Schritt der Konsistenzanalyse in Teilstudie 1 für die Variable *Antizipationskorrektheit* durchgeführte Berechnung von Cronbachs Alpha für die Gesamtbatterie aller Stimuli lieferte eine als „unbrauchbar“ zu kategorisierende Reliabilitätskennziffer. Die Berechnung für die optimierte Testbatterie, aus der die Szenen ausgeschlossen wurden, die anhand der drei Selektionskriterien (vgl. Kap. 4.2.6.2) als ungeeignet für den Einsatz in diesem Setting identifiziert wurden, führte weder für den Gesamttest noch für die Ergebnisse innerhalb der vier präsentierten Situationen („1:0_Ruhe“, „1:0_Dribbling“, „1:1“, „2:2“; vgl. Kap. 4.2.3.2) zu akzeptablen Resultaten. Trotz der Tatsache, dass die Überprüfung der internen Konsistenz an dieser Stelle als das geeignetste Verfahren angesehen wird, um eine Aussage über die Reliabilität des Messinstruments tätigen zu können, wurde als zusätzliches Maß die Korrelation zwischen der Antizipationskorrektheit zu den occlusion-Zeitpunkten t_0 und t_1 berechnet (den beiden Zeitpunkten, die allen Probanden präsentiert wurden und den höchsten Informationsgehalt liefern). Auch dadurch wurden sowohl für den Gesamttest als auch innerhalb der verschiedenen Situationen lediglich „sehr schwache“ bis „schwache“ Zusammenhänge detektiert (vgl. Kap. 4.3.2).

Auf Basis dieser Analysen muss für Teilstudie 1 somit konstatiert werden, dass das untersuchungsmethodische Vorgehen mittels Einsatz des temporal occlusion-Paradigmas keine reliablen Ergebnisse liefert. Dies deutet bereits auf dieser Ebene darauf hin, dass das in Teilstudie 1 umgesetzte Vorgehen für einen Einsatz als Torhüterdiagnostik ungeeignet ist.

Teilstudie 2

Um Aussagen über die Konsistenz (Reliabilität) der *behavioralen* Ergebnisse aus *Teilstudie 2* zu erhalten, wurden zwei unterschiedliche Analysen durchgeführt. Zu-

nächst erfolgte eine Zusammenhangsanalyse der Resultate der ersten und zweiten Videopräsentation mittels Testhalbierungsmethode über die Berechnung des Pearson-Korrelationskoeffizienten. Für die abhängigen Variablen *Antizipationskorrektheit* und *Entscheidungszeitpunkt* ergaben sich sehr hohe Zusammenhänge, für das aus diesen beiden Variablen erstellte Gütemaß der *Antizipationsleistung* konnte ebenfalls ein hoher Zusammenhang registriert werden (vgl. Tabelle 14). Um ein weiteres Konsistenzmaß für die abhängigen Variablen zu erhalten, durch das zudem die Vergleichbarkeit mit der entsprechenden Analyse von Teilstudie 1 hergestellt wird, wurde Cronbachs Alpha für den Gesamttest berechnet. Hierbei ergaben sich sowohl für die Resultate der Antizipationskorrektheit und des Entscheidungszeitpunkts als auch für die Antizipationsleistung durchgängig exzellente Werte (vgl. Kap. 4.3.2).

Die Ergebnisse beider Analysen (Pearson-Korrelation und Cronbachs Alpha) belegen, dass die grundlegende Voraussetzung dafür gegeben ist, das in Teilstudie 2 verwendete untersuchungsmethodische Vorgehen zum Zwecke einer Torhüterdiagnostik einsetzen zu können.

Aufgrund des experimentellen Designs in Teilstudie 2 wurde es neben der Reliabilitätsanalyse auf behavioraler Ebene auch möglich, diese auf *kognitiver Ebene* für das Blickverhalten der Probanden durch Korrelation der ersten mit der zweiten Videopräsentation durchzuführen. Die Ergebnisse bzgl. der prozentualen Blickverteilungen auf die Areale „Standbein“ und „Schussbein“ zeigten durchgängig signifikante Zusammenhänge, deren Koeffizienten größtenteils als zufriedenstellend angesehen werden können (vgl. Tabelle 15). Die Kennziffern sind vor allem vor dem Hintergrund als positiv zu interpretieren, dass ein häufig angeführter Kritikpunkt an Eye-Tracking-Verfahren die hohe Variabilität im Blickverhalten von Probanden ist. Diese wird zum einen auf die eingesetzten experimentellen Settings zurückgeführt, wurde zum anderen aber auch bei der wiederholten Betrachtung derselben Stimuli verzeichnet. Obwohl Abernethy (2001) sowie Farrow und Abernethy (2007) aus diesen Gründen das Erreichen hoher Reliabilitätskennziffern für schwierig erachten, konnten diese im Setting der Teilstudie 2 jedoch erreicht werden, was für die Güte der Blickbewegungserfassung in diesem Rahmen spricht.

Vergleich Teilstudie 1 & 2

Die Reliabilitätsanalysen können durch den Vergleich der Ergebnisse der beiden Studien 1 und 2 zu einem eindeutigen Bild zusammengefasst werden (vgl. Tabelle 18): In der bestehenden Form ist es nicht sinnvoll, das temporal occlusion-Setting aus Teilstudie 1 als kognitive Leistungsdiagnostik für Fußballtorhüter einzusetzen. Die Reliabilitätsanalyse auf Basis der in Teilstudie 2 erfassten behavioralen und kognitiven Daten dagegen ermöglicht weitergehende Überlegungen zum potentiellen Einsatz als Leistungsdiagnostik. Im Kontext des aktuellen Forschungsstandes ist an dieser Stelle anzumerken, dass trotz der großen Bedeutung von Reliabilitätsanalysen für eine Beurteilung der Zuverlässigkeit von experimentellen Settings, deren Durchführung trotz wiederholter Forderungen (Ali, 2011) nicht zum Standardvorgehen gehört oder deren Ergebnisse nur gelegentlich berichtet werden. In Un-

tersuchungen, die mit dem empirischen Teil dieser Arbeit vergleichbar sind, lassen sich diesbezüglich kaum Angaben finden. Wenn Reliabilitätskennziffern angeführt werden, beziehen die sich meist auf interne Konsistenzen von Fragebögen zur Bedeutung bestimmter Hinweisreize für die Antizipation (vgl. Christensen & Glencross, 1993) oder Inter- und Intrarater-Reliabilitäten für diverse Kodierungsvorgänge, wie bspw. die Kodierung der Antwortzeiten in Relation zum Fuß-Ball-Kontakt (vgl. Dicks, Button, et al., 2010b).

Tabelle 18. Ergebnisübersicht der Konsistenzanalyse (Reliabilität) auf behavioraler und kognitiver Ebene aus Teilstudie 1 und 2.

Auswertung	Teilstudie 1: Temporal Occlusion		Teilstudie 2: Selbstbestimmter Antizipationszeitpunkt	
	(abhängige) Variable(n)	Ergebnis	(abhängige) Variable(n)	Ergebnis
Konsistenzanalyse (behavioral)	Antizipationskorrektheit	inakzeptabel	Antizipationsleistung Antizipationskorrektheit Entscheidungszeitpunkt	exzellent exzellent exzellent
Korrelationen	Antizipationskorrektheit t_0 mit t_1	max. schwache Zshg.	<u>1. & 2. Präsentation:</u> Antizipationsleistung Antizipationskorrektheit Entscheidungszeitpunkt	Mittlerer Zshg. Starker Zshg. Starker Zshg.
Konsistenzanalyse (kognitiv)	-	-	Blickanteile	befriedigend - gut

4.4.3 Interpretation und Diskussion der hypothesengeleiteten inhaltlichen Analysen der Antizipationsleistung zur Stützung der Validierung (auf behavioraler Ebene)

Im Anschluss an die Analyse der Zuverlässigkeit der Settings von Teilstudie 1 und 2 werden im Folgenden die Ergebnisse der inhaltlichen Analysen der Antizipationsleistung auf Verhaltensebene interpretiert und diskutiert, die im Zusammenhang mit den Hypothesen 1 bis 5 ausgewertet wurden. Die Prüfung der Hypothesen 1 und 2 lässt neben inhaltlichen Aussagen auch Rückschlüsse auf die Validität der experimentellen Settings zu.

Hinsichtlich der Auswertungen in Teilstudie 1 muss auch an dieser Stelle nochmals kritisch darauf hingewiesen werden, dass aufgrund der hier durchgeführten Entwicklung und Validierung eines Diagnostikinstrumentes drei Selektionskriterien (vgl. 4.2.6.2) für die Auswahl der Stimulusszenen Anwendung fanden, die für eine weitere Betrachtung der Ergebnisse dieser Teilstudie als notwendig erachtet wurden. Dadurch wurden rund 2/3 der Szenen als geeignet eingestuft, wobei sich insbesondere die Szenen der Situation „2:2“ als problematisch erwiesen. Aus diesem Grund sind die Ergebnisse bzgl. dieser Situation in Teilstudie 1 mit Bedacht zu interpretieren.

Hypothese 1:

„Die Antizipationsleistung verbessert sich mit zunehmendem Informationsgehalt.“

Teilstudie 1

Die Zunahme an Informationsgehalt ist in Teilstudie 1 gleichbedeutend mit einer Verschiebung des Zeitpunktes des Videoabbruchs von occlusion-Zeitpunkt t_{-3} (120 ms vor dem Fuß-Ball-Kontakt des Schützen) bis t_1 (40 ms nach dem Kontakt). Die Erwartung, dass für die Gesamtstichprobe die Antizipationskorrektheit zum Zeitpunkt t_1 in jeder der vier Situationen signifikant höher liegt als zu den früheren Zeitpunkten des Videoabbruchs, kann bestätigt werden. Dieses Ergebnis ist konsistent mit den Angaben in der einschlägigen Forschungsliteratur (vgl. z. B. Dicks, Button, et al., 2010a; McMorris & Colenso, 1996; McMorris et al., 1993; Smeeton & Williams, 2012).

Die Entwicklung des prozentualen Anteils korrekter Antworten im zeitlichen Verlauf der occlusion-Zeitpunkte innerhalb der Situationen ergibt zwar kein einheitliches Bild, dennoch kann übergreifend beobachtet werden, dass für alle vier Situationen eine korrekte Antizipation der Schussrichtung aufgrund von Bewegungsinformationen des Schützen bereits vor dessen Ballkontakt möglich ist, was die Resultate anderer Untersuchungen bestätigt (vgl. z. B. Neumaier et al., 1987; McMorris et al., 1993; Noe et al., 1990).

In Situation „1:0_Ruhe“, deren Szenen den bisher in der Forschungslandschaft eingesetzten Elfmeter-Stimuli sehr ähnlich sind, ist ein progressiver Anstieg der Antizipationskorrektheit in drei Stufen zu erkennen. Ausgehend von den Zeitpunkten t_{-3} und t_{-2} erfolgt ein signifikanter Anstieg korrekter Antworten zu den Zeitpunkten t_{-1} und t_0 , der sich zu Zeitpunkt t_1 nochmals statistisch bedeutsam erhöht. Dieses Ergebnismuster deckt sich größtenteils mit den von Smeeton und Williams (2012) berichteten Resultaten ihrer Elfmeter-Untersuchung. Die Ergebnisse weisen somit darauf hin, dass für die Antizipation relevante Informationen zwischen den Zeitpunkten t_{-1} und t_0 aus der Bewegungsausführung des Schützen extrahiert werden können und das weitere, noch zuverlässigere Informationen zwischen t_0 und t_1 – mit ersten Ballfluginformationen – verfügbar werden.

Für die weiteren Situationen, in denen ein rollender Ball auf das Tor geschossen wird, kann der für Situation „1:0_Ruhe“ beschriebene Entwicklungsverlauf nicht so eindeutig erkannt werden. In den Situationen „1:0_Dribbling“ und „1:1“ sind zwischen den occlusion-Zeitpunkten t_{-3} und t_0 jeweils nur deskriptive Unterschiede feststellbar. Dies deutet darauf hin, dass im Verlauf der occlusion-Zeitpunkte von t_{-3} bis t_0 keinerlei zusätzliche Informationen zur Verfügung stehen, die sich positiv auf den Anteil korrekter Antworten auswirken. Erst zum Zeitpunkt t_1 erfolgt ein signifikanter Anstieg der korrekten Antworten, so dass daraus geschlossen werden kann, dass antizipationsrelevante Hinweise im Zeitraum zwischen t_0 und t_1 wahrnehmbar werden bzw. die ersten Ballfluginformationen für diesen Anstieg mitverantwortlich sind.

Innerhalb von Situation „2:2“ ist ab dem Zeitpunkt t_2 deskriptiv ein kontinuierlicher Anstieg der Antwortkorrektheit zu verzeichnen, der zu t_0 signifikant wird und bis zu t_1 nochmals statistisch bedeutsam zunimmt. In dieser Situation steigt der Gehalt an verwertbaren Informationen für eine erfolgreiche Antizipation offensichtlich bereits kurz vor dem Ballkontakt des Schützen und steigert sich soweit, dass die Schussrichtung kurz nach dem Ballkontakt nahezu perfekt vorausgesagt werden kann.

Zusammenfassend kann die Hypothese 1 für Teilstudie 1 dahingehend beantwortet werden, dass in den Situationen „1:0_Ruhe“ und „2:2“ mit zunehmendem Informationsgehalt die Antizipationskorrektheit ansteigt. In den Situationen „1:0_Dribbling“ und „1:1“ werden für eine signifikante Verbesserung der Vorhersagegenauigkeit u. a. erste Ballfluginformationen benötigt. Aufgrund von Kriterium 3 zur Szenenselektion, fallen die Resultate diesbezüglich besser aus, als sie tatsächlich wären, was ihre Aussagekraft deutlich einschränkt. In Anbetracht dessen, dass selbst durch Einschlusskriterium 3 keine eindeutige Bestätigung von Hypothese 1 stattfinden kann, ist die Validität von Teilstudie 1 in Frage zu stellen.

Teilstudie 2

Das Hauptcharakteristikum von Teilstudie 2 liegt darin, dass der Informationsgehalt, den die Probanden aufnahmen, nicht vom Versuchsleiter vorgegeben, sondern über den individuell gewählten Entscheidungszeitpunkt von ihnen selbst festgelegt wurde. Daher wurde zum einen geprüft, ob korrekte Vorhersagen der Schussrichtung im Vergleich zu falsch antizipierten Schüssen mit einem späteren Entscheidungszeitpunkt einhergehen. Auf Basis des Forschungsstandes (vgl. z. B. Diaz et al., 2012) konnte diese Annahme a priori formuliert werden. Sowohl auf globaler Auswertungsebene, also unabhängig von der Situation, in der antizipiert wurde, als auch bei für jede Situation separat durchgeführten Analysen, wiesen die Probanden bei korrekten Vorhersagen signifikant spätere Entscheidungszeitpunkte aus als bei falschen Einschätzungen. Zum anderen wurde analysiert, ob ein Zusammenhang zwischen dem Entscheidungszeitpunkt und der Antizipationskorrektheit besteht. Sowohl auf übergeordneter Ebene (d. h. unabhängig von der Situation) als auch getrennt für jede Situation ergaben sich diesbezüglich starke Zusammenhänge.

Hypothese 1 kann somit für Teilstudie 2 eindeutig bestätigt werden. Zudem zeigen die Analysen, dass auch innerhalb des Settings von Teilstudie 2 korrekte Antizipationen aufgrund der Bewegungsinformationen des Schützen vor dem Fuß-Ball-Kontakt möglich sind (vgl. auch McMorris et al., 1993; Neumaier et al., 1987; Noe et al., 1990; Smeeton & Williams, 2012; Williams & Burwitz, 1993).

Vergleich Teilstudie 1 & 2

Die Auswertungen bzgl. Hypothese 1, die aus den beiden Teilstudien abgeleitet werden können, belegen einen „Validitätsvorteil“ für Teilstudie 2. Dabei sollte jedoch bedacht werden, dass das untersuchte Merkmal in Teilstudie 1 deutlich ausdifferenzierter war als in Teilstudie 2, da dort ein fünfgeteilter Analysezeitraum vorlag (Antizipationskorrektheit im zeitlichen Verlauf über fünf occlusion-Zeitpunkte).

Trotz dieser Einschränkung kann Hypothese 1 für Teilstudie 1 zu Teilen bestätigt werden, für Teilstudie 2 in Gänze.

Hypothese 2:

„Die Antizipationsleistung liegt bzgl. der Schussseite höher als bzgl. der Schusshöhe.“

Hypothese 2 basiert auf Ergebnissen, die vielfach in der Forschungsliteratur zur Antizipation von Fußballtorhütern berichtet werden (vgl. z. B. McMorris et al., 1993; Savelsbergh et al., 2002; Williams & Burwitz, 1993) und daher im Kontext der empirischen Untersuchungen dieser Arbeit als weiteres Validitätskriterium zu erachten sind.

Teilstudie 1

Die Ergebnisse von Teilstudie 1 sind diesbezüglich hypothesenkonform. Sowohl der Vergleich der Gesamtheit aller von den Probanden abgegebenen Antworten als auch die Auswertungen innerhalb der vier Situationen und für jeden der analysierten occlusion-Zeitpunkte zeigen signifikant bessere Vorhersageleistungen für die horizontale als für die vertikale Schussrichtung. Bzgl. der Antizipationskorrektheit der Schussseite zeigt sich von t_{-3} bis zu t_1 ein kontinuierlicher Anstieg bis auf 95%. Die Schusshöhe hingegen liegt zu den Zeitpunkten t_{-3} bis t_0 konstant auf dem Niveau der Ratewahrscheinlichkeit von 50%. Erst zum Zeitpunkt t_1 und somit mit den ersten Informationen zum Ballflug ist ein deutlicher Anstieg auf 84% korrekter Antworten zu verzeichnen. Auch dieses Resultat stimmt mit den Berichten der oben aufgeführten Autorengruppen überein. Somit lässt sich die Erkenntnis, dass die Antizipationskorrektheit insgesamt einen signifikanten Anstieg zu t_1 im Vergleich zu allen anderen Zeitpunkten erfährt, vor allem auf die deutliche Zunahme der vertikalen Antizipationskorrektheit zu diesem Zeitpunkt zurückführen.

Betrachtet man die Unterschiede zwischen der Vorhersage der Schussseite und -höhe separat für die vier Situationen, so lässt sich das beschriebene Muster für die Situationen „1:0_Ruhe“, „1:0_Dribbling“ und „1:1“ bestätigen. In Situation „2:2“ findet ein deutlicher Anstieg der vertikalen Antizipationskorrektheit bereits zu t_0 auf ca. 70% statt. Kombiniert mit den hohen Werten bzgl. der Antizipationskorrektheit der horizontalen Schussrichtung ist dies eine Begründung dafür, dass die Schüsse in Situation „2:2“ insgesamt am besten vorhergesagt werden.

Teilstudie 2

Auch in Teilstudie 2 ergeben sich für Hypothese 2 Ergebnisse, die ihre Annahme zulassen. Hypothesenkonform zeigten sich bei der Betrachtung aller abgegebenen Antworten signifikant bessere Werte für die Antizipation der Schussseite. Dieses Resultat ist ebenfalls bei der separaten Analyse der Antworten innerhalb der vier Situationen zu beobachten. Als plausible Begründung für die Ergebnisse kann angeführt werden, dass aus den Bewegungsinformationen, die vor dem Fuß-Ball-Kontakt des Schützen zur Verfügung stehen, bereits Rückschlüsse auf die Schussseite gezogen werden können, wohingegen erst zu späteren Zeitpunkten

(teilweise erst mit Verfügbarkeit von Ballfluginformationen) zuverlässige Einschätzungen der Schusshöhe möglich sind (vgl. Williams & Burwitz, 1993).

Vergleich Teilstudie 1 & 2

Zusammenfassend kann sowohl für Teilstudie 1 als auch für Teilstudie 2 festgehalten werden, dass deren experimentelle Settings dahingehend als valide zu bezeichnen sind, dass durch ihren Einsatz Ergebnisse bzgl. der Vorhersagegenauigkeit von Schussseite und -höhe generiert werden können, die bereits mehrfach auch von anderen Forschergruppen berichtet wurden.

Hypothese 3:

„Die Antizipationsleistung nimmt mit wachsender Situationskomplexität ab.“

Den empirischen Untersuchungen dieser Arbeit wurde die Vermutung zugrunde gelegt, dass mit zunehmender Komplexität der Situation, d. h. ausgehend von einem Schuss eines ruhenden Balles in Situation „1:0_Ruhe“ (als Situation mit niedrigstem Komplexitätsgrad) bis hin zum Schuss eines rollenden Balles in Szenen der Situation „2:2“, in denen zwei Angreifer und zwei Verteidiger zu sehen sind (Situation mit dem höchsten Komplexitätsgrad), die Antizipationsleistung der Probanden zu den einzelnen occlusion-Zeitpunkten rückläufig ist. Begründet wird diese Hypothese mit der zwischen den Situationen stattfindenden sukzessiven Vergrößerung des „visuomotor workspace“ (Vickers, 2007, S. 71), der von den Torhütern erfasst werden muss und dadurch größere Kapazitäten der Informationsverarbeitungsprozesse beansprucht (vgl. Kap. 2.2.1.2).

Teilstudie 1

Innerhalb von Teilstudie 1 wurde zur Überprüfung von Hypothese 3 die abhängige Variable *Antizipationskorrektheit* zwischen den vier Situationen zu jedem der fünf occlusion-Zeitpunkte verglichen. Dabei ergaben sich zu jedem Zeitpunkt (mit Ausnahme der Zeitpunkts t_2) signifikante Unterschiede. Lässt man die Situation „2:2“ zunächst außer Betracht, kann für die Zeitpunkte t_1 und t_0 auf deskriptiver Ebene die Hypothese bestätigt werden. Allerdings werden nicht alle Differenzen zwischen diesen Situationen signifikant. Die Antwortkorrektheit innerhalb der Situation „2:2“ liegt wider Erwarten zu sämtlichen occlusion-Zeitpunkten auf dem Niveau der Werte von Situation „1:0_Ruhe“.

Hypothese 3 kann somit nicht zu allen Zeitpunkten bestätigt werden. Es zeigt sich, dass zu den beiden frühesten Zeitpunkten (t_3 und t_2) keine relevanten Differenzen zwischen den vier Situationen zutage treten. Rein deskriptiv fallen die Ergebnisse zu den Zeitpunkten t_1 und t_0 nahezu wie erwartet aus. Zum spätesten Zeitpunkt t_1 existiert bei der Betrachtung der ersten drei Situationen lediglich zwischen „1:0_Ruhe“ und „1:0_Dribbling“ ein signifikanter Unterschied. Somit kann zusammengefasst werden, dass der postulierte Einfluss der Situationskomplexität sich erst kurz vor dem Fuß-Ball-Kontakt des Schützen (t_1) in der erwarteten Ausprägung auswirkt und nur bis zum Zeitpunkt des Ballkontakts (t_0) Bestand hat. Mit Einsetzen der Ballfluginformationen zu t_1 reduzieren sich diese Differenzen.

Teilstudie 2

In *Teilstudie 2* fand die Überprüfung von Hypothese 3 anhand der drei abhängigen Variablen *Antizipationsleistung*, *Antizipationskorrektheit* und *Entscheidungszeitpunkt* statt, deren Analysen separat vollzogen wurden. Die Annahme, dass sich der zunehmende Komplexitätsgrad der Situationen negativ auf die abhängigen Variablen auswirkt, würde für die Antizipationsleistung und die Antizipationskorrektheit konkret einen Rückgang der Werte bedeuten, für den Entscheidungszeitpunkt eine (zeitliche) Zunahme.

Bezogen auf die *Antizipationsleistung* ließen sich zwischen den vier Situationen keine signifikanten Unterschiede feststellen. Die inferenzstatistische Analyse dieses Gütemaßes ist hinsichtlich der Beantwortung der Fragestellung die relevanteste, da sich die beiden anderen abhängigen Variablen Antizipationskorrektheit und Entscheidungszeitpunkt in großem Ausmaß gegenseitig beeinflussen. Daher liefern die anschließenden Berechnungen für die beiden Variablen nicht per se zusätzliche Informationen, sondern dienen vielmehr dazu, die Resultate bzgl. der Antizipationsleistung detaillierter zu erklären.

Der Vergleich der *Antizipationskorrektheit* zwischen den Situationen zeigt, dass in Situation „1:0_Dribbling“ signifikant die meisten korrekten Antworten und in Situation „1:1“ die wenigsten korrekten Antworten abgegeben wurden. Zwischen den Situationen „1:0_Ruhe“ und „2:2“ liegt keine statistisch bedeutsame Differenz vor.

Komplettiert werden die Erklärungsversuche der Resultate bzgl. der Antizipationsleistung durch die Unterschiedsprüfungen der *Entscheidungszeitpunkte* zwischen den Situationen. Hier ergibt sich ein anderes Ergebnismuster als beim Vergleich der Antizipationskorrektheit: In Situation „2:2“ entscheiden sich die Versuchspersonen durchschnittlich am frühesten für eine Antwort, in Situation „1:1“ am spätesten. Überraschend ist dabei, dass sich die Probanden in Situation „1:1“ mit ihrer Entscheidung die meiste Zeit lassen, sich dies aber nicht positiv auf die Korrektheit ihrer Antworten auswirkt. Dies deutet darauf hin, dass der Schwierigkeitsgrad der Szenen in dieser Situation höher liegt als in den anderen. Dies könnte u. a. darauf zurückgeführt werden, dass sich beim 1-gegen-1 der verteidigende Spieler die meiste Zeit in unmittelbarer Nähe zum Schützen befindet, was in Situation „2:2“ nicht in dieser Deutlichkeit der Fall ist. Dadurch wird die Aufmerksamkeitslenkung der Probanden möglicherweise in stärkerem Maße beeinflusst.

Bezogen auf die Interpretation der Antizipationsleistung ergibt die kombinierte Betrachtung der Antizipationskorrektheit und des Entscheidungszeitpunkts, dass der frühe durchschnittliche Entscheidungszeitpunkt in Situation „2:2“ dafür verantwortlich ist, dass in dieser Situation deskriptiv die besten Antizipationsleistungen erbracht werden. Trotz der signifikant besseren Antizipationskorrektheit in Situation „1:0_Dribbling“ im Vergleich zu den anderen Situationen, liegt die Antizipationsleistung etwas niedriger als in den komplexeren Situationen, was wiederum auf den späten Entscheidungszeitpunkt zurückzuführen ist.

Zusammenfassend kann die Hypothese 3 für *Teilstudie 2* dahingehend beantwortet werden, dass sich kein Einfluss der Situationskomplexität auf die Antizipationsleis-

tung feststellen lässt. Die Auswertungen der beiden abhängigen Variablen Antizipationskorrektheit und Entscheidungszeitpunkt, aus denen sich die Antizipationsleistung zusammensetzt, zeigen zwar Unterschiede zwischen den Situationen, diese werden aufgrund ihrer gegenseitigen Beeinflussung jedoch nicht zur Beurteilung der Hypothese herangezogen.

Hypothese 4:

„Die Antizipationsleistung bei Gruppen eines oberen Leistungsniveaus (Faktor ‚Können‘) liegt höher als bei Gruppen eines unteren Leistungsniveaus.“

Teilstudie 1

Hypothese 4 wurde in Teilstudie 1 mittels verschiedener Gruppenvergleiche in Bezug auf die abhängige Variable *Antizipationskorrektheit* geprüft. Auf deskriptiver Ebene wurden die einzelnen Untergruppen (vgl. Tabelle 10) miteinander verglichen, die inferenzstatistischen Unterschiedsprüfungen erfolgten für die zusammengesetzten Leistungsgruppen „Landesverbandsauswahl“ (LV), „Mittelklassig“ und „Unterklassig“. Die Analyse der Antizipationskorrektheit erfolgte dabei zum einen auf globaler Ebene, d. h. unabhängig von den vier Situationen und zum anderen situationsspezifisch.

Die deskriptiven Vergleiche der *absoluten Antizipationskorrektheit* (unabhängig von occlusion-Zeitpunkt und Situationskomplexität) für die Untergruppen zeigten lediglich marginale Unterschiede. Die Zusammenlegung der Untergruppen zu den *Leistungsgruppen* ermöglichte inferenzstatistische Auswertungen, auch wenn dabei beachtet werden muss, dass der Faktor Alter dabei für die Gruppen nicht konstant gehalten werden konnte.

Der Vergleich zwischen den Leistungsgruppen bzgl. der *absoluten Antizipationskorrektheit* zeigte keine bedeutsamen Unterschiede auf. Die Analysen der Antwortkorrektheit der einzelnen Untergruppen *zwischen den vier Situationen* lieferte ein uneinheitliches Bild. Keine der Untergruppen zeigte über die Situationen hinweg konstant die besten oder schlechtesten Resultate. Weiterführende Analysen zum Vergleich der Leistungsgruppen *innerhalb der vier Situationen* ergaben lediglich für die Situation „2:2“ signifikante Differenzen, wobei die „mittelklassigen“ Torhüter signifikant besser abschnitten als die beiden anderen Gruppen.

Die Situation „2:2“ ist es auch, für die sich beim Vergleich zwischen den Resultaten zu den unterschiedlichen occlusion-Zeitpunkten statistisch bedeutsame Differenzen niederschlagen. Zu Zeitpunkt t_3 wiesen die Torhüter der „LV“ und die „mittelklassigen“ Torhüter signifikant höhere Antwortkorrektheiten auf als die „unterklassigen“ Probanden, zu Zeitpunkt t_2 liegen die Ergebnisse der „mittelklassigen“ Torhüter signifikant am höchsten.

Somit ist die Hypothese, dass höherklassigere Torhüter bessere Ergebnisse bzgl. der Antizipationskorrektheit erzielen als niederklassigere Torleute, für das Setting in Teilstudie 1 abzulehnen. Dies widerspricht aber nur teilweise den Befunden, die in der Literatur zur Antizipation von Fußballtorhütern angegeben werden. So wurden

bspw. von Williams und Burwitz (1993) zwar Unterschiede zwischen leistungsstärkeren und -schwächeren Torhütern identifiziert, diese wurden jedoch nur zu wenigen occlusion-Zeitpunkten signifikant. In der Untersuchung von Savelsbergh et al. (2002) wurden zwischen der Experten- und Novizengruppe hinsichtlich der Anzahl korrekt antizipierter Strafstöße keine bedeutsamen Differenzen gefunden.

Teilstudie 2

In *Teilstudie 2* wurde zur Überprüfung von Hypothese 4 für die abhängigen Variablen *Antizipationsleistung* sowie den *Entscheidungszeitpunkt* durchgeführt, die jeweils situationsunabhängig und separat innerhalb der vier Situationen untersucht wurden. Bereits an dieser Stelle ist generell zu betonen, dass sich bzgl. dieser Auswertungen ein sehr heterogenes Ergebnisbild abzeichnete. Aus diesem Grund werden im Folgenden die zentralen Erkenntnisse vorangestellt, die hypothesenkonforme Leistungsunterschiede erst bei der situationsspezifischen Betrachtung erkennbar machten.

Ein Vergleich der zusammengefassten Leistungsgruppen getrennt für die vier *verschiedenen Situationen* erbrachte bzgl. der Antizipationsleistung innerhalb der Situationen „1:0_Ruhe“, „1:0_Dribbling“ und „2:2“ statistisch bedeutsame Differenzen. In jeder dieser drei Situationen erbrachten die Torhüter der Landesverbandsauswahlmannschaften signifikant bessere Antizipationsleistungen als die „mittelklassigen“ Torhüter. In Situation „1:0_Ruhe“ lagen die Antizipationsleistungen der „mittelklassigen“ Torhüter zudem signifikant niedriger als die der „unterklassigen“ Versuchspersonen. Die Ergebnisse der Situationen „1:0_Ruhe“, „1:0_Dribbling“ und „2:2“ entsprechen zunächst einmal der Hypothese und werden durch den deskriptiven Vergleich aller sechs Untergruppen (vgl. Tabelle 10) bestätigt, der für die Gruppe der Landesverbandsauswahltorhüter U18 die Bestwerte detektierte. Relativiert wird das inferenzstatistische Resultat jedoch dadurch, dass die Antizipationsleistung der „unterklassigen“ Torhüter unabhängig von den vier Situationen nicht signifikant unterhalb derer der beiden anderen Leistungsgruppen lag, die als leistungsstärker anzusehen sind. Die Resultate der „unterklassigen“ Torhüter sind demnach besser als vorab angenommen, während sich das Verhältnis der Werte der Landesverbandsauswahltorhüter und der „mittelklassigen“ Torhüter wie erwartet gestaltete.

Ein weiterer Vergleich zwischen den drei Leistungsgruppen wurde hinsichtlich des durchschnittlichen Zeitpunkts durchgeführt, zu dem eine Entscheidung über die Schussrichtung getroffen wurde. A priori wurde angenommen, dass leistungsstärkere Probanden ihre Entscheidungen zu einem früheren Zeitpunkt treffen können als leistungsschwächere. Die Auswertung und Interpretation dieser abhängigen Variable ist vor dem Hintergrund der Instruktion zu sehen, dass sich die Versuchspersonen schon während der Videopräsentation so schnell wie möglich korrekt entscheiden sollten, wohin der Ball geschossen wird. Aufgrund dessen, dass im Zuge der Vorbereitungen der Analysen die Entscheidungszeitpunkte in occlusion-Zeitpunkte transformiert wurden (vgl. 4.2.6.3), konnten in *Teilstudie 2* die Entscheidungszeitpunkte aller präsentierten Szenen miteinander verglichen werden.

Die situationsabhängigen Auswertungen erbrachten statistisch bedeutsame Gruppenunterschiede. Sowohl in Situation „1:0_Dribbling“ als auch in Situation „2:2“ lag der Entscheidungszeitpunkt der Landesverbandsauswahltorhüter signifikant vor dem der „mittelklassigen“ Torhüter. Zum gleichen Ergebnis gelangte man beim Vergleich der durchschnittlichen Entscheidungszeitpunkte bei korrekten Vorhersagen. Ein deskriptiver Vergleich zwischen den einzelnen Untergruppen ergab, dass die U18-Landesverbandsauswahltorhüter am schnellsten für eine Antwort entschieden haben. Nur eine Untergruppe („mittelklassig Jung“) entschied sich im Durchschnitt erst nach dem Fuß-Ball-Kontakt des Schützen für eine der vier Torecken.

Die situationsunabhängigen Analysen lieferten für die Antizipationsleistung insgesamt keine signifikanten Unterschiede zwischen den Leistungsgruppen Landesverbandsauswahl, „Mittelklassig“ und „Unterklassig“. Da die Signifikanzschwelle nur knapp überschritten wurde, erfolgten post-hoc paarweise Vergleiche zwischen den drei Leistungsgruppen. Hierbei konnten signifikant bessere Antizipationsleistungen der Landesverbandsauswahltorhüter im Vergleich zu den Torhütern der Gruppe „Mittelklassig“ festgestellt werden. Für die separate, situationsunabhängige Auswertung der Entscheidungszeitpunkte, die bei korrekten Antizipationen erfasst wurden, konnten ebenfalls keine signifikanten Differenzen zwischen den Leistungsgruppen beobachtet werden.

Im Zusammenhang mit Hypothese 4 lässt sich somit resümieren, dass erst innerhalb der vier Situationen vereinzelt (in zwei der Situationen) signifikante Resultate detektiert werden konnten, diese bestätigen jedoch nur einen Teil der formulierten Hypothese. Diese Resultate widersprechen bspw. denen von Noe et al. (1990), die signifikant schnellere Antizipationszeiten höherklassig spielender Torhüter im Vergleich zu niederklassigeren Torhütern berichten.

Vergleich Teilstudie 1 & 2

Als mögliche Erklärungen dafür, dass für die an dieser Stelle beschriebene empirischen Untersuchungen der Teilstudie 1 und 2 keine Unterschiede zwischen den Leistungsgruppen entdeckt wurden, können drei Gründe angeführt werden: Erstens ist es möglich, dass die eingesetzten Settings als Messinstrument nicht geeignet ist, um solche Unterschiede sichtbar zu machen (vgl. Vaeyens et al., 2013). Diese Möglichkeit wird auch von einer Aussage gestützt, die bereits Ritzdorf (1982, S. 209) tätigte:

„Die isolierte Antizipationsfähigkeit ist weitgehend unabhängig vom Leistungsniveau der Versuchsteilnehmer. Die in der Realsituation vorhandenen Unterschiede sind dadurch bedingt, dass Novizen ihre gesamte 'Verarbeitungskapazität' für die Steuerung der eigenen Bewegung benötigen und nicht in der Lage sind, zusätzlich Aktionen des Gegners zu beobachten.“

Zweitens ist kritisch anzumerken, dass es nicht möglich war, Torhüter verschiedener Leistungsklassen in ausreichend großer Anzahl zu akquirieren, die einer Altersklasse entstammen. Es ist daher nicht auszuschließen, dass sich unter anderen

Bedingungen Unterschiede zwischen den Leistungsgruppen manifestieren würden, auch wenn für Teilstudie 2 bereits mit dieser Gruppenzuteilung reliable Werte erfasst werden konnten. Drittens ist es möglich, dass die Unterschiede zwischen der Antizipationsfähigkeit von Torhütern unterschiedlicher Leistungsstärke geringer sind, als ursprünglich angenommen und dass für das erfolgreiche Abwehren von Torschüssen andere Faktoren (z. B. motorische Fähigkeiten und Fertigkeiten) einen größeren Rolle spielen.

Hypothese 5:

„Die Antizipationsleistung erfahrenerer Torhüter liegt höher als die unerfahrenerer Torhüter.“

Neben dem „Können“ (operationalisiert über die Zusammensetzung der Leistungsgruppen) ist die „Erfahrung“ die zweite klassische Variable der Expertiseforschung. Aufbauend auf den Erkenntnissen, die der Forschungsstand zur Antizipation von Fußballtorhütern postuliert, wird davon ausgegangen, dass die älteren Torhüter Vorteile hinsichtlich der Antizipationsleistung im Vergleich zu jüngeren Torhütern aufweisen.

Teilstudie 1

In *Teilstudie 1* diente die *Antizipationskorrektheit* abermals als abhängige Variable, zum einen in globaler, situationsunabhängiger Form, zum anderen im Zusammenhang mit den vier unterschiedlich komplexen Situationen. Unterschiedsprüfungen wurden im Hinblick auf Hypothese 5 deskriptiv zwischen den Untergruppen sowie inferenzstatistisch zwischen den zusammengefassten Altersgruppen „Alt“ und „Jung“ angestellt.

Der rein deskriptive Vergleich der *absoluten Antizipationskorrektheit* zwischen den sechs Untergruppen („LV U18“, „LV U15“, „mittelklassig Alt“, „mittelklassig Jung“, „unterklassig Alt“, „unterklassig Jung“) zeigt für die jeweils älteren Probanden leicht bessere Vorhersagewerte als für die jüngeren. Die entsprechende inferenzstatistische Berechnung ergab zwischen den Gruppen „Alt“ und „Jung“ keinen signifikanten Unterschied. Die deskriptiven Auswertungen *pro Situation* zeigten ein uneinheitliches Ergebnismuster, das den Eindruck aus dem Vergleich der Untergruppen bzgl. absoluter Antizipationskorrektheit nicht bestätigen konnte. Der Vergleich der beiden Altersgruppen innerhalb der vier Situationen erbrachte lediglich für die Situation „1:0_Ruhe“ eine signifikante Differenz, wobei die Gruppe „Alt“ häufiger korrekt antwortete als die Gruppe „Jung“. Zwischen den fünf occlusion-Zeitpunkten innerhalb der Situationen wurden allerdings keine Unterschiede gefunden.

Zusammenfassend kann festgehalten werden, dass Vorteile der erfahreneren Torhüter im Vergleich zu ihren jüngeren Konterparts nur in Situation „1:0_Ruhe“ zu erkennen waren und die Hypothese somit nicht generell angenommen werden kann. Besondere Bedeutung erhält dieses Resultat vor dem Hintergrund, dass die in anderen Studien berichteten Vorteile erfahrenerer Torhüter auf Ergebnissen aus Elf-metersituationen beruhen (vgl. z. B. Noe et al., 1990; Williams & Burwitz, 1993).

Aufgrund deren Ähnlichkeit zu der Situation „1:0_Ruhe“ können diese Ergebnisse also bestätigt werden. Für die divergierenden Resultate in den anderen Situationen lassen sich drei potentielle Erklärungen anführen: Erstens ist es möglich, dass das Messinstrument nicht sensitiv genug ist, um in komplexeren Situationen Unterschiede zwischen den Altersklassen aufzudecken. Zweitens ist auch hier als kritisch zu beurteilen, dass die Zellenbesetzung der Altersgruppen nicht optimal möglich war. Die Probanden innerhalb der beiden Gruppen unterscheiden sich zwar hinsichtlich des Alters, jedoch auch in Bezug auf ihre Leistungsklasse. Aus diesem Grunde wurden die beiden Gruppen „LV U18“ und „LV U15“ (selbes Leistungsniveau, unterschiedliche Altersklassen) gesondert miteinander verglichen: Auch hier ergaben sich keine Unterschiede bzgl. der Antizipationskorrektheit. Drittens besteht die Möglichkeit, dass die Erfahrung lediglich bei Elfmeter- oder elfmeterähnlichen Situationen einen positiven Einfluss auf die Antizipationskorrektheit besitzt.

Teilstudie 2

Für die Analysen bzgl. Hypothese 5 fungierten in *Teilstudie 2* erneut die *Antizipationsleistung* sowie der *Entscheidungszeitpunkt* (jeweils insgesamt und getrennt nach Situationen betrachtet) als abhängige Variablen, die unabhängigen Variablen waren die Untergruppen (auf deskriptiver Ebene) sowie die Altersgruppen (auf inferenzstatistischer Ebene).

Zunächst erfolgte ein deskriptiver Vergleich zwischen den Untergruppen in Bezug auf die *absolute Antizipationsleistung*. Dieser ergab, dass die drei Gruppen der jeweils älteren Torhüter bessere Leistungen aufwiesen als die jüngeren Torhüter. Dieser Trend konnte beim Vergleich der zusammengefassten Gruppen „Alt“ und „Jung“ bei situationsunabhängiger Auswertung bestätigt werden: Die älteren Torhüter zeigten eine signifikant bessere Antizipationsleistung als die jüngeren Torhüter. Dieses Resultat konnte – mit Ausnahme der Situation „1:0_Ruhe“, in der dieser Unterschied nur deskriptiv zu erkennen war – auch in den Analysen innerhalb der *einzelnen Situationen* bestätigt werden.

Somit kann für Teilstudie 2 Hypothese 5, dass erfahrenere Torhüter eine bessere Antizipationsleistung als unerfahrenere Torhüter zeigen, angenommen werden. Demnach scheint es so zu sein, dass eine gute Antizipationsleistung im Setting von Teilstudie 2 eher vom Grad der Erfahrung als vom Grad des Könnens (operationalisiert durch die Leistungsgruppen) abhängig ist. Dieser Befund wird gestützt durch Abernethy (1988) sowie Ward und Williams (2003), die postulieren, dass Antizipation primär von der Vorerfahrung der Sportler in ihrer Domäne abhängig ist.

Beim Vergleich der Altersgruppen hinsichtlich des durchschnittlichen *Entscheidungszeitpunkts* wurde davon ausgegangen, dass die erfahreneren Torhüter in der Lage sind, diesen früher zu treffen als die unerfahreneren Torhüter. Beim deskriptiven Vergleich der Untergruppen zeigte sich, dass die Probanden der drei älteren Untergruppen (Landesverbandsauswahl U18, „mittelklassig Alt“ & „unterklassig Alt“) ihre Entscheidungen zu einem früheren Zeitpunkt trafen als die jüngeren Versuchspersonen. Dieses Resultat wurde durch den inferenzstatistischen Vergleich der zusammengefassten Altersgruppen „Alt“ und „Jung“ unterstrichen, bei dem *situati-*

onsunabhängig die früheren Entscheidungszeitpunkte der Gruppe „Alt“ signifikant von denen der Gruppe „Jung“ differierten. Auch für den Vergleich des Entscheidungszeitpunkts bei *korrekt antizipierten Schüssen* zeigte sich, dass die erfahreneren Torhüter signifikant schneller entschieden als die unerfahreneren. Bei den Analysen innerhalb der vier Situationen unterschieden sich die früheren Entscheidungszeitpunkte der Gruppe „Alt“ in den Situationen „1:0_Dribbling“, „1:1“ und „2:2“ statistisch bedeutsam von den späteren Entscheidungszeitpunkten der Gruppe „Jung“. Lediglich in Situation „1:0_Ruhe“ wurde dieser Unterschied nicht signifikant. Beim situationsabhängigen Vergleich zwischen den Altersgruppen bei korrekt vorhergesagten Schüssen trafen die älteren Torhüter zwar ebenfalls in allen Situationen zu früheren Zeitpunkten ihre Entscheidung, jedoch wurde der Unterschied zu den jüngeren Torhütern nur noch in Situation „1:1“ signifikant.

Somit kann bzgl. Teilstudie 2 resumiert werden, dass es den erfahreneren Torhütern möglich ist, ihre Entscheidungen zu früheren Zeitpunkten als die unerfahreneren Torhüter zu treffen. Ein solches Ergebnis berichteten bereits Tyldesley et al. (1982). Dass diese Ergebnisse nicht auf Unterschiede hinsichtlich Reaktionsgeschwindigkeit der Probanden zurückzuführen sind, wird durch die Resultate des im Vorfeld von Teilstudie 1 und 2 durchgeführten allgemeinen Reaktionstests belegt, der für den Vergleich der Altersgruppen diesbezüglich keine signifikanten Unterschiede ergab (vgl. auch Savelsbergh et al., 2005). Allerdings muss hierbei betont werden, dass diese als besser zu beurteilende Leistung bei der inhaltlich relevantesten Analyse – dem Vergleich der Altersgruppen bzgl. des Entscheidungszeitpunkts bei korrekt antizipierten Schüssen – nur in einer Situation („1:1“) ein signifikantes Ergebnis hervorbrachte.

Vergleich Teilstudie 1 & 2

Der direkte Vergleich zwischen den situationsspezifischen Auswertungen in Teilstudie 1 und denen in Teilstudie 2 ergibt gegensätzliche Ergebnisse. Während in Teilstudie 1 ein altersabhängiger Unterschied hinsichtlich der Antizipationskorrektheit in Situation „1:0_Ruhe“ nachgewiesen werden konnte, werden signifikante Unterschiede zwischen den Altersgruppen in Teilstudie 2 nur in den anderen drei Situationen erkennbar. Die Resultate von Teilstudie 2 können aber zumindest die auf Basis der Ergebnisse aus Teilstudie 1 aufgestellte Vermutung widerlegen, dass der Faktor „Erfahrung“ lediglich bei Elfmeter- oder elfmeterähnlichen Situationen einen positiven Einfluss auf die Antizipationsleistung besitzt. Diese Diskrepanz kann als weiteres Indiz dafür gesehen werden, dass mit den unterschiedlichen Settings der beiden Studien offensichtlich unterschiedliche Ergebnisse generiert werden.

Gesamtzusammenfassung der inhaltlichen Analysen der Antizipationsleistung auf behavioraler Ebene aus Teilstudie 1 und 2 (Hypothesen 1 bis 5)

Die relevantesten Ergebnisse der hypothesengeleiteten inhaltlichen Analysen der Antizipationsleistung, die durch die Prüfung der Hypothesen 1 bis 5 abgeleitet werden konnten, sind in Tabelle 19 zusammenfassend dargestellt.

Hypothese 1 konnte für Teilstudie 1 nur teilweise bestätigt werden, da ein Anstieg der Antizipationsleistung mit steigendem Informationsgehalt lediglich für die Situationen „1:0_Ruhe“ und „2:2“ zu verzeichnen war. Für Teilstudie 2 wurde sie hingegen in sämtlichen Analysen bestätigt. Die Gültigkeit von *Hypothese 2*, dass die Schussseite häufiger korrekt vorhergesagt wird als die Schusshöhe, konnte uneingeschränkt in beiden Teilstudien nachgewiesen werden. *Hypothese 3* wurde in Teilstudie 1 als teilweise gültig angesehen, da ein Unterschied der Antizipationskorrektheit bzgl. der Situationskomplexität lediglich kurz vor und zum Fuß-Ball-Kontakt des Schützen nachgewiesen werden konnte. Für Teilstudie 2 musste die Hypothese im Zusammenhang mit den Analysen der Antizipationsleistung und -korrektheit abgelehnt werden. Lediglich hinsichtlich des Entscheidungszeitpunkts konnte die Hypothese (unter Ausschluss von Situation „2:2“) bestätigt werden, da dort (teilweise jedoch nur deskriptiv) umso spätere Entscheidungszeitpunkte festgestellt wurden, je komplexer die entsprechende Situation war. *Hypothese 4* musste für beide Teilstudien abgelehnt werden, da sich ein höheres Leistungsniveau in keiner der getätigten Auswertungen in besseren Antizipationsleistungen niederschlug. *Hypothese 5* musste für Teilstudie 1 ebenfalls abgelehnt werden, erfahrungsabhängige Leistungsunterschiede waren nicht zu beobachten. Für Teilstudie 2 konnte sie hingegen angenommen werden.

Table 19. Ergebnisübersicht der inhaltlichen Analysen der Antizipationsleistung auf behavioraler Ebene aus Teilstudie 1 und 2 (Hypothesen 1 bis 5).

Auswertung / Hypothese	Teilstudie 1: Temporal Occlusion		Teilstudie 2: Selbstbestimmter Antizipationszeitpunkt	
	(abhängige) Variable(n)	Ergebnis / Bestätigung der Hypothese	(abhängige) Variable(n)	Ergebnis / Bestätigung der Hypothese
Hypothese 1 <i>Anstieg der Antizipationsleistung mit steigendem Informationsgehalt</i>	Antizipationskorrektheit	ja (teilweise)	Entscheidungszeitpunkt	ja
Hypothese 2 <i>Bessere Antizipationsleistung bzgl. Schussseite als -höhe</i>	Antizipationskorrektheit	ja	Antizipationskorrektheit	ja
Hypothese 3 <i>Anstieg der Antizipationsleistung mit wachsender Situationskomplexität</i>	Antizipationskorrektheit	teilweise ja	Antizipationsleistung Antizipationskorrektheit Entscheidungszeitpunkt	nein nein teilweise ja
Hypothese 4 <i>Höheres Leistungsniveau = bessere Antizipationsleistung</i>	Antizipationskorrektheit	nein	Antizipationsleistung Entscheidungszeitpunkt	nein nein
Hypothese 5 <i>Höhere Erfahrung = bessere Antizipationsleistung</i>	Antizipationskorrektheit	nein	Antizipationsleistung Entscheidungszeitpunkt	ja ja

4.4.4 Interpretation und Diskussion der Ergebnisse der explorativen Erkundung des Blickverhaltens (kognitive Ebene)

Um Rückschlüsse auf die kognitiven Prozesse ziehen zu können, die die Grundlage für korrekte Antizipationen bilden, wurden Blickbewegungsdaten der Landesverbandsauswahltorhüter (U18 & U15) mittels Eye-Tracking-Systems erfasst und ausgewertet. Zum Zwecke der Auswertung wurden für die Spieler, die in den Stimulusvideos zu sehen waren, „areas of interest“ (AOI) definiert (vgl. Kap. 4.2.3.3), für die die darauf entfallenen Blickanteile der Probanden ausgelesen wurden. Zusätzlich dazu wurden die Blickanteile berechnet, die auf undefinierte Areale verfielen. Aufgrund der (notwendigen) Größe der definierten Areale existieren zwischen den einzelnen AOI keine Zwischenräume, die bei entsprechender Betrachtung durch die Probanden z. B. als „visual pivot“ (die Fokussierung auf das Zentrum eines interessierenden Bereichs, um zusätzlich das periphere Sehen nutzen zu können; vgl. Vickers, 2007) identifiziert werden könnten.

Im Folgenden werde die Analysen der von den beiden Gruppen der Landesverbandsauswahltorhütern erfassten Blickbewegungsdaten der Teilstudien 1 und 2 zusammengefasst und miteinander verglichen. Im Fokus steht dabei die Überprüfung der Hypothesen 6 und 7 (vgl. 4.1).

Hypothese 6:

„Das Blickverhalten unterscheidet sich zwischen korrekt und falsch antizipierten Schüssen.“

Zur Überprüfung von Hypothese 6 wurden die Blickverteilungen auf die einzelnen Areale zunächst unabhängig davon analysiert, zu welchem Zeitpunkt (im Zeitfenster von 200 ms vor dem Ballkontakt des Schützen bis 40 ms danach) sie dort platziert wurden. Bei signifikanten Unterschieden zwischen korrekt und falsch antizipierten Schüssen wurde anschließend der zeitliche Verlauf des Blickanteils auf dem entsprechenden AOI detaillierter betrachtet. Strukturell werden für jede Situation zunächst die Ergebnisse aus Teilstudie 1 zusammengefasst, bevor auf die Ergebnisse aus Teilstudie 2 eingegangen wird. Aufgrund der unterschiedlichen Eigenschaften der betrachteten Objekte in den vier Situationen (Schuss des ruhenden vs. rollenden Balles, Anzahl der Mit- und Gegenspieler) wurden die Auswertungen in beiden Studien zunächst für jede Situation getrennt durchgeführt.

Situation „1:0_Ruhe“

In *Teilstudie 1* wurden innerhalb der Situation „1:0_Ruhe“ bei korrekt als auch bei falsch antizipierten Schussrichtungen die meisten Blickanteile auf die „undefinierten“ Areale gelenkt. Sie lagen bei falschen Antworten deutlich höher, so dass der Unterschied signifikant wurde. Die weiteren AOI wurden bei falschen Vorhersagen kaum betrachtet. Bei korrekten Antizipationen fielen von den definierten Arealen die meisten Blicke auf das „Standbein“, gefolgt vom „Ball“ und dem „Schussbein“, deren Werte signifikant oberhalb derer bei falschen Vorhersagen lagen. Die Areale

oberhalb der Beine spielen lediglich eine untergeordnete Rolle. Die Verteilung der Blickanteile *im zeitlichen Verlauf* zeigt bei falschen Antworten kaum Veränderungen. Die Blickanteile bei korrekten Antworten hingegen verändern sich über die Zeit. Ab dem Zeitpunkt -2 nehmen die Blickanteile auf das AOI „Undefiniert“ kontinuierlich ab, auf die Areale „Ball“, „Standbein“ und „Schussbein“ steigen sie an. Zum Zeitpunkt 0 wird das „Standbein“ von den definierten Arealen am häufigsten betrachtet, kurz nach dem Fuß-Ball-Kontakt des Schützen liegen die Anteile auf dem „Standbein“, dem „Schussbein“ und dem „Ball“ in etwa bei jeweils 20%.

In *Teilstudie 2* entfielen ebenfalls sowohl bei korrekten als auch bei falschen Antizipationen die meisten Blickanteile auf „undefinierte“ Areale, allerdings nicht in dem hohen Ausmaß wie in *Teilstudie 1*. Die prozentualen Blickanteile, die auf die AOI „Ball“, „Standbein“ und „Schussbein“ gerichtet wurden, bewegen sich zwischen 10-20%. Im Gegensatz zu *Teilstudie 1* wurden in *Teilstudie 2* bei keinem Areal signifikante Unterschiede zwischen der Blickverteilung bei korrekt und falsch antizipierten Schüssen sichtbar.

Situation „1:0_Dribbling“

In Situation „1:0_Dribbling“ fiel bei falschen Vorhersagen in *Teilstudie 1* erneut der höchste Blickanteil auf das Areal „Undefiniert“. Anders gestaltete sich dies in dieser Situation bei den korrekt antizipierten Schüssen. Die meisten Blickanteile (über 40%) lagen auf dem Areal „Standbein“, der Unterschied zu denen bei falschen Antworten wurde signifikant. Zudem wurde das AOI „Schussbein“ bei korrekten Vorhersagen signifikant häufiger betrachtet als bei falschen, vereinte jedoch insgesamt nur unter 10% der Blicke auf sich. Das Areal „Ball“ spielte in dieser Situation – anders als in Situation „1:0_Ruhe“ – keine Rolle. Bzgl. des zeitlichen Verlaufs der Blickverteilung auf das AOI „Standbein“ ergab sich bei korrekten Antworten von Zeitpunkt -5 bis Zeitpunkt -1 ein kontinuierlicher (meist signifikanter) Anstieg von ca. 35% auf ca. 50%, zum Zeitpunkt nach dem Ballkontakt des Schützen fiel der Wert auf ca. 40% ab. Bei falschen Antworten lag der Blickanteil auf dieses AOI ab dem Zeitpunkt -3 konstant bei ca. 20%. Die prozentualen Blickanteile auf das AOI „Undefiniert“ erfuhren im zeitlichen Verlauf keine nennenswerten Veränderungen.

In *Teilstudie 2* wurden in Situation „1:0_Dribbling“ abermals keine signifikanten Unterschiede zwischen den Blickanteilen gefunden, die bei korrekten und falschen Antworten auf die verschiedenen AOI gelenkt wurden. Eine Veränderung im Gegensatz zur Situation „1:0_Ruhe“ ist dahingehend festzustellen, dass nun rund 60% der Blicke auf das Areal „Standbein“ gerichtet wurden, während die Blickanteile auf „undefinierte“ Bereiche auf ca. 25% zurückgingen. Die weiteren Areale scheinen für den Antizipationsprozess – unabhängig davon, ob dieser erfolgreich gestaltet werden kann oder nicht – irrelevant zu sein.

Situation „1:1“

In Situation „1:1“ zeigt sich für *Teilstudie 1* ein nahezu identisches Bild wie in Situation „1:0_Dribbling“. Die meisten Blickanteile bei falsch antizipierten Schüssen lagen erneut auf den „undefinierten“ Arealen (ca. 85%) und damit signifikant höher als die Anteile bei korrekten Antworten (ca. 45%). Das Areal „Standbein“ wurde bei

korrekten Antizipationen am häufigsten betrachtet (ca. 37%), die Anteile bei falschen Entscheidungen lagen deutlich darunter (ca. 10%). Auf das AOI „Schussbein“ entfielen bei korrekten Einschätzungen (ca. 10%) ebenfalls signifikant mehr Blickanteile als bei falschen Vorhersagen (ca. 2%). Die weiteren Areale sind auch in dieser Situation bzgl. der Blickanteile, die auf sie gerichtet wurden, zu vernachlässigen.

Die Analyse im zeitlichen Verlauf ergibt für das AOI „Standbein“, dass ab dem Zeitpunkt -4 ein großer Anstieg der prozentualen Blickanteile bis auf ca. 50% zu den Zeitpunkten kurz vor (-1), zum (0) und kurz nach dem Ballkontakt (1) des Schützen zu verzeichnen war. Ein gegenläufiger Trend ist zu diesen Zeitpunkten für das Areal „Schussbein“ zu beobachten. Zum Zeitpunkt -4 liegen die Blickanteile bei korrekt antizipierten Schüssen noch bei rund 25%, dann erfolgt ein Rückgang bis auf ca. 1% zu den Zeitpunkten -1 und 0, zu denen auch keine signifikanten Unterschiede mehr zu den Blickanteilen bei falschen Vorhersagen bestanden. Auf das AOI „Undefiniert“ entfielen zu sämtlichen Zeitpunkten bei korrekten Antworten zwischen 40% und 50% der Blickanteile, bei falschen Antworten signifikant mehr (konstant ca. 85%).

In *Teilstudie 2* ist in der Situation „1:1“ bzgl. der AOI „Standbein“ und „Undefiniert“ ein gespiegeltes Ergebnis erkennbar. Auf das Areal „Standbein“ wurden bei korrekt antizipierten Schüssen mit fast 60% signifikant mehr Blickanteile gerichtet als bei falschen Antworten mit rund 30%. Dieses Muster kehrte sich hinsichtlich des AOI „Undefiniert“ komplett um. Im zeitlichen Verlauf der Blickanteilsverteilung auf das Areal „Standbein“ ist interessant, dass ab dem Zeitpunkt -5 bis zum Zeitpunkt 0 deutlich mehr Blickanteile bei korrekten Vorhersagen auf diesen Bereich gelenkt wurden. Erst nach dem Fuß-Ball-Kontakt des Schützen näherten sich die beiden Werte soweit an, dass keine statistisch bedeutsame Differenz mehr bestand.

Situation „2:2“

Auch in Situation „2:2“ ergaben sich für *Teilstudie 1* sehr ähnliche Verteilungsmuster der Blickanteile wie in den Situationen „1:0_Dribbling“ und „1:1“. Die Blickanteile auf das Areal „Standbein“ lagen bei korrekter Antizipation bei fast 50%, bei falschen Einschätzungen lediglich bei ca. 2%. Ca. 8% der Blickanteile entfielen bei korrekten Antworten auf das „Schussbein“, bei falschen Antworten sind sie mit unter 1% signifikant weniger. Die Blickverteilung bei falsch vorhergesagten Schüssen zeichnete sich dadurch aus, dass rund 95% auf das AOI „Undefiniert“ gelenkt wurden, bei korrekten Antworten lag der Anteil bei unter 40%.

Die Auswertungen der Blickanteile im zeitlichen Verlauf ähneln ebenfalls den Ergebnissen der beiden Situationen, in denen ein rollender Ball auf das Tor geschossen wurde. Während bei korrekten Antizipationen die Blickanteile auf das Areal „Schussbein“ von Zeitpunkt -5 bis Zeitpunkt -3 auf ca. 30% anstiegen, fiel der Anteil auf das AOI „Standbein“ zunächst von ca. 40% auf ca. 20% ab. Nach dem Zeitpunkt -3 wurde es bei korrekten Antworten im weiteren zeitlichen Verlauf kontinuierlich öfter betrachtet, zum Zeitpunkt 1 lag der Anteil bei ca. 80%. Der Blickanteil auf

die „undefinierten“ Areale reduzierte sich bei korrekten Antworten dagegen nach diesem Zeitpunkt drastisch.

Die Blickverteilung in Situation „2:2“ erbrachte in Teilstudie 2 erneut keinerlei signifikante Differenzen zwischen korrekten und falschen Antworten. Deskriptiv blickten hierbei die Probanden, die anschließend korrekt antworteten, öfter auf „undefinierte“ Areale. Beim AOI „Standbein“ wurde dieses Ergebnis erneut gespiegelt.

Prüfung auf Unterschiede des Blickverhaltens zwischen den Situationen

Teilstudie 1

Aufgrund der bereits berichteten signifikanten Unterschiede innerhalb der vier Situationen in Teilstudie 1, galt zu vermuten, dass sich das Blickverhalten auch im Vergleich zwischen diesen Situationen unterscheidet.

Die entsprechenden Analysen ergaben für das Areal „Standbein“, dass dieses in Situation „1:0_Ruhe“ mit ca. 17% signifikant seltener betrachtet wird als in den drei anderen Situationen, in denen die Blickanteile auf dieses AOI zwischen 38% und 48% liegen. Des Weiteren liegen die Blickanteile in Situation „2:2“ knapp signifikant höher als in Situation „1:1“. Hinsichtlich des AOI „Schussbein“ werden keine statistisch bedeutsamen Differenzen zwischen den vier Situationen erkennbar. Die prozentualen Blickanteile auf das AOI „Undefiniert“ liegen in Situation „1:0_Ruhe“ signifikant oberhalb derer der Situationen „1:0_Dribbling“ und „2:2“. Die Situationen „1:0_Dribbling“, „1:1“ und „2:2“ unterscheiden sich nicht signifikant voneinander.

Teilstudie 2

In Teilstudie 2 zeigte sich für das AOI „Standbein“, dass dieses in Situation „1:0_Ruhe“ (wie auch in Studie 1) signifikant seltener betrachtet wurde als in allen anderen Situationen. In den Situationen „1:0_Dribbling“ und „1:1“ entfielen auf das AOI „Standbein“ die signifikant meisten Blickanteile. Hinsichtlich der „undefinierten“ Areale ist auffällig, dass mit rund 55% in den Situationen „1:0_Ruhe“ und „2:2“ verhältnismäßig viele Blickanteile darauf gelenkt wurden.

Diese Ergebnisse unterstreichen die Sonderstellung der Situation „1:0_Ruhe“ im Vergleich zu den drei komplexeren Situationen, in denen ein rollender Ball auf das Tor geschossen wird. Ergänzend zu den bisher ableitbaren Erkenntnissen wird dadurch die Vermutung erhärtet, dass die Resultate bzgl. des Blickverhaltens, die aus bisherigen Untersuchungen zur Antizipation von Fußballtorhütern in Elfmetersituationen stammen, auf komplexere Situationen mit Torschüssen aus dem Spielverlauf heraus nicht bedenkenlos übertragbar sind.

Zusammenfassung

Fasst man die Erkenntnisse zusammen, die im Zusammenhang mit Hypothese 6 gewonnen wurden, so ist festzuhalten, dass für Teilstudie 1 deutlich bestätigt werden konnte, dass sich die Verteilung der Blickanteile zwischen korrekt und falsch antizipierten Schüssen innerhalb der vier Situationen unterschied. In Teilstudie 2 trat dieser Fall in Situation „1:1“ ein. Für Teilstudie 1 gilt, dass neben den „undefinierten“ Arealen, die in allen Situationen große Anteile von Blicken auf sich vereinten, bei korrekt antizipierten Schüssen hier zunächst zu frühen Zeitpunkten sowohl

das Areal „Standbein“ als auch das Areal „Schussbein“ verstärkt betrachtet wurden, bevor ca. ab 80 ms vor dem Ballkontakt des Schützen verstärktes Augenmerk auf das „Standbein“ gerichtet wurde. Das AOI „Standbein“ spielte auch in Situation „1:0_Dribbling“ die wichtigste Rolle für eine korrekte Antizipation, jedoch blieben die Blickanteile auf dieses Areal über die verschiedenen Zeitpunkte hinweg sehr konstant. In Situation „1:0_Ruhe“ waren im Vergleich der Blickanteilsverteilungen zwischen den vier Situationen die größten Abweichungen festzustellen. Bei korrekt antizipierten Schüssen wurden auf das AOI „Standbein“ lediglich bis zu 20% der Blickanteile gelenkt – so wenig wie in keiner anderen Situation. Eine weitere Besonderheit bestand darin, dass mit dem leichten Anstieg der Blickanteile auf das AOI „Standbein“ ab dem Zeitpunkt -2 auch die Blickanteile auf das AOI „Schussbein“ zunahmten und auch annähernd 20% erreichten. Zudem war die Situation „1:0_Ruhe“ die einzige, in der die Betrachtung des AOI „Ball“ relevant erschien. Besonders auffällig war dabei der Anstieg ab dem Zeitpunkt 0, dem Zeitpunkt also, zu dem der bis dahin ruhende Ball in Bewegung versetzt wird. Zum Zeitpunkt 1 wurden auch bzgl. dieses Areals Blickanteile von 20% erreicht.

Vergleicht man die Resultate bzgl. betrachteter, antizipationsrelevanter Areale in Teilstudie 1 mit den Befunden, die in der Forschungsliteratur berichtet werden, lassen sich sowohl Übereinstimmungen als auch Abweichungen feststellen. Dies ist aufgrund der uneinheitlichen Befundlage innerhalb des Forschungsstandes – die bereits im Rahmen der hier vorgestellten Teilstudien 1 und 2 offenkundig wird – jedoch zwangsläufig. Die herausragende Bedeutung des Areals „Standbein“ (respektive Standfuß) wird in einigen Untersuchungen bestätigt (z. B. Franks & Harvey, 1997; Kim & Lee, 2006; Neumaier et al., 1987), ebenso die Bedeutung des „Standbeins“ in Kombination mit dem „Schussbein“ (z. B. Diaz et al., 2012) und/oder „undefinierten“ Arealen (z. B. Savelsbergh et al., 2005). Als Begründung für die Blicksteuerung auf „undefinierte“ Areale führen Savelsbergh et al. (2005) an, dass jedes einzelne Areal weniger bedeutsam für die Schussrichtungsvorhersage ist als die relativen Bewegungen dieser Areale zueinander. Diese Vermutung stellt auch für die Ergebnisse der hier beschriebenen Untersuchung einen potentiellen Erklärungsansatz dar. Die vornehmliche Betrachtung der Areale, die in Situation „1:0_Ruhe“ identifiziert wurden („Standbein“, „Schussbein“ und „Ball“), wurden ebenfalls in früheren Untersuchungen als relevant postuliert (z. B. Button et al., 2011; Dicks, Button, et al., 2010b; Kim & Lee, 2006). Savelsbergh et al. (2002) entdeckten dieses Blickverhalten bei der Expertengruppe ihres Experimentes, allerdings konnte für den Vergleich zwischen korrekt und falsch vorhergesagten Schüssen keine bedeutsamen Unterschiede bzgl. der Blickverteilung gefunden werden. Dieses Resultat deckt sich somit mit den Ergebnissen aus Teilstudie 2. Die Resultate des Forschungsstands sind vor dem Hintergrund bedeutsam, dass die Situation „1:0_Ruhe“ mit den Elfmetersituationen in den erwähnten Untersuchungen vergleichbar ist. Weitere Übereinstimmungen zwischen den Blickbewegungsauswertungen von Teilstudie 1 und dem Forschungsstand (z. B. Diaz et al., 2012) bestehen bzgl. der Ergebnisse, dass einheitliche Informationsquellen, die bei falsch anti-

zipten Schüssen verwendet wurden, nicht identifiziert werden konnten (da sich das AOI „Undefiniert“ aus sämtlichen Bereichen zusammensetzt, die keinem der anderen AOI zugeordnet wurden).

Gegensätzliche Befunde zu denen aus Teilstudie 1 berichten bspw. Tyldesley et al. (1982), die für eine korrekte Antizipation die Betrachtung des Schussbeins (bzw. des Schussfußes) sowie der Hüfte und des Bereichs der Schulter und des Kopfes empfehlen (vor allem im Zusammenhang mit einer korrekten Vorhersage der Schusshöhe). Williams und Burwitz (1993) attestieren auf Basis einer Fragebogenauswertung der Hüftstellung während des Fuß-Ball-Kontakts des Schützen eine große Bedeutung sowie – zur Vorhersage der Schusshöhe – der Oberkörperneigung (vgl. auch Dicks, Button, et al., 2010b; McMorris et al., 1993). Kim und Lee (2006) differenzierten in ihrer Untersuchung den Bereich des Oberkörpers weiter aus und fanden Unterschiede zwischen den Blickanteilen bei korrekt und falsch vorhergesagten Schüssen im Bereich der Schulter, die bei korrekten Antworten häufiger betrachtet wurde (vgl. auch Tyldesley et al., 1982). Sowohl das Areal „Hüfte“ als auch das Areal „Oberkörper“ (incl. Schulter) besitzen für die hier dargestellten Ergebnisse in keiner der vier Situationen eine Relevanz. Ebenso wenig erscheint das AOI „Kopf“ von Bedeutung zu sein, was allerdings in der Untersuchung von Savelsbergh et al. (2005) für Torhüter mit schlechterer Antizipationskorrektheit häufiger (jedoch statistisch nicht bedeutsam) betrachtet wurde. Das Areal „Ball“ wurde in dem Experiment von Piras und Vickers (2011) bei nicht-gehaltenen Schüssen häufiger betrachtet als bei gehaltenen Schüssen. Die Ergebnisse von Situation „1:0_Ruhe“ deuten eher in die entgegengesetzte Richtung, in den anderen Situationen entfielen kaum Blickanteile auf das AOI „Ball“, unabhängig davon, ob eine korrekte oder falsche Antwort abgegeben wurde. Ergebnisse, die denen aus Teilstudie 2 ähneln, werden in der einschlägigen Literatur selten berichtet. Inhaltlich deuten sie darauf hin, dass in Teilstudie 2 statt der Betrachtung relevanter Hinweisreize möglicherweise eine effektivere Informationsverarbeitung dafür verantwortlich ist, dass korrekt antizipiert werden kann.

Hypothese 7:

„Das Blickverhalten unterscheidet sich innerhalb der vier unterschiedlich komplexen Situationen zwischen Torhütern mit unterschiedlicher Erfahrung.“

Zur Beantwortung von Hypothese 7 wurden die Blickbewegungsdaten der U15 und U18 Landesverbandsauswahltorhüter bei korrekt vorhergesagten Schüssen miteinander verglichen.

Teilstudie 1

Für Teilstudie 1 ergaben sich inhaltlich relevante und statistisch bedeutsame Unterschiede bzgl. eines der definierten Areale lediglich in Situation „1:1“, in der das AOI „Standbein“ von der U18 mit rund 46% signifikant häufiger betrachtet wurde als von der U15 mit ca. 27%. Im zeitlichen Verlauf manifestierte sich dieser Unterschied ab dem Zeitpunkt -2, also ab 80 ms vor dem Fuß-Ball-Kontakt des Schüt-

zen. Hinzu kommt, dass auf die „undefinierten“ Areale in dieser Situation signifikant mehr Blickanteile der U15 als der U18 entfallen. In Situation „2:2“ wird der Unterschied bzgl. der AOI „Undefiniert“ ebenfalls in selber Richtung signifikant, allerdings erst zum Zeitpunkt 1.

Teilstudie 2

Innerhalb von Teilstudie 2 lassen sich ähnliche Ergebnisse feststellen. Auch hier wurde in Situation „1:1“ das Areal „Standbein“ von den Torhütern der U18 signifikant häufiger betrachtet (ab dem Zeitpunkt -2), was auch für Situation „2:2“ zutreffend ist (hier im kompletten zeitlichen Verlauf). Von den Torhütern der U15 wurden in jeder Situation signifikant mehr Blickanteile auf „undefinierte“ Areale gelenkt als von den U18-Torhütern.

Vergleich Teilstudie 1 & 2

Eine mögliche Erklärung für die Resultate aus Teilstudie 1 und 2 könnte sein, dass sich die unerfahreneren Spieler der U15 in komplexeren Situationen, in denen zusätzlich zum Schützen weitere Spieler zu sehen sind, vermehrt „ablenken“ lassen und versuchen, ihre Informationen über das periphere Sehen zu beziehen, indem sie ihre Blicke im Sinne des visual pivot in der Nähe verschiedener Areale platzieren, um parallel mehrere dieser Quellen für eine erfolgreiche Antizipation nutzen zu können. Bzgl. der Hypothesenprüfung kann festgehalten werden, dass Unterschiede bzgl. des Blickverhaltens zwischen den beiden Altersklassen in Teilstudie 1 nur vereinzelt, in Teilstudie 2 jedoch verstärkt zu beobachten sind und häufig bei „undefinierten“ Arealen auftreten, was eine praxisrelevante Interpretation erschwert.

Gesamtzusammenfassung der explorativen Erkundung des Blickverhaltens auf kognitiver Ebene aus Teilstudie 1 und 2 (Hypothesen 6 und 7)

Ein zusammenfassender Überblick der relevantesten Ergebnisse der explorativen Erkundung des Blickverhaltens aus den beiden Teilstudien ist in Tabelle 20 gegeben. Bzgl. *Hypothese 6* zeigte sich in Teilstudie 1, dass sich das Blickverhalten zwischen korrekten und falschen Vorhersagen unterschied. Bei korrekt antizipierten Schüssen wurde in sämtlichen Situationen signifikant häufiger das AOI „Standbein“ betrachtet, bei falschen Antworten das AOI „Undefiniert“. In Teilstudie 2 konnte dasselbe Ergebnismuster in Situation „1:1“ entdeckt werden. Im Zusammenhang mit *Hypothese 7* ergab sich in Teilstudie 1, dass signifikant mehr Blickanteile der U15-Landesverbandsauswahltorhüter in den Situationen „1:1“ und „2:2“ auf das Areal „Undefiniert“ gelenkt wurden, die Torhüter der U18 hingegen in Situation „1:1“ signifikant häufiger auf das Areal „Standbein“ schauten. In Teilstudie 2 konnte das Ergebnis, dass die U15-Torhüter häufiger auf „undefinierte“ Areale blickten als die U18, in sämtlichen Situationen gefunden werden. Die U18-Torhüter entrichteten in den Situationen „1:1“ und „2:2“ signifikant mehr Blickanteile auf das Areal „Standbein“.

Table 20. Ergebnisübersicht der explorativen Erkundung des Blickverhaltens auf kognitiver Ebene aus Teilstudie 1 und 2 (Hypothesen 6 und 7).

Auswertung / Hypothese	Teilstudie 1: Temporal Occlusion		Teilstudie 2: Selbstbestimmter Antizipationszeitpunkt	
	(abhängige) Variable(n)	Ergebnis / Bestätigung der Hypothese	(abhängige) Variable(n)	Ergebnis / Bestätigung der Hypothese
Hypothese 6 <i>Blickverhalten differiert zw. korrekten und falschen Vorhersagen</i>	Blickanteile	ja	Blickanteile	ja (teilweise)
Hypothese 7 <i>Blickverhalten differiert in Abhängigkeit von der Erfahrung</i>	Blickanteile	ja (teilweise)	Blickanteile	ja

4.4.5 Fazit aus den empirischen Studien

Das Ziel der empirischen Untersuchungen war es zum einen, die entwickelten Messinstrumente einer Diagnostik für die Antizipation von Fußballtorhütern wissenschaftlich zu evaluieren. Zum anderen wurden auch inhaltliche Fragestellungen bearbeitet, die sowohl die Situationskomplexitäten als auch die methodischen Vorgehensweisen in Teilstudie 1 (temporal occlusion) und 2 (selbstbestimmter Antizipationszeitpunkt) bzgl. ihrer Einflussnahme auf die Ergebnisse analysierten.

Im Zuge der wissenschaftlichen Evaluation wurde zunächst die Zuverlässigkeit der Teilstudien getestet. Die Erfüllung des Gütekriteriums der Reliabilität stellt die Grundvoraussetzung dafür dar, dass einem Setting die potentielle Eignung zugesprochen werden kann, zukünftig als kognitive Leistungsdiagnostik eingesetzt zu werden. In einem zweiten Schritt wurden inhaltliche Fragestellungen auf behavioraler und kognitiver Ebenen bearbeitet, die Hinweise darüber geben sollten, wie präzise die Messinstrumente für die Diagnostik von Leistungsvorteilen bzgl. der Antizipation in Abhängigkeit von Erfahrung und Leistung sind.

Der Vergleich zwischen Teilstudie 1 und Teilstudie 2 hinsichtlich der Ergebnisse aus den Reliabilitätsanalysen fällt eindeutig aus: Anhand des temporal occlusion-Settings, wie es in Teilstudie 1 eingesetzt wurde, ist es nicht möglich, zuverlässige Daten bzgl. der Antizipationskorrektheit der Versuchspersonen zu erheben. Ein anderes Bild ergibt sich für Teilstudie 2. Die Reliabilitätsanalysen liefern durchweg gute Kennziffern, so dass für dieses Setting die Voraussetzungen als erfüllt angesehen werden können, potentiell als kognitive Leistungsdiagnostik zu fungieren. Die konträren Befunde im Zusammenhang mit der Zuverlässigkeit der beiden Studien schlagen sich auch in den teilweise sehr unterschiedlichen Ergebnissen bzgl. der inhaltlichen Fragestellungen nieder. Deshalb müssen die Antworten auf die diversen inhaltlichen Hypothesenprüfungen auch vor diesem Hintergrund interpretiert werden.

Für Teilstudie 1 konnten auf dieser Ebene lediglich Hypothesen bestätigt werden, die sich auf die kognitiven Anteile der Antizipation beziehen. So konnten Unterschiede im Blickverhalten zwischen korrekten und falschen Vorhersagen identifiziert und die Abhängigkeit des Blickverhaltens von der Situationskomplexität betätigt werden. Bzgl. der Blickbewegungsdaten lässt sich aus den Ergebnissen von Teilstudie 1 eine wichtige Erkenntnis ableiten: Das Blickverhalten, das die Versuchspersonen in der elfmeterähnlichen Situation „1:0_Ruhe“ anwenden, unterscheidet sich in großen Teilen von dem Verhalten, das sie in den komplexeren Situationen zeigen. Dies hat zur Konsequenz, dass zumindest kritisch hinterfragt und evtl. in weiterführenden Studien eingehender untersucht werden muss, ob die Resultate, die bzgl. des visuellen Blickverhaltens aus vorangegangenen Elfmeteruntersuchungen abgeleitet werden können, eine praktische Relevanz für andere Spielsituationen als den Elfmeter besitzen.

Die „Sonderstellung“ von Situation „1:0_Ruhe“ kann auch anhand der Blickbewegungsdaten aus Teilstudie 2 belegt werden. Ein deutlicher Unterschied bzgl. des

Blickverhaltens zwischen korrekten und falschen Schussrichtungsvorhersagen ist hier allerdings nicht zu erkennen. Die Abhängigkeit der Blickbewegungen von der Komplexität der Situation konnte aber ebenfalls bestätigt werden. Auf kognitiver Ebene ist es in Teilstudie 2 zudem möglich, zumindest teilweise Altersgruppenunterschiede festzustellen, die auf unterschiedlichen Erfahrungswerten der Probanden basieren. Dies spiegelt sich auch in den Ergebnissen auf behavioraler Ebene wider. Hier wird es (mit kleineren Einschränkungen) möglich, Unterschiede zwischen den Landesverbandstorhütern der U15 und U18 zu detektieren.

Weder innerhalb von Teilstudie 1 noch von Teilstudie 2 ist es gelungen, Unterschiede bzgl. der Antizipationsleistung zwischen den anhand des Außenkriteriums „Spielklasse“ definierten Leistungsgruppen zu diagnostizieren. Dabei besteht jedoch die Möglichkeit, dass diese Ergebnisse auf die Konfundierung von Leistung und Erfahrung zurückzuführen sind, die innerhalb dieser Leistungsgruppen aufgrund ihrer personellen Zusammensetzung besteht (siehe Abschnitt „Kritik“ in Kapitel 5). Eine weitere Begründung für diese Resultate kann sein, dass die reale Leistungsfähigkeit von sehr guten Torhütern („Experten“) in Laborsituationen tendenziell unterschätzt und von Torhütern niedrigeren Leistungsniveaus eher überschätzt wird (vgl. z. B. Mann, Williams, Ward & Janelle, 2007). Dies könnte darauf zurückzuführen sein, dass bei den Torhütern unterer Spielklassen in Realsituationen die kognitiven Kapazitäten zum Großteil für die Steuerung motorischer Bewegungen benötigt werden. In Laborsituationen, wie denen in Teilstudie 1 und 2, ist dies nicht notwendig, so dass evtl. dadurch signifikante Unterschiede zwischen den Leistungsgruppen ausbleiben.

Abschließend lässt sich damit konstatieren, dass sich das experimentelle Setting von Teilstudie 2 dafür eignet, als Grundlage für die Weiterentwicklung einer kognitiven Leistungsdiagnostik zur Antizipation von Fußballtorhütern zu dienen. Bislang ist es möglich, sowohl auf Verhaltens- als auch auf kognitiver Ebene erfahrungshängige Unterschiede zu diagnostizieren. Durch einige Modifikationen – z. B. an der Personenstichprobe oder den Stimulusvideos – könnte das Instrument hierfür evtl. noch verfeinert werden und ggf. auch dahingehend weiterentwickelt werden, dass sich dadurch auch Unterschiede in der Antizipationsleistung finden lassen, die auf dem Faktor „Leistung“ beruhen.

5. Zusammenfassung, Kritikpunkte und Ausblick

Zusammenfassung

Die Zielstellung der vorliegenden Arbeit war es, auf breiter Basis theoretischer Fundierung und relevanter Erkenntnisse aus der Forschungsliteratur ein Instrumentarium zu konzipieren, das perspektivisch als kognitive Leistungsdiagnostik für die Antizipation von Fußballtorhütern eingesetzt werden kann. Diese potentielle Eignung für den Einsatz als Leistungsdiagnostik wurde durch Auswertung der Daten aus zwei empirischen Studien, in denen unterschiedliche Messmethoden Anwendung fanden, geprüft. Im Rahmen der Untersuchungen erfolgten Analysen der Antizipationsleistung sowohl auf behavioraler Ebene, als auch durch Einsatz eines Systems zur Blickbewegungserfassung auf Ebene der grundlegenden kognitiven Prozesse. Das Gerüst der Arbeit setzte sich somit aus drei großen Säulen zusammen:

Säule 1: Theoretische Grundlagen der Antizipation

Die erste Säule bestand aus den theoretischen Grundlagen der Antizipation. Im Mittelpunkt stand dabei die Aufarbeitung der für die Antizipation notwendigen physiologischen und psychologischen Einflussfaktoren, die auf Ebene der drei kognitiven Prozesse *Wahrnehmung*, *Aufmerksamkeit* und *Gedächtnis* von Bedeutung sind. Durch die Abhängigkeit der Antizipation von diesen drei basalen kognitiven Prozessen, kann sie als kognitiver Prozess höherer Ordnung eingestuft werden.

Nach den einleitenden Ausführungen zur herausragenden Relevanz einer funktionierenden Antizipation für das Torhüterspiel und der Formulierung einer Antizipationsdefinition, die das zentrale Verständnis des Begriffs innerhalb der vorliegenden Arbeit beschrieb, wurden in einem ersten Schritt zu Beginn des theoretischen Abschnittes (Kap. 2) mit den Ausführungen zum visuellen System die physiologischen Grundlagen der Wahrnehmung erörtert, die es einem Torhüter ermöglichen, (visuell) zu antizipieren. Eine für die Konzeption des experimentellen Settings relevante Erkenntnis bestand darauf aufbauend darin, dass es den Versuchspersonen auch bei der Darbietung von zweidimensionalen Videostimuli möglich ist, fehlende Tiefeninformationen mittels verschiedener Wahrnehmungsprinzipien kognitiv zu erzeugen. Somit waren diesbezüglich kaum Nachteile durch die Verwendung von Videostimuli zu befürchten.

Des Weiteren wurden die gängigsten Theorien zu den visuomotorischen Informationsverarbeitungswegen beschrieben. Sie lieferten auf kognitiver Ebene Erklärungsansätze für erfahrungsbedingte Expertenvorteile bzgl. der Antizipationsleistung, die auf die rein konzeptgesteuerte (durch „Top-down-Prozesse“) dritte Stufe des Informationsverarbeitungsmodells zurückgeführt werden können. Auf dieser Stufe findet die Identifizierung und Einordnung des Wahrgenommenen auf Basis von Erfahrungswerten statt, die bei den Experten per se größer sind. Die Kenntnis dieser Theorien der Informationsverarbeitungswege ist zudem unabdingbar dafür, die Argumentationslinien nachvollziehen zu können, die im Zusammenhang mit ei-

ner Kopplung von Wahrnehmung und Handlung vertreten werden. Dabei war zu berücksichtigen, dass in realen Spielsituationen, in denen ein Torhüter einen Ball abwehren muss, durch die Wahrnehmungs-Handlungs-Kopplung sowohl der ventrale (für die Objektidentifizierung) als auch der dorsale Verarbeitungsstrom (für die Bestimmung der Objektposition und die physische Interaktion mit dem Objekt) im Gehirn in ähnlichem Ausmaß aktiviert sind (vgl. van der Kamp, Rivas, van Doorn & Savelsbergh, 2008). Daraus leitete sich für die Erstellung eines möglichst ökologisch validen Settings die Forderung ab, sowohl die Stimuli als auch die Antwortabgabe der Probanden realitätsnah zu gestalten, um auch in der Laborsituation beide Verarbeitungsströme an der Antizipation zu beteiligen.

Laboruntersuchungen, die eine realitätsgetreue Wahrnehmungs-Handlungs-Kopplung ermöglichen, sind mit den Untersuchungsmethoden, die im empirischen Teil dieser Arbeit eingesetzt wurden, allerdings nur sehr schwer umsetzbar. Dennoch wurde in den Teilstudien 1 und 2 eine diesbezügliche Annäherung vollzogen, indem sich die Versuchspersonen zum einen bei der Betrachtung der Stimuli in Torhütergrundstellung befanden und zum anderen die motorische Antwortabgabe über die Betätigung von vier Tastern (je einer pro Torecke) erfolgte, die nahezu vertikal vor den Probanden angebracht waren. Dadurch wurde erreicht, dass die Antwortabgabe auf derselben räumlichen Ebene stattfand wie die Abwehrbewegung in einer realen Spielsituation. Zwar bestand auch durch dieses Vorgehen weiterhin eine Diskrepanz zwischen Antwort in der Laborsituation und realer Abwehr auf dem Feld, jedoch ist diese Art der Antwortabgabe deutlich realitätsnäher als bspw. die Verwendung eines Joysticks (vgl. Savelsbergh et al., 2002; Savelsbergh et al., 2005), bei dem die Versuchsperson bspw. eine mentale Transformation der Abwehrbewegung auf die horizontale Ebene vollziehen muss, auf der sich der Joystick befindet.

Die Erörterungen zur Wahrnehmungs-Handlungs-Kopplung schlugen inhaltlich die Brücke zwischen den anatomischen und psychologischen Grundlagen der Wahrnehmung. Hier wurden die unterschiedlichen Stufen des Wahrnehmungsprozesses dargelegt sowie Ausführungen zu den Besonderheiten der Bewegungswahrnehmung getätigt, die den Wahrnehmenden (Torhüter) vor spezielle Herausforderungen stellt. Als zweiter grundlegender kognitiver Prozess der Antizipation wurde die visuelle Aufmerksamkeit thematisiert, die dafür verantwortlich ist, gezielt Informationen aus der Außenwelt unserem Bewusstsein zugänglich zu machen, um anschließend durch unterschiedliche Verarbeitungsschritte gemeinsam mit weiteren, nicht bewusstseinspflichtigen Inhalten die Voraussetzungen dafür zu schaffen, adäquat auf externe Reize reagieren zu können bzw., im Zusammenhang mit der Antizipation, deren Effekte sogar vorherzusehen. Die Aufmerksamkeitslenkung über das Blickverhalten wird dabei u. a. durch die Anzahl der Objekte beeinflusst, die sich im visuellen Feld einer Person befinden (vgl. Vickers, 2007). Durch diese Erkenntnis konnten die Hypothesen formuliert werden, dass die Antizipationsleistung von der Situationskomplexität der Stimulusvideos abhängig ist, die durch die Anzahl eingeblendeter Spieler variiert wurde, und dass höherklassigere Torhüter

aufgrund ihres erfahrungsbasierten Wissens über antizipationsrelevante Informationsquellen Vorteile gegenüber niederklassigeren Torhütern besitzen.

Die Eigenschaften vieler Aufmerksamkeitsprozesse, nicht bewusstseinspflichtig zu sein und bei automatisierten Vorgängen – wie der Antizipation einer Schussrichtung – weitestgehend unbewusst abzulaufen, hatte zur Konsequenz, dass für die Erfassung der zugrundeliegenden kognitiven Prozesse der Antizipation auf die Methode des Eye-Trackings zurückgegriffen wurde, durch die nahezu direkt Rückschlüsse auf die Aufmerksamkeitslenkung gezogen werden können.

Weitere Gründe dafür, warum es Experten im Vergleich zu Novizen gelingt, aus dem selben „Pool“ an verfügbaren (sichtbaren) Informationen zielführendere Erkenntnisse abzuleiten, konnten auf den kognitiven Prozess zurückgeführt werden, der als Grundlage für eine erfolgreiche Antizipation anzusehen ist: dem Gedächtnis. Die Darstellung von Gedächtnisprozessen und -modellen an dieser Stelle war notwendig, um zu verstehen, inwieweit der Faktor *Erfahrung* – als eine der klassischen Variablen der Expertiseforschung neben dem *Können* (Welford, 1976) – für Vorteile bzgl. der Antizipationsleistung verantwortlich sein kann (siehe oben).

Die abschließenden Ausführungen innerhalb der theoretischen Grundlagen der Antizipation bezogen sich auf die Inhalte der gängigsten Antizipationsmodelle, wie z. B. des kybernetischen Modells von Ritzdorf (1982), des Modells der „Triadischen Phasenstruktur“ von Nitsch (2000) oder der Modelle zur Feature-Wahrnehmung. Diese lieferten u. a. weitere Erklärungsansätze für den Expertenvorteile, nach denen eine gute Antizipationsleistung von einer präzisen internen Simulation der gegenläufigen Handlung abhängt, die bei leistungsstärkeren, erfahrenen Torhütern stärker ausgeprägt ist als bei leistungsschwächeren, unerfahrenen Torhütern. Das Modell von Williams und Ward (2007) stellte diverse Einflussfaktoren auf die Antizipationsleistung in den Mittelpunkt, zu denen auch die visuellen Fähigkeiten gehören. Aus diesem Grund wurde im Zuge der Überprüfung potenzieller Störfaktoren im Vorfeld der beiden Antizipationsstudien dieser Arbeit ein statischer Sehschärfetest durchgeführt. Aus dem Modell von Müller und Abernethy (2012) ging hervor, dass Experten in der Lage sind, antizipationsrelevante Informationen zu einem früheren Zeitpunkt der Bewegungsausführung als Novizen zu nutzen. Unter anderem daraus resultierte die Entscheidung, zur Prüfung dieser Aussage im eigenen Setting der Teilstudie 1 die temporal occlusion-Methode einzusetzen und eine entsprechende Hypothese zu formulieren.

Säule 2 Forschungsstand

Die zweite große Säule dieser Arbeit wurde durch die Darstellung und Diskussion des Forschungsstands im Kontext der Talentforschung, methodischer Herangehensweisen und empirischer Erkenntnisse gebildet (Kap. 3). Dabei wurde zunächst auf die bedeutendsten paradigmatischen Ansätze der Talentforschung eingegangen. Dadurch war es möglich, die untersuchungsmethodischen Herangehensweisen des prospektiven Begabungsansatzes und des retrospektiven Expertiseansatzes vergleichend gegenüberzustellen, um in einem späteren Schritt einordnen

zu können, in welchem dieser Bereiche eine kognitive Leistungsdiagnostik für Fußballtorhüter verortet werden kann.

Auf Basis der Grundannahme, dass die Antizipationsfähigkeit einen relevanten Einfluss auf die Gesamtleistung eines Fußballtorhüters besitzt, ließ sich aus der Perspektive der Begabungsforschung ein möglicher Anwendungsbereich für eine kognitive Leistungsdiagnostik identifizieren. So erscheint ein Einsatz als Diagnostik im Kindes- und Jugendalter sinnvoll, um diesen potenziellen Prädiktor für spätere herausragende Leistungen erfassen zu können.

Von besonderer Bedeutung für die Konzeption der empirischen Untersuchungen dieser Arbeit waren die Ausführungen zu den untersuchungsmethodischen Schritten im „Expert Performance Approach“ (Ericsson & Smith, 1991), der als Rahmenkonzept hierfür herangezogen wurde. In diesem Zusammenhang ließen sich abermals eine Vielzahl relevanter Erkenntnisse für die Untersuchung der Antizipation von Fußballtorhütern ableiten, wie bspw. der Hinweis auf die Notwendigkeit der Erstellung repräsentativer Laboraufgaben, die eine reliable Erfassung der Antizipationsleistung ermöglichen oder die Forderung, neben behavioralen Aspekten auch kognitive Mechanismen zu überprüfen, die für Expertisevorteile verantwortlich sein könnten. Die Überprüfung zugrundeliegender kognitiver Mechanismen kann mittels diverser Methoden erfolgen. Diese wurden in Kapitel 3.2 ausführlich beschrieben, wobei ein Hauptaugenmerk auf den Methoden des *temporal occlusion-Ansatzes*, der *Reaktionszeiterfassung* sowie des *Eye-Trackings* lag, die in den eigenen empirischen Studien 1 (temporal occlusion & Eye-Tracking) und 2 (Reaktionszeiterfassung & Eye-Tracking) neben der obligatorischen *Fehleranalyse* in Kombination miteinander eingesetzt wurden.

Daran anschließend erfolgte die Analyse des empirischen Forschungsstandes der sportwissenschaftlichen Antizipationsforschung. Die Darstellung bisheriger Untersuchungen zum Themenbereich der Antizipation bei Fußballtorhütern offenbarte, dass diese bislang nahezu ausnahmslos Torhüter in Elfmetersituationen (sowohl im Labor als auch im Feld) testeten. Neben einer Reihe von (primär aufnahmetechnischen und testökonomischen) Gründen, die für die Erfassung der Antizipationsleistung von Torhütern in solchen Settings sprechen, wurden einige (vor allem inhaltliche) Nachteile herausgearbeitet, die – in Abhängigkeit von den zu untersuchenden Fragestellungen – Argumente gegen deren Verwendung lieferten (z. B. geringe Auftretenswahrscheinlichkeit, „Glückssielstrategie“ der Torhüter, in experimentellen Settings kaum abbildbare gegenseitige Beeinflussung von Schütze und Torhüter etc.). Diese Argumente waren die Begründung dafür, warum in den beiden empirischen Teilstudien dieser Arbeit die Fokussierung auf Strafstoßsituationen aufgebrochen wurde und stattdessen komplexere Spielsituationen ausgewählt wurden, deren Komplexitätsgrad aufgrund der Erhöhung von Objekten, die sich im visuellen Feld der Versuchspersonen befanden (Variation der Anzahl an Mit- und Gegenspielern), schrittweise gesteigert werden konnte. Dies ermöglichte es erstmals, Erkenntnisse bisheriger Elfmeter-Studien mit denen zu vergleichen, die aufgrund komplexerer Situationen generiert wurden.

Des Weiteren wurde durch den Vergleich der diversen Untersuchungen zur Antizipation von Fußballtorhütern deutlich, dass bspw. aufgrund der unterschiedlichen personellen Zusammensetzungen von Experten- und Novizengruppen oder verschiedener Methoden zur Answerfassung der Probanden die Vergleichbarkeit zwischen diesen Studien und mit den eigenen empirischen Ergebnissen erschwert wurde. Dennoch konnten aus dem Forschungsstand einige als gesichert geltende Erkenntnisse extrahiert werden, die die Basis für die Formulierung der Hypothesen der Teilstudien 1 und 2 darstellten. So zeigte sich mehrfach, dass eine korrekte Antizipation bereits aufgrund von Bewegungsinformationen möglich ist, die der Torhüter vor dem Ballkontakt des Schützen nutzen kann (vgl. z. B. Neumaier et al., 1987; McMorris et al., 1993; Noe et al., 1990) und dass diese Fähigkeit mit wachsender Erfahrung und ansteigendem Leistungsniveau zunimmt (vgl. z. B. Noe et al., 1990; Smeeton & Williams, 2012; Williams & Burwitz, 1993). Des Weiteren konnten einige Untersuchungen nachweisen, dass die Antizipationsleistung vom präsentierten Informationsgehalt abhängig ist (vgl. z. B. Dicks et al., 2010a; McMorris & Colenso, 1996; McMorris et al., 1993; Smeeton & Williams, 2012). Zudem lag eine Reihe von Befunden vor, die eine bessere Vorhersagbarkeit der Schusseite im Vergleich zur Schusshöhe konstatierten (vgl. z. B. McMorris et al., 1993; Savelsbergh et al., 2002; Williams & Burwitz, 1993). Bzgl. des Zeitpunktes der Antizipation zeigten Tyldesley et al. (1982), dass bei entsprechender Instruktion Torhüter höheren Leistungsniveaus diesen früher setzten als Torhüter niedrigerer Leistungsstärke. Die Ergebnisse auf kognitiver Ebene, die aus dem empirischen Forschungsstand stammten, zeigten teilweise sehr große Unterschiede, bspw. bzgl. der Identifizierung antizipationsrelevanter Areale, die von den Torhütern fokussiert wurden. Diese Unterschiede sind zumeist auf die verschiedenen Settings zurückzuführen, in denen sie erhoben wurden. Auch diese Tatsache erschwerte direkte Vergleiche eigener mit denen in der Literatur berichteten Ergebnisse.

Säule 3: Empirische Untersuchung

Ziel der dritten großen Säule dieser Arbeit war es, mittels einer eigenen empirischen Untersuchung zum einen die Eignung des neu entwickelten experimentellen Settings für einen Einsatz als kognitive Leistungsdiagnostik zu prüfen und zum anderen inhaltliche Fragestellungen bzgl. der behavioralen und kognitiven Ebene der Antizipationsleistung von Fußballtorhütern zu bearbeiten, die auch teilweise der Validierung des Settings dienten. Die Untersuchung wurde in zwei Teilstudien gegliedert, die sich in ihren zentralen Untersuchungsmethoden unterschieden (Teilstudie 1: „temporal occlusion“, Teilstudie 2: „selbstbestimmter Antizipationszeitpunkt“; vgl. Kap. 4).

Als *Versuchspersonen* konnten zum einen auf dem höchsten in dieser Arbeit getesteten Selektionsniveau Torhüter der U15- und U18-Landesverbandsauswahlmannschaften getestet werden, die an DFB-Sichtungslehrgängen in der Sportschule Wedau (Duisburg) teilnahmen. Zum anderen konnten Torhüter unterschiedlicher Altersklassen und Leistungsniveaus aus Vereinen im Umkreis Tübingens für die

Teilnahme an der Untersuchung gewonnen werden. Aufgrund der Erfahrung (operationalisiert durch das Alter) und des Könnens (operationalisiert durch das Leistungsniveau) wurden die Versuchspersonen einer von sechs Untergruppen zugeordnet. Um inferenzstatistische Analysen tätigen zu können, wurden diese hinsichtlich des Faktors *Erfahrung* in zwei („Alt“ und „Jung“), hinsichtlich des Faktors *Können* in drei (Landesverbandsauswahl, „mittelklassig“ und „unterklassig“) größeren Gruppen zusammengefasst (vgl. Tabelle 10 in Kap. 4.2.2).

Den empirischen Studien der Antizipationsleistung wurden zwei Tests (statischer Sehschärfetest und allgemeiner Reaktionszeittest) vorgeschaltet, um mögliche Störfaktoren der Untersuchung zu identifizieren. Diese ergaben, dass weder die statische Sehschärfe der Probanden noch die allgemeine Reaktionszeit, bzgl. derer keine bedeutsamen Unterschiede zwischen den Gruppen auftraten, Störfaktoren für die beiden Teilstudien darstellten.

Ergebnisse hinsichtlich der Eignung der Diagnostik

In Bezug auf die Überprüfung der testtheoretischen Eignung der Diagnostik ließen sich zwischen den beiden Teilstudien deutliche Unterschiede feststellen. Sämtliche Reliabilitätsanalysen ergaben für die Variable der *Antizipationskorrektheit* in Teilstudie 1 inakzeptable Kennziffern. Für Teilstudie 2 hingegen konnten für die Variablen *Antizipationskorrektheit* und *Entscheidungszeitpunkt* hervorragende Kennziffern ermittelt werden, für das aus diesen beiden Variablen zusammengesetzte Maß der *Antizipationsleistung* noch akzeptable Werte.

Neben diesen Analysen auf *behavioraler Ebene* wurden in Teilstudie 2 auch Reliabilitätsanalysen der Blickanteile auf *kognitiver Ebene* durchgeführt. Die dadurch generierten Ergebnisse sind für die Interpretation der Blickbewegungsdaten der Teilstudien 1 und 2 äußerst relevant, wurden in bisherigen Untersuchungen jedoch bislang kaum berichtet. Die Auswertungen ergaben diesbezüglich zumeist zufriedenstellende Resultate, so dass die Erfassung der Blickbewegungsdaten als zuverlässig angesehen werden konnte (siehe für eine Diskussion entsprechender Reliabilitätskennziffern Abernethy, 2001; Farrow & Abernethy, 2007).

Zusammenfassend erschien somit Teilstudie 2 testtheoretisch besser geeignet zu sein, um perspektivisch als Leistungsdiagnostik eingesetzt zu werden.

Ergebnisse hinsichtlich der Antizipationsleistung auf behavioraler Ebene

Auf behavioraler Ebene konnte festgestellt werden, dass *Hypothese 1* („Die Antizipationsleistung verbessert sich mit zunehmendem Informationsgehalt“) für Teilstudie 1 eingeschränkt Gültigkeit besaß, für Teilstudie 2 in Gänze angenommen werden konnte. Dies deckte sich mit den Erkenntnissen aus der Forschungsliteratur (vgl. z. B. Dicks et al., 2010a; McMorris & Colenso, 1996; McMorris et al., 1993; Smeeton & Williams, 2012). Als antizipationsrelevante Zeiträume konnten dabei die Phasen kurz vor dem Ballkontakt des Schützen (-40 ms), zum Ballkontakt und kurz danach (+40 ms) identifiziert werden.

Hypothese 2 („Die Antizipationsleistung liegt bzgl. der Schussseite höher als bzgl. der Schusshöhe“) konnte für beide Teilstudien angenommen werden, was mit den

bisherigen Erkenntnissen aus der Literatur übereinstimmte (vgl. z. B. McMorris et al., 1993; Neumaier et al., 1987; Savelsbergh et al., 2002; Williams & Burwitz, 1993). Hervorzuheben ist dabei für Teilstudie 1, dass die Antizipationsleistung bzgl. der Schusshöhe erst zu dem Zeitpunkt über das Niveau der Ratewahrscheinlichkeit anstieg, zu dem erste Ballfluginformationen zur Verfügung standen. Somit lässt sich die Erkenntnis, dass die Antizipationskorrektheit einen signifikanten Anstieg zum Zeitpunkt nach dem Ballkontakt des Schützen erfuhr, vor allem auf die deutliche Zunahme der vertikalen Antizipationskorrektheit zu diesem Zeitpunkt zurückführen.

Hypothese 3 („Die Antizipationsleistung nimmt mit wachsender Situationskomplexität ab“) konnte für *Teilstudie 1* eindeutig bestätigt werden. Die einzige Ausnahme stellte dabei die Situation „2:2“ dar. Die Resultate ließen klar erkennen, dass um den Zeitpunkt des Ballkontakts (kurz davor und zum Ballkontakt) einfachere Situationen besser antizipiert wurden. Zu früheren Zeitpunkten der Schussausführung zeigten sich diese Vorteile noch nicht, da die korrekte Schussrichtung in sämtlichen Situationen kaum erkannt werden konnte. Zum spätesten Zeitpunkt (40 ms nach dem Ballkontakt des Schützen) lagen ausreichende Informationen vor, dass auch in den komplexeren Situationen eine korrekte Vorhersage möglich wurde, so dass auch hier keine Leistungsunterschiede mehr ersichtlich wurden. In *Teilstudie 2* traten hypothesenkonforme Ergebnisse für die Analyse des *Entscheidungszeitpunkts* auf (erneut mit Ausnahme der Situation „2:2“). Bzgl. der Variablen *Antizipationsleistung* und *Antizipationskorrektheit* waren solch eindeutigen Resultate nicht erkennbar.

Im Zusammenhang mit *Hypothese 4* („Die Antizipationsleistung bei Gruppen eines oberen Leistungsniveaus (Faktor ‚Können‘) liegt höher als bei Gruppen eines unteren Leistungsniveaus“) konnte in keiner der beiden Teilstudien für die situationsunabhängigen Auswertungen ein hypothesenkonformer Unterschied zwischen den Leistungsgruppen detektiert werden. In Teilstudie 2 erbrachte die situationsspezifische Analyse jedoch signifikante Differenzen zwischen den Gruppen der Landesverbandsauswahltorhüter und der „mittelklassigen“ Torhüter (entgegen der Hypothese wurde die Differenz zwischen der Landesverbandsauswahltorhütern und den „unterklassigen“ Torhütern allerdings nicht signifikant). Da die Ergebnisse offensichtlich in hohem Maße von den Situationen in den dargebotenen Videos abhängig waren, wird die große Bedeutung der situationsspezifischen Betrachtungen unterstrichen. Des Weiteren wird beim Vergleich der Ergebnisse der beiden Teilstudien ersichtlich, dass die Art der Untersuchungsmethodik einen Einfluss auf die Antizipationsleistung hat (vgl. auch Dicks et al., 2010b). Als eine mögliche Ursache dafür, dass sich in keiner der Teilstudien zwischen den Leistungsgruppen die erwarteten Differenzen einstellten, kann die Konfundierung zwischen den Faktoren *Leistung* und *Alter* angeführt werden, die durch die Gruppenzusammensetzungen erzeugt wurde (siehe auch Abschnitt „Kritikpunkte“ in diesem Kapitel). Für Teilstudie 1 liegt ein weiterer plausibler Grund für die Ergebnisse in der mangelhaften Zuver-

lässigkeit, mit der die Daten über das temporal occlusion-Paradigma erfasst wurden.

Die Prüfung von *Hypothese 5* („Die Antizipationsleistung erfahrenerer Torhüter liegt höher als die unerfahrenerer Torhüter“) erbrachte in Teilstudie 1 lediglich bei der situationsspezifischen Betrachtung für Situation „1:0_Ruhe“ die erwarteten statistisch bedeutsamen Unterschiede zwischen den Altersgruppen. Dieses Ergebnis ist relevant, da Situation „1:0_Ruhe“ den Elfmetersituationen entsprach, durch die andere Forschergruppen Antizipationsvorteile erfahrener Torhüter im Vergleich zu unerfahreneren Torhütern beobachten konnten (vgl. z. B. Noe et al., 1990; Williams & Burwitz, 1993). Für Teilstudie 2 konnte die Hypothese durch den Vergleich der Altersgruppen „Alt“ und „Jung“ angenommen werden. Auswertungen zwischen den beiden Landesverbandsauswahltorhütern der U15 und U18, bei denen eine deutliche Unterscheidung bzgl. des Faktors *Erfahrung* möglich war, ergaben durchgängig bessere Antizipationsleistungen für die erfahreneren Torhüter der U18. Dadurch konnte für die Untersuchungsmethode des „selbstbestimmten Antizipationszeitpunkts“ (Reaktionszeitparadigma) die entscheidende Bedeutung des Faktors *Erfahrung* für die Antizipationsleistung erkannt werden (vgl. auch Abernethy, 1988, Ward & Williams, 2003).

Ergebnisse hinsichtlich der Antizipationsleistung auf kognitiver Ebene

Die Auswertungen der Antizipationsleistung auf kognitiver Ebene, die durch Analysen der Blickbewegungen der Probanden ermöglicht wurden, dienten der Beantwortung inhaltlicher Fragestellungen.

Bzgl. *Hypothese 6* („Das Blickverhalten unterscheidet sich zwischen korrekt und falsch antizipierten Schüssen“) konnten in Teilstudie 1 in jeder der vier Situationen Belege für deren Annahme angeführt werden, während in Teilstudie 2 diesbezüglich statistisch bedeutsame Differenzen lediglich in Situation „1:1“ auftraten (was eine Übereinstimmung darstellt mit den Befunden von Savelsbergh et al., 2002). In Teilstudie 1 zeigten sich eindeutige Unterschiede in allen Situationen bzgl. der Areale „Standbein“ und „Undefiniert“. Dabei fielen die Resultate ausnahmslos so aus, dass bei korrekt antizipierten Schüssen signifikant mehr Blickanteile auf das AOI „Standbein“ entfielen, während bei falsch vorhergesagten Schüssen signifikant höhere Blickanteile auf dem AOI „Undefiniert“ lagen. Dieses Blickverteilungsmuster trat in dieser Form auch in Situation „1:1“ der Teilstudie 2 auf (vgl. auch Franks & Harvey, 1997; Kim & Lee, 2006; Neumaier et al., 1987). Die unterschiedlichen Ergebnisse für die anderen Situationen im Vergleich der beiden Teilstudien miteinander könnte – neben dem Einfluss der Untersuchungsmethode – darauf zurückgeführt werden, dass in die Analysen von Teilstudie 2 weniger Probandendaten einfließen konnten (vgl. Kap. 4.2.6.4). Die Überprüfung, ob sich das Blickverhalten auf die AOI „Standbein“ und „Undefiniert“ bei korrekt antizipierten Schüssen zwischen den vier unterschiedlich komplexen Situationen unterscheidet, ergab für beide Teilstudien, dass das Areal „Standbein“ in Situation „1:0_Ruhe“ signifikant seltener betrachtet wurde als in den anderen Situationen, das Areal „Undefiniert“ hingegen häufiger. Somit ließ sich für das Areal „Undefiniert“ festhalten, dass für eine korrek-

te Antizipation nur ein gewisser Blickanteil auf dieses Areal entrichtet werden durfte, da zu hohe Blickanteile schlechtere Antizipationsleistungen zur Folge hatten. Zudem unterstrichen die Ergebnisse die Sonderstellung der Situation „1:0_Ruhe“ im Vergleich zu den drei komplexeren Situationen, in denen ein rollender Ball auf das Tor geschossen wurde. Dadurch wird die Annahme unterstützt, dass die Resultate bzgl. des Blickverhaltens aus vorangegangenen Elfmeter-Untersuchungen nicht bedenkenlos auf komplexere Situationen mit Torschüssen aus dem Spielverlauf heraus übertragbar sind.

Zur Prüfung von *Hypothese 7* („Das Blickverhalten unterscheidet sich innerhalb der vier unterschiedlich komplexen Situationen zwischen Torhütern mit unterschiedlicher Erfahrung“) wurden die Blickbewegungsdaten der U15- und U18-Landesverbandsauswahltorhüter miteinander verglichen. In Teilstudie 1 zeigte sich, dass die Torhüter der U18 in Situation „1:1“ signifikant häufiger das AOI „Standbein“ betrachteten, während die Torhüter der U15 in dieser und der Situation „2:2“ signifikant häufiger „undefinierte“ Areale anvisierten. In Teilstudie 2 verwendeten die Torhüter der U18 signifikant höhere Blickanteile auf das AOI „Standbein“ in den Situationen „1:1“ und „2:2“, wohingegen die Torhüter der U15 in allen vier Situationen signifikant häufiger auf „undefinierte“ Areale blickten. Übergreifend konnte somit konstatiert werden, dass die Torhüter der U18 situationsübergreifend häufiger das Areal „Standbein“ betrachteten, die Torhüter der U15 hingegen verstärkt die „undefinierten“ Bereiche.

Als eine der Besonderheiten der Auswertungen der kognitiven Daten der empirischen Untersuchung ist die *prozessorientierte Betrachtungsweise* der Blickbewegungsdaten zu sehen, durch die es möglich wurde, neben den Arealen auch die Zeitpunkte zu identifizieren, zu denen die antizipationsrelevantesten Informationen von den Probanden aufgenommen wurden. So konnte erfasst werden, dass die Bedeutung des Areals „Standbein“ für korrekte Antizipationen häufig ab dem Zeitpunkt -2 (80 ms vor dem Ballkontakt des Schützen) drastisch zunimmt, wohingegen ab diesem Zeitpunkt die Blickanteile auf „undefinierte“ Areale deutlich zurückgehen. Ähnliche Resultate wurden auch beim Vergleich der Landesverbandsauswahltorhüter der U15 mit denen der U18 ersichtlich.

Fazit

Als *Fazit* der empirischen Untersuchung der Antizipationsleistung von Fußballtorhütern kann zunächst resümiert werden, dass der Vergleich der eigenen Ergebnisse mit denen aus der Forschungsliteratur dazu führte, dass einige bestätigt werden konnten, andere wiederum nicht. Dies ist zu einem Großteil darauf zurückzuführen, dass bereits der Forschungsstand zu diesem Thema sehr heterogen ist.

Zudem ist festzuhalten, dass die eingesetzte Untersuchungsmethode (temporal occlusion- vs. Reaktionszeitparadigma) einen großen Einfluss auf die Ergebnisse besaß. Aufgrund der Reliabilitätsanalysen bleibt diesbezüglich die Erkenntnis, dass das Setting, wie es in Teilstudie 2 eingesetzt wurde, deutlich zuverlässigere Ergebnisse hervorbrachte als dies in Teilstudie 1 der Fall war.

Des Weiteren ist zu betonen, dass sich bei den Vergleichen der Altersgruppen sehr konstant ein Antizipationsvorteil der älteren Torhüter zeigte, die Antizipationsleistung demnach zu einem Großteil auf den Faktor *Erfahrung* zurückgeführt werden konnte.

An dieser Stelle ist auch die Relevanz der unterschiedlich komplexen Situationen nochmals hervorzuheben. In den drei Situationen „1:0_Ruhe“, „1:0_Dribbling“ und „1:1“ war deren Einfluss auf die Antizipationsleistung deutlich erkennbar, was u. a. zu der Schlussfolgerung führte, dass bisherige Erkenntnisse aus Elfmeteruntersuchungen nicht problemlos auf komplexere Spielsituationen übertragbar sind. Bzgl. der Situation „2:2“ zeigte sich, dass diese in der eingesetzten Form für eine Leistungsdiagnostik weniger tauglich sind.

In Bezug auf die Frage nach antizipationsrelevanten Arealen, konnte eindeutig gezeigt werden, dass dem AOI „Standbein“ eine herausragende Rolle ab dem Zeitpunkt kurz vor dem Ballkontakt des Schützen zukommt. In diesem Zusammenhang muss erörtert werden, ob die Bedeutung des Standbeins auch aus Sicht der Praxis nachvollziehbar ist und daraus praxisrelevante Implikationen abgeleitet werden können. Wenn man sich den Bewegungsablauf eines Schützen während der Schussausführung vergegenwärtigt, erscheint eine Fokussierung auf das Standbein plausibel. So kann bspw. der Abstand des Standbeins zum Ball bereits den Schuss in eine der Torecken unwahrscheinlich werden lassen. Befindet sich das Standbein nah am Ball (bzw. setzt der Standfuß nah am Ball auf), wird rein motorisch eine Schussabgabe auf die Seite des Standbeins erschwert. Liegt dagegen zwischen Standbein und Ball ein größerer Abstand, so erhöht sich die Wahrscheinlichkeit für einen Schuss in die standbeinnahe Torseite. Allerdings gilt im Zusammenhang mit dieser Argumentationslinie zu betonen, dass vom Schützen auch Standbeinpositionen eingenommen werden können, die Schüsse auf beide Seiten des Tores zulassen. Die Nutzung des Areals „Standbein“ als Informationsquelle besitzt einen praxisrelevanten Vorteil z. B. gegenüber der Fokussierung auf das Schussbein. Das Standbein wird zu einem Zeitpunkt der Schussausführung aufgesetzt, der dem Torhüter ausreichend großen zeitlichen Spielraum lässt, um die aus diesem Areal aufgenommenen Informationen zu verarbeiten und eine Abwehrbewegung vorzubereiten, bevor der Ball auf das Tor geschossen wird. Kritisch dabei ist jedoch, dass das Standbein höchstwahrscheinlich lediglich Informationen über die Schussseite transportiert und damit bzgl. der Vorhersage der Schusshöhe andere, möglicherweise erst zu einem späteren Zeitpunkt der Schussausführung zur Verfügung stehende Areale relevant werden. Dennoch ist zu betonen, dass das Wissen um die Relevanz des Standbeins für eine korrekte Schussantizipation in Trainingsstudien zu einer Verbesserung der Vorhersageleistung führte (vgl. z. B. Franks & Harvey, 1997).

Abschließend ist allerdings zu betonen, dass sowohl in Teilstudie 1 als auch in Teilstudie 2 in allen Situationen auch bei korrekten Antworten verhältnismäßig hohe prozentuale Blickanteile auf „undefinierte“ Areale entfielen. Unter Betrachtung dessen, dass – neben Blicken, die vom Eye-Tracking-System technisch nicht präzise

erfasst wurden – darunter Blicke sein können, die zum Zwecke der peripheren Informationsaufnahme zwischen zwei oder mehrere definierte Areale gesetzt wurden, wird die Formulierung daraus ableitbarer Hinweise für die Praxis unmöglich. Button et al. (2011) plädieren aufgrund solcher Resultate dafür, Abstand davon zu nehmen, dass ein einziges, verallgemeinerbares Blickverhalten existiert, das die korrekte Antizipation zulässt. Somit kann konstatiert werden, dass das Areal „Stand-bein“ als für die erfolgreiche Antizipation wichtigster, aber nicht alleinverantwortlicher Bereich identifiziert werden konnte.

Kritikpunkte

In Kapitel 3.4 wurden einige Kritikpunkte aufgeführt, die bei der Analyse des Forschungsstandes zur Antizipation von Fußballtorhütern identifiziert wurden. Wie bereits zu Beginn des besagten Kapitels angeführt, liefern viele dieser Kritikpunkte kein direktes Indiz für die Qualität einer Untersuchung, sondern resultieren oftmals aus Gegebenheiten, deren Veränderung nicht in der Macht des Versuchsleiters liegt. Unter Berücksichtigung der getätigten kritischen Anmerkungen wurde das experimentelle Setting für die eigenen empirischen Studien erstellt. Dennoch treten auch bzgl. dieser Untersuchungen in der retrospektiven Betrachtung nach Abschluss der Auswertungen einige Kritikpunkte zutage, die an dieser Stelle benannt und diskutiert werden sollen. Dabei handelt es sich zum einen um konkrete Probleme, die im Verlauf der Untersuchung auftraten, zum anderen aber auch um allgemeine, in der Literatur im Zusammenhang mit vergleichbaren Studien regelmäßig erscheinende Kritikpunkte. Analog zu dem Vorgehen in Kapitel 3.4 werden die kritischen Punkte in Aspekte unterteilt, die sich auf 1) die *Vorbereitung*, 2) die *Durchführung* und 3) die *Datenauswertung* und *-interpretation* der Untersuchung beziehen.

1) *Untersuchungsvorbereitung*

Hinsichtlich der Vorbereitungen, die im Vorfeld der empirischen Studien getätigt wurden, kann zunächst der ausgewählte *Untersuchungsgegenstand* per se kritisch diskutiert werden. Eines der Ziele, das mit der Konzeption der beiden Studien verfolgt wurde, war das Aufbrechen der in der Forschungslandschaft bis dato vorherrschenden Fokussierung auf Elfmeterstudien, die im Zusammenhang mit der Analyse der Antizipation von Fußballtorhütern nahezu ausnahmslos Anwendung finden (für eine ausführliche Begründung siehe Kap. 3.4). Die Wahl der Stimulusszenen fiel auf vier unterschiedliche, komplexere Spielsituationen. Der Unterschied zwischen den Situationen wurde erzeugt, indem sukzessive mehr Mit- und/oder Gegenspieler im Blickfeld der Versuchspersonen zu sehen waren. In der Situation mit dem höchsten hier verwendeten Komplexitätsgrad („2:2“) waren insgesamt vier Spieler zu sehen (vgl. Abbildung 35 in Kap. 4.2.3.2). Der Grundgedanke dahinter war zunächst, dass durch den Einsatz dieser Stimuli die dadurch gewonnenen Er-

kenntnisse direkter in die Praxis eines Fußballspiels übertragen werden können. Dies ist mit Daten aus Elfmeterstudien mit weitaus größeren Schwierigkeiten verbunden. Unabhängig von den tatsächlich erzielten Ergebnissen handelt es sich dabei um einen logischen Schritt. Die Kritik, die diesbezüglich geäußert werden kann, bezieht sich auf die – im Vergleich zu einem realen Fußballspiel – immer noch deutlich geringere Anzahl der Spieler im Blickfeld des Torhüters. Wenn man der Argumentationslinie von Vickers (2007) folgt, vergrößert sich durch das Einblenden zusätzlicher Spieler der „visuomotor workspace“ sukzessive, was für den Torhüter eine erhöhte Kapazitätsbereitstellung für Informationsverarbeitungsprozesse zur Konsequenz hat (vgl. Kap. 2.2.1.2). Es könnte nun also kritisiert werden, dass auch durch den Einsatz einer „2:2“-Situation die tatsächliche Umgebung eines Torhüters auf dem Spielfeld nicht adäquat abgebildet ist. Das gewählte Vorgehen lässt sich aus inhaltlicher Sicht damit begründen, dass zunächst erst mal geprüft werden musste, ob die Veränderung der Situationskomplexität überhaupt einen Einfluss auf die Antizipationsleistung in einer Laboruntersuchung ausübt.

Die Erstellung der Videos kann dennoch Gegenstand eines Kritikpunktes sein. Die Position der Videokamera musste so gewählt werden, dass auch in der „2:2“-Situation zu jedem Zeitpunkt sämtliche Spieler zu sehen waren. Trotz eines Weitwinkelobjektivs resultierte aus dieser Bedingung, dass die Kamera zentral auf der Torlinie aufgestellt werden musste (vgl. Kap. 4.2.1.2). Dies bedeutete für die Untersuchungsdurchführung, je nach aktuell dargebotener Videosequenz, jedoch eine weitere Reduzierung der ökologischen Validität. In einer realen Spielsituation würde ein Torhüter bei den Szenen, die in den Studien dieser Arbeit präsentiert wurden, nicht auf der Torlinie verharren, sondern dem Ball zumindest etwas entgegengehen und sich ggf. auch vertikal verschieben. Der daraus entstehende veränderte Blickwinkel auf den Gegenspieler kann durch die verwendeten Videos nicht abgebildet werden. Dabei handelt es sich jedoch um ein Problem, dass in einer Laboruntersuchung nur schwer zu beheben ist, da sowohl „Kameraschwenks“ als auch „Kamerafahrten“ der Versuchsperson ein fremdes Bewegungs- und Blickverhalten oktroyieren würden, was wiederum zu Verzerrungen in den Ergebnissen führen könnte. Einen möglichen Lösungsansatz stellt diesbezüglich z. B. der Einsatz von „virtuellen Realitäten“ dar, der es der Versuchsperson unter kontrollierten Laborbedingungen erlauben würde, sich verhältnismäßig frei zu bewegen.

In Bezug auf die eingesetzten Videos kann zudem kritisch angemerkt werden, dass trotz des höchsten Komplexitätsgrades in Situation „2:2“ die Abwehrspieler aufgrund eines vorangegangenen Doppelpasses der beiden Stürmer bei der Schussausführung verhältnismäßig weit vom Schützen entfernt sind. Im Gegensatz dazu findet in der Situation „1:1“ ein Ablauf statt, bei dem sich Schütze und Verteidiger in unmittelbarer Nähe zueinander befinden. Aufgrund der räumlichen Nähe der Spieler in Situation „1:1“ und der Distanz in Situation „2:2“ kann es somit sein, dass der durch den Einsatz unterschiedlich komplexer Situationen intendierte Effekt, bei der Versuchsperson eine Erhöhung der Informationsverarbeitungskapazität zu provozieren, lediglich in Situation „1:1“ erfolgreich ist. Dies ist auch eine mögliche Erklärung

rung für einige der Resultate, die in den beiden empirischen Studien gefunden wurden (vgl. Kap. 4).

2) Untersuchungsdurchführung

An der Schnittstelle zwischen Untersuchungsvorbereitung und -durchführung liegt der Kritikpunkt, der bzgl. der ausgewählten Personenstichprobe geäußert werden kann. Im Vorfeld der Untersuchungen war geplant, sechs gleichgroße Untersuchungsgruppen zu testen, die sich aus Torhütern dreier Leistungsniveaus („Experten“, „Intermediates“, „Novizen“) sowie jeweils zweier Altersklassen (U15 und U18) zusammensetzen. Während es bei vielen anderen Studien, die sich des Experten-Novizen-Paradigmas bedienen, oftmals problematisch ist, eine angemessene Zahl an Experten zu akquirieren, war es im vorliegenden Fall nicht möglich, ausreichend viele „mittel- und unterklassige“ Torhüter für eine Untersuchungsteilnahme zu gewinnen. Aufgrund dessen konnten auf diesem Leistungsniveau nur Gruppen mit relativ geringen Fallzahlen erstellt werden (vgl. Kap. 4.2.2). Um dennoch auch inferenzstatistische Analysen vornehmen zu können, war es notwendig, aus den sechs Untergruppen drei Gruppen zusammenzustellen, die unterschiedliche Leistungsniveaus abbilden sowie zwei Gruppen, die sich hinsichtlich ihrer Erfahrung (hier ihres Alters) unterscheiden. Als negative Konsequenz liegt in den zusammengefassten Gruppen somit eine Konfundierung von Leistungsniveau und Erfahrung vor. Dies gilt es in zukünftigen Untersuchungen zu vermeiden, um die generierten Ergebnisse zuverlässiger den Einflüssen der beiden Faktoren zuordnen zu können. Weitere kritische Aspekte beziehen sich auf den Einsatz des *Eye-Tracking-Systems*. Ein allgemeines Problem bei sämtlichen Eye-Tracking-Systemen besteht darin, dass ausschließlich Daten erfasst werden, die aus dem fovealen Bereich des Probanden stammen. Aussagen darüber, in welchem Ausmaß Informationen über das periphere Gesichtsfeld aufgenommen wurden, können durch diese Systeme nicht getätigt werden (vgl. 3.2.2.2). Diese Kritik kann dadurch etwas entkräftet werden, dass nach der „Eye-Mind“-Hypothese (Just & Carpenter, 1987) davon ausgegangen werden kann, dass in der Regel die Aufmerksamkeit mit dem fovealen Fokus übereinstimmt. Dennoch kann bei der Interpretation von Eye-Tracking-Daten nicht gänzlich ausgeschlossen werden, dass auch über das periphere Sehen relevante Informationen aufgenommen wurden, die für den Versuchsleiter nicht quantifizierbar sind. Ein nächster Kritikpunkt bezieht sich auf die *Art des Blickbewegungssystems*, dass in Teilstudie 1 und 2 zum Einsatz kam. Es handelte sich dabei um einen statischen Eye-Tracker, der für gewöhnlich an einem PC-Bildschirm oder Fernseher befestigt wird, um die Blickbewegungen von Probanden aufzunehmen, deren Kopf mittels Kinnstütze fixiert ist. Dadurch wird gewährleistet, dass die Qualität der Blickbewegungsdaten nicht durch Kopfbewegungen verringert wird. Im Setting der in dieser Arbeit beschriebenen Untersuchung wurde der Eye-Tracker auf einem Stativ angebracht, das sich vor dem Stehpult befand, hinter dem die Versuchsperson positioniert wurde (vgl. Kap. 4.2.4). Dabei wurde bewusst auf eine Fixierung des Kopfes verzichtet, um die Realitätsnähe des

Aufbaus nicht weiter zu reduzieren. Möglicherweise hätte diese Fixierung zu etwas genaueren Blickbewegungsdaten geführt, jedoch wurde die Genauigkeit der Messungen (zusätzlich zur Kalibrierung und Validierung der Blicke zu Beginn jeder Studie) während der Untersuchung online auf einem Bildschirm kontrolliert und bei Bedarf die Position der Versuchsperson korrigiert. Zukünftig ist es aber dennoch ratsam, in ähnlichen Settings auf Eye-Tracking-Brillen zurückzugreifen, mit denen sich der Proband relativ frei im Raum bewegen kann, ohne Qualitätseinbußen zu verursachen.

Der nächste Kritikpunkt bezieht sich auf die in den letzten Jahren vielfach diskutierte *Wahrnehmungs-Handlungs-Kopplung* (siehe Kap. 2.2.1.2). Die entsprechenden Theorien, die im Rahmen des Theorieteils dieser Arbeit vorgestellt wurden, postulieren eine gegenseitige Beeinflussung von Wahrnehmungs- und Handlungsvorgängen. Nur wenn diese Verknüpfung auch in Laborsituationen gegeben ist, können Ergebnisse generiert werden, die mit denen in einer Realsituation vergleichbar sind. Wird bei einer Aufgabe, die in der Realität eine motorische Handlung erfordert (wie im Falle eines Fußballtorhüters), diese im Labor weitestgehend unterdrückt – bspw. durch die Antwortabgabe via PC-Tastatur – wird vornehmlich der ventrale Verarbeitungspfad im Gehirn aktiviert, der dorsale dagegen deutlich weniger. Dadurch finden andere kognitive Verarbeitungsschritte statt als normalerweise, so dass sich das auch in den entsprechenden Daten der Laboruntersuchung niederschlägt. Aus diesem Grund erfolgte die Antwortabgabe über Taster, zu deren Betätigung eine vergleichsweise große motorische Armbewegung nötig war (vgl. Kap. 4.2.4). Natürlich kann diese Bewegung nicht mit einem Hechtsprung verglichen werden, den der Torhüter in einem Fußballspiel zur Abwehr eines Schusses ausführen muss, dennoch handelt es sich bei diesem Tastendruck um eine Annäherung an die Realität im Vergleich zur Antwortabgabe mittels Tastatur. Eine zusätzliche Entkräftigung erfährt dieser Kritikpunkt dadurch, dass zu dem Zeitpunkt, zu dem die Videos in Teilstudie 1 abgebrochen wurden oder zu dem sich in Teilstudie 2 die Probanden durchschnittlich für eine Schussrichtung entschieden haben, die Handlung noch eine untergeordnete Rolle spielte, da der Ball vom Schützen noch nicht berührt wurde.

3) Datenauswertung und -interpretation der Untersuchung

Bzgl. der Datenauswertung besteht ein weiterer problematischer Aspekt im Zusammenhang mit dem eingesetzten *Eye-Tracking-System* in der relativ niedrigen Hertz-Rate von 60 Bildern pro Sekunde, mit der die Blickbewegungen erfasst werden (vgl. Kap. 4.2.4). Diese liegt zu niedrig, um bspw. Analysen durchzuführen, die sich auf Sakkaden beziehen. Unter anderem aus diesem Grund wurde für die Datenauswertung auf die Rohdaten der Blickbewegungen zurückgegriffen, auch wenn diese größerem „Rauschen“ unterliegen. Des Weiteren muss erwähnt werden, dass bei einer Frequenz von 25 Hz, mit der die Videostimuli ausgestrahlt wurden, für jedes Videoframe 2.4 Blickbewegungsdaten erfasst werden, die sich jedoch an unterschiedlichen Stellen auf dem Stimulus befinden können. Diesem Problem wurde

begegnet, indem die entsprechende Anzahl an Blickdaten zu einem Wert verrechnet wurde; dennoch bleiben auch durch dieses Vorgehen weiterhin Ungenauigkeiten erhalten.

Ebenfalls nicht ohne Nachteile ist die Auswertung der Blickbewegungen mittels vom Versuchsleiter definierten AOI ("Areas of Interest"; vgl. Kap. 4.2.3.3). Diese Auswertungsstrategie besitzt den Vorteil, dass die Blicke, die solch ein AOI treffen, automatisch ausgezählt werden können. Schwierigkeiten entstehen dabei, wenn sich zwei oder mehrere AOI überlagern, wie es z. B. während des Laufens bei Schuss- und Standbein der Fall sein kann. In solchen Fällen wird aus nachvollziehbaren Gründen das vordere AOI als das betrachtete identifiziert. Ein verfälschender Einfluss entsteht dann, wenn die Versuchsperson eigentlich das dahinter liegende AOI mit seinem Blick verfolgt und somit keinerlei Informationen aus dem vorderen Areal bezieht. Diesem Problem kann lediglich mit „Frame-by-Frame“-Auswertungen oder entsprechenden Algorithmen begegnet werden, die in den vorliegenden Untersuchungen aber keine Anwendung fanden. Bei den Blickbewegungen, die in Teilstudie 1 und 2 aufgenommen wurden, wird aufgrund der Videodarstellungen davon ausgegangen, dass es lediglich sehr selten zu den beschriebenen Überlagerungen kommt. Problematisch kann zudem sein, dass diverse Areale zu bestimmten Zeitpunkten der Videopräsentation unterschiedlich groß abgebildet sind. Dies betrifft bspw. bei einem Torschuss das Areal der Hüfte, wenn der Schütze den Oberkörper nach vorne neigt. Da in den empirischen Untersuchungen dieser Arbeit nahezu ausschließlich die unteren Extremitäten, der Ball oder undefinierte Areale betrachtet wurden, kann auch dieses Problem weitestgehend ignoriert werden. Eine für die hier beschriebenen Studien relevante Schwierigkeit liegt allerdings in der Definition der AOI. Diese ist der subjektiven Einschätzung der Person unterworfen, die die Grenzen der AOI festlegt. Relativ schwierig ist die Festlegung auf Bereiche des Körpers, die z. B. die Hüfte begrenzen. Dort stellt sich die Frage, wo die Hüftregion endet und der Oberkörper beginnt. Somit ist vor allem bei dynamischen Stimuli ein gewisser interpretativer Anteil in den Blickbewegungsauswertungen integriert. Dieses Problem betrifft die Auswertungsobjektivität, die dadurch überprüft werden könnte, dass eine zweite Person eine erneute AOI-Festlegung trifft und die beiden Definitionen anschließend miteinander verglichen werden.

Ein letzter Kritikpunkt, der an dieser Stelle problematisiert wird, bezieht sich auf die im Zuge der Konsistenzanalysen von Teilstudie 1 durchgeführte Szenenselektion. Dabei wurden aufgrund schlechter Reliabilitätskennziffern Szenen aus der Testbatterie entfernt, die gewissen Einschlusskriterien nicht genügten (vgl. 4.2.6.2). Dieses Vorgehen ist im Sinne einer Itemselektion vertretbar und (vor allem bei der Erstellung von psychologischen Fragebogenstudien) auch üblich. Jedoch hätte bzgl. der hier verwendeten Videos eine Vorstudie stattfinden sollen, um die Eignung der Videos experimentell zu prüfen. Eine negative Auswirkung dieser a posteriori durchgeführten Selektion ist, dass in Teilstudie 1 für die Situation „2:2“ lediglich eine von vier Szenen (fünf Videos) in die Analysen einfließen konnte.

Ausblick

Die diversen Auswertungen, die im Kontext der temporal occlusion-Teilstudie 1 und Teilstudie 2, in der die Probanden den Antizipationszeitpunkt selbst bestimmen konnten, vorgenommen wurden, liefern Indizien dafür, dass das Setting von Teilstudie 2 das Potenzial besitzt, nach einigen Modifikationen als kognitive Leistungsdiagnostik eingesetzt werden zu können. Diese Modifikationen beziehen sich u. a. auf Kritikpunkte, die im vorangegangenen Abschnitt dieses Kapitels diskutiert wurden.

Innerhalb des *Untersuchungsaufbaus* könnten zunächst die Stimulusvideos der Situation „2:2“ abgeändert werden, da deren Einsatz in der aktuellen Form als problematisch einzustufen ist. Diesbezüglich müsste bei der Videoerstellung darauf geachtet werden, dass sich die Zahl der Spieler erhöht, die (mehr oder weniger) aktiv in das Geschehen kurz vor dem Torschuss eingreifen können. Dies ist bislang ein Kennzeichen der Videos in Situation „1:1“ (siehe Abbildung 35 in Kap. 4.2.3.2). Dort findet meistens bis unmittelbar vor dem Torschuss ein Zweikampf statt, so dass die Aktionen des Verteidigers zumindest über das periphere Sehen Aufmerksamkeitsanteile des Torhüters auf sich ziehen. In einigen bisherigen Videos der Situation „2:2“ befinden sich die Verteidiger hingegen etwas zu weit entfernt vom Schützen, um dem Torhüter vermitteln zu können, dass ein Eingriff ihrerseits in das Geschehen noch möglich wäre. Eine andere Möglichkeit bestünde darin, zum Zwecke der kognitiven Leistungsdiagnostik vollständig auf die Situation „2:2“ zu verzichten und den Fokus auf die drei anderen Situationen zu legen, bzgl. derer bereits in der in dieser Arbeit vorgestellten Untersuchung zufriedenstellende Ergebnisse erzielt wurden.

Eine weitere wichtige Stellschraube, die in weiterführenden Untersuchungen verändert werden sollte, ist die Zusammensetzung der Personenstichprobe. Wie bereits in der Kritik zu dieser Arbeit angeführt, kann in den hier getesteten Untersuchungsgruppen keine eindeutige Trennung der Faktoren „Leistungsniveau“ und „Erfahrung“ stattfinden, so dass diese miteinander konfundieren. Zukünftig ist also zu beachten, dass sich die verschiedenen Untersuchungsgruppen hinsichtlich des Leistungsniveaus und der Erfahrung unterscheiden (so wie es für die in dieser Arbeit beschriebene Untersuchung ursprünglich geplant war).

Eine optionale Optimierungsmöglichkeit besteht hinsichtlich des Eye-Tracking-Systems, das zur Erfassung der Blickbewegungen der Probanden eingesetzt wird. Das bisher verwendete statische System hat den Nachteil, dass sich die Torhüter bei der Betrachtung der Videos kaum bewegen dürfen, um die Qualität der Blickbewegungsdaten nicht zu verringern. Realitätsnähere Laborsituationen könnten geschaffen werden, wenn die Probanden mit Eye-Tracking-Brillen ausgestattet werden würden, so dass sie sich bei gleichbleibender Erfassungsqualität relativ frei im Raum bewegen könnten. Wenn diese technische Veränderung vollzogen wird, können auch Überlegungen bzgl. einer Answerfassung angestellt werden, die großmotorischer und damit im Idealfall ebenfalls realitätsnäher ist.

Ein zuverlässiges und valides Messinstrument ist einer der wichtigen Bausteine, um eine kognitive Leistungsdiagnostik in die Praxis implementieren zu können. Darüber hinaus wird es aber auch notwendig, Normwerte zu erstellen, um die diagnostizierten Torhüterleistungen bewerten zu können. Im Kontext von Teilstudie 2 wären Normwerte bzgl. aller abhängigen Variablen relevant (*Antizipationsleistung* und deren Komponenten *Antizipationskorrektheit* und *Entscheidungszeitpunkt*). Diese ließen Aussagen darüber zu, wie die gesamte Antizipationsleistung einer Versuchsperson im Vergleich zu anderen (im Idealfall sehr guten) Torhütern einzustufen ist und in welchem Teilbereich der Antizipationsleistung evtl. noch Verbesserungsmöglichkeiten bestehen. Der Einsatz von Normwerten setzt allerdings voraus, dass auch das Setting, in dem weitere Torhüter getestet werden, streng normiert ist. So wäre es notwendig, dass die Torhüter im Sinne einer längsschnittlichen Diagnostik in regelmäßigen Abständen die Testbatterie absolvieren müssten, die immer aus denselben Videos besteht. Realistisch wird dies erst, wenn Testungen im halbjährlichen Rhythmus stattfinden könnten, um Testgewöhnungseffekte auszuschließen und wenn der Pool an Stimulusvideos groß genug wäre, um eine gewisse Variabilität innerhalb der Testbatterie zu gewährleisten.

Wenn es möglich ist, zumindest die als notwendig erachteten Modifikationen für das Setting von Teilstudie 2 umzusetzen, könnte in einer Folgeuntersuchung erneut geprüft werden, ob ein in der Realität existierendes unterschiedliches Leistungs-niveau auch durch das optimierte Laborsetting abbildbar wird. Sollte dies der Fall sein, könnten zum einen dahingehend Überlegungen angestellt werden, welche Schritte vollzogen werden müssten, um diese kognitive Leistungsdiagnostik flächendeckend bspw. zum Zwecke der Talentsichtung einzusetzen (u. a. die Erstellung von Normwerten). Zum anderen könnten neue Fragestellungen bearbeitet werden, die sich bspw. auf die Nutzung des Settings als Antizipationstraining beziehen.

Abschließend ist zu betonen, dass mit dem hier vorgestellten Setting von Teilstudie 2 erfolgreich der Grundstein dafür gelegt wurde, um nach Umsetzung einiger Modifikationen ein geeignetes Instrument zu erhalten, das als kognitive Leistungsdiagnostik für Fußballtorhüter eingesetzt werden kann. Dennoch ist darauf hinzuweisen, dass auch nach dem Gelingen einer solchen Konzeption durch die Diagnostik nur ein Teilbereich dessen abgedeckt werden kann, was einen guten Torhüter ausmacht. Weitere wichtige Aspekte wie die motorischen oder taktischen Komponenten (z. B. Sprungkraft; Stellungsspiel etc.) werden nicht erfasst. Dennoch könnte die kognitive Leistungsdiagnostik die Lücke füllen, die laut Hohmann (2009) bei den bisherigen Diagnostiken der komplexeren Spielsportarten auf kognitiver Ebene besteht und damit einen Beitrag dazu liefern, in Kombination mit anderen Verfahren dem „Prädiktorenproblem“ (Willimczik, 1982, S. 143) vor allem in der Phase des juvenilen Alters ganzheitlich zu begegnen.

Literatur

- Abbott, A. & Collins, D. (2004). Eliminating the dichotomy between theory and practice in talent identification and development: considering the role of psychology. *Journal of Sports Sciences*, 22(5), 395-408.
- Abernethy, B. (1987). *Anticipation in squash : differences in advance cue utilization between expert and novice players*. [Belconnen, A.C.T.]: Australian Sports Commission.
- Abernethy, B. (1988). Visual Search in Sport and Ergonomics: Its Relationship to Selective Attention and Performer Expertise. *Human Performance*, 1(4), 205-235.
- Abernethy, B. (1990). Expertise, visual search, and information pick-up in squash. *Perception*, 19(1), 63-77.
- Abernethy, B. (1991). Visual search strategies and decision-making in sport. *International Journal of Sport Psychology*, 22(3-4), 189-210.
- Abernethy, B. (1994). The nature of expertise in sport. In S. Serpa, J. Alves & V. Pataco (Hrsg.), *International perspectives on sport and exercise psychology* (S. 57-68). Morgantown: Fitness Information Technology.
- Abernethy, B. (2001). Attention. In R.N. Singer, H.A. Hausenblas & C.M. Janelle (Hrsg.), *Handbook of sport psychology* (S. 53-85). New York: Wiley.
- Abernethy, B., Burgess-Limerick, R. & Parks, S. (1994). Contrasting approaches to the study of motor expertise. *Quest*, 46(2), 186-198.
- Abernethy, B., Farrow, D. & Berry, J. (2003). Constraints and Issues in the Development of a General Theory of Expert Perceptual-Motor Performance: A critique of the Deliberate Practice framework. In J.L. Starkes & K.A. Ericsson (Hrsg.), *Expert Performance in Sport: Advances in Research on Sport Expertise* (S. 349-369). Champaign, IL: Human Kinetics.
- Abernethy, B., Gill, D., Parks, S. & Packer, S. (2001). Expertise and the perception of kinematic and situational probability information: Pion.
- Abernethy, B., Neal, R.J. & Koning, P. (1994). Visual-perceptual and cognitive differences between expert, intermediate, and novice snooker players. *Applied cognitive psychology*, 8(3), 185-211.
- Abernethy, B. & Russell, D.G. (1987a). Expert-novice differences in an applied selective attention task. . *Journal of Sport Psychology*, Vol 9(4), 326-345.
- Abernethy, B. & Russell, D.G. (1987b). The relationship between expertise and visual search strategy in a racquet sport. *Human Movement Science*, 6(4), 283-319.
- Abernethy, B., Thomas, K.T. & Thomas, J.T. (1993). Chapter 17 Strategies for Improving Understanding of Motor Expertise [or Mistakes we Have Made and Things we Have Learned!!]. In L.S. Janet & A. Fran (Hrsg.), *Advances in Psychology* (Band Volume 102, S. 317-356): North-Holland.
- Abernethy, B. & Wood, J.M. (2001). Do generalized visual training programmes for sport really work? An experimental investigation. *Journal of Sports Sciences*, 19(3), 203-222.
- Abernethy, B. & Zawi, K. (2007). Pickup of essential kinematics underpins expert perception of movement patterns. *Journal of Motor Behavior*, 39(5), 353-367.
- Abernethy, B., Zawi, K. & Jackson, R.C. (2008). Expertise and attunement to kinematic constraints. *Perception*, 37(6), 931-948.
- Ali, A. (2011). Measuring soccer skill performance: a review. *Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports*, 21, 170-183.
- Allard, F., Graham, S. & Paarsalu, M.E. (1980). Perception in sport: Basketball. . *Journal of Sport Psychology*, Vol 2(1), 14-21.
- Allard, F. & Starkes, J.L. (1980). Perception in Sport: Volleyball *Journal of sport and exercise psychology*, 2(1), 22 – 33.
- Allard, F. & Starkes, J.L. (1991). Motor-skill experts in sports, dance, and other domains. *Toward a general theory of expertise: Prospects and limits*, 126-152.
- Anderson, J.R. (1983). A spreading activation theory of memory. *Journal of verbal learning and verbal behavior*, 22(3), 261-295.
- Anderson, J.R. (1996). *The architecture of cognition*. Mahwah, N.J.: L. Erlbaum Associates.
- Anderson, J.R. (2007). *Kognitive Psychologie: Eine Einführung*. Heidelberg: Spektrum-Verlag.
- Anderson, J.R. & Lebiere, C.J. (1998). *The Atomic Components of Thought*: Psychology Press.
- Atkinson, R.C. & Shiffrin, R.M. (1968). Human memory: A proposed system and its control processes. *The psychology of learning and motivation*, 2, 89-195.
- Bach, M. & Kommerell, G. (1998). Sehschärfebestimmung nach europäischer Norm: wissenschaftliche Grundlagen und Möglichkeiten der automatischen Messung. *Hand*, 100.

- Baddeley, A. (1996). Exploring the central executive. *The Quarterly Journal of Experimental Psychology: Section A*, 49(1), 5-28.
- Baddeley, A.D. (2002). Is working memory still working? *European psychologist*, 7(2), 85-97.
- Baddeley, A.D. (2007). *Working memory, thought, and action*. Oxford, UK: Oxford University Press.
- Baddeley, A.D. & Hitch, G. (1974). Working memory. *The psychology of learning and motivation*, 8, 47-89.
- Bahill, A.T. & LaRitz, T. (1984). Why can't batters keep their eyes on the ball? *American Scientist*.
- Bailey, R., Collins, D., Ford, P., MacNamara, A., Toms, M. & Pearce, G. (2010). Participant development in sport: An academic review. *Sports Coach UK*, 4, 1-134.
- Baker, J. (2012). Do genes predict potential? Genetic factors and athletic success. In J. Baker, S. Cobley & J. Schorer (Hrsg.), *Talent Identification and Development in Sport - International Perspectives* (S. 13-24). Oxon: Routledge.
- Baker, J., Cote, J. & Abernethy, B. (2003). Sport-specific practice and the development of expert decision-making in team ball sports: Taylor & Francis.
- Baker, J. & Davids, K. (Hrsg.). (2007). *Nature, nurture and sports performance. Special issue of the International Journal of Sport Psychology* (Band 38 (1)).
- Baker, J. & Horton, S. (2004). A review of primary and secondary influences on sport expertise. *High Ability Studies*, 15(2), 211-228.
- Baker, J., Janning, C., Wong, H., Cobley, S. & Schorer, J. (2012). Variations in relative age effects in individual sports: Skiing, figure skating and gymnastics. *European Journal of Sport Science*, 1-8.
- Bar-Eli, M., Azar, O.H., Ritov, I., Keidar-Levin, Y. & Schein, G. (2007). Action bias among elite soccer goalkeepers: The case of penalty kicks. *Journal of Economic Psychology*, 28(5), 606-621.
- Barnsley, R.H., Thompson, A. & Legault, P. (1992). Family planning: Football style. The relative age effect in football. *International Review for the Sociology of Sport*, 27(1), 77-87.
- Barsalou, L.W. (1999). Perceptual symbol systems. *Behavioral and Brain Sciences*, 22(04), 577-660.
- Baur, J. (1988). Talentsuche und Talentforderung im Sport. *Leistungssport*, 2, 5-10.
- Beckmann, J. (1991). Erhöhte Konzentration als Folge von Aufmerksamkeitsstörungen: Ein Zwei-Phasen-Modell. *Konzentration und Leistung*, 75-85.
- Beckmann, J., Elbe, A. & Seidel, I. (2008). Talent und Talententwicklung. *Anwendungen der Sportpsychologie (Enzyklopädie der Psychologie, S. 257-310)*. Göttingen: Hogrefe.
- Beilock, S.L. & Hohmann, T. (2010). „Embodied Cognition“. *Zeitschrift für Sportpsychologie*, 17(4), 120-129.
- Bennett, S., Button, C., Kingsbury, D. & Davids, K. (1999). Manipulating visual informational constraints during practice enhances the acquisition of catching skill in children. *Research Quarterly for Exercise and Sport*, 70(3), 220-232.
- Berger, R. (2010). Rationalität beim Elfmeterschießen. Entscheiden sich Bundesligaspieler strategisch optimal? In J. Behnke, T. Bräuninger & S. Shikano (Hrsg.), *Jahrbuch für Handlungs- und Entscheidungstheorie* (Band 6, S. 125-164). Wiesbaden: VS Verlag.
- Berti, S. (2010). Arbeitsgedächtnis: Vergangenheit, Gegenwart und Zukunft eines theoretischen Konstruktes. *Psychologische Rundschau*, 61(1), 3-9.
- Bhalla, M. & Proffitt, D.R. (1999). Visual--Motor Recalibration in Geographical Slant Perception. *Journal of Experimental Psychology Human Perception and Performance*, 25, 1076-1096.
- Bideau, B., Kulpa, R., Vignais, N., Brault, S., Multon, F. & Craig, C. (2010). Using virtual reality to analyze sports performance. *Computer Graphics and Applications, IEEE*, 30(2), 14-21.
- Binet, A. (1894). *Psychologie des grands calculateurs et joueurs d'echecs*. Paris: Hachette.
- Birbaumer, N. & Schmidt, F. (2006). *Biologische Psychologie*. Heidelberg: Springer.
- Birbaumer, N. & Schmidt, R.F. (2010). *Biologische Psychologie* (7., überarb. und erg. Aufl. Aufl.). Heidelberg: Springer.
- Birklbauer, J. (2006). *Modelle der Motorik : eine vergleichende Analyse moderner Kontroll-, Steuerungs- und Lernkonzepte* (Band Aachen): Meyer & Meyer.
- Bishop, D., Wright, M., Jackson, R. & Abernethy, B. (2013). Neural bases for anticipation skill in soccer: an fMRI study. *Journal of sport & exercise psychology*, 35(1), 98-109.
- Blischke, K. & Munzert, J. (2003). Antizipation und Automatisierung. *Handbuch Bewegungswissenschaft-Bewegungslehre (157-174)*. Schorndorf: Verlag Karl Hofmann.
- Bloom, B.S. (Hrsg.). (1985). *Developing talent in in young people*. New York: Ballantine.
- Borgeaud, P. & Abernethy, B. (1987). Skilled perception in volleyball defense. *Journal of Sport Psychology*, 9(4), 400-406.
- Bouchard, C., Malina, R.M. & Perusse, L. (1997). *Genetics of fitness and physical performance*. Champaign, IL: Human Kinetics.

- Bray, M., Hagberg, J., Perusse, L., Rankinen, T., Roth, S., Wolfarth, B., et al. (2009). The human gene map for performance and health-related fitness phenotypes: the 2006-2007 update. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 41(1), 35.
- Brechtel, L., Zinner, J., Kautz, R., Wolff, R. & Patotschka, I. (2002). Talenterfassung im Schwimmen: Auswertung einer spezifischen Testbatterie mittels Fuzzy Logic und Vergleich mit der tatsächlichen Leistungsentwicklung. In A. Hohmann, D. Wick & K. Carl (Hrsg.), *Talent im Sport* (S. 200-207). Schorndorf: Hofmann.
- Brosius, F. (2006). *SPSS 14* (1. Aufl.). Heidelberg: mitp.
- Brown, A.L. (1975). The development of memory: Knowing, knowing about knowing, and knowing how to know. *Advances in child development and behavior*, 10(10), 103-152.
- Brunswik, E. (1955). Representative design and probabilistic theory in a functional psychology. *Psychological review*, 62(3), 193.
- Brunswik, E. (1956). *Perception and the representative design of psychological experiments*: Univ of California Press.
- Buccino, G., Vogt, S., Ritzl, A., Fink, G.R., Zilles, K., Freund, H.-J., et al. (2004). Neural circuits underlying imitation learning of hand actions: an event-related fMRI study. *Neuron*, 42(2), 323-334.
- Buckolz, E., Prapavesis, H. & Fairs, J. (1988). Advance cues and their use in predicting tennis passing shots. *Canadian journal of sport sciences= Journal canadien des sciences du sport*, 13(1), 20.
- Buller, J. (2001). Integrated model of visual processing. *Brain Research Reviews*, 36, 96-107.
- Button, C., Dicks, M., Haines, R., Barker, R. & Davids, K. (2011). Statistical modelling of gaze behaviour as categorical time series: what you should watch to save soccer penalties. *Cognitive Processing*, 12(3), 235-244.
- Calvo-Merino, B., Grèzes, J., Glaser, D.E., Passingham, R.E. & Haggard, P. (2006). Seeing or doing? Influence of visual and motor familiarity in action observation. *Current Biology*, 16(19), 1905-1910.
- Cañal-Bruland, R. (2007). Das Hinweisreizparadigma - sportpsychologische Anwendungen im Überblick. *Zeitschrift für Sportpsychologie*, 14(2), 53-66.
- Cañal-Bruland, R., Hagemann, N. & Strauß, B. (2006). Perzeptuelle Expertise im Sport. *Sportwissenschaft*, 36, 321-334.
- Cañal-Bruland, R., Mooren, M. & Savelsbergh, G.J. (2011). Differentiating Experts' Anticipatory Skills in Beach Volleyball. *Research quarterly for exercise and sport*, 82(4), 667-674.
- Cañal-Bruland, R., van Ginneken, W.F., van der Meer, B.R. & Williams, A.M. (2011). The effect of local kinematic changes on anticipation judgments. *Human Movement Science*, 30(3), 495-503.
- Cañal-Bruland, R. & Williams, A.M. (2010). Recognizing and Predicting Movement Effects. *Experimental Psychology (formerly Zeitschrift für Experimentelle Psychologie)*, 57(4), 320-326.
- Carl, J. & Gellman, R. (1987). Human smooth pursuit: stimulus-dependent responses. *Journal of Neurophysiology*, 57(5), 1446-1463.
- Carling, C., Le Gall, F., Reilly, T. & Williams, A. (2009). Do anthropometric and fitness characteristics vary according to birth date distribution in elite youth academy soccer players? *Scandinavian journal of medicine & science in sports*, 19(1), 3-9.
- Carling, C., Reilly, T. & Williams, A.M. (2009). *Performance assessment for field sports*. London; New York: Routledge.
- Carlson, N.R. (2004). *Physiologische Psychologie* (8. Aufl.). München: Pearson Studium.
- Carpenter, P.J., Scanlan, T.K., Simons, J.P. & Lobel, M. (1993). A test of the sport commitment model using structural equation modeling. *Journal of Sport and Exercise Psychology*, 15, 119-119.
- Carpenter, R.H. (1988). *Movements of the Eyes*. London: Pion.
- Casile, A. & Giese, M.A. (2006). Nonvisual motor training influences biological motion perception. *Current Biology*, 16(1), 69-74.
- Causser, J., Holmes, P.S. & Williams, A.M. (2011). Quiet eye training in a visuomotor control task. *Medicine and science in sports and exercise*, 43(6), 1042-1049.
- Charness, N. & Bosman, E.A. (1990). Expertise and aging: Life in the lab. *Aging and cognition: Knowledge organization and utilization*, 343-385.
- Chase, W.G. & Simon, H.A. (1973). The mind's eye in chess, *Visual information processing* (S. xiv, 555). Oxford, England: Academic.
- Chi, M.T., Glaser, R.E. & Farr, M.J. (1988). *The nature of expertise*: Lawrence Erlbaum Associates, Inc.
- Chi, M.T.H., Feltovich, P.J. & Glaser, R. (1981). Categorization and representation of physics problems by experts and novices. *Cognitive Science*, 5(2), 121-152.
- Christensen, S.A. & Glencross, D.J. (1993). Expert knowledge and expert perception in sport: Anticipating a field hockey goal shot.

- Cobley, S., Baker, J., Wattie, N. & McKenna, J. (2009). Annual age-grouping and athlete development. *Sports Medicine*, 39(3), 235-256.
- Cobley, S., Schorer, J. & Baker, J. (2012). Identification and development of sport talent: a brief introduction to a growing field of research and practice. In J. Baker, S. Cobley & J. Schorer (Hrsg.), *Talent Identification and Development in Sport - International Perspectives* (S. 1-10). Oxon: Routledge.
- Conzelmann, A., Hänsel, F. & Höner, O. (in Druck). Individuum und Handeln - Sportpsychologie. In A. Güllich & M. Krüger (Hrsg.), *Bachelorkurs Sport*. Heidelberg: Springer.
- Conzelmann, A. & Höner, O. (2009). Sportwissenschaftliche Talentforschung zwischen Hochbegabung, Expertise und Entwicklung - ein Problemaufriss. In M. Krüger, N. Neuber, M. Brach & K. Reinhart (Hrsg.), *Bildungspotenziale im Sport* (Band 140-141). Hamburg: Czwalina.
- Corbetta, M. (1998). Frontoparietal cortical networks for directing attention and the eye to visual locations: Identical, independent, or overlapping neural systems? *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 95(3), 831-838.
- Coren, S., Ward, L. & Enns, J.T. (2004). *Sensation and Perception* (6. Aufl.). New York: Wiley.
- Côté, J. (1999). The influence of the family in the development of talent in sport. *The Sport Psychologist*, 13(4), 395-417.
- Côté, J., Baker, J. & Abernethy, B. (2003). From play to practice. *Expert performance in sport: Advances in research on sport expertise*, 89.
- Côté, J., Baker, J. & Abernethy, B. (2007). Practice and Play in the Development of Sport Expertise. In G. Tenenbaum & R. Eklund (Hrsg.), *Handbook of Sport Psychology* (S. 184-202). Hoboken, NJ: John Wiley & Sons, Inc.
- Cote, J., MacDonald, D.J., Baker, J. & Abernethy, B. (2006). When "where" is more important than "when": Birthplace and birthdate effects on the achievement of sporting expertise. *Journal of sports sciences*, 24(10), 1065-1073.
- Coull, J.T. (1998). Neural correlates of attention and arousal: insights from electrophysiology, functional neuroimaging and psychopharmacology. *Progress in neurobiology*, 55(4), 343-361.
- Cowan, N. (1998). Visual and auditory working memory capacity. *Trends in Cognitive Sciences*, 2, 77-78.
- Coyle, D. (2009). *The talent code [unlocking the secret of skill in sports, art, music, math, and just about anything]*: random house books.
- Craik, F.I. & Lockhart, R.S. (1972). Levels of processing: A framework for memory research. *Journal of verbal learning and verbal behavior*, 11(6), 671-684.
- Crick, F. & Koch, C. (1995). Are we aware of neural activity in primary visual cortex? *Nature*, 375(6527), 121-123.
- Crognier, L. & Féry, Y.A. (2005). Effect of tactical initiative on predicting passing shots in tennis. *Applied cognitive psychology*, 19(5), 637-649.
- Cross, E.S., de Hamilton, A.F.C. & Grafton, S.T. (2006). Building a motor simulation de novo: observation of dance by dancers. *Neuroimage*, 31(3), 1257.
- Csikszentmihalyi, M. (1987). *Das Flow-Erlebnis: Jenseits von Angst und Langeweile*. Stuttgart: Klett-Cotta.
- Csikszentmihalyi, M. (1992). *Flow. Das Geheimnis des Glücks*. Stuttgart: Klett-Cotta.
- Cutting, J.E. & Kozlowski, L.T. (1977). Recognizing friends by their walk: Gait perception without familiarity cues. *Bulletin of the psychonomic society*, 9(5), 353-356.
- Daugis, R. (1987). Werden Spitzensportler geboren oder gemacht? Zum Einfluss von Anlage und Umwelt auf die sportmotorische Leistungsfähigkeit. In C. Niemitz (Hrsg.), *Erbe und Umwelt* (S. 318-333). Frankfurt am Main: Suhrkamp.
- de Groot, A.D. (1965). *Thought and choice*: The Hague: Mouton.
- De Groot, A.D. (1978). *Thought and choice in chess (Revised translation of de Groot, 1946)*: The Hague: Mouton Publishers.
- de Marées, H. (1991). Aspekte des visuellen und vestibulären Systems im Sport. In M. Weiß & H. Rieder (Hrsg.), *Sportmedizinische Forschung. Festschrift für Helmut Weicker* (S. 144-162). Berlin: Springer.
- Deakin, J. & Cobley, S. (2003). A search for deliberate practice: An examination of the practice environments in figure skating and volleyball. *Expert performance in sports: Advances in research on sport expertise*, 115-136.
- Deubel, H. (1994). Visuelle Verarbeitung und kognitive Faktoren bei der Generierung sakkadischer Augenbewegungen. In W. Prinz & B. Bridgeman (Hrsg.), *Wahrnehmung* (S. 189-253). Göttingen: Hogrefe.
- Deubel, H. & Schneider, W.X. (1996). Saccade target selection and object recognition: Evidence for a common attentional mechanism. *Vision Research*, 36(12), 1827-1837.
- Deutscher Fußball-Bund. (2009). *Ziele und Strukturen des Talentförderprogramms*. Münster: Philippka.

- Deutscher Fußball-Bund. (2010). *Strukturen der DFB-Talentförderung*. Zugriff am 25.06. 2013 unter talente.dfb.de
- Deutscher Fußball-Bund. (2012). Fußball-Regeln 2012/2013.
- di Pellegrino, G., Fadiga, L., Fogassi, L., Gallese, V. & Rizzolatti, G. (1992). Understanding motor events: a neurophysiological study. *Experimental Brain Research*, 91(1), 176-180.
- Diaz, G.J., Fajen, B.R. & Phillips, F. (2012). Anticipation from biological motion: The goalkeeper problem. *Journal of experimental psychology. Human perception and performance*, 38, 848-864.
- Dicks, M., Button, C. & Davids, K. (2010a). Availability of advance visual information constrains association-football goalkeeping performance during penalty kicks. *Perception*, 39(8), 1111-1124.
- Dicks, M., Button, C. & Davids, K. (2010b). Examination of gaze behaviors under in situ and video simulation task constraints reveals differences in information pickup for perception and action. *Attention, Perception, & Psychophysics*, 72(3), 706-720.
- Dicks, M., Davids, K. & Button, C. (2010). Individual differences in the visual control of intercepting a penalty kick in association football. *Human Movement Science*, 29(3), 401-411.
- Dittrich, W.H. (1993). Action categories and the perception of biological motion. *Perception*, 22, 15-15.
- Dittrich, W.H., Troscianko, T., Lea, S.E. & Morgan, D. (1996). Perception of emotion from dynamic point-light displays represented in dance. *Perception-London*, 25(6), 727-738.
- DOG. (2009). Sehschärfestimmung: Deutsche Ophthalmologische Gesellschaft.
- Downing, C.J. (1988). Expectancy and visual-spatial attention: Effects on perceptual quality. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 14(2), 188.
- Duchowski, A.T. (2007). *Eye tracking methodology: Theory and Practice* (2. Aufl.). London: Springer.
- Effenberg, A.O. (2004). Using Sonification to Enhance Perception and Reproduction Accuracy of Human Movement Patterns. In T. Hermann & A. Hunt (Hrsg.), *International Workshop on Interactive Sonification*. Bielefeld.
- Enberg, M.L. (1968). *Assessing perception of object directionality in tennis*: Purdue University-West Lafayette, Indiana-1968.
- Ericsson, A.K. (2003a). Exceptional memorizers: made, not born. *Trends in Cognitive Sciences*, 7(6), 233-235.
- Ericsson, A.K. (2003b). *Expert performance in sport: Advances in research on sport expertise*. Champaign, IL: Human Kinetics.
- Ericsson, K.A. (1996). The acquisition of expert performance: An introduction to some of the issues, *The road to excellence: The acquisition of expert performance in the arts and sciences, sports, and games* (S. 1-50). Hillsdale, NJ, England: Lawrence Erlbaum Associates, Inc.
- Ericsson, K.A. (2001). The path to expert golf performance: Insights from the masters on how to improve performance by deliberate practice. *Optimising performance in golf*, 1-57.
- Ericsson, K.A. (2002). Towards a procedure for eliciting verbal expression of non-verbal experience without reactivity: Interpreting the verbal overshadowing effect within the theoretical framework for protocol analysis. *Applied Cognitive Psychology*, 16(8), 981-987.
- Ericsson, K.A. & Hagemann, N. (2007). Der „Expert-Performance-Approach“ zur Erklärung von sportlichen Höchstleistungen: Auf der Suche nach deliberate practice zur Steigerung der sportlichen Leistung. In N. Hagemann, M. Tietjens & B. Strauß (Hrsg.), *Psychologie sportlicher Höchstleistung* (S. 17-39). Göttingen: Hogrefe.
- Ericsson, K.A., Krampe, R.T. & Tesch-Römer, C. (1993). The role of deliberate practice in the acquisition of expert performance. *Psychological review*, 100(3), 363.
- Ericsson, K.A. & Simon, H.A. (1993). *Protocol analysis verbal reports as data*. MIT Press. Zugriff am unter <http://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&scope=site&db=nlebk&db=nlabk&AN=1761>
- Ericsson, K.A. & Smith, J. (1991). *Toward a general theory of expertise: prospects and limits*. Cambridge: Cambridge Univ. Press.
- 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(4), 225-240.
- Eriksen, C.W. & Yeh, Y.-Y. (1985). Allocation of attention in the visual field. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 11(5), 583.
- Eysel, U. (2006). Sehen. In F. Schmidt & H.G. Schaible (Hrsg.), *Neuro- und Sinnesphysiologie* (S. 243-286). Berlin Heidelberg: Springer.
- Eysel, U. (2010). Sehen und Augenbewegungen. In R.F. Schmidt (Hrsg.), *Physiologie des Menschen* (31. Aufl.). Heidelberg: Springer.
- Eysenck, M. & Keane, M.T. (2013). *Cognitive Psychology* (6. Aufl.): Psychology Press.
- Eysenck, M.W. & Keane, M.T. (2010). *Cognitive psychology* (6. ed. Aufl.). Hove [u.a.]: Psychology Press.

- Fajen, B.R. & Warren, W.H. (2007). Behavioral dynamics of intercepting a moving target. *Experimental Brain Research*, 180(2), 303-319.
- Farrow, D. (2012). Identifying and developing skill expertise. In J. Baker, S. Cobley & J. Schorer (Hrsg.), *Talent Identification and Development in Sport* (S. 51-63). Oxon: Routledge.
- Farrow, D. & Abernethy, B. (2002). Can anticipatory skills be learned through implicit video based perceptual training? *Journal of Sports Sciences*, 20(6), 471-485.
- Farrow, D. & Abernethy, B. (2003). Do expertise and the degree of perception-action coupling affect natural anticipatory performance? *Perception*, 32(9), 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 (Hrsg.), *Psychologie der sportlichen Höchstleistung* (S. 71-92). Göttingen: Hogrefe.
- Farrow, D., Abernethy, B. & Jackson, R.C. (2005). Probing expert anticipation with the temporal occlusion paradigm: Experimental investigations of some methodological issues. *Motor control*, 9(3), 330-349.
- Farrow, D., Rendell, M. & Gorman, A. (2006). Enhancing the Reality of a Visual Simulation: Is Depth Information Important. *Final Report. Australian Institute of Sport*.
- Fehd, H.M. & Seiffert, A.E. (2008). Eye movements during multiple object tracking: Where do participants look? *Cognition*, 108(1), 201-209.
- Feige, K. (1973). *Vergleichende Studien zur Leistungsentwicklung von Spitzensportlern: Problematik, Methode, Interpretation; Leistungskurvenanalysen von Hochleistungsschwimmern (innen)*: K. Hofmann.
- Fernandez-Duque, D. & Posner, M.I. (1997). Relating the mechanisms of orienting and alerting. *Neuropsychologia*, 35(4), 477-486.
- Ferrari, P.F., Gallese, V., Rizzolatti, G. & Fogassi, L. (2003). Mirror neurons responding to the observation of ingestive and communicative mouth actions in the monkey ventral premotor cortex. *European Journal of Neuroscience*, 17(8), 1703-1714.
- Ferrauti, A., Knoop, M., Pischetsrieder, H. & Lange, P. (2009). Entwicklung einer Testbatterie für den Fußball-Torhüter. *Leistungssport*, 4, 16-22.
- FIFA. (2013). Spielregeln 2013/2014. In FIFA (Hrsg.) (Band 1, S. 9). Zürich: FIFA.
- Fischer, B. (1987). The preparation of visually guided saccades. *Reviews of Physiology, Biochemistry, and Pharmacology*, 106, 2-35.
- Ford, P., Coughlan, E. & Williams, M. (2009). The expert-performance approach as a framework for understanding and enhancing coaching performance, expertise and learning. *International Journal of Sports Science and Coaching*, 4(3), 451-463.
- Franks, I.M. & Harvey, T. (1997). Cues for Goalkeepers - High-tech methods used to measure penalty shot response. *Soccer Journal*, 42, 30-33.
- Froese, G. (2012). *Sportpsychologische Einflussfaktoren der Leistung von Elfmeterschützen*. Hamburg: Verlag Dr. Kovac.
- Furley, P. & Memmert, D. (2009). Aufmerksamkeitstraining im Sportspiel. *Leistungssport*, 39(3), 33-36.
- Furley, P.A. & Memmert, D. (2010). The role of working memory in sport. *International Review of Sport and Exercise Psychology*, 3(2), 171-194.
- Gabler, H. (2004). Kognitive Aspekte sportlicher Handlung. In H. Gabler, J.R. Nitsch & R.N. Singer (Hrsg.), *Einführung in die Sportpsychologie Teil 1: Grundthemen* (4. Aufl., Band 2, S. 165-195). Schorndorf: Hofmann.
- Gabler, H. & Ruoff, B.A. (1979). Zum Problem der Talentbestimmung im Sport. *Sportwissenschaft*, 9, 164-180.
- Gagné, F. (2003). Transforming gifts into talents: The DMGT as a developmental theory. In N. Colangelo & G.A. Davis (Hrsg.), *Handbook of gifted education* (3. Aufl., S. 60-75). Boston: Allyn and Bacon.
- Gagné, F. (2004). Transforming gifts into talents: the DMGT as a developmental theory. *High ability studies*, 15(2), 119-147.
- Gagné, F. (2008). Building Gifts Into Talents: talent development according to the DMGT. *News & Science: Begabtenförderung und Begabungsforschung*, 2, 27-30.
- Gagné, F. (2011). Academic talent development and the equity issue in gifted education. *Talent Development & Excellence*, 3(1), 3-22.
- Gallese, V., Fadiga, L., Fogassi, L. & Rizzolatti, G. (1996). Action recognition in the premotor cortex. *Brain*, 119(2), 593-609.
- Gerrig, R.J. & Zimbardo, P.G. (2008). *Psychologie* (18. Auflage): München: Pearson Studium.
- Gibson, J.J. (1950). The perception of visual surfaces. *The American Journal of Psychology*, 63(3), 367-384.
- Gibson, J.J. (1966). *The senses considered as perceptual systems*. Boston: Houghton Mifflin.

- Gibson, J.J. (1979). *The ecological approach to visual perception*. Hillsdale, NJ: Erlbaum.
- Gibson, J.J. (1982). *Wahrnehmung und Umwelt - Der ökologische Ansatz in der visuellen Wahrnehmung*. München: Urban & Schwarzenberg.
- Gillund, G. & Shiffrin, R.M. (1984). A retrieval model for both recognition and recall. *Psychological Review*, 91(1), 1-67.
- Gimbel, B. (1976). Possibilities and problems in sport talent detection research. *Leistungssport*, 6, 159-167.
- Glamser, F.D. & Vincent, J. (2004). The relative age effect among elite American youth soccer players. *Journal of Sport Behavior*, 27(1), 31-38.
- Glencross, D. & Cibich, B. (1977). A decision analysis of games skills. *Australian Journal of Sports Medicine*, 9(72-75).
- Gobet, F. & Waters, A.J. (2003). The role of constraints in expert memory. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory & Cognition*, 29, 1082-1094.
- Goldman, A. & de Vignemont, F. (2009). Is social cognition embodied? *Trends in Cognitive Sciences*, 13(4), 154-159.
- Goldstein, E.B. (2008). *Wahrnehmungspsychologie. Der Grundkurs*. Heidelberg: Springer-Verlag Berlin.
- Goodale, M.A. & Milner, A.D. (1992). Separate visual pathways for perception and action. *Trends in neurosciences*, 15(1), 20-25.
- Goulet, C., Bard, C. & Fleury, M. (1989a). Expertise differences in preparing to return a tennis serve: A visual information processing approach. *Journal of Sport and Exercise Psychology*, 11(4), 382-398.
- Goulet, C., Bard, C. & Fleury, M. (1989b). Expertise differences in preparing to return a tennis serve: A visual information processing approach. *Journal of Sport & Exercise Psychology*, 11(4), 382-398.
- Graf, M., Reitzner, B., Corves, C., Casile, A., Giese, M. & Prinz, W. (2007). Predicting point-light actions in real-time. *Neuroimage*, 36, T22-T32.
- Graf, M., Schütz-Bosbach, S. & Prinz, W. (2010). Motor involvement in action and object perception: Similarity and complementarity. In G.R. Semin (Hrsg.), *Grounding sociality: Neurons, minds, and culture* (S. 27-52). New York: Psychology Press.
- Greenwald, A.G. (1970). Sensory feedback mechanisms in performance control: with special reference to the ideo-motor mechanism. *Psychological Review*, 77(2), 73.
- Greenwald, A.G. (1972). On doing two things at once: Time sharing as a function of ideomotor compatibility. *Journal of Experimental Psychology*, 94(1), 52-57.
- Grush, R. (2004). The emulation theory of representation: motor control, imagery, and perception. *Behavioral and Brain Sciences*, 27(3), 377-396.
- Grüsser, O.-J. & Grüsser-Cornehls, U. (2000). Gesichtssinn und Okulomotorik. In R.F. Schmidt, G. Thews & F. Lang (Hrsg.), *Physiologie des Menschen* (S. 278-315). Berlin: Springer.
- Gulbin, J. (2008). *Developing Sport expertise* (ulbin, . Aufl.).
- Häcker, H.O. & Stapf, K.-H. (Hrsg.). (2009). *Dorsch Psychologisches Wörterbuch* (15. Aufl.). Bern, Göttingen, Toronto, Seattle: Huber.
- Hacker, W. (1988). Handlung. In R. Asanger & G. Wenninger (Hrsg.), *Handwörterbuch der Psychologie* (4. Aufl., S. 275-282). München: Psychologie Verlags Union.
- Hagemann, N. & Strauß, B. (2006). Perzeptive Expertise von Badmintonspielern. *Zeitschrift für Psychologie / Journal of Psychology*, 214(1), 37-47.
- Hagemann, N., Tietjens, M. & Strauss, B. (2007). *Psychologie der sportlichen Höchstleistung : Grundlagen und Anwendungen der Expertiseforschung im Sport*. Göttingen; Seattle: Hogrefe.
- Harle, S.K. & Vickers, J.N. (2001). Training quiet eye improves accuracy in the basketball free throw. *The Sport Psychologist*, 15(3), 289-305.
- Harris, J.M. & Rogers, B.J. (1999). Going against the flow. *Trends in Cognitive Sciences*, 3(12), 449.
- Hatzl, T. (2000). Kinematische Analyse von Sprungwürfen als Grundlage für das Wahrnehmungs- und Antizipationstraining des Handballtorwarts. *Spectrum*, 2, 66-82.
- Hecht, H., Vogt, S. & Prinz, W. (2001). Motor learning enhances perceptual judgment: A case for action-perception transfer. *Psychological Research*, 65(1), 3-14.
- Hegele, M. (2010). „Embodied Perception“ fokussiert zu eng auf die Eigenschaften des Körpers. *Zeitschrift für Sportpsychologie*, 17(4), 157-159.
- Heller, K.A. (2000). Begabungsdefinition, Begabungserkennung und Begabungsförderung im Schulalter. *Begabung und Leistung in der Schule*, 2, 39-70.
- Heller, K.A. (Hrsg.). (2002). *Begabtenförderung im Gymnasium*. Leverkusen: Leske & Budrich.
- Heller, K.A. & Hany, E.A. (1986). Identification, development and achievement analysis of talented and gifted children in West Germany.

- Helsen, W. & Pauwels, J.M. (1993). The relationship between expertise and visual information processing in sport. In J.L.S.F. Allard (Hrsg.), *Cognitive issues in motor expertise* (S. 109-134). Amsterdam, Netherlands: North-Holland/Elsevier Science Publishers.
- Helsen, W.F. & Starkes, J.L. (1999). A multidimensional approach to skilled perception and performance in sport. *Applied Cognitive Psychology*, 13(1), 1-27.
- Helsen, W.F., Starkes, J.L. & Hodges, N.J. (1998). Team sports and the theory of deliberate practice. *Journal of Sport & Exercise Psychology*.
- Helsen, W.F., van Winckel, J. & Williams, A.M. (2005). The relative age effect in youth soccer across Europe. *Journal of Sports Sciences*, 23(6), 629-636.
- Henderson, J.M. (2003). Human gaze control during real-world scene perception. *Trends in Cognitive Sciences*, 7(11), 498-504.
- Herrmann, T. (1994). Forschungsprogramme. In T. Herrmann & W.H. Hack (Hrsg.), *Methodologische Grundlagen der Psychologie* (S. 251-294). Göttingen, Bern, Toronto, Seattle: Hogrefe.
- Hick, W.E. (1952). On the rate of gain of information. *Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 4(1), 11-26.
- Hoek, F. (1990). *Torwarttraining*. München [u.a.]: BLV.
- Hoffmann, J. (1993). *Vorhersage und Erkenntnis: die Funktion von Antizipationen in der menschlichen Verhaltenssteuerung und Wahrnehmung*: Hogrefe Verlag für Psychologie.
- Hohmann, A. (2001). Leistungsdiagnostische Kriterien sportlichen Talents. Dargestellt am Beispiel des leichtathletischen Sprintlaufs. In A. Güllich (Hrsg.), *Perspektiven der Nachwuchsförderung* (Band 17/2001, S. 33-56). Frankfurt/Main: Deutscher Sportbund/Bereich Leistungssport.
- Hohmann, A. (2004). Scientific Aspects of Talent Development. . In H. Ziemainz, A. Rütten & U. Roeger (Hrsg.), *Talent identification, selection, development. Problems & Perspectives* (S. 5-28). Butzbach-Griedel: Afra Verlag.
- Hohmann, A. (2005). Konzeptionelle Aspekte der Talententwicklung, *Beiträge zum Nachwuchsleistungssport : Erweiterte Dokumentation des Workshops "Aktuelle empirische Forschung im Nachwuchsleistungssport" des Bundesinstituts für Sportwissenschaft und des Deutschen Sportbundes/Bereich Leistungssport vom 21.-23. November 2003 in Mainz* (S. 235-270): Hofmann.
- Hohmann, A. (2008). *Magdeburger Talentstudie an sportbetonten Schulen (MATASS)*. Bayreuth.
- Hohmann, A. (2009). *Entwicklung sportlicher Talente an sportbetonten Schulen - Schwimmen, Leichtathletik, Handball*. Petersberg: Imhof Verlag.
- Hohmann, A. & Carl, K. (2002). Zum Stand der sportwissenschaftlichen Talentforschung. *Talent im Sport*, 3-30.
- Hohmann, T., Heinen, T. & Raab, M. (2010). Editorial. *Zeitschrift für Sportpsychologie*, 17(4), 105-108.
- Holmqvist, K., Nyström, M., Andersson, R., Dewhurst, R., Jarodzka, H. & van de Weijer, J. (2011). *Eye tracking: A comprehensive guide to methods and measures*. Oxford: OUP.
- Hommel, B., Müsseler, J., Aschersleben, G. & Prinz, W. (2001). The theory of event coding (TEC): A framework for perception and action planning. *Behavioral and Brain Sciences*, 24(05), 849-878.
- Höner, O. (2005). *Entscheidungshandeln im Sportspiel Fußball: Eine Analyse im Lichte der Rubikontheorie*. Schorndorf: Hofmann.
- Höner, O. (2006). Das Abschirmungs-Unterbrechungs-Dilemma im Sportspiel. *Zeitschrift für Psychologie*, 214(4), 173-184.
- Höner, O. (2008). Basiert die Sportwissenschaft auf unterschiedlichen „Sorten“ von Theorien? *Sportwissenschaft*, 38(1), 3-23.
- Höner, O. (2010). Talentdiagnostik und -prognose im Fußball. In DFB (Hrsg.), *DFB-Kongress 2010: Aktuelle Wissenschaft für den Spitzenfußball* (S. 30-33). Münster: Philippka-Sportverlag.
- Höner, O. (2011). Aiding movement with sonification in "exercise, play and sport". In T. Hermann, A. Hunt & N.J. G. (Hrsg.), *The Sonification Handbook* (S. 525-553). Berlin: Logos.
- Hossner, E.J. & Künzell, S. (2003). Motorisches Lernen. *Handbuch Bewegungswissenschaft (im Druck)*.
- Howe, M.J.A., Davidson, J.W. & Sloboda, J.A. (1998). Innate talents: Reality or myth? *Behavioral and Brain Sciences*, 21(03), 399-407.
- Hubbard, A.W. & Seng, C.N. (1954). Visual movements of batters. *Research Quarterly of the American Association for Health, Physical Education, & Recreation*.
- Hubbard, T.L. (2005). Representational momentum and related displacements in spatial memory: A review of the findings. *Psychonomic Bulletin & Review*, 12(5), 822-851.
- Huys, R. & Beek, P.J. (2002). The coupling between point-of-gaze and ballmovements in three-ball cascade juggling: the effects of expertise, pattern and tempo. *Journal of Sports Sciences*, 20(3), 171-186.

- Huys, R., Cañal-Bruland, R., Hagemann, N., Beek, P.J., Smeeton, N.J. & Williams, A.M. (2009). Global information pickup underpins anticipation of tennis shot direction. *Journal of Motor Behavior*, 41(2), 158-171.
- Huys, R., Williams, A.M. & Beek, P.J. (2005). Visual perception and gaze control in judging versus producing phase relations. *Human movement science*, 24(3), 403-428.
- Irwin, D.E. (1996). Integrating information across saccadic eye movements. *Current Directions in Psychological Science*, 5(3), 94-100.
- Irwin, D.E. & Brockmole, J.R. (2004). Suppressing where but not what: The effect of saccades on dorsal-and ventral-stream visual processing. *Psychological Science*, 15(7), 467-473.
- Jackson, R.C. & Mogan, P. (2007). Advance visual information, awareness, and anticipation skill. *Journal of motor behavior*, 39(5), 341-351.
- Jackson, R.C., Warren, S. & Abernethy, B. (2006). Anticipation skill and susceptibility to deceptive movement. *Acta Psychologica*, 123(3), 355-371.
- James, W. (1890). The principles of psychology. *Nova York: Holt*.
- Janelle, C.M., Coombes, S.A., Singer, R.N. & Duley, A.R. (2007). *Psychologie der sportlichen Höchstleistung : Grundlagen und Anwendungen der Expertiseforschung im Sport*. Göttingen; Seattle: Hogrefe.
- Janelle, C.M. & Hillman, C.H. (2003). Current perspectives and critical issues. In J. Starkes & A. Ericsson (Hrsg.), *Expert performance in sports: advances in research on sport expertise* (S. 19-47). Champaign, IL: Human Kinetics.
- Janssen, J.-P. (1995). *Grundlagen der Sportpsychologie*. Wiesbaden: Limpert.
- Jendrusch, G. & Heck, H. (2001). *Leistungsdiagnostik und Coaching im Fußball - Beiträge und Analysen zum Fußballsport XIII*. Hamburg Czwalina.
- Joch, W. (1992). *Das sportliche Talent*. Meyer & Meyer.
- Joch, W. (1997). *Das sportliche Talent: Talenterkennung, Talentförderung, Talentperspektiven*. Aachen: Meyer & Meyer.
- Joch, W. (2001). *Das sportliche Talent: Talenterkennung, Talentfoerderung, Talentperspektiven*. (Band Aachen): Meyer & Meyer.
- Johansson, G. (1973). Visual perception of biological motion and a model for its analysis. *Attention, Perception, & Psychophysics*, 14(2), 201-211.
- Johansson, G. (1976). Spatio-temporal differentiation and integration in visual motion perception. *Psychological Research*, 38(4), 379-393.
- Jones, C. & Miles, T. (1978). Use of advance cues in predicting the flight of a lawn tennis ball. *Journal of human movement studies*, 4(4), 231-235.
- Jordan, M.I. (1994). Komputationale Aspekte der Bewegungssteuerung und des motorischen Lernens. In H. Heuer & S. Keele (Hrsg.), *Psychomotorik* (S. 87-146). Göttingen: Hogrefe.
- Just, M.A. & Carpenter, P.A. (1976). Eye fixations and cognitive processes. *Cognitive Psychology*, 8(4), 441-480.
- Just, M.A. & Carpenter, P.A. (1987). *The psychology of reading and language comprehension*: ERIC.
- Kerwin, D.G. & Bray, K. (2006). Measuring and Modelling the Goalkeeper's Diving Envelope in a Penalty Kick. In E.F. Moritz & S. Haake (Hrsg.), *The Engineering of Sport* (Band 6, S. 321-326). New York: Springer.
- Kim, S. & Lee, S. (2006). Gaze behavior of elite soccer goalkeeper in successful penalty kick defense. *International Journal of Applied Sports Sciences*, 18(1), 96-110.
- Klages, W. (1967). *Der menschliche Antrieb*: Thieme.
- Klix, F. (1980). Die allgemeine Psychologie und die Erforschung kognitiver Prozesse. *Zeitschrift für Psychologie*, 188, 117-139.
- Kolb, B. & Whishaw, I.Q. (2001). *An introduction to brain and behavior*. New York, NY: Worth Publ.
- Konzag, G. & Konzag, I. (1981). Anforderungen an die kognitiven Funktionen in der psychischer Regulation sportlicher Spielhandlungen. *Theorie und Praxis der Körperkultur*, ano, 31, 20-31.
- Köpke, A. (2010). Englische Torhüter haben oft ein nervliches Problem. In FAS (Hrsg.) (S. 15): Frankfurter Allgemeine Sonntagszeitung.
- Kovar, R. (1981). *Human variation in motor abilities and its genetic analysis*. Prag: Faculty of Physical Education and Sport Charles University.
- Kowler, E., Anderson, E., Doshier, B. & Blaser, E. (1995). The role of attention in the programming of saccades. *Vision Research*, 35(13), 1897-1916.
- Krems, J.F. (1994). *Wissensbasierte Urteilsbildung: Diagnostisches Problemlösen durch Experten und Expertensysteme*. Bern: Huber.

- Kuhn, W. (1988). Penalty-kick strategies for shooters and goalkeepers, *Science and football* (S. 489-492): Spon.
- Kupper, K. (1984). Zum Wesen von Eignung. Materialistisch-dialektische Positionen zur Eignungsbeurteilung im Sport. *Theorie und Praxis des Leistungssports*, 18(6), 3-34.
- Kustov, A.A. & Robinson, D.L. (1996). Shared neural control of attentional shifts and eye movements.
- Kytta, M. (2002). Affordances of children's environments in the context of cities, small towns, suburbs and rural villages in Finland and Belarus. *Journal of environmental psychology*, 22(1), 109-123.
- LaBerge, D. & Brown, V. (1989). Theory of attentional operations in shape identification. *Psychological Review*, 96(1), 101-124.
- Ladd, G. & Woodworth, R. (1911). *Elements of Physiological Psychology*: Scribners.
- Lames, M., Augste, C., Dreckmann, C., Görsdorf, K. & Schimanski, M. (2008). Der "Relative Age Effect" (RAE): neue Hausaufgaben für den Sport. *Leistungssport*, 38(6), 4-9.
- Langenscheidt. (2013). *Fremdwörterbuch online*. Zugriff am 25.06. 2013 unter <http://services.langenscheidt.de/fremdwb/fremdwb.html>
- Lee, D.N. (1976). A theory of visual control of braking based on information about time-to-collision. *Perception*, 5(4), 437-459.
- Lee, S.-Y. (2004). Flying-object launching toy gun: Google Patents.
- Lehman, H.C. (1953). *Age and achievement*. American Philosophical Society Princeton.
- Leitert, H. (2007). *Die Kunst des Torwartspiels oder die sieben Prinzipien der Meister*. Leer: onLi-Verlag.
- Letzelter, M. (1981). Der Beitrag der Trainingswissenschaft zur "Theorie des sportlichen Talents" (Problematik - Strategie - Lösungen), *Leichtathletiktraining im Spannungsfeld von Wissenschaft und Praxis : Arbeitsbericht des Internationalen DLV-Fortbildungskongresses "Leichtathletiktraining vor Moskau" vom 23.-25.11.1979 am Fachbereich Sport der Universität Mainz* (S. 38-52): Schors.
- Liversedge, S.P. & Findlay, J.M. (2000). Saccadic eye movements and cognition. *Trends in Cognitive Sciences*, 4(1), 6-14.
- Ljach, W. (1997). Kinderhochleistungssport in Rußland. *Leistungssport*, 27(5), 37-40.
- Lockhart, R.S. & Craik, F.I. (1990). Levels of processing: A retrospective commentary on a framework for memory research. *Canadian Journal of Psychology*, 44(1), 87-112.
- Loffing, F., Schorer, J., Hagemann, N. & Baker, J. (2012). On the advantage of being left-handed in volleyball: further evidence of the specificity of skilled visual perception. *Attention, Perception, & Psychophysics*, 74(2), 446-453.
- Lotze, R.H. (1852). *Medizinische Psychologie oder Psychologie der Seele*: Weidmann.
- Loula, F., Prasad, S., Harber, K. & Shiffrar, M. (2005). Recognizing people from their movement. *Journal of Experimental Psychology-Human Perception and Performance*, 31(1), 210-220.
- Loy, R. (1998). Handlungsstrategien von Torhütern und Schützen in der Strafstoßsituation des Fußballsports, *Sportwissenschaft rund um den Fußball. 12. Jahrestagung der dvs-Kommission Fußball vom 22.-29.9.1996 in München*: Czwalina.
- MacNamara, Á., Button, A. & Collins, D. (2010a). The Role of Psychological Characteristics in Facilitating the Pathway to Elite Performance, Part 1: Identifying Mental Skills and Behaviors. *The Sport Psychologist*, 24(1), 52-73.
- MacNamara, Á., Button, A. & Collins, D. (2010b). The Role of Psychological Characteristics in Facilitating the Pathway to Elite Performance, Part 2: Examining Environmental and Stage-Related Differences in Skills and Behaviors. *The Sport Psychologist*, 24(1), 74-96.
- MacNamara, A. & Collins, D. (2012). Do mental skills make champions? Examining the discriminant function of the psychological characteristics of developing excellence questionnaire. *Journal of sports sciences*, 1-9.
- MacNamara, Á. & Collins, D. (2010). The role of psychological characteristics in managing the transition to university. *Psychology of Sport and Exercise*, 11(5), 353-362.
- 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(2), 104-110.
- Malina, R.M. & Bouchard, C. (1986). *Sport and human genetics* (Band 4): Human Kinetics.
- Mann, D., Abernethy, B., Farrow, D., Davis, M. & Spratford, W. (2010). An event-related visual occlusion method for examining anticipatory skill in natural interceptive tasks. *Behavior Research Methods*, 42(2), 556-562.
- Mann, D.L., Abernethy, B. & Farrow, D. (2010). Action specificity increases anticipatory performance and the expert advantage in natural interceptive tasks. *Acta Psychologica*, 135(1), 17-23.
- Mann, D.T., Williams, A.M., Ward, P. & Janelle, C.M. (2007). Perceptual-cognitive expertise in sport: a meta-analysis. *J Sport Exerc Psychol*, 29(4), 457-478.

- Marr, D. (1982). Vision: A computational investigation into the human representation and processing of visual information, Henry Holt and Co. Inc., New York, NY.
- Marsh, H.W. (1987). The big-fish-little-pond effect on academic self-concept. *Journal of educational psychology*, 79(3), 280-295.
- Martell, S.G. & Vickers, J.N. (2004). Gaze characteristics of elite and near-elite athletes in ice hockey defensive tactics. *Human Movement Science*, 22(6), 689-712.
- Matsudo, V.K.R. (1996). Prediction of Future Athletic Excellence. In O. Bar-Or (Hrsg.), *The Child and Adolescent Athlete* (S. 92-109). Oxford: Blackwell Science.
- McBeath, M.K., Shaffer, D.M. & Kaiser, M.K. (1995). How baseball outfielders determine where to run to catch fly balls. *Science*, 569-569.
- McLeod, P. & Dienes, Z. (1993). Running to catch the ball. *Nature*.
- McMorris, T. & Colenso, S. (1996). Anticipation of professional soccer goalkeepers when facing right- and left-footed penalty kicks. *Perceptual and motor skills*, 82(3), 931-934.
- McMorris, T., Coperman, R., Corcoran, D., Saunders, G. & Potters, S. (1993). Anticipation of soccer goalkeepers facing penalty-kicks. In T. Reilly, J. Clarys & A. Stibbe (Hrsg.), *Science and Football II* (S. 250-253). London: E & FN Spon.
- McPherson, S.L. (1993). Knowledge representation and decision-making in sport. *Advances in psychology*, 102, 159-188.
- McPherson, S.L. & French, K.E. (1991). Changes in cognitive strategies and motor skill in tennis. *Journal of Sport & Exercise Psychology*, 13(1), 26-41.
- McPherson, S.L. & MacMahon, C. (2008). How baseball players prepare to bat: tactical knowledge as a mediator of expert performance in baseball. *Journal of sport & exercise psychology*, 30(6), 755.
- McPherson, S.L. & Vickers, J.N. (2004). Cognitive control in motor expertise. *International Journal of Sport and Exercise Psychology*, 2(3), 274-300.
- McRobert, A.P., Ward, P., Eccles, D.W. & Williams, A.M. (2011). The effect of manipulating context-specific information on perceptual-cognitive processes during a simulated anticipation task. *British Journal of Psychology*, 102(3), 519-534.
- Meinel, K. & Schnabel, G. (1987). *Bewegungslehre-Sportmotorik*. Berlin-Ost VEB: Volk+ Wissen.
- Merigan, W.H. & Maunsell, J.H. (1993). How parallel are the primate visual pathways? *Annual review of neuroscience*, 16(1), 369-402.
- Miall, R.C. (2003). Connecting mirror neurons and forward models. *NeuroReport*, 14(17), 2135-2137.
- Michaels, C.F. & Oudejans, R.R. (1992). The optics and actions of catching fly balls: Zeroing out optical acceleration. *Ecological Psychology*, 4(4), 199-222.
- Milgram, P. (1987). A spectacle-mounted liquid-crystal tachistoscope. *Behavior Research Methods, Instruments, & Computers*, 19(5), 449-456.
- Miller, G. (1956). The magical number seven, plus or minus two: Some limits on our capacity for processing information. *The psychological review*, 63, 81-97.
- Millsagle, D. (1988). Visual perception, recognition, recall and mode of visual search control in basketball involving novice and experienced basketball players. *Journal of sport behavior*, 11, 32-44.
- Milner, A. & Goodale, M. (1995). *The visual brain in action*. Oxford: Oxford University Press.
- Milner, A.D. & Goodale, M.A. (2008). Two visual systems re-viewed. *Neuropsychologia*, 46(3), 774-785.
- Mirsky, A.F., Anthony, B.J., Duncan, C.C., Ahearn, M.B. & Kellam, S.G. (1991). Analysis of the elements of attention: A neuropsychological approach. *Neuropsychology review*, 2(2), 109-145.
- Moosbrugger, H. & Kelava, A. (2011). *Testtheorie und Fragebogenkonstruktion*. Heidelberg: Springer DE.
- Morya, E., Ranvaud, R. & Pinheiro, W.M. (2003). Dynamics of visual feedback in a laboratory simulation of a penalty kick. *Journal of Sports Sciences*, 21(2), 87-95.
- Mukamel, R., Ekstrom, A.D., Kaplan, J., Iacoboni, M. & Fried, I. (2010). Single-neuron responses in humans during execution and observation of actions. *Current biology*, 20(8), 750-756.
- Müller, S. & Abernethy, B. (2006). An in situ examination of the information pick-up and interceptive skills of high- and low-skilled cricket batsmen. *Journal of Science and Medicine in Sport*, 9(6), 446-458.
- Müller, S. & Abernethy, B. (2012). Expert anticipatory skill in striking sports: A review and a model. *Research Quarterly for Exercise and Sport*, 83(2), 175-187.
- 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(12), 2162-2186.
- Müller, S., Abernethy, B., Reece, J., Rose, M., Eid, M., McBean, R., et al. (2009). An in-situ examination of the timing of information pick-up for interception by cricket batsmen of different skill levels. *Psychology of Sport and Exercise*, 10(6), 644-652.

- Munzert, J. (1995). Expertise im Sport. Ein kritischer Übersichtsbeitrag. *Psychologie und Sport: Zeitschrift für Sportpsychologie*, 2(4), 122-131.
- Munzert, J. (2006). Wahrnehmung und Aufmerksamkeit, *Handbuch Sportpsychologie* (S. 36-43): Hofmann.
- Munzert, J. & Hossner, E.J. (2008). Lehren und Lernen sportmotorischer Fertigkeiten. *Anwendungen der Sportpsychologie*, 177-255.
- Munzert, J. & Raab, M. (2009). Informationsverarbeitung. In N. Birbaumer, D. Frey, J. Kuhl, W. Schneider & R. Schwarzer (Hrsg.), *Enzyklopädie der Psychologie*. Göttingen: Hogrefe.
- Murch, G.M. & Woodworth, G.L. (1978). *Wahrnehmung*: Kohlhammer.
- Musch, J. & Grondin, S. (2001). Unequal competition as an impediment to personal development: A review of the relative age effect in sport. *Developmental review*, 21(2), 147-167.
- Neisser, U. (1976). *Cognition and reality: Principles and implications of cognitive psychology*. New York, NY, US: W H Freeman/Times Books/ Henry Holt & Co.
- Neumaier, A. (1988). *Bewegungsbeobachtung und Bewegungsbeurteilung im Sport*. Sankt Augustin: Academia Verlag.
- Neumaier, A., te Poel, H.-D. & Standtke, V. (1987). Zur Antizipation des Elfmeterschusses aus der Sicht des Torwarts. *Leistungssport*, 17(5), 23-32.
- Neumann, O. (1989). Kognitive Vermittlung und direkte Parameterspezifikation: Zum Problem mentaler Repräsentation in der Wahrnehmung. *Sprache & Kognition*.
- Newell, K.M. (1986). Constraints on the development of coordination. *Motor development in children: Aspects of coordination and control*, 34, 341-360.
- Newell, K.M. & McDonald, V.P. (1994). Information, coordination modes and control in a prehensile force task. *Human Movement Science*, 13(3), 375-391.
- Newell, K.M. & Vaillancourt, D.E. (2001). Dimensional change in motor learning. *Human Movement Science*, 20(4-5), 695-715.
- Newman-Norlund, R.D., van Schie, H.T., van Zuijlen, A.M. & Bekkering, H. (2007). The mirror neuron system is more active during complementary compared with imitative action. *Nature neuroscience*, 10(7), 817-818.
- Nideffer, R.M. (1976). *The inner athlete: Mind plus muscle for winning*: Crowell.
- Nideffer, R.N. & Sagal, M.S. (2002). Concentration and attention control training. In J.M. Williams & V. Krane (Hrsg.), *Applied sport psychology. Personal growth to peak performance* (4. Aufl., S. 312-332). CA: Mayfield: Mountain View.
- Nisbett, R.E. & Wilson, T.D. (1977). Telling more than we can know: Verbal reports on mental processes. *Psychological Review*, 84(3), 231-259.
- Nitsch, J.R. (1975). Sportliches Handeln als Handlungsmodell. *Sportwissenschaft*, 5(1), 39-55.
- Nitsch, J.R. (2000). Handlungstheoretische Grundlagen der Sportpsychologie. In H. Gabler, J.R. Nitsch & R. Singer (Hrsg.), *Einführung in die Sportpsychologie, Teil I: Grundthemen* (3. Aufl., S. 43-164). Schorndorf: Hofmann.
- Nitsch, J.R. (2004). Die handlungstheoretische Perspektive: ein Rahmenkonzept für die sportpsychologische Forschung und Intervention. *Zeitschrift für Sportpsychologie*, 11(1), 10-23.
- Noe, A., Pauwels, J.M. & Willems, E. (1990). Die Antizipation des Torhüters in einer Elfmeter-Situation. In G. Hagedorn & R. Andresen (Hrsg.), *Allgemeine und sportspezifische Spielfähigkeit* (S. 73-80). Ahrensburg bei Hamburg: Springer.
- Nolting, H.-P. & Paulus, P. (1999). *Psychologie lernen: Eine Einführung und Anleitung*. München: Psychologie-Verl.-Union.
- Nolting, H.-P. & Paulus, P. (2009). *Psychologie Lernen* (10. Aufl.). Weinheim: Beltz.
- Norman, J.F., Payton, S.M., Long, J.R. & Hawkes, L.M. (2004). Aging and the perception of biological motion. *Psychology and aging*, 19(1), 219.
- North, J.S., Ward, P., Ericsson, A. & Williams, A.M. (2011). Mechanisms underlying skilled anticipation and recognition in a dynamic and temporally constrained domain. *Memory*, 19(2), 155-168.
- Oldenziel, K., Gagné, F. & Gulbin, J. (2004). *Factors affecting the rate of athlete development from novice to senior elite: How applicable is the 10-year rule*. Paper presented at the Proceedings of the 2004 Pre-Olympic Congress.
- Olivier, N., Blischke, K., Daugs, R., Meyer, G. & Moebius, K. (1989). Aufmerksamkeitslenkungen und Blickverhalten beim sportmotorischen Video-Training, *Motorikforschung aktuell : die Elektromyographie in der Motorikforschung ; Grundprobleme der Motorikforschung - interdisziplinär gesehen - ; aktuelle Beiträge zur Motorik* (S. 212-218): Deutsche Vereinigung für Sportwissenschaft.
- Ollis, S., MacPherson, A. & Collins, D. (2006). Expertise and talent development in rugby refereeing: An ethnographic enquiry. *Journal of Sports Sciences*, 24(3), 309-322.

- Optican, L. (1985). Adaptive properties of the saccadic system. *Reviews of oculomotor research*, 1, 71-79.
- Panchuk, D. & Vickers, J.N. (2006). Gaze behaviors of goaltenders under spatial-temporal constraints. *Human Movement Science*, 25(6), 733-752.
- Panchuk, D. & Vickers, J.N. (2009). Using spatial occlusion to explore the control strategies used in rapid interceptive actions: Predictive or prospective control? *Journal of Sports Sciences*, 27(12), 1249-1260.
- Papenmeier, F. & Huff, M. (2010). DynAOI: A tool for matching eye-movement data with dynamic areas of interest in animations and movies. *Behavior Research Methods*, 42(1), 179-187.
- Parker, H. (1981). Visual detection and perception in netball. In I.M. Cockerill & W.W. MacGillivray (Hrsg.), *Vision and sport* (S. 42-53). London: Stanley Thornes.
- Paull, G. & Glencross, D. (1997). Expert perception and decision making in baseball. *International Journal of Sport Psychology*, 28(1), 35-56.
- Piras, A. & Vickers, J.N. (2011). The effect of fixation transitions on quiet eye duration and performance in the soccer penalty kick: instep versus inside kicks. *Cognitive Processing*, 12(3), 245-255.
- Pollen, D.A. (1999). On the neural correlates of visual perception. *Cerebral Cortex*, 9, 4-19.
- Pomplun, M. (1998). *Analysis and models of eye movements in comparative visual search*. Cuvillier, Göttingen.
- Posner, M.I. (1980). Orienting of attention. *Quarterly journal of experimental psychology*, 32(1), 3-25.
- Posner, M.I. (1988). Structures and functions of selective attention. In T. Boll & B. Bryant (Hrsg.), *Master lectures in clinical neuropsychology* (S. 173-202). Washington, D.C.: American Psychological Association.
- Posner, M.I., Snyder, C.R. & Davidson, B.J. (1980). Attention and the detection of signals. *Journal of Experimental Psychology: General*, 109(2), 160-174.
- Poulton, E. (1957). On prediction in skilled movements. *Psychological bulletin*, 54(6), 467.
- Prinz, W. (1990). *A common coding approach to perception and action*. Berlin: Springer.
- Prinz, W. (1997). Perception and action planning. *European journal of cognitive psychology*, 9(2), 129-154.
- Proffitt, D.R. (2006). Distance perception. *Current Directions in Psychological Science*, 15(3), 131-135.
- Proffitt, D.R., Bhalla, M., Gossweiler, R. & Midgett, J. (1995). Perceiving geographical slant. *Psychonomic Bulletin & Review*, 2(4), 409-428.
- Raab, M., de Oliveira, R.F. & Heinen, T. (2009). How do people perceive and generate options? *Progress in brain research*, 174, 49-59.
- Raaijmakers, J.G. & Shiffrin, R.M. (1981). Search of associative memory. *Psychological Review*, 88(2), 93-134.
- Ranganathan, R. & Carlton, L.G. (2007). Perception-action coupling and anticipatory performance in baseball batting. *Journal of Motor Behavior*, 39(5), 369-380.
- Rashbass, C. (1961). The relationship between saccadic and smooth tracking eye movements. *The Journal of Physiology*, 159(2), 326.
- Regnier, G., Salmela, J. & Russell, S.J. (1993). Talent detection and development in sport. In R.N. Singer, M. Murphey & L.K. Tennant (Hrsg.), *Handbook of Research on Sport Psychology* (S. 290-313). New York: Macmillan.
- Renshaw, I., Davids, K., Phillips, E. & Kerhervé, H. (2012). Developing talent in athletes as complex neurobiological systems. *Talent Identification and Development in Sport: International Perspectives*, 64-80.
- Renshaw, I., Davids, K. & Savelsbergh, G.J. (2010). *Motor learning in practice: a constraints-led approach*. Oxon: Routledge.
- Renshaw, I. & Fairweather, M.M. (2000). Cricket bowling deliveries and the discrimination ability of professional and amateur batters. *Journal of Sports Sciences*, 18(12), 951-957.
- Ripoll, H. (1991). The understanding-acting process in sport: The relationship between the semantic and the sensorimotor visual function. *International Journal of Sport Psychology*, 22(3-4), 221-243.
- Ripoll, H., Kerlirzin, Y., Stein, J.-F. & Reine, B. (1995). Analysis of information processing, decision making, and visual strategies in complex problem solving sport situations. *Human Movement Science*, 14(3), 325-349.
- Ritzdorf, W. (1982). *Visuelle Wahrnehmung und Antizipation: Eine theoretische und experimentelle Studie zum Entscheidungs- und Blickverhalten beim Betrachten von Tennisgrundschlägen*. Schorndorf: Hofmann.
- Rizzolatti, G. & Craighero, L. (2004). The mirror-neuron system. *Annu. Rev. Neurosci.*, 27, 169-192.
- Rizzolatti, G. & Sinigaglia, C. (2010). The functional role of the parieto-frontal mirror circuit: interpretations and misinterpretations. *Nature Reviews Neuroscience*, 11(4), 264-274.

- Roca, A., Ford, P.R. & Williams, A.M. (2009). *Perceptual-cognitive skills and their interaction as a function of task and skill level in soccer: A preliminary analysis using verbal report protocols*. Paper presented at the 41st Annual Conference of the Canadian Society for Psychomotor Learning and Sport Psychology, Toronto, Canada.
- Roediger, H.L., Gallo, D.A. & Geraci, L. (2002). Processing approaches to cognition: The impetus from the levels-of-processing framework. *Memory*, 10(5-6), 319-332.
- Rolfs, M., Jonikaitis, D., Deubel, H. & Cavanagh, P. (2010). Predictive remapping of attention across eye movements. *Nature neuroscience*, 14(2), 252-256.
- Roth, K. & Schorer, J. (2007). Blickbewegungen von Handballtorhütern beim Siebenmeterwurf in Abhängigkeit von Umwelt, Expertise und Alter. *BISp-Jahrbuch : Forschungsförderung ...*(2006), 119-123.
- Roth, K., Schorer, J., Höner, O. & Forstner, U. (2005). Antizipation als Prädiktor für die Talentsichtung von Hockeytorhütern und ihre Entwicklung bis in die Adoleszenz. In B.f. Sportwissenschaft (Hrsg.), *BISp-Jahrbuch: Forschungsförderung 2004/2005* (S. 117-121). Bonn: Hausdruckerei des statistischen Bundesamtes.
- Roth, K., Schorer, J. & Peters, B. (2007). Blickbewegungsdiagnostik bei Hockeynationalspielern und ihre Trainingsimplikationen. *BISp-Jahrbuch : Forschungsförderung ...*(2006), 241-244.
- Rowe, R., Horswill, M.S., Kronvall-Parkinson, M., Poulter, D.R. & McKenna, F.P. (2009). The effect of disguise on novice and expert tennis players' anticipation ability. *Journal of Applied Sport Psychology*, 21(2), 178-185.
- Ruoff, B. (1980). Was kann die psychologische Diagnostik für die Talentforschung leisten? *Sportwissenschaft*, 10(1), 36-45.
- Rushton, S.K., Harris, J.M., Lloyd, M.R. & Wann, J.P. (1998). Guidance of locomotion on foot uses perceived target location rather than optic flow. *Current Biology*, 8(21), 1191-1194.
- Rushton, S.K. & Wann, J.P. (1999). Weighted combination of size and disparity: a computational model for timing a ball catch. *Nature neuroscience*, 2(2), 186-190.
- Salmela, J.H. & Fiorito, P. (1979). Visual cues in ice hockey goaltending. *Canadian journal of applied sport sciences*, 4(4), 56-59.
- Savelsbergh, G.J.P., van der Kamp, J., Williams, A.M. & Ward, P. (2005). Anticipation and visual search behaviour in expert soccer goalkeepers. *Ergonomics*, 48(11-14), 1686-1697.
- Savelsbergh, G.J.P., Williams, A.M., van der Kamp, J. & Ward, P. (2002). Visual search, anticipation and expertise in soccer goalkeepers. *Journal of Sports Sciences*, 20(3), 279-287.
- Scanlan, T.K., Simons, J.P., Carpenter, P.J., Schmidt, G.W. & Keeler, B. (1993). The sport commitment model: Measurement development for the youth-sport domain. *Journal of Sport and Exercise Psychology*, 15, 16-16.
- Schachter, D., McAndrews, M. & Moscovitch, M. (1988). *Access to consciousness: Dissociations between implicit and explicit knowledge in neuropsychologic syndromes*. Zugriff am 242 unter
- Schiller, P.H., Logothetis, N.K. & Charles, E.R. (1990). Role of the color-opponent and broad-band channels in vision. *Visual neuroscience*, 5(4), 321-346.
- Schmidt, R.A. & Lee, T.D. (2011). *Motor control and learning: A behavioral emphasis*: Human Kinetics.
- Schmidt, R.F., Lang, F. & Heckmann, M. (2010). *Physiologie des Menschen* (31. Aufl.). Berlin, Heidelberg, New York: Springer.
- Schmidt, R.F. & Schaible, H.G. (2006). *Neuro- und Sinnesphysiologie*. Heidelberg: Springer Medizin Verlag.
- Schnabel, G. & Thiess, G. (1993). *Lexikon Sportwissenschaft: Leistung - Training - Wettkampf 2, L - Z*. Berlin: Sportverlag.
- Schnell, D. (1996). Sehorgan und Sport. In U. Bartmus, H. Heck, J. Mester, H. Schumann & G. Tidow (Hrsg.), *Aspekte der Sinnes- und Neurophysiologie im Sport - In memoriam Horst de Marées* (S. 175-240). Köln: Sportverlag Strauß.
- Schorer, J. (2007). *Höchstleistung im Handballtor - Eine Studie zur Identifikation, den Mechanismen und der Entwicklung senso-motorischer Expertise* (Band Heidelberg): Universität Heidelberg / Institut für Sport und Sportwissenschaft.
- Schott, U. (2010). Von der Talentförderung profitieren das A-Team und die Bundesliga. *Fußballtraining*, 28(9), 6-13.
- Schubert, F. & Zehl, U.C. (1983). Funktion und diagnostische Relevanz von Augenbewegungen im Sport. *Medizin und Sport*, 23(12), 387-391.
- Schubotz, R.I. (2010). Wie wir unser motorisches System nutzen, um Ereignisse vorherzusagen. *Zeitschrift für Sportpsychologie*, 17(4), 109-119.

- Schulz, R. & Curnow, C. (1988). Peak performance and age among superathletes: track and field, swimming, baseball, tennis, and golf. *Journal of Gerontology*, 43(5), P113-P120.
- Schütz-Bosbach, S. (2010). Kommentare zu Shiffrar und Heinen: Die Fähigkeiten von Athleten verändernden Wahrnehmung von Handlungen. *Zeitschrift für Sportpsychologie*, 17(4), 154-157.
- Schütz-Bosbach, S. & Prinz, W. (2007). Perceptual resonance: action-induced modulation of perception. *Trends in Cognitive Sciences*, 11(8), 349-355.
- Schwegler, J.S. & Lucius, R. (2011). *Der Mensch-Anatomie und Physiologie*: Thieme.
- Sekiguchi, A., Yokoyama, S., Kasahara, S., Yomogida, Y., Takeuchi, H., Ogawa, T., et al. (2011). Neural bases of a specific strategy for visuospatial processing in rugby players. *Med Sci Sports Exerc*, 43(10), 1857-1862.
- Shank, M.D. & Haywood, K.M. (1987). Eye movements while viewing a baseball pitch. *Perceptual and Motor Skills*, 64(3c), 1191-1197.
- Shepherd, M., Findlay, J.M. & Hockey, R.J. (1986). The relationship between eye movements and spatial attention. *The Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 38(3), 475-491.
- Shiffrar, M. & Heinen, T. (2010). Die Fähigkeiten von Athleten verändern deren Wahrnehmung von Handlungen. *Zeitschrift für Sportpsychologie*, 17(4), 130-142.
- Shiffrin, R.M. (1997). Attention, automatism, and consciousness. *Scientific approaches to consciousness*, 49-64.
- Shiffrin, R.M. & Schneider, W. (1977). Controlled and automatic human information processing: II. Perceptual learning, automatic attending, and a general theory. *Psychological Review*, 84(2), 127-190.
- 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(2), 164-175.
- Shim, J., Carlton, L.G. & Kwon, Y.-H. (2006). Perception of kinematic characteristics of tennis strokes for anticipating stroke type and direction. *Research quarterly for exercise and sport*, 77(3), 326-339.
- Simon, H.A. & Chase, W.G. (1973). Skill in chess. *American Scientist*, 61(4), 394-403.
- Singer, R.N. & Janelle, C.M. (1999). Determining sport expertise: from genes to supremes. *International Journal of Sport Psychology*, 117-150.
- Skinner, J.S. (2001). Do genes determine champions? *Sports Science Exchange*, 14(4), 1-4.
- Smeeton, N. & Williams, A. (2012). The role of movement exaggeration in the anticipation of deceptive soccer penalty kicks. *British Journal of Psychology*, 103(4), 539-555.
- Sperling, G. (1960). The information available in brief visual presentations. *Psychological monographs: General and applied*, 74(11), 1-29.
- Spitzer, M. (2002). *Lernen. Gehirnforschung und die Schule des Lebens*: Spektrum Akademischer Verlag.
- Squire, L.R. (1987). *Memory and brain*: Oxford University Press, USA.
- Stamm, M. (1999). Hochbegabung ist die normalste Sache der Welt. *Bildung Schweiz*, 19, 21-22.
- Starkes, J. & Allard, F. (Hrsg.). (1993). *Cognitive issues in motor control*. Amsterdam: North Holland.
- Starkes, J., Deakin, J., Allard, F., Hodges, N. & Hayes, A. (1996). Deliberate practice in sports: What is it anyway. *The road to excellence: The acquisition of expert performance in the arts, sciences, sports and games*, 81-106.
- Starkes, J., 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(2), 162.
- Starkes, J.L. (1987a). Skill in field hockey: The nature of the cognitive advantage. *Journal of sport psychology*, 9, 146-160.
- Starkes, J.L. (1987b). Skill in field hockey: The nature of the cognitive advantage. *Journal of Sport Psychology*, 9(2), 146-160.
- Starkes, J.L. & Deakin, J. (1984). Perception in Sport: A cognitive approach to skilled performance. In W. Straub & J.M. Williams (Hrsg.), *Cognitive Sport Psychology* (S. 115-128). Lansing, New York: Sport Science Associates.
- Starkes, J.L. & Ericsson, K.A. (2003). *Expert performance in sports: advances in research on sport expertise*. Champaign, IL: Human Kinetics.
- Sternberg, R.J. (2003). *Cognitive psychology* (3. Aufl.). Belmont, Calif. [u.a.]: Thomson/Wadsworth.
- Strauss, B., Schorer, J., Fischer, L. & Büsch, D. (2009). Fortführung von ergänzenden Sichtungstests im Handball – Leistungsmotivation und Antizipation als Prädiktoren. In B.f. Sportwissenschaft (Hrsg.), *BISp-Jahrbuch – Forschungsförderung 2008/09* (S. 193-196). Bonn: Hausdruckerei des statistischen Bundesamtes.
- Sun, H.-J., Campos, J.L., Young, M., Chan, G.S. & Ellard, C.G. (2004). The contributions of static visual cues, nonvisual cues, and optic flow in distance estimation. *Perception*, 33(1), 49-66.

- Swinnen, S.P., Heuer, H., Massion, J.E. & Casaer, P. (1994). *Interlimb coordination: Neural, dynamical, and cognitive constraints*. Paper presented at the "The Control and Modulation of Patterns of Interlimb Coordination: A Multidisciplinary Perspective", Catholic University of Louvain, Belgium.
- 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(2), 117-128.
- 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.
- Thomas, K.T. & Thomas, J.R. (2004). Developing expertise in sport: The relation of knowledge and performance. *International Journal of Sport Psychology*, 25, 295-312.
- Tong, F. (2003). Primary visual cortex and visual awareness. *Nature Reviews Neuroscience*, 4(3), 219-229.
- Tononi, G. & Edelman, G.M. (1998). Consciousness and complexity. *Science*, 282(5395), 1846-1851.
- Treisman, A. (1999). Solutions to the binding problem: review progress through controversy summary and convergence. *Neuron*, 24, 105-110.
- Treisman, A.M. & Gelade, G. (1980). A feature-integration theory of attention. *Cognitive psychology*, 12(1), 97-136.
- Tresilian, J.R. (1999). Visually timed action: time-out for 'tau'? *Trends in Cognitive Sciences*, 3(8), 301-310.
- Troje, N.F., Westhoff, C. & Lavrov, M. (2005). Person identification from biological motion: Effects of structural and kinematic cues. *Perception & Psychophysics*, 67(4), 667-675.
- Tulving, E. (1972). Episodic and Semantic Memory¹. *Organization of memory*, 381-402.
- Turatto, M., Benso, F. & Umiltà, C. (1999). Focusing of attention in professional women skiers. *International Journal of Sport Psychology*, 30, 339-349.
- Tyldesley, D.A., Bootsma, R.J. & Bomhoff, G. (1982). Skill level and eye movement patterns in a sport oriented reaction time task. *Motor learning and movement behavior: Contribution to learning in sports*, 290-296.
- Tyldesley, D.A., Bootsma, R.J. & Bonhoff, G.T. (1983). Skill level and eye-movement patterns in a sport-oriented reaction time task. In H.e.a. Rieder (Hrsg.), *Motorik-und Sportwissenschaft* (S. 291-296). Schorndorf: Hofmann.
- Ungerleider, L.G. & Haxby, J.V. (1994). 'What'and 'where'in the human brain. *Current Opinion in Neurobiology*, 4(2), 157-165.
- Ungerleider, L.G. & Mishkin, M. (1982). Two cortical visual systems. In M.A. Ingle, M.I. Goodale & R.J.W. Masfield (Hrsg.), *Analysis of Visual Behavior* (S. 549-586). Cambridge, MA: MIT Press.
- Vaeyens, R., Güllich, A., Warr, C.R. & Philippaerts, R. (2009). Talent identification and promotion programmes of Olympic athletes. *Journal of Sports Sciences*, 27(13), 1367-1380.
- Vaeyens, R., Lenoir, M., Williams, A.M., Mazyn, L. & Philippaerts, R.M. (2007). The effects of task constraints on visual search behavior and decision-making skill in youth soccer players. *J Sport Exerc Psychol*, 29(2), 147-169.
- van der Kamp, J. (2006). A field simulation study of the effectiveness of penalty kick strategies in soccer: Late alterations of kick direction increase errors and reduce accuracy. *Journal of Sports Sciences*, 24(5), 467-477.
- van der Kamp, J., Rivas, F., van Doorn, H. & Savelsbergh, G. (2008). Ventral and dorsal system contributions to visual anticipation in fast ball sports. *Journal of Sport Psychology* 39(2), 100-130.
- van Essen, D.C. & Anderson, C.H. (1995). Information processing strategies and pathways in the primate visual system. *An introduction to neural and electronic networks*. Academic Press, New York, 45-76.
- van Yperen, N.W. (2009). Why some make it and others do not: Identifying psychological factors that predict career success in professional adult soccer. *The Sport Psychologist*, 23(3), 317-329.
- van Zomeran, A.H. & Brouwer, W.H. (1994). *Clinical neuropsychology of attention*: Oxford University Press, USA.
- Vickers, J., Rodrigues, S. & Edworthy, G. (2000). Quiet eye and accuracy in the dart throw. *International Journal of Sports Vision*, 6, 30-36.
- Vickers, J.N. (1992). Gaze control in putting. *Perception*, 21(1), 117-132.
- Vickers, J.N. (1996). Visual control when aiming at a far target. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 22(2), 342-354.
- Vickers, J.N. (2007). *Perception, cognition, and decision training: The quiet eye in action*. Champaign, IL: Human Kinetics.
- Vickers, J.N. & Adolphe, R.M. (1997). Gaze behaviour during a ball tracking and aiming skill. *International Journal of Sports Vision*, 4(1), 18-27.

- Vickers, J.N. & Williams, A.M. (2007). Performing under pressure: The effects of physiological arousal, cognitive anxiety, and gaze control in biathlon. *Journal of Motor Behavior*, 39(5), 381-394.
- Vine, S.J. & Wilson, M.R. (2011). The influence of quiet eye training and pressure on attention and visuo-motor control. *Acta Psychologica*, 136(3), 340-346.
- von Campenhausen, C. (1993). *Die Sinne des Menschen: Einführung in die Psychophysik der Wahrnehmung*. Stuttgart: Georg Thieme Verlag.
- von Holst, E. & Mittelstaedt, H. (1950). Das Refferenzprinzip. *Naturwissenschaften*, 37(20), 464-476.
- Votteler, A. & Höner, O. (2012). Auswirkungen des Relative Age Effects auf die motorische Leistungsfähigkeit von DFB-Stützpunktspielern. In C.T. Jansen, C. Baumgart, M. Hoppe & J. Freiwald (Hrsg.), *Trainingswissenschaftliche, geschlechtsspezifische und medizinische Aspekte des Hochleistungsfußballs - Beiträge und Analysen zum Fußballsport XVIII* (S. 225-231). Hamburg: Czwalina.
- Wagg, C.J., Williams, A.M., Vogt, S. & Higuchi, S. (2009). *The neural substrate of anticipation skill in tennis and soccer: An event-related fMRI study*. Paper presented at the JOURNAL OF SPORT & EXERCISE PSYCHOLOGY.
- Walk, R.D. & Homan, C.P. (1984). Emotion and dance in dynamic light displays. *Bulletin of the psychonomic society*.
- Ward, P., Hodges, N.J., Williams, A.M. & Starkes, J.L. (2004). 11 Deliberate practice and expert performance. *Skill acquisition in sport: Research, theory and practice*, 231.
- 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(1), 93-111.
- Ward, P., Williams, A.M. & Bennett, S.J. (2002). Visual search and biological motion perception in tennis. *Res Q Exerc Sport*, 73(1), 107-112.
- Warren, W.H. (1984). Perceiving affordances: Visual guidance of stair climbing. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 10(5), 683-703.
- Warren, W.H. & Whang, S. (1987). Visual guidance of walking through apertures: Body-scaled information for affordances. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 13(3), 371-383.
- Wegner, M. (1994). *Konzentration und Konzentrationstraining im Hallenhandball: Theorie und Empirie*. Bonn: Holos.
- Wegner, M. & Janssen, J.-P. (2005). Zur Operationalisierung der Konzentration im Hallenhandball: Ein anforderungsbezogener Forschungsansatz. *Psychologie und Sport*, 2, 57-68.
- Weissensteiner, J., Abernethy, B., Farrow, D. & Müller, S. (2008). The development of anticipation: A cross-sectional. *Journal of Sport and Exercise Psychology*, 30(6), 663-684.
- Welford, A.T. (1976). *Skilled performance: Perceptual and motor skills*. Glenview: Scott, Foresman.
- Wesemann, W. (2002). Die Grenzen der Sehschärfe. *DOZ*, 2, 32-38.
- Westheimer, G. (1954). Eye movement responses to a horizontally moving visual stimulus. *Archives of Ophthalmology*, 52(6), 932.
- Wiemeyer, J. (2002). *Bewegungslernen im Sport. Motorische, kognitive und emotionale Aspekte*. Darmstadt: Wissenschaftliche Buchgesellschaft.
- Williams, A.M. (2000). Perceptual skill in soccer: implications for talent identification and development. *Journal of Sports Sciences*, 18(9), 737-750.
- Williams, A.M. & Burwitz, L. (1993). Advance cue utilization in soccer. *Science and football II*, 2, 239-244.
- Williams, A.M. & Davids, K. (1995). Declarative knowledge in sport: A byproduct of experience or a characteristic of expertise? *Journal of sport and exercise psychology*, 17, 259-275.
- Williams, A.M. & Davids, K. (1998). Visual search strategy, selective attention, and expertise in soccer. *Research Quarterly for Exercise and Sport*, 69(2), 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(2), 127-135.
- Williams, A.M., Davids, K., Burwitz, L. & Williams, J.M. (1993). Cognitive knowledge and soccer performance. *Perceptual and Motor skills*, 76(2), 579-593.
- Williams, A.M., Davids, K. & Williams, J.G. (1999). *Visual perception and action in sport* (Band London): E & FN Spon.
- Williams, A.M. & Ericsson, K.A. (2005). Perceptual-cognitive expertise in sport: Some considerations when applying the expert performance approach. *Human Movement Science*, 24(3), 283-307.
- Williams, A.M. & Grant, A. (1999). Training perceptual skill in sport. *International Journal of Sport Psychology*, 30(2), 194-220.

- Williams, A.M., Janelle, C.M. & Davids, K. (2004). Constraints on the search for visual information in sport. *International Journal of Sport and Exercise Psychology*, 2(3), 301-318.
- Williams, A.M. & Reilly, T. (2000). Talent identification and development in soccer. *Journal of Sports Sciences*, 18(9), 657-667.
- Williams, A.M., Singer, R.N. & Frehlich, S.G. (2002). Quiet Eye Duration, Expertise, and Task Complexity in Near and Far Aiming Tasks. *Journal of motor behavior*, 34(2), 197-207.
- Williams, A.M. & Starkes, J. (2002). Cognitive expertise and performance in interceptive actions. *Interceptive actions in sport: Information and movement*, 40.
- Williams, A.M. & Ward, P. (2003). Perceptual expertise. In J.L. Starkes & K.A. Ericsson (Hrsg.), *Expert performance in sports : advances in research on sport expertise* (S. 219-249). Champaign, IL: Human Kinetics.
- Williams, A.M. & Ward, P. (2007). Anticipation and decision making. In G. Tenenbaum & R.C. Eklund (Hrsg.), *Handbook of sport psychology* (S. 203-223). Hoboken, N.J.: Wiley.
- 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(4), 259-270.
- Williams, A.M., Ward, P. & Smeeton, N.J. (2004). Perceptual and cognitive expertise in sport. *Skill Acquisition in Sport: Research, Theory, and Practice*, 328.
- Willimczik, K. (1982). Determinanten der sportmotorischen Leistungsfähigkeit im Kindesalter Konzeption und Zwischenergebnisse eines Forschungsprojekts). In H. Howald & E. Hahn (Hrsg.), *Kinder im Leistungssport* (S. 141-153). Basel, Boston, Stuttgart: Birkhäuser Verlag.
- Willimczik, K., Meierarend, E.-M., Pollmann, D. & Reckeweg, R. (1999). Das beste motorische Lernalter - Forschungsergebnisse zu einem paedagogischen Postulat und zu kontroversen empirische Befunden. *Sportwissenschaft (Schorndorf)*, 29(1), 42-61.
- Wilson, M. & Knoblich, G. (2005). The case for motor involvement in perceiving conspecifics. *Psychological bulletin*, 131(3), 460.
- Wilson, M.R. (2002). Six views of embodied cognition. *Psychonomic Bulletin & Review*, 9, 625-636.
- Wolfe, J.M., Kluender, K.R., Levi, D.M., Barthoshuk, L.M., Herz, R.S., Klatzky, R.L., et al. (2009). *Sensation & Perception* (2. ed. Aufl.). Sunderland, Mass.: Sinauer Assoc.
- Wolpert, D.M. & Flanagan, J.R. (2001). Motor prediction. *Current Biology*, 11(18), R729.
- Wood, G. & Wilson, M.R. (2010). A moving goalkeeper distracts penalty takers and impairs shooting accuracy. *Journal of Sports Sciences*, 28(9), 937-946.
- Wright, D.L., Pleasants, F. & Gomez-Meza, M. (1990). Use of advanced visual cue sources in volleyball. *Journal of Sport and Exercise Psychology*, 12, 406-414.
- Wright, M., Bishop, D., Jackson, R. & Abernethy, B. (2011). Cortical fMRI activation to opponents' body kinematics in sport-related anticipation: Expert-novice differences with normal and point-light video. *Neuroscience letters*, 500(3), 216-221.
- Wright, M.J., Bishop, D.T., Jackson, R.C. & Abernethy, B. (2010). Functional MRI reveals expert-novice differences during sport-related anticipation. *NeuroReport*, 21(2), 94-98.
- Wright, M.J. & Jackson, R.C. (2007). Brain regions concerned with perceptual skills in tennis: an fMRI study. *International Journal of Psychophysiology*, 63, 214-220.
- Yarbus, A.L. (1967). *Eye Movements and Vision*. New York: Plenum Press.
- Yarrow, K., Brown, P. & Krakauer, J.W. (2009). Inside the brain of an elite athlete: the neural processes that support high achievement in sports. *Nature Reviews Neuroscience*, 10(8), 585-596.
- Zago, M. & Lacquaniti, F. (2005). Visual perception and interception of falling objects: a review of evidence for an internal model of gravity. *Journal of Neural Engineering*, 2(3), S198.
- Zart, S. (2012). *Prozessorientierte kinematische Analyse von Bewegungsmustern am Beispiel der Strafstoßsituation im Fußball*. TU Kaiserslautern.
- Zelinsky, G.J. & Neider, M.B. (2008). An eye movement analysis of multiple object tracking in a realistic environment. *Visual Cognition*, 16(5), 553-566.
- Zentgraf, K., Munzert, J., Bischoff, M. & Newman-Norlund, R.D. (2011). Simulation during observation of human actions—Theories, empirical studies, applications. *Vision Research*, 51(8), 827-835.
- Ziemainz, H. & Hill, R. (2004). Talent Identification, Talent Selection and Talent Development (TID). The Example of the Australian TALENT SEARCH Program. In H. Ziemainz, A. Ruetten & U. Roeger (Hrsg.), *Talent Identification, Selection, Development* (S. 51-62). Butzbach: Afra-Verlag.
- Zimbardo, P.G. & Gerrig, R.J. (1996). *Psychologie* (7. Aufl.). New York: Springer.
- Zimbardo, P.G. & Gerrig, R.J. (1999). *Psychologie* (7. Auflage): Berlin, Heidelberg, New York: Springer.

Zinner, M. (1994). Zur Nutzung unscharfer (fuzzy-) Optimierungsmethoden bei der Auswertung leistungsdiagnostischer Daten. In R. Brack, A. Hohmann & H. Wieland (Hrsg.), *Trainingssteuerung - Konzeptionelle und trainingsmethodische Ansätze* (S. 133-137). Stuttgart: Nagelschmid.

Anhang

Anhang 1: Informationsschreiben/Fragebogen für Probanden (Bsp. U18).



Wirtschafts- und Sozialwissenschaftliche Fakultät
Institut für Sportwissenschaft
Arbeitsbereich Sportpsychologie,
Sportpädagogik und Methodenlehre

Informationsschreiben zum Labortest „Antizipation bei Fußballtorhütern“

Lieber Torhüter,
ich bin wissenschaftlicher Angestellter am Institut für Sportwissenschaft der Universität Tübingen und untersuche im Rahmen der wissenschaftlichen Begleitung des DFB-Talentförderprogramms in meiner Doktorarbeit die **Antizipation von Fußballtorhütern**. Hierzu wurde ein Labortest konzipiert, den ich mit Ihnen am Rande des A2-Länderpokals in Duisburg durchführen möchte.



In dem **Labortest** werden Ihnen Videos verschiedener Fußball-Situationen auf einer Leinwand präsentiert, die alle mit einem Schuss auf das Tor enden. Im Mittelpunkt des Tests steht die Frage, wie gut talentierte Torhüter die Schussrichtung vorhersagen können. Hierzu wird in dem Labortest Ihre Antizipationsleistung erhoben. Bei der Betrachtung der Videos wird zudem Ihr Blickverhalten durch ein Gerät zur Blickbewegungserfassung aufgenommen. Hierdurch soll identifiziert werden, wohin Torhüter schauen, um einen Schuss korrekt zu antizipieren. Falls Sie an Ihren

persönlichen Ergebnissen interessiert sind, sende ich Ihnen diese auf Wunsch gerne per E-Mail zu (bitte unten ankreuzen).

Auf der Rückseite dieses Blattes bitte ich Sie um einige Angaben zu Ihrer Person sowie Ihrem sportlichen Werdegang. Der Schutz Ihrer persönlichen Daten ist mir dabei sehr wichtig. Alle vertraulichen Informationen unterliegen den Bestimmungen gemäß § 11 des Bundesdatenschutzgesetzes (BDSG). Deshalb wird im ersten Abschnitt für Sie ein Code festgelegt, der es ermöglicht, sämtliche von Ihnen erfassten Daten zu wissenschaftlichen Zwecken anonymisiert abzulegen. Die Zuordnung des Codes zu Ihrem Namen ist nur über eine getrennt angelegte Datendatei möglich. Einblick in personalisierte Datensätze haben ausschließlich Mitarbeiter des Instituts für Sportwissenschaft der Universität Tübingen sowie des DFB.

Die Teilnahme an der Untersuchung ist freiwillig, Rückfragen Ihrerseits können jederzeit direkt an mich gerichtet werden. Sie haben jederzeit das Recht, den Test abzubrechen. Weder aus der Nicht-Teilnahme noch aus einem Abbruch des Tests entsteht Ihnen ein Nachteil. Die Zustimmung zur Verwendung Ihrer Daten kann von Ihnen jederzeit, ohne Angabe von Gründen, zurückgezogen werden. Melden Sie sich in diesem Fall bitte bei mir. Bei Rücktritt werden bereits gewonnene Daten von Ihnen vernichtet.

- Ich habe die Informationen zum Labortest gelesen und akzeptiere die Hinweise zur Datenerhebung.
- Die Ergebnisse des Tests sollen mir per E-Mail zugeschickt werden.

Mit freundlichen Grüßen,

Florian Schultz, M.A.
Institut für Sportwissenschaft, Eberhard Karls Universität Tübingen
florian.schultz@uni-tuebingen.de

Angaben zur Person

Name: _____
Vorname: _____
Geburtsdatum: _____
E-Mail Adresse (für Ergebnisrückmeldung): _____

Codierung (Anfangsbuchstaben der Vornamen der Eltern + Anfangsbuchstabe Geburtsort + Anzahl der Geschwister; z. B. Peter & Kerstin, Berlin, 2 = **PKB2**): _____

Sehhilfe: keine Brille Kontaktlinsen

Füßigkeit: Linksfüßer Rechtsfüßer Beidfüßer

Händigkeit: Linkshänder Rechtshänder

Angaben zum sportlichen Werdegang

Verein und Altersklasse (Aktive, A- oder B-Junioren): _____

Aktuelle Spielklasse der eigenen Mannschaft: _____

Höchste eigene Spielklasse: _____

Alter beim Eintritt in Fußballverein: _____

Seit wie vielen Jahren Torhüter? _____

Anzahl Trainingsstunden pro Woche? _____

Seit wann intensives Training (falls festlegbar)? _____

Betreiben Sie weitere Sportarten (wenn ja, welche)? _____

Auswahlspieler? Nein

Ja, und zwar (bitte höchste Auswahl angeben): _____
