

Täuschungshandlungen im Sport: Einfluss- faktoren auf die Wahrnehmung von Blicktäuschungen im Basketball

Inaugural-Dissertation
zur Erlangung des akademischen Grades
eines Doctor philosophiae (Dr. phil.)

der Fakultät für Naturwissenschaften
der Universität Paderborn
(Department Sport und Gesundheit)

vorgelegt von
Mustafa Alhaj Ahmad Alaboud
Sportwissenschaftler (M.Sc.)
geb. am 10.10.1980 in Raqa, Syrien

Paderborn, im Mai 2018

Die vorliegende Arbeit wurde unter der Begutachtung von Prof. Dr. Matthias Weigelt im Arbeitsbereich Psychologie und Bewegung im Department Sport und Gesundheit an der Universität Paderborn angefertigt.

1. Gutachter: Prof. Dr. Matthias Weigelt

2. Gutachter: Prof. Dr. Daniel Memmert

vorgelegt am: 02. 05. 2018

Teilergebnisse der vorliegenden Arbeit wurden auf nationalen Tagungen vorgestellt. Die zweite und die dritte Experimentalreihe wurde in der Zeitschrift Sportwissenschaft bzw. im German Journal of Exercise and Sport Research veröffentlicht.

Güldenpenning, I., Alhaj Ahmad Alaboud, M., Kunde, W. & Weigelt, M. (2018). The impact of global and local context information on the processing of deceptive actions in game sports. *German Journal of Exercise and Sport Research*, 30, 23.

Alhaj Ahmad Alaboud, M., Güldenpenning, I., Steggemann-Weinrich, Y., Kunde, W. & Weigelt, M. (2016). Täuschungshandlungen im Sport: Der Blicktäuschungseffekt im Basketball unter quasirealistischen Bedingungen. *Sportwissenschaft*, 46, 223–231.

Alhaj Ahmad Alaboud, M., Steggemann-Weinrich, Y., Güldenpenning, I., Kunde, W. & Weigelt, M. (2016). Der Einfluss der Häufigkeitsverteilung auf den Blicktäuschungseffekt für die Präsentation dynamischer Reize. *Der Weg zu Olympia. Tagungsband der 48. Jahrestagung der Arbeitsgemeinschaft für Sportpsychologie (S. 56)*. E-Ressource. (asp Tagung, Münster)

Alhaj Ahmad Alaboud, M., Kunde, W., Klein-Soetebier, T., Steggemann, Y. & Weigelt, M. (2015). Der Blicktäuschungseffekt im Basketball für dynamische Reize. In: K. Wunsch, J. Müller, H. Mothes, A. Schöndube, N. Nartmann & R. Fuchs (Hrsg.). *Stressregulation und Sport*, S. 33. Freiburg: FELDHAUS EDITION CZWALINA. (asp Tagung, Freiburg)

Alhaj Ahmad Alaboud, M., Steggemann-Weinrich, Y., Güldenpenning, I., Kunde, W. & Weigelt, M. (November, 2015). Der Einfluss der Häufigkeitsverteilung auf den Täuschungseffekt bei der Präsentation dynamischer Reizen. Vortrag gehalten auf dem 48. Herbsttreffen Experimentelle Kognitionspsychologie, Kaiserslautern

Alhaj Ahmad Alaboud, M., Steggemann, Y., Kunde, W., & Weigelt, M. (2014). Der Blicktäuschungseffekt im Basketball für dynamische Reize. In: N. Hagemann, F. Loffing, A. Albert, S. Fischer, T. Heyer & F. Sölter (Hrsg.). *Sport. Spiel. Trends: interdisziplinär, innovativ, international*, S. 52. Kassel: FELDHAUS EDITION CZWALINA. (9. Sportspiel-Symposium der dvs, Kassel)

Alhaj Ahmad Alaboud, M., Kunde, W., Klein-Soetebier, T., Steggemann, Y. & Weigelt, M. (2014). Ist der Täuschungseffekt im Basketball abhängig vom Sehwinkel?. In: R. Frank, I. Nixdorf, F. Ehrlenspiel, A. Geipel, A. Mornell & J. Beckmann (Hrsg.). *Performing Under Pressure*, S. 152. München: FELDHAUS EDITION CZWALINA. (asp Tagung, München)

Alhaj Ahmad Alaboud, M., Steggemann, Y., Klein-Soetebier, T., Kunde, W. & Weigelt, M. (November, 2014). Der Blicktäuschungseffekt im Basketball für dynamische Reize. Vortrag gehalten auf dem 47. Herbsttreffen Experimentelle Kognitionspsychologie, Trier

Alhaj Ahmad Alaboud, M., Kunde, W., Klein-Soetebier, T., Steggemann, Y. & Weigelt, M. (2013). Der Effekt einer Blicktäuschung ist unabhängig von Präsentationskontext und Bildgröße. In: O. Stoll, A. Lau & S. Moczall (Hrsg.). *Angeordnete Sportpsychologie*, S. 141. Halle (Saale): FELDHAUS EDITION CZWALINA. (asp Tagung, Halle an der Saale)

Alhaj Ahmad Alaboud, M., Steggemann, Y., Klein-Soetebier, T., Kunde, W. & Weigelt, M. (November, 2013). Hängt der Effekt der Blicktäuschung im Basketball vom Sehwinkel ab?. Vortrag gehalten auf dem 46. Herbsttreffen Experimentelle Kognitionspsychologie, Göttingen

Alhaj Ahmad Alaboud, M., Steggemann, Y., Klein-Soetebier, T., Kunde, W. & Weigelt, M. (September, 2012). Täuschungshandlungen im Sport: Wie oft sollten Basketballer Blicktäuschungen einsetzen? Poster präsentiert auf dem Expertenworkshop „Effektgesteuerte Handlungskontrolle beim Bewegungslernen –Wie sag ich’s meinem Kinde?“, Fulda bei Kassel.

für meinen Sohn,

Khaled

Danksagung

An dieser Stelle bedanke ich mich bei den nachstehenden Personen, ohne derer Mithilfe die Anfertigung dieser Arbeit niemals möglich gewesen wäre:

Mein Dank gilt zunächst Herrn Prof. Dr. Matthias Weigelt, meinem Doktorvater, für seine wissenschaftliche und methodische Unterstützung während der gesamten Bearbeitungsphase meiner Dissertation. Seine Aufnahme im Jahr 2010 und seine Begleitung bis zur Anfertigung dieser Arbeit werden mir immer in Erinnerung bleiben.

Ich danke Herrn Prof. Dr. Daniel Memmert für die hilfsbereite wissenschaftliche Betreuung als Zweitgutachter.

Darüber hinaus gilt mein Dank meinen Kolleginnen und Kollegen im Arbeitsbereich Psychologie und Bewegung. Insbesondere danke ich Frau Dr. Iris Güldenpenning. Ihre Anmerkungen und kritischen Betrachtungen haben mir immer neue Fenster zur mannigfachen Ideengebung eröffnet. Ich danke auch meinem Kollegen Dr. Timo Klein-Soetebier für seine freundliche Unterstützung.

Ich danke auch meinem Vater, der mir alles gegeben hat, damit ich studieren kann. Der Dank gilt auch derjenigen, die ihre Augen für immer zugemacht hat, bevor sie mich in Schuluniform sehen konnte. Meine Mutter, Du hast mir die Kraft zur Anfertigung und Vollendung meiner Dissertation gegeben. Ich danke Dir! Ich danke außerdem meinen Brüdern Walid und Firas.

Inhaltsverzeichnis

Inhaltsverzeichnis	III
Abkürzungsverzeichnis	VIII
Tabellenverzeichnis	IX
Abbildungsverzeichnis	X
Zusammenfassung	1
1 Einleitung	3
2 Täuschungshandlungen	7
2.1 Täuschungen im Allgemeinen	7
2.2 Täuschungshandlungen im Sport	8
2.2.1 Blicktäuschungen und die Blicktäuschung im Basketball	11
2.3 Einflussfaktoren auf Täuschungen und die Blicktäuschung im Basketball	13
2.3.1 Der Einfluss der sportlichen Expertise auf die Wahrnehmung von Täuschungshandlungen	14
2.3.2 Der Einfluss des Präsentationskontextes einer Täuschung auf ihre Wahrnehmung	17
2.3.2.1 Die Blicktäuschung im Basketball bei der Präsentation von statischen Bildern	19
3 Wahrnehmung von visuellen Informationen	29
3.1 Wahrnehmung und Verarbeitung visueller Information	29
3.1.1 Neurologische Grundlagen	29
3.1.2 Anatomie des Auges	30
3.1.3 Kodierung und Analyse visueller Information	32
3.1.4 Der Einfluss des Sehwinkels auf die Wahrnehmung	33
3.1.5 Wahrnehmung von kleinen und großen Objekten	35
4 Handlung	37
4.1 Einflussfaktoren auf die Stufen der Informationsverarbeitung	38
4.1.1 Anzahl der Reaktionsalternativen	38
4.1.2 Reiz-Reaktions-Kompatibilität	38
4.1.3 Reaktionsprogrammierung	40
4.1.4 Initiierung der Bewegung	41
4.1.5 Kritik am linearen Modelle der Informationsverarbeitung	42
4.2 Alternative Erklärungsansätze zum Zusammenhang zwischen Wahrnehmung und Handlung	44
4.2.1 Der ideomotorische Ansatz	44
4.2.2 Der common coding Ansatz (Prinz 1997, 1999)	48

4.3	Handlungskonflikt und Konfliktaufgaben	49
4.3.1	Eriksen-Aufgabe	51
4.3.2	Simon-Aufgabe.....	51
4.3.3	Stroop-Aufgabe.....	54
4.3.4	Die sequenzielle Modulation von Kongruenzeffekten	56
5	Aufmerksamkeit.....	59
5.1	Perzeptive selektive Aufmerksamkeit.....	60
5.1.1	Ansätze zur Erklärung der selektiven Aufmerksamkeit	60
5.1.1.1	Filtertheorie der Aufmerksamkeit (Broadbent, 1958).....	61
5.1.1.2	Ortsbezogene selektive Aufmerksamkeit.....	62
5.1.1.3	Ortsbezogene Aufmerksamkeit und sakkadische Augenbewegungen	64
5.2	Die Messung der Aufmerksamkeit mittels Blickregistrierung	65
5.2.1	Einflussfaktoren auf die Parameter des Blickbewegungsverhaltens	66
5.2.1.1	Die Intensität der visuellen Verarbeitung.....	66
5.2.1.2	Die Komplexität der Visualisierung und der Testaufgabe.....	67
5.2.1.3	Der Einfluss der Aufgabenkomplexität auf das Blickverhalten im Sport	68
5.3	Der Einfluss der sozialen Hinweisreize auf die Aufmerksamkeit	72
6	Übersicht über die Arbeit und konkrete Fragestellungen	77
7	Experimentalreihe 1: Skalierung.....	81
7.1	Experiment 1.1: Skalierung der Bildgröße	82
7.1.1	Versuchspersonen (Vpn)	83
7.1.2	Stimulusmaterial	83
7.1.3	Versuchsaufbau und –ablauf.....	84
7.1.4	Datenauswertung	86
7.1.5	Ergebnisse.....	87
7.1.5.1	Reaktionszeiten (RT).....	87
7.1.5.2	Reaktionsfehler (RE).....	88
7.1.5.3	Sequenzeffekte (SE).....	89
7.1.6	Diskussion.....	91
7.2	Experiment 1.2: Skalierung des Seh winkels.....	93
7.2.1	Versuchspersonen (Vpn)	93
7.2.2	Stimulusmaterial	94
7.2.3	Versuchsaufbau und -ablauf	94
7.2.4	Datenauswertung	95
7.2.5	Ergebnisse.....	96
7.2.5.1	Reaktionszeiten (RT).....	96
7.2.5.2	Reaktionsfehler (RE).....	97
7.2.5.3	Sequenzeffekte (SE).....	97

7.2.6	Diskussion.....	98
7.3	Diskussion der Experimentalreihe 1	101
8	Experimentalreihe 2: Steigerung der Antwortkomplexität	105
8.1	Experiment 2.1: Steigerung der Antwortkomplexität bei der Präsentation statischer Bilder	106
8.1.1	Versuchspersonen (Vpn)	106
8.1.2	Stimulusmaterial	107
8.1.3	Versuchsaufbau und -ablauf.....	107
8.1.4	Datenauswertung	109
8.1.5	Ergebnisse.....	110
8.1.5.1	Reaktionszeiten (RT).....	110
8.1.5.2	Bewegungszeiten (BZ).....	111
8.1.5.3	Sequenzeffekte (SE).....	111
8.1.6	Diskussion.....	113
8.2	Experiment 2.2: Steigerung der Antwortkomplexität bei der Präsentation dynamischer Reize	114
8.2.1	Versuchspersonen (Vpn)	114
8.2.2	Stimulusmaterial	115
8.2.3	Versuchsaufbau und -ablauf	116
8.2.4	Datenauswertung	117
8.2.5	Ergebnisse.....	117
8.2.5.1	Reaktionszeiten (RT).....	117
8.2.5.2	Bewegungszeiten (BZ).....	118
8.2.5.3	Zusammenhang von RT und BZ	119
8.2.5.4	Übungseffekte (ÜE)	119
8.2.5.5	Sequenzeffekte (SE).....	120
8.2.6	Diskussion.....	121
8.3	Diskussion der Experimentalreihe 2	122
9	Experimentalreihe 3: Der Einfluss der Häufigkeitsverteilung auf den Blicktäuschungseffekt.....	127
9.1	Experiment 3.1: Einfluss der extremen Häufigkeitsverteilung auf den Blicktäuschungseffekt.....	129
9.1.1	Versuchspersonen (Vpn)	129
9.1.2	Stimulusmaterial	130
9.1.3	Versuchsaufbau und -ablauf	130
9.1.4	Datenauswertung	131
9.1.5	Ergebnisse.....	132
9.1.5.1	Reaktionszeiten (RT).....	132
9.1.5.2	Reaktionsfehler (RE).....	133
9.1.5.3	Sequenzeffekte (SE).....	134
9.1.6	Diskussion.....	135

9.2	Experiment 3.2: Einfluss der Häufigkeitsverteilung auf den Blicktäuschungseffekt bei der Präsentation dynamischer Reize	137
9.2.1	Versuchspersonen (Vpn)	137
9.2.2	Stimulusmaterial	137
9.2.3	Versuchsaufbau und -ablauf	138
9.2.4	Datenauswertung	138
9.2.5	Ergebnisse	139
9.2.5.1	Reaktionszeiten (RT).....	139
9.2.5.2	Bewegungszeiten (BZ).....	140
9.2.5.3	Sequenzeffekte (SE) für Reaktionszeiten.....	141
9.2.6	Diskussion.....	143
9.3	Diskussion der Experimentalreihe 3	143
10	Blickverhalten bei der Verarbeitung von Blicktäuschungen	147
10.1	Experiment 4.1: Das Blickverhalten bei der Verarbeitung von Blicktäuschungen unter der Präsentation statischer Stimuli	148
10.1.1	Versuchspersonen	149
10.1.2	Stimulusmaterial	149
10.1.3	Versuchsaufbau und -ablauf	150
10.1.4	Datenauswertung	152
10.1.5	Ergebnisse	153
10.1.5.1	Reaktionszeiten (RT).....	153
10.1.5.2	Reaktionsfehler (RE).....	154
10.1.5.3	Sequenzeffekte (SE).....	155
10.1.5.4	Übungseffekte (ÜE)	156
10.1.5.5	Anzahl der Fixationen	157
10.1.5.6	Dauer der Fixationen	158
10.1.5.7	Anzahl der Sakkaden.....	160
10.1.5.8	Dauer der Sakkaden	161
10.1.5.9	Amplitude der Sakkaden	163
10.1.5.10	Verlagerung der Aufmerksamkeit für die erste Sakkade.....	165
10.1.5.11	Area of interest (AOIs) für die Fixationen	166
10.1.6	Diskussion.....	172
10.2	Experiment 4.2: Das Blickverhalten bei der Verarbeitung von Blicktäuschungen unter der Präsentation dynamischer Stimuli.....	173
10.2.1	Versuchspersonen (Vpn)	174
10.2.2	Stimulusmaterial	174
10.2.3	Versuchsaufbau und -ablauf	174
10.2.4	Datenauswertung	176
10.2.5	Ergebnisse	177
10.2.5.1	Reaktionszeiten (RT).....	177
10.2.5.2	Reaktionsfehler (RE).....	178
10.2.5.3	Sequenzeffekte (SE).....	179

10.2.5.4	Übungseffekte (ÜE)	180
10.2.5.5	Anzahl der Fixationen	182
10.2.5.6	Dauer der Fixationen	183
10.2.5.7	Anzahl der Sakkaden	185
10.2.5.8	Dauer der Sakkaden	186
10.2.5.9	Amplitude der Sakkaden	188
10.2.5.10	Analyse der Verlagerung der Aufmerksamkeit.....	190
10.2.5.11	Area of interest (AOIs) für die Fixationen	193
10.2.6	Diskussion.....	196
10.3	Diskussion der Experimentalreihe 4	198
11	Zusammenfassende Diskussion	203
11.1	Der Einfluss vom Präsentationskontext und den Sehwinkel auf den Blicktäuschungseffekt.....	209
11.2	Der Einfluss der Steigerung der Antwortkomplexität auf den Blicktäuschungseffekt.....	211
11.3	Der Einfluss der Häufigkeitsverteilung auf den Blicktäuschungseffekt	215
11.4	Das Blickverhalten bei der Betrachtung einer Blicktäuschung	217
11.5	Ursprung der Blicktäuschungseffekt im Basketball	219
11.6	Kritik an der vorliegenden Arbeit	221
11.7	Ausblick für zukünftige Studien	223
11.8	Implikationen für die Sportpraxis	226
11.9	Fazit.....	228
	Eidesstattliche Erklärung	229
	Literatur	230
	Anhang	251

Abkürzungsverzeichnis

ANOVA	Varianzanalyse
AOI	Area of interest
BTE	Blicktäuschungseffekt
BZ	Bewegungszeiten
cm	Zentimeter
d	Effektgröße für unabhängige/abhängige Stichproben
d. h.	das heißt
M	Mittelwert
ms	Millisekunden
RE	Reaktionsfehler
RT	Reaktionszeiten
SD	Standardabweichung
SE	Sequenzeffekte
vgl.	Vergleiche
Vpn	Versuchspersonen
z. B.	zum Beispiel
η_p^2	partielltes Eta-Quadrat

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Die Häufigkeitsverteilung in den Testblöcken	131
Tabelle 2: AOIs für den Stimulus "Direktpass nach links" bei der Ausgangsfixation „Füße“, „Hüfte“ und „Kopf“	167
Tabelle 3: AOIs für den Stimulus „Blicktäuschung nach rechts“, d. h. Pass nach links aber Blick nach rechts bei der Ausgangsfixation „Füße“, „Hüfte“ und „Kopf“.	168
Tabelle 4: AOIs für den Stimulus „Direktpass nach rechts“, d. h. der Pass und der Blick nach rechts, bei dem Ausgangsfixation „Füße“, „Hüfte“ und „Kopf“	169
Tabelle 5: AOIs für den Stimulus „Blicktäuschung nach links“, d. h. Pass nach rechts aber Blick nach links, bei der Ausgangsfixation „Füße“, „Hüfte“ und „Kopf“.	170
Tabelle 6: AOIs in Experiment 2.4 und ihre Zeitpunkte (in ms), Position und Größe (in Pixel).	175

Abbildungsverzeichnis

<i>Abbildung 1:</i> Der Vorgang der Analyse und der Antizipation einer Spielsituation nach Meinel und Schnabel (2007). A beschreibt die Route vom Resultat aus dem Informationsgewinn und ihrem Vergleich mit der Expertise bis hin zum Handeln. B beschreibt einen möglichen Einfluss der Manipulation der sensorischen Informationen durch (1) Reduzierung des Informationsgehaltes und (2) der Fehlinformationen auf die Analyse und der Antizipation einer Spielsituation und somit auf die Entscheidung und des Handels im Sport.....	9
<i>Abbildung 2:</i> Die Blicktäuschung ist ein Reaktionskonflikt zwischen einem relevanten Reiz (der Passrichtung und einem irrelevanten Reiz (der Blickrichtung). Das Bild des Basketballspielers stammt aus Kunde et al. (2011).	13
<i>Abbildung 3:</i> Beispiele für die verwandten Stimuli bei Kunde et al. (2011). Links ist ein Direktpass und rechts eine Blicktäuschung dargestellt.	20
<i>Abbildung 4:</i> Anatomie des Auges (entnommen aus Myers, 2014, S. 247).....	31
<i>Abbildung 5:</i> Der Sehwinkel für zwei Objekte unterschiedlicher Größe. Der Beobachter nimmt beide Kreise als gleich groß wahr, denn sie nehmen den gleichen Sehwinkel ein (modifiziert nach Szepek, 2011, S. 54)	34
<i>Abbildung 6:</i> Die kognitiven Prozesse, welche an der Vorbereitung einer einfachen Handlung beteiligt sind. Einer Versuchsperson wird zunächst signalisiert, dass ein Reiz nach kurzer Zeit erscheint. Danach erscheint der Reiz. Die Zeit zwischen dem Erscheinen des Reizes und der Einleitung der Bewegung wird als Reaktionszeit (RT) definiert. Die Zeit zwischen der Initiierung und dem Vollzug der Bewegung wird als Bewegungszeit (BZ) definiert (modifiziert nach Elsner & Prinz, 2006, S. 288).....	37
<i>Abbildung 7:</i> Reiz-Reaktions-Kompatibilität: Der Kreis erfordert eine linke und das Viereck eine rechte Taste. Links ist die kompatible und rechts die inkompatible Bedingung dargestellt. Bei einer kompatiblen Bedienung wird der Kreis zunächst in eine linke Reaktion übersetzt. Danach wird die dem Kreis zugeordnete Reaktion aktiviert (die linke Taste). Folglich erfolgt die Reaktion schnell. Bei einer inkompatiblen Bedienung wird der Kreis zunächst in eine rechte „falsche“ Reaktion übersetzt. Danach wird die dem Kreis zugeordnete Reaktion aktiviert (die linke Taste). Dadurch entsteht Reaktionskonflikt. Folglich erfolgt die Reaktion langsam.	39
<i>Abbildung 8:</i> Mögliche Mechanismen zur Entstehung von Strukturen einer antizipativen Verhaltenskontrolle nach Vorstellung von Hoffmann (2003, 2009) (modifiziert nach Hoffmann, 2017, S. 63).	46
<i>Abbildung 9:</i> Der Ansatz der gemeinsamen Repräsentation modifiziert nach Prinz 1997, S. 130.	49
<i>Abbildung 10:</i> Das Zwei-Prozess-Modell der Reaktionsauswahl nach Kornblum et al. (1990) (entnommen aus Hommel & Nattkemper, 2011, S. 80).....	54

<i>Abbildung 11:</i> Stroop Paradigma. A) Farbflecken, B) neutrale Bedingung, C) kongruente Bedingung und D) inkongruente Bedingung (modifiziert nach (Krummenacher & Müller, 2017, S. 138).....	55
<i>Abbildung 12:</i> Das konnektionistische Modell von der Stroop-Aufgabe nach Cohen et al. (1992) (entnommen aus Müller et al., 2015, S. 163)	56
<i>Abbildung 13:</i> Beispiele für die in Experiment 1.1 verwendeten Stimulusbilder. Das Bild links zeigt einen Direktpass. Das Bild rechts zeigt eine Blicktäuschung. Bei einem Direktpass stimmen die Pass- und Blickrichtung überein (hier nach links). Bei einer Blicktäuschung stimmen die Pass- und Blickrichtung nicht überein (hier Pass nach links und Blick nach rechts).	84
<i>Abbildung 14:</i> Ablauf eines Versuchs in Experiment 1.1. Jeder Versuch begann mit einem Fixationskreuz für 500 ms. Danach erschien ein Stimulus bis zur Reaktion. Es folgte ein schwarzer Bildschirm. 2000 ms nach der Reaktion wurde ein neues Fixationskreuz eingeblendet.....	85
<i>Abbildung 15:</i> Versuchsaufbau in Experiment 1.1: „g“ stellt die tatsächliche Größe der Stimuli in cm dar, d. h. die Bildhöhe (27, 54, 81 cm). „r“ stellt den Abstand zwischen Vpn und Stimulus in cm (70, 140 und 210 cm) und α den Sehwinkel dar.....	86
<i>Abbildung 16:</i> Reaktionszeiten in ms (\pm SE) für Direktpässe (weiße Balken) und für Blicktäuschungen (schwarze Balken) getrennt nach der Bildgröße. Auf der y-Achse sind die Reaktionszeiten in Millisekunden dargestellt und auf der x-Achse die Bildgrößen.	88
<i>Abbildung 17:</i> Reaktionsfehler in Prozent (\pm SE) für Direktpässe (weiße Balken) und für Blicktäuschungen (schwarze Balken) getrennt nach der Bildgröße. Auf der y-Achse sind die Reaktionsfehler in Prozent und auf der x-Achse die Bildgrößen abgetragen.	89
<i>Abbildung 18:</i> Reaktionszeiten (RT) in ms (\pm SE) in Abhängigkeit von der Sequenz zweier aufeinander folgenden Versuche in Experiment 1.1. Reaktionen, denen ein Pass mit Blicktäuschung vorausgeht, sind mit gefüllten Kreisen, Reaktionen mit vorangegangenem Pass ohne Blicktäuschung (d. h. Direktpass) mit leeren Kreisen dargestellt. Auf der y-Achse sind die Reaktionszeiten in Millisekunden und auf der x-Achse der Versuch „n-1“ abgetragen.	90
<i>Abbildung 19:</i> Versuchsablauf in Experiment 1.2: Der Abstand zwischen der Vpn und dem Stimulus war konstant und lag bei 140 cm. Durch die Veränderung der Bildgröße entstanden drei Sehwinkel. „g“ stellt die tatsächliche Größe der Stimuli in cm dar, d.h. die Bildhöhe (27, 54, 81 cm), „r“ stellt den Abstand zwischen Vpn und Stimulus in cm (140 cm) dar.....	95
<i>Abbildung 20:</i> Reaktionszeiten in ms (\pm SE) für Direktpässe (weiße Balken) und für Blicktäuschungen (schwarze Balken) getrennt nach dem Sehwinkel. Auf der y-Achse sind die Reaktionszeiten in Millisekunden und auf der x-Achse die Sehwinkel dargestellt.	97
<i>Abbildung 21:</i> Reaktionszeiten (RT) in ms (\pm SE) in Abhängigkeit von der Sequenz zweier aufeinander folgenden Versuche in Experiment 1.2. Reaktionen, denen ein	

Pass mit Blicktäuschung vorausgeht, sind mit gefüllten Kreisen, Reaktionen mit vorangegangenem Pass ohne Blicktäuschung (d. h. Direktpass) mit leeren Kreisen dargestellt. Auf der y-Achse sind die Reaktionszeiten in Millisekunden und auf der x-Achse der Versuch „n-1“ abgetragen.	98
<i>Abbildung 22:</i> Oben ist ein Beispiel für die statischen Stimuli und unten die Basketballapparatur dargestellt. Bei einfacher Antwort reagieren die Vpn per Tastendruck auf die Passrichtung, bei der komplexen Antwortmodalität halten sie die Ausgangstaste gedrückt und reagieren mit einer Abwehrbewegung gegen einen der beiden Basketballapparaturen auf der linken und rechten Seite. Die Stimuli stammen aus Kunde et al. (2011).	109
<i>Abbildung 23:</i> Reaktionszeiten (RT) in ms (\pm Standardfehler) für Reaktionen auf einen Direktpass (weiße Balken) und auf eine Blicktäuschung (schwarze Balken), getrennt nach der Antwortkomplexität in Experiment 2.1.....	111
<i>Abbildung 24:</i> Reaktionszeiten (RT) in ms (\pm SE) in Abhängigkeit von der Sequenz zweier aufeinander folgender Versuche in Experiment 2.1. Reaktionen, denen ein Pass mit Blicktäuschung vorausgeht, sind mit vollen Kreisen, Reaktionen mit vorangegangenem Pass ohne Blicktäuschung (d. h. Direktpass) mit leeren Kreisen dargestellt. Auf der y-Achse sind die Reaktionszeiten in Millisekunden und auf der x-Achse der Versuch „n-1“ abgetragen.	113
<i>Abbildung 25:</i> Beispiele für die Videos in Experiment 2.2. Oben ist ein Pass nach links ohne Blicktäuschung und unten ist ein Pass nach links mit Blicktäuschung dargestellt. Erste Bewegung erfolgte zum Zeitpunkt 424 ms (25 frame) sowohl bei einem Pass ohne Blicktäuschung als auch bei einem Pass mit Blicktäuschung. Zum Zeitpunkt 678 ms (40 frame) verließ der Ball die Hände des Basketballspielers.....	116
<i>Abbildung 26:</i> Reaktionszeiten (RT) in ms (\pm Standardfehler) für Reaktionen auf einen Direktpass (weiße Balken) und auf eine Blicktäuschung (schwarze Balken)....	118
<i>Abbildung 27:</i> Bewegungszeiten (BZ) in ms (\pm Standardfehler) für Reaktionen auf einen Direktpass (weiße Balken) und auf eine Blicktäuschung (schwarze Balken)....	119
<i>Abbildung 28:</i> Übungseffekt für die Reaktionszeiten (RT) in ms (\pm Standardfehler) in Experiment 2.2, abgetragen über sechs Miniblöcke. Die leeren Kreise stellen die RT auf einen Direktpass und die vollen Kreise die RT auf eine Blicktäuschung dar.....	120
<i>Abbildung 29:</i> Reaktionszeiten (RT) in ms (\pm SE) in Abhängigkeit von der Sequenz zweier aufeinander folgenden Versuche in Experiment 2.2. Reaktionen, denen ein Pass mit Blicktäuschung vorausgeht, sind mit vollen Kreisen, Reaktionen mit vorangegangenem Pass ohne Blicktäuschung (d. h. Direktpass) mit leeren Kreisen dargestellt. Auf der y-Achse sind die Reaktionszeiten in Millisekunden und auf der x-Achse der Versuch „n-1“ abgetragen.	121
<i>Abbildung 30:</i> Reaktionszeiten in ms (\pm SE) für Direktpässe (weiße Balken) und für Blicktäuschungen (schwarze Balken) getrennt nach der Häufigkeitsverteilung. Auf der y-Achse sind die Reaktionszeiten in Millisekunden und auf der x-Achse	

die Häufigkeitsverteilungen der Blicktäuschungen in Prozent dargestellt. p -Werte $< .05$ sind entsprechend der Interaktion mit * gekennzeichnet.	133
<i>Abbildung 31:</i> Reaktionsfehler in Prozent (\pm SE) für Direktpässe (weiße Balken) und für Blicktäuschungen (schwarze Balken) getrennt nach der Häufigkeitsverteilung. Auf der y -Achse sind die Reaktionsfehler in Prozent und auf der x -Achse die Häufigkeitsverteilungen abgetragen.	134
<i>Abbildung 32:</i> Reaktionszeiten (RT) in ms (\pm SE) in Abhängigkeit von der Sequenz zweier aufeinander folgenden Versuche in Experiment 3.1. Reaktionen, denen ein Pass mit Blicktäuschung vorausgeht, sind mit vollen Kreisen, Reaktionen mit vorangegangenem Pass ohne Blicktäuschung (d. h. Direktpass) mit leeren Kreisen dargestellt. Auf der y -Achse sind die Reaktionszeiten in Millisekunden und auf der x -Achse der Versuch „ $n-1$ “ abgetragen.	135
<i>Abbildung 33:</i> Reaktionszeiten in ms (\pm SE) für Direktpässe (weiße Balken) und für Blicktäuschungen (schwarze Balken) getrennt nach der Häufigkeitsverteilung (20%, 50% und 80% Blicktäuschungen). Auf der y -Achse sind die Reaktionszeiten in Millisekunden und auf der x -Achse die Häufigkeitsverteilung der Blicktäuschungen in Prozent dargestellt.	139
<i>Abbildung 34:</i> Bewegungszeiten in ms (\pm SE) für Direktpässe (weiße Balken) und für Blicktäuschungen (schwarze Balken) getrennt nach der Häufigkeitsverteilung (20%, 50% und 80% Blicktäuschungen). Auf der y -Achse sind die Bewegungszeiten in Millisekunden und auf der x -Achse die Häufigkeitsverteilung der Blicktäuschungen in Prozent dargestellt.	141
<i>Abbildung 35:</i> RT für die zweifache Interaktion zwischen „Versuch n “ und „Versuch $n-1$ “ (links), für die Interaktion zwischen „Versuch n “ und „Häufigkeit“ (20%, 50% und 80%) (Mitte) und für die Interaktion zwischen „Versuch $n-1$ “ und „Häufigkeit“ (rechts).	142
<i>Abbildung 36:</i> Die Position der Stimuli auf dem Bildschirm. Die Stimuli wurden zentral auf dem Bildschirm präsentiert. Der Abstand zwischen dem Bildrand und dem inneren Bildschirmrand sowohl von links als auch von rechts lag bei 16,5 cm und von oben und unten bei 1,5 cm.	150
<i>Abbildung 37:</i> Verschiebung des Fixationskreuzes, des Toleranzbereichs und der AOIs.	152
<i>Abbildung 38:</i> Reaktionszeiten in ms (\pm SE) für Direktpässe (weiße Balken) und für Blicktäuschungen (schwarze Balken) getrennt nach Testblock (Kopf, Hüfte und Füße).	154
<i>Abbildung 39:</i> Reaktionsfehler in % (\pm SE) für Direktpässe (weiße Balken) und für Blicktäuschungen (schwarze Balken) getrennt nach Testblock (Kopf, Hüfte und Füße).	155
<i>Abbildung 40:</i> Reaktionszeiten (RT) in ms (\pm Standardfehler) in Abhängigkeit von der Sequenz zweier aufeinander folgenden Versuche in Experiment 4.1 getrennt nach Ausgangspunkt der Fixation. Reaktionen, denen ein Pass mit Blicktäuschung vorausgeht, sind mit vollen Kreisen, Reaktionen mit vorangegangenem Pass ohne Blicktäuschung (d. h. Direktpass), mit leeren Kreisen dargestellt. DP steht für	

Direktpass, BT für Blicktäuschung, „n“ für den aktuellen Versuch und „n-1“ für einen vorangegangenen Versuch.....	156
<i>Abbildung 41:</i> Übungseffekte für die Reaktionszeiten (RT) in ms (\pm Standardfehler) in Experiment 4.1, abgetragen über sechs Miniblocke je 80 Versuchen. Die vollen Kreise stellen die RT auf eine Blicktäuschung, die leeren Kreise die RT auf einen Direktpass dar.....	157
<i>Abbildung 42:</i> Anzahl der Fixationen getrennt nach Ausgangspunkt der Fixation.	158
<i>Abbildung 43:</i> Dauer der ersten Fixation in ms getrennt nach Ausgangspunkt der Fixation.	159
<i>Abbildung 44:</i> Gesamtdauer aller Fixationen in ms getrennt nach Ausgangspunkt der Fixation.	160
<i>Abbildung 45:</i> Anzahl der Sakkaden getrennt nach Ausgangspunkt der Fixation.....	161
<i>Abbildung 46:</i> Dauer der ersten Sakkaden getrennt nach Ausgangspunkt der Fixation.	162
<i>Abbildung 47:</i> Gesamtdauer der Sakkaden in ms getrennt nach Ausgangspunkt der Fixation.	163
<i>Abbildung 48:</i> Amplitude der ersten Sakkade getrennt nach Ausgangspunkt der Fixation.	164
<i>Abbildung 49:</i> Gesamtdauer aller Sakkaden getrennt nach Ausgangspunkt der Fixation.	165
<i>Abbildung 50:</i> Verlagerung der Aufmerksamkeit für die erste Sakkade.....	166
<i>Abbildung 51:</i> AOIs für den Stimulus „Direktpass nach links“ bei der Ausgangsfixation „Füße“ (links), „Hüfte“ (Mitte) und „Kopf“ (rechts).....	167
<i>Abbildung 52:</i> AOIs für den Stimulus „Blicktäuschung nach rechts“ bei der Ausgangsfixation „Füße“ (links), „Hüfte“ (Mitte) und „Kopf“ (rechts).....	168
<i>Abbildung 53:</i> AOIs für den Stimulus „Direktpass nach rechts“, d. h. der Pass und der Blick nach rechts, bei der Ausgangsfixation „Füße“, „Hüfte“ und „Kopf“	169
<i>Abbildung 54:</i> AOIs für den Stimulus „Blicktäuschung nach links“, d. h. der Pass nach rechts aber der Blick nach links, bei der Ausgangsfixation „Füße“ (links), „Hüfte“ (Mitte) und „Kopf“ (rechts).	171
<i>Abbildung 55:</i> Zusammenfassung der Ergebnisse der RT, Fixationen und Sakkaden.	172
<i>Abbildung 56:</i> AOIs beispielhaft bei einer Blicktäuschung nach rechts: Nach 400 ms der Präsentation der Videos ist der Ball im AOI-1 und zum Zeitpunkt 400-700 ms ist der Kopf im AOI-5 und der Ball befindet sich im AOI-3.....	176
<i>Abbildung 57:</i> Reaktionszeiten in ms (\pm SE) für Direktpässe (weiße Balken) und für Blicktäuschungen (schwarze Balken) getrennt nach Testblock (Kopf, Hüfte und Fuß). Auf der y-Achse sind die Reaktionszeiten in Millisekunden und auf der x-Achse die Testblöcke dargestellt.....	178
<i>Abbildung 58:</i> Reaktionsfehler in % (\pm SE) für Direktpässe (weiße Balken) und für Blicktäuschungen (schwarze Balken) getrennt nach Testblock (Kopf, Hüfte und Fuß). Auf der y-Achse sind die Reaktionsfehler in % und auf der x-Achse die Testblöcke dargestellt.....	179
<i>Abbildung 59:</i> Reaktionszeiten (RT) in ms (\pm Standardfehler) in Abhängigkeit von der Sequenz zweier aufeinander folgenden Versuche in Experiment 4.2. Reaktionen	

auf eine Blicktäuschung sind in vollen Kreisen und Reaktionen auf einen Direktpass in leeren Kreisen dargestellt.....	180
<i>Abbildung 60:</i> Übungseffekt für die Reaktionszeiten (RT) in ms (\pm Standardfehler) in Experiment 4.2, abgetragen über sechs Miniblocke. Die vollen Kreise stellen die RT auf eine Blicktäuschung dar, die leeren Kreise die RT auf einen Direktpass. Auf der y-Achse sind die Reaktionszeiten in ms und auf der x-Achse die Minitestblöcke dargestellt.	181
<i>Abbildung 61:</i> Anzahl der Fixationen getrennt nach Testblöcken (\pm Standardfehler).	183
<i>Abbildung 62:</i> Dauer der ersten Fixation in ms getrennt nach Testblöcken (\pm Standardfehler).....	184
<i>Abbildung 63:</i> Gesamtdauer der Fixationen in ms (\pm Standardfehler).....	185
<i>Abbildung 64:</i> Anzahl der Sakkaden getrennt nach Testblöcken (\pm Standardfehler) .	186
<i>Abbildung 65:</i> Dauer der ersten Sakkade in ms getrennt nach Testblöcken (\pm Standardfehler).....	187
<i>Abbildung 66:</i> Gesamtsauer der Sakkaden getrennt nach Testblöcken (\pm Standardfehler).	188
<i>Abbildung 67:</i> Amplitude der ersten Sakkaden (in Pixel) getrennt nach Testblöcken (\pm Standardfehler).....	189
<i>Abbildung 68:</i> Die Gesamtamplitude der Sakkaden in Pixel getrennt nach Testblöcken (\pm Standardfehler).	190
<i>Abbildung 69:</i> Eine mögliche Aufmerksamkeitsverlagerung in Abhängigkeit von einer Blicktäuschung: Eine Orientierung des Kopfs nach rechts könnte die visuelle Aufmerksamkeit des Betrachters nach rechts ablenken. Eine Verlagerung des Balls nach links könnte hingegen eine Verschiebung der Aufmerksamkeit nach links bewirken.	191
<i>Abbildung 70:</i> Die Verlagerung der Aufmerksamkeit in die Passrichtung in %. Leere Kreise stellen eine kompatible Pass-Blick-Bedingung (direkter Pass) und volle Kreise eine inkompatible Pass-Blick-Bedingung (Blicktäuschung) dar.	192
<i>Abbildung 71:</i> AOIs für die zweite Fixation. Auf der x-Achse sind die fünf AOIs dargestellt. AOI (1) stellt die Zeit von 0 bis 400 ms dar, wo sich der Ball immer noch in der Ausgangsposition (etwa für der Hüfte) befand. AOI (2) beschreibt die Verlagerung des Balls von der Ausgangsposition (AOI (1)) nach rechts. AOI (3) beschreibt die Verlagerung des Balles von der Ausgangsposition nach links. AOI (4) beschreibt die Verlagerung des Kopfs aus dem Punkt (0,0) nach links. AOI (5) beschreibt die Verlagerung des Kopfs aus dem Punkt (0,0) nach rechts.	194
<i>Abbildung 72:</i> AOIs für die dritte Fixation. Auf der x-Achse sind die fünf AOIs dargestellt. AOI (1) stellt die Zeit von 0 bis 400 ms dar, wo sich der Ball immer noch in der Ausgangsposition (etwa für der Hüfte) befand. AOI (2) beschreibt die Verlagerung des Balls von der Ausgangsposition (AOI (1)) nach rechts. AOI (3) beschreibt die Verlagerung des Balles von der Ausgangsposition nach links. AOI (4) beschreibt die Verlagerung des Kopfs aus dem Punkt (0,0) nach links. AOI (5) beschreibt die Verlagerung des Kopfs aus dem Punkt (0,0) nach rechts.	195

- Abbildung 73:* Das konnektionistische Modell bei einer Blicktäuschung im Basketball nach Cohen et al. (1990) adaptiert nach Müller et al. (2015, S. 163). Unten sind die Inputknoten, d. h. Informationen aus der Passrichtung (links) und aus der Blickrichtung (rechts) dargestellt. In der Mitte ist die verborgene Schicht von Knoten beschrieben. Oben sind die Outputknoten (links) und die Kontextknoten (rechts) dargestellt. Um die richtige Antwort auf die Passrichtung zu geben, heben die Kontextknoten (oben rechts) die Aktivationswerte für die Passrichtung..... 207
- Abbildung 74:* Der Prozess der Reizidentifizierung am Beispiel einer Blicktäuschung bzw. einem Direktpass in Basketball. Stimulus-Vektor umfasst Blick- und Pass-Kode (modifiziert nach Kornblum und Lee, 1995, S. 858). 213
- Abbildung 75:* Die Entstehung eines Konflikts zwischen der automatischen aktivierten Handlung auf der automatischen Route aufgrund der Blickrichtung und zwischen der intentionalen Handlung aufgrund der Passrichtung bei einer Blicktäuschungen (modifiziert nach Hommel & Nattkemper, 2011, S. 80)..... 214

Zusammenfassung

Blicktäuschungen wurden v.a. unter Laborbedingungen untersucht (Kunde, Skirde & Weigelt, 2011; Weigelt, Güldenpenning, Steggemann-Weinrich, Alhaj Ahmad Alaboud & Kunde, 2017). Dabei kamen statische Stimuli zum Einsatz und Reaktionen wurden durch einen Tastendruck abgegeben. Da diese laborbedingten Voraussetzungen die reale Situation der Blicktäuschung nicht darstellen können, besteht das Hauptziel der vorliegenden Arbeit darin, die Blicktäuschung unter einem quasi-realistischen Handlungsrahmen zu untersuchen. Die erste Experimentalreihe sollte daher den Übergang von üblichen Untersuchungen der Blicktäuschung am PC auf eine Leinwand schaffen. Dabei werden die Fragestellungen beantwortet, ob der Präsentationkontext (Experiment 1.1) und der Sehwinkel (Experiment 1.2) den Blicktäuschungseffekt (BTE) beeinflussen können. In der zweiten Experimentalreihe wird die Wirkung der Steigerung der Antwortkomplexität (Experiment 2.1) und der Präsentation dynamischer Reize (Experiment 2.2) auf den BTE untersucht. Das Setting der zweiten Experimentalreihe kann aus zwei Gründen den realen Handlungsrahmen der Blicktäuschung darstellen. Zum einen werden Reaktionen durch eine Ganzkörperbewegung abgegeben und zum anderen werden statische Bilder durch dynamische Stimuli ersetzt. Dieses Setting ermöglicht sowohl Reaktionszeiten als auch Bewegungszeiten zu messen. Die dritte Experimentalreihe beschäftigt sich mit der Frage, ob sich die Häufigkeitsverteilung, mit der eine Blicktäuschung auftritt, auf den BTE auswirkt. Im Experiment 3.1 wird der Einfluss der extremen Häufigkeitsverteilungen und im Experiment 3.2 der Einfluss bei der Präsentation dynamischer Reize geprüft. Die Frage, ob die Blickrichtung zu einer Lenkung der Aufmerksamkeit in derselben Richtung führt, wird in der vierten Experimentalreihe geklärt. Dabei kommt das *eye-tracking* zum Einsatz. Fixationen und Sakkaden werden bei der Verarbeitung einer Blicktäuschung unter Präsentation statischer Bilder (Experiment 4.1) und dynamischer Stimuli (Experiment 4.2) erfasst.

Die Ergebnisse der Arbeit zeigen, dass der BTE unabhängig vom Präsentationkontext und Sehwinkel auftritt. Der BTE ist bei einer komplexen (Ganzkörperbewegung) größer als bei einer einfachen Antwortmodalität (Tastendruck) und lässt sich auf die Präsentation dynamischer Reize erweitern. Der BTE kann sowohl bei Reaktionszeiten als auch bei Bewegungszeiten beobachtet und durch die Häufigkeitsverteilung moduliert werden. Er nimmt ab, wenn eine Blicktäuschung sehr häufig eingesetzt wird und

nimmt zu, wenn sie selten gezeigt wird. Bei der Präsentation von statischen Bildern scheint der Kopf der wichtigste Ort der relevanten Information zu sein, denn bei der Verschiebung der Aufmerksamkeit auf den Kopf nahm die Fixationsdauer zu und die Fixationsanzahl ab. Eine Lenkung der Aufmerksamkeit auf die Blickrichtung bei einer Blicktäuschung kann dabei nicht bemerkt werden. Stattdessen fixieren die Versuchspersonen (Vpn) einen zentralen Punkt, nutzen ihn als Ankerpunkt und nehmen die Pass- und Blickrichtung peripher wahr. Dies könnte für eine verdeckte Aufmerksamkeitsverlagerung oder für eine automatische Mitverarbeitung einer Blickrichtung sprechen. Bei dynamischen Reizen wird eine geringe Fixationsanzahl von längerer Dauer erfasst, wenn die Aufmerksamkeit auf den Hüftbereich gelenkt wird. Dies deutet auf die Relevanz dieses Bereichs bei der Verarbeitung der Blicktäuschung unter Verwendung von dynamischen Reizen hin. Es wird darüber hinaus eine offene Aufmerksamkeitsverlagerung beobachtet, denn bei einer Blicktäuschung gehen mehr Sakkaden in die Richtung des Blicks im Vergleich zu einem Direktpass. Dieser Befund könnte den BTE bei dynamischen Reizen erklären. Die Ergebnisse der Arbeit werden hinter jeder Experimentreihe ausführlich diskutiert und mit der Theorie verknüpft. Die Methoden und das experimentelle Vorgehen werden ebenfalls reflektiert. Empfehlungen für zukünftige Untersuchungen werden gegeben und Implikationen für die Sportpraxis werden besprochen.

1 Einleitung

Das Durchführen von Täuschungen kann in zwei Wegen erfolgen (Meinel & Schnabel, 2007). Zum einen kann der Täuschende die Informationen über die beabsichtigte Handlung minimieren, sodass es dem Gegner schwer wird, sie rechtzeitig zu erkennen. Ein Beispiel dafür wäre die Verkürzung der Ausholbewegung beim Vollzug eines Druckpasses im Basketball oder beim Schuss eines 11-Meters im Fußball (vgl. Meinel & Schnabel, 2007). Zum anderen kann der Täuschende dem Gegner falsche Informationen über die beabsichtigte Handlung anbieten. Diese Art der Täuschung wird als Finte definiert (Meinel & Schnabel, 2007) und kann in zwei Möglichkeiten durchgeführt werden. Zum einen führt der Täuschende eine getäuschte Bewegung aus, welche nicht zur realen Bewegung gehört. Das Ziel dieser Bewegung besteht im Provozieren des Gegners zu einer falschen Vorhersage der realen Handlung und einer falschen Reaktion (vgl. Meinel & Schnabel, 2007). Zum anderen kann der Täuschende eine Bewegung einleiten, bricht diese Bewegung ab und setzt eine verschiedenartige Bewegung fort (Meinel & Schnabel, 2007).

Das Durchführen von Täuschungen gehört also zum Repertoire sportlicher Handlungsfähigkeit, ist ein fester Bestandteil der sportlichen Leistung und kann entscheidend für den sportlichen Erfolg sein. Aus diesen Gründen werden in vielen Sportarten Täuschungen eingesetzt. Im Fußball nutzen Fußballspieler z. B. Übersteiger und im Handball wird eine Wurffinte sehr gerne eingesetzt. Bei einem Übersteiger führt der Angreifer kreisförmige Bewegungen um den Ball im Wechsel mit dem linken und rechten Bein aus, ohne dabei den Ball zu berühren. Das Ziel ist es, den Abwehrspieler zu einer falschen Reaktion zu provozieren. Reagiert der Abwehrspieler entsprechend, nutzt der Angreifer den Moment, in dem der Abwehrspieler seinen Körperschwerpunkt in die falsche Richtung verlagert, steigt über den Ball und spielt ihn in die andere Richtung. Bei einer Wurffinte täuscht ein Handballspieler einen Wurf an und nutzt ebenfalls den Zeitpunkt, zu dem der Verteidiger falsch reagiert (z. B. Hochspringen um den Wurf zu verteidigen) und führt eine andere Aktion durch (z. B. Pass zu einem Mitspieler).

Eine weitere Art von Täuschung, die in verschiedenen Ballsportarten häufig Anwendung findet, ist die Blicktäuschung. Das Ziel dabei ist es, dem Gegner Fehlinformationen über die eigene Handlungsabsicht anzubieten, die die Reaktion des Gegners verlangsamt, um sich selbst eine gute Ausgangslage für die nächste Handlung zu

verschaffen (Meinel & Schnabel, 2007). Ein bekanntes Beispiel dafür ist die Blicktäuschung im Basketball. Bei der Blicktäuschung im Basketball blickt der Basketballspieler in eine Richtung, während er den Ball in die andere Richtung passt. Dabei entsteht ein Reaktionskonflikt zwischen einem relevanten (Passrichtung) und einem irrelevanten Reiz (Blickrichtung). Die Lösung solcher Handlungskonflikte kostet Zeit (Wühr & Kunde, 2008) und daher sind die Reaktionszeiten auf Pässe mit einer Blicktäuschung langsamer als auf Pässe ohne eine Blicktäuschung (Direktpässe).

Kunde et al. (2011) führten erstmalig eine systematische experimentelle Untersuchung zur Blicktäuschung im Basketball durch. Unter Laborbedingungen präsentierten sie den Vpn statische Bilder von einem Basketballspieler bei der Ausführung eines Druckpasses. Der Druckpass konnte mit oder ohne Blicktäuschung gezeigt werden. Die Vpn hatten die Aufgabe, schnellstmöglich auf die Passrichtung zu reagieren und so gut wie möglich die Blickrichtung zu ignorieren. Die Ergebnisse zeigten, dass die Reaktionszeiten auf eine Blicktäuschung langsamer waren als auf einen Direktpass. Die Autoren argumentieren, dass die Blickrichtung automatisch mitverarbeitet wurde und zur Verlangsamung der Reaktionszeiten auf die Blicktäuschung führte. Den Unterschied zwischen den Reaktionszeiten (RT) auf Direktpässe und auf Blicktäuschungen definierten Kunde et al. (2011) als Blicktäuschungseffekt (BTE).

Das Vorgehen in der Studie von Kunde et al. (2011) entspricht aus methodischer Sicht einer hochkontrollierten experimentellen Untersuchung. Aus sportpraktischer Perspektive kann dieses Vorgehen, trotz seiner Vorteile (z. B. maximale Kontrolle von Störvariablen), hinterfragt werden, da es nicht die realen Rahmenbedingungen der Blicktäuschung widerspiegelt und ein Transfer der Ergebnisse in die Sportpraxis nur bedingt geleistet werden kann. Kritisch zu betrachten sind v. a. die Stimuli und die Antwortmodalität.

Statische Bilder kann man zwar gut kontrollieren, sie beinhalten aber keine relevanten Informationen über die Dynamik der Ausführung einer Blicktäuschung. Diese bewegungsbezogenen Hinweisreize können auf der einen Seite für die Wahrnehmung von Täuschungen ausschlaggebend sein (vgl. Shiffrar & Heinen, 2010) und auf der anderen Seite den BTE beeinflussen. Darüber hinaus werden die statischen Bilder sehr klein auf den Bildschirm präsentiert. Eine ebenso auf das Bildmaterial bezogene Fragestellung ist außerdem, ob die Bildgröße und der Sehwinkel einen Einfluss auf die visuelle Verarbeitung der Blicktäuschung haben könnten. Die Verteidiger, deren Rolle alle

Vpn in der Untersuchung der Blicktäuschung im Basketball einnehmen, stehen in einer realen Spielsituation nicht immer in einem Abstand von 70 cm zu den Angreifern (Stimulus). Das Basketballspiel ist dynamisch und die Entfernung zwischen Verteidigern und Angreifern ändert sich ständig, so dass auch die scheinbare Größe des Gegenspielers und der Schinkel der Spieler ständig variiert. Daher ist die Frage nach der Wirkung des Präsentationskontextes – d. h. die Bildgröße und Distanz zum Stimulus – und des Schinkels auf den BTE für die Übertragbarkeit der Ergebnisse auf die Sportpraxis von einer großen Bedeutung.

Die Antwortmodalität (die Reaktion mit einem einfachen Tastendruck) beim Vorgehen von Kunde et al. (2011) ermöglicht zwar die Messung von Reaktionszeiten, d. h. die Zeit vom Erscheinen von Stimuli bis zum Reagieren, vernachlässigt aber die Bewegungszeiten (BZ), d. h. die Zeit des Bewegungsvollzugs. In realen Spielsituationen reagieren Basketballspieler auf die Passrichtung mit einer Ganzkörperbewegung, in der sowohl RT als auch BZ stecken. Da die Antwort mit einem einfachen Tastendruck (einfache Reaktion) im Vergleich zur Reaktion mit einer Ganzkörperbewegung (komplexe Reaktion) geringe Anforderungen an das kognitive und motorische System stellt, was mit einem ziemlich geringeren BTE (z. B. bei Kunde et al. (2011) lag der BTE bei 22 ms) zu sehen ist, stellen sich die Fragen, ob die Programmierung einer komplexen Antwort auf eine Blicktäuschung mehr Zeit kostet als einer einfachen Antwort und ob sich die Steigerung der Antwortkomplexität auf den BTE auswirken kann. Eine weitere offene Frage ist, ob der BTE auch in der BZ auftritt. Außerdem kann die Fragestellung überprüft werden, ob die Bewegungssteuerung beim Reagieren auf eine Blicktäuschung abhängig (d. h. open-loop) oder unabhängig (d. h. closed-loop) von einem Feedback erfolgt. Tritt der BTE nur in den RT auf, deutet dies darauf hin, dass die Bewegungssteuerung unabhängig von einem Feedback (closed-loop) stattfindet. Tritt der BTE sowohl in RT als auch in BZ auf, bedeutet dies, dass die Vpn ihre falsche Entscheidung in der RT während der Bewegungsausführung und basierend auf die weiter eingehenden Informationen (open-loop) korrigieren.

In ihrer Untersuchung führten Kunde et al. (2011) außerdem den BTE auf die automatische Mitverarbeitung eines irrelevanten Hinweisreizes (die Blickrichtung) zurück. Die Blickrichtung wurde demnach automatisch mitverarbeitet und erschwert somit die Reaktion auf die Blicktäuschung, was mit hohen RT einhergeht. In Bezug auf die Ursache des BTE bleibt offen, ob sich dieser durch die Verlagerung der Aufmerksam-

keit erklären lässt. Hohe RT bei einer Blicktäuschung können daher durch die ungünstige Verlagerung der Aufmerksamkeit auf die irrelevante Information erklärt werden. Diese Frage kann man mit der *Eyetracking-Methode* überprüfen.

Aufbauend auf der Studie von Kunde et al. (2011) verfolgt die vorliegende Arbeit drei Hauptziele. Das erste Hauptziel ist von methodischer Natur und besteht in der Untersuchung der Blicktäuschung im Basketball unter quasi-realistischen Rahmenbedingungen. Dabei wird den Einfluss vom Sehwinkel, der Bildgröße, der Antwortkomplexität und der Dynamik des Bildmaterials auf den BTE untersucht. Das zweite Ziel ist sehr praxisrelevant und besteht in der Überprüfung der Wirkung von der Häufigkeitsverteilung, mit der eine Blicktäuschung auftritt, auf den BTE. Das dritte Ziel dient zur Prüfung, ob die Blickrichtung bei einer Blicktäuschung zur Verlagerung der Aufmerksamkeit führt und somit zur Verlangsamung der RT bei einer Blicktäuschung. In vier Experimentalreihen sollen Antworten auf diese Fragen gefunden werden.

Die Arbeit ist in 11 Kapitel gegliedert. Im theoretischen Teil (Kapitel 2 bis 5) wird zunächst auf Täuschungshandlungen eingegangen. Das Kapitel 3 beschäftigt sich mit der Wahrnehmung und das Kapitel 4 mit der Handlung. In Kapitel 5 werden die selektive Aufmerksamkeit und ihre Theorien beschrieben. Der theoretische Teil wird mit einer Übersicht über die Experimentalreihen und konkreten Fragestellungen abgeschlossen (Kapitel 6). Im empirischen Teil (Kapitel 7 bis 10) werden die Methoden der Experimente dargestellt und ihre Ergebnisse diskutiert. In der abschließenden Diskussion (Kapitel 11) werden die Ergebnisse zusammengefasst und mit der Theorie verknüpft. Am Ende der abschließenden Diskussion wird die Arbeit kritisiert und Empfehlungen für zukünftige Untersuchungen genannt.

2 Täuschungshandlungen

2.1 Täuschungen im Allgemeinen

Der deutsche Täuschungsbegriff ist in seiner Bedeutung weiter gefasst als sein englisch Gegenstück *deception*, denn er umfasst sowohl Täuschungshandlungen als auch getäuschte Wahrnehmungen (Thummes, 2013). Außerdem können Täuschungen nicht nur in menschlichen Verhalten erscheinen, sondern auch in der Tierwelt (Bergstrom, 2009). Z. B. senden Tiere bei einer *Tarnung* irreführende Signale an ein anderes Lebewesen, um es in Irre zu führen (Lunau, 2002; Frisch, 1979). Diese Signale können visuell oder akustisch sein. Das Ziel solcher Täuschungen ist es, einen Unterschied zwischen der wahrgenommenen und realen Wirklichkeit zu erzeugen. In diesem Kontext definiert Merten (2010) eine Täuschung als „*Differenz zwischen der Wahrnehmung einer „realen“ bzw. „zutreffenden“ und einer davon abweichenden fiktionalen Wirklichkeit*“ (Merten, 2010, S. 100).

Täuschungen sollen demnach Wahrnehmungen eines Adressaten durch ein verändertes Verhalten so verändern, dass er in einen falschen Glauben versetzt wird (Carson, 2010; Lynch, 2009). Der falsche Glaube entsteht dadurch, dass man dem zu Täuschenden hindert, die Wirklichkeit vollständig zu erkennen (Thummes, 2013; Lynch, 2009). Diese Hinderung kann durch völlig widersprechende, unvollständige Informationen oder durch falsche Hinweise erfolgen. Entscheidend für den Erfolg einer Täuschung ist also, dass der Adressat daran glauben soll, dass es um wahre und nicht falsche Informationen handelt (Carson, 2010).

Der Vorstellung von Merten (2010) nach lassen sich „menschliche“ Täuschungen in drei Hauptkategorien unterteilen. Diese sind Fälschung, Lüge und Inszenierung. Bei einer Materialisierung einer Täuschung spricht man von *Fälschung*. Eine *Lüge* liegt vor, wenn man die Unwahrheit aussagt. In allen anderen Fällen spricht man von *Inszenierung* (Merten, 2010). Somit können Täuschungen im Rahmen sozialen Handelns verbale oder non-verbale erfolgen. Ein Beispiel für eine verbale Täuschung ist die Lüge. Non-verbale Täuschungen erfolgen hingegen entweder durch *Geheimhaltung*, d. h. die Wahrheit nicht veröffentlichen oder durch die *Verstellung* (Thummes, 2013). Bei einer Verstellung handelt sich um Ausdrücke, welche mit Absicht und ohne Sprache vermittelt werden. Diese Täuschungsform geschieht mithilfe von körperlichen Ausdrücken

wie Mimik und Gestik (Westerbarkey, 2007) und können zu einer *Mehrdeutigkeit* führen (Thummes, 2013). Non-verbale haben im Vergleich zu verbalen Täuschungen den Vorteil, dass sie das Risiko von Missverständnissen erhöhen und dass sie sich ganz schwer aufdecken lassen (Dietz, 2002). Sie ermöglichen darüber hinaus dem Täuschenden, den Eindruck bei der sozialen Interaktion mit anderen Akuteren zu manipulieren (Thummes, 2013).

Eine frühe Untersuchung zu non-verbalen Täuschungen im sozialen Kontext stammte von Runeson und Frykholm (1983). Dabei wurde die Fragestellung untersucht, ob Menschen in der Lage sind, andere Menschen über ihre Handlungsabsichten zu täuschen und ob sie einen Täuschungsversuch anderer Personen erkennen können. Den Vpn wurden kurze Videosequenzen von einer Stimulusperson, welche als Lichtpunkte dargeboten wurde, präsentiert. Die Stimulusperson hebt dabei eine Kiste mit unterschiedlichem Gewicht (6.5 kg, 11.5 kg oder 19.0 kg) an. Die Stimulusperson wurde gebeten, in einem Durchgang die Kiste dem Gewicht angepasst zu heben (realer Durchgang) und in einem anderen Durchgang die Kiste so anzuheben, als ob sie leichter oder schwerer als das real Gewicht wäre (Täuschungsversuch). Die Stimulusperson versuchte bei Täuschungsdurchgängen den Eindruck zu vermitteln, dass eine leichte Kiste sehr schwer oder eine schwere Kiste sehr leicht sei. In den Täuschungsdurchgängen stimmt die Hebebewegung mit dem Gewicht nicht überein, und in den realen Durchgängen stimmt hingegen die Hebebewegung mit dem Gewicht überein. Die Vpn sollten einschätzen, ob die Hebebewegung real oder vorgetäuscht ist. Die Ergebnisse zeigten, dass die Vpn reale von vorgetäuschten Versuchen unterscheiden konnten. Die Befunde der Studie deuten darauf hin, dass Menschen die Fähigkeit besitzen, die Täuschungsversuche von anderen Menschen gut zu diskriminieren und die Täuschung selbst aktiv einzusetzen (Runeson & Frykholm, 1983).

2.2 Täuschungshandlungen im Sport

Auch im Sport setzten Athleten Täuschungen ein und bemühen sich die Täuschungsversuche anderer Athleten frühzeitig zu erkennen, um ihr sportliches Handeln zu optimieren. Dafür versuchen sie ständig relevante Informationen zu gewinnen und diese Informationen schnell zu verarbeiten. Sie vergleichen danach die gewonnenen Informationen mit ihrer Erfahrung, um die Spielsituation zu analysieren und ihre mögliche Entwicklung zu antizipieren. Nach der Spielsituationsanalyse und –antizipation

kommen sie zu einer Entscheidung. Danach setzen sie ihre Entscheidung durch, indem sie handeln (Meinel & Schnabel, 2007). Anzumerken ist, dass die Programmierung einer möglichen Handlung schon in einem früheren Stadium der Informationsgewinnung, nämlich in der Spielsituationsanalyse und –antizipation, stattfindet (Meinel & Schnabel, 2007) (siehe Abbildung 1A).

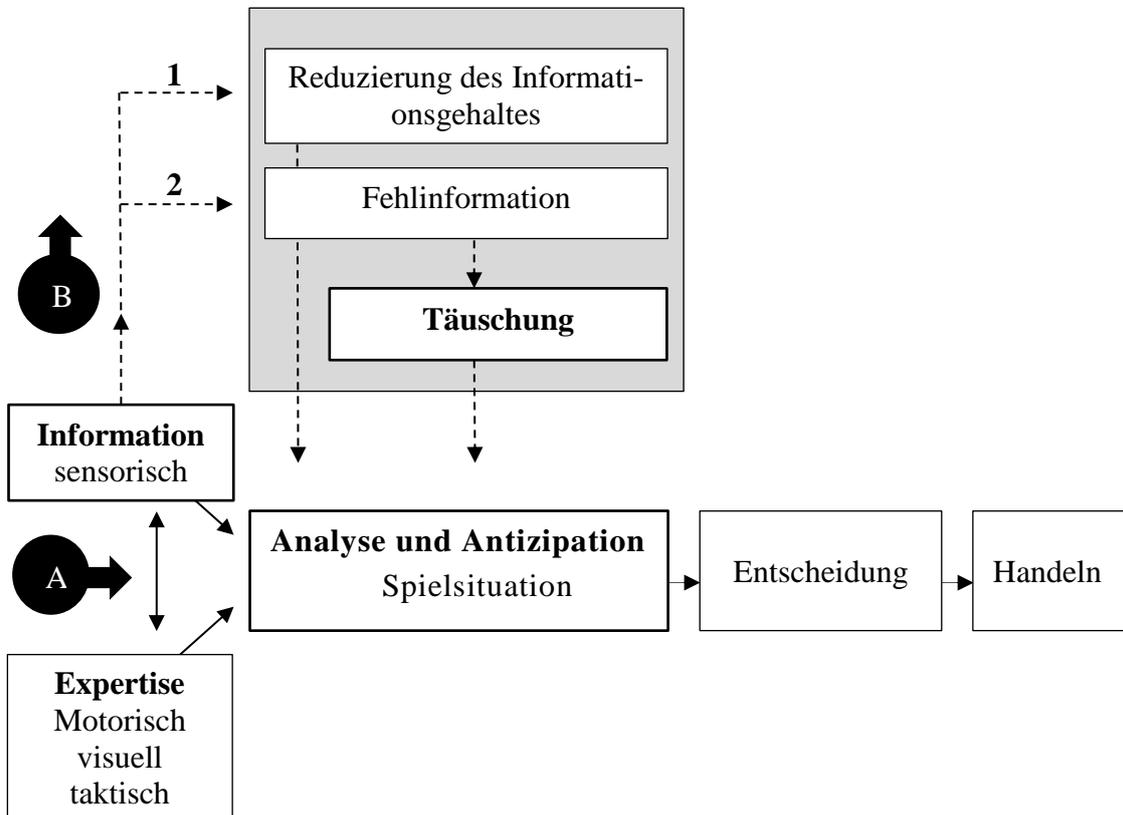


Abbildung 1: Der Vorgang der Analyse und der Antizipation einer Spielsituation nach Meinel und Schnabel (2007). A beschreibt die Route vom Resultat aus dem Informationsgewinn und ihrem Vergleich mit der Expertise bis hin zum Handeln. B beschreibt einen möglichen Einfluss der Manipulation der sensorischen Informationen durch (1) Reduzierung des Informationsgehaltes und (2) der Fehlinformationen auf die Analyse und der Antizipation einer Spielsituation und somit auf die Entscheidung und des Handels im Sport.

Der Prozess vom Informationsgewinn bis hin zu einer Handlung läuft schnell ab und kommt hundertfach in jeder Spielsituation und in jedem Mannschaftssportspiel vor. Im Basketball z. B. muss ein ballführender Spieler in Sekundenbruchteilen eine von mehreren möglichen Entscheidungen treffen. Er kann z. B. den Ball zu einem Mitspieler zupassen oder weiter dribbeln und seine Richtung wechseln. Er kann sich außerdem für einen Korbwurf entscheiden, wenn der Weg zum Korb frei ist. Wichtig dabei ist, dass die Spielsituationsanalyse die Bewegungsantizipation von Mitspielern, Gegenspielern und des Balls umfasst. Neben dem Ballführenden (der Angreifer) muss die Spielsituati-

on auch von dem Gegenspieler (dem Verteidiger) analysiert und ihre Entwicklung vorhergesagt werden (Meinel & Schnabel, 2007).

Der Verteidiger nutzt hierfür körperliche Hinweisreize wie die Blickrichtung, die Fußstellung und andere Hinweisreize, welche der Angreifer aussendet, um dessen Handlungsabsicht frühzeitig zu antizipieren, zu erkennen (Sebanz & Shiffrar, 2009; Grèzes, Frith, & Passingham, 2004) und dementsprechend darauf zu reagieren. Entscheidet sich der Ballführende im Basketball für einen Korbwurf und führt eine deutlich erkennbare Vorbereitungsphase durch, nutzt der Verteidiger die ziemlich „lange“ Vorbereitungsphase des Wurfes, um mehr Informationen über den Wurf (z. B. Richtung, Stärke und Art) zu gewinnen. Danach integriert er die gewonnenen Informationen in seine eigne Handlungsprogrammierung, was ihm ermöglicht, die defensive Reaktion rechtzeitig einzuleiten und den Wurf mit einer großen Erfolgswahrscheinlichkeit zu verteidigen. Dennoch stehen dem Ballführenden zwei Möglichkeiten zur Verfügung, um die Erfolgswahrscheinlichkeit des Verteidigers zu minimieren und den Korbwurf erfolgreich auszuführen (vgl. Meinel & Schnabel, 2007).

In einer Art der Geheimhaltung kann er zum einen den *Informationsgehalt* über seinen Wurf reduzieren, indem er die Vorbereitungsphase verkürzt oder sogar völlig so unterdrückt, dass der Verteidiger seine Handlungsabsicht sehr spät antizipiert (siehe Abbildung 1, B1). Erkennt der Verteidiger trotz des reduzierten Informationsgehaltes die Absicht des Angreifers, steht ihm kaum Zeit zur Verfügung, die Informationen in seine eigene Handlungsprogrammierung mit einzubeziehen und eine erfolgreiche Abwehrreaktion einzuleiten. Zum anderen besteht dem Angreifer in einer Art der Verstellung die Möglichkeit, den Verteidiger durch *Fehlinformationen* zu täuschen (siehe Abbildung 1, B2).

Unter Täuschungen im Sport versteht man legale Versuche, welche mit Absicht zu einer Irreführung des Gegners führen sollen und mittels nonverbaler Fehlinformationen in Abhängigkeit von der Zeit erfolgen (Okonek, 1987). Meinel und Schnabel (2007) definieren die Täuschungsbewegungen als *Finten*, wobei die Begriffe Finten, Täuschungen und Täuschungshandlung in der Literatur häufig synonym verwendet werden. Alle Täuschungen haben dennoch ein gemeinsames Ziel, welches in der Beeinflussung der Wahrnehmung des Verteidigers durch die Minimierung des Informationsgehaltes oder die Fehlinformationen über die wahren Handlungsabsichten besteht (Jackson, Warren & Abernethy, 2006). Diese „negative“ Beeinflussung führt zu einer falschen oder

verzögerten Spielsituationsanalyse, welche zu einer falschen oder späten Reaktion führen kann. Wichtig dabei ist, dass der Verteidiger die Täuschungsbewegung als „wahre“ und nicht als „angetäuschte“ Bewegung wahrnimmt (Carson, 2010).

Die Art und Weise wie eine Täuschung ausgeführt wird, hängt von den Bewegungsmustern der Sportart ab. Jackson et al. (2006) schlagen zwei Klassifikationen der Täuschungsbewegungen vor. In den verdeckten (*disguised action*) Täuschungen versucht der Sportler, verfügbare Informationen über seine Handlungsabsicht möglichst zu minimieren. Beispiele für diese Art der Täuschungen sind der Smash im Beachvolleyball (Güldenpenning, Steinke, Koester & Schack, 2013) und der Elfmeter im Fußball (Smeeton & Williams, 2012). Diese Art der Täuschungen bereiten den Beobachtern erhebliche Schwierigkeiten, denn sie müssen die Handlungsabsichten der Ausführenden anhand minimaler Informationen antizipieren. Bei der zweiten Art bietet der Sportler dem Beobachter Fehlinformationen über seine wahren Handlungsabsichten an. Ein Beispiel dafür ist die Lauffinte in Rugby, bei der der Spieler auf die falsche Laufrichtung durch falsche Information hinweist und danach in die andere „wahre“ Richtung läuft (Brault, Bideau, Kulpa & Craig, 2012). Die Fehlinformationen sollen den Beobachter zu einer falschen Reaktion führen. Reagiert der Beobachter auf die falsche Richtung, muss er nun seine Reaktion auf die richtige Richtung korrigieren. Diese Korrektur kostet Zeit. Der Ausführende soll diese Zeit nutzen, um seine reale Handlung auszuführen. In einem Zeitfenster von 60 bis 100 ms nach der Ausführung einer Täuschungsbewegung soll die täuschende Person seine reale Bewegung vornehmen, um erfolgreich zu werden (Schmidt & Wrisberg, 2008). Danach nimmt für den Gegner die Erfolgswahrscheinlichkeit ab, eine effektive Verteidigungsaktion einzuleiten. Hingegen nimmt für den Angreifer (für die täuschende Person) die Erfolgswahrscheinlichkeit zu, sein Ziel zu erreichen. Ein weiteres Beispiel für das Täuschen durch Fehlinformationen stellt die Blicktäuschung dar. Diese wird im nächsten Kapitel ausführlich erläutert.

2.2.1 Blicktäuschungen und die Blicktäuschung im Basketball

Blicktäuschungen werden in verschiedenen Sportarten und in unterschiedlichen Art und Weisen eingesetzt. Im Handball kann z. B. der Spielmacher beim Parallelstoßen seinen Blick zu einem seiner Mitspieler im Rückraum richten, während er den Ball zum Kreisläufer passt. Reagieren die Verteidiger auf die Blickrichtung (Fehlinformationen), schafft dies viel Platz für den Kreisläufer, um den Ball zu fangen und ein Tor zu werfen.

Auch im Fußball werden Blicktäuschungen eingesetzt. So kann der Ballführende seinen Gegenspieler über die Schussrichtung durch eine Blicktäuschung täuschen.

Alle Blicktäuschungen haben gemeinsam, dass sie ein Konflikt durch zwei unterschiedlichen Richtungsinformationen auslösen. Eine der Informationen führt zur richtigen (Pass- oder Laufrichtung) und die andere (die Blickrichtung) zur falschen Antizipation der Handlungsabsicht des Ausführenden. Die gleichzeitige Beschäftigung mit zwei unterschiedlichen Informationen ist von Vorteil seitens des Ausführenden und von Nachteil für den Beobachter. Eine weitere Form der Blicktäuschung findet man im Basketball.

Bei der Blicktäuschung im Basketball orientiert der Basketballspieler seinen Blick in eine Richtung, während er den Ball in die andere Richtung passt (siehe Abbildung 2). Dabei werden vom Täuschenden zwei interferierende Informationen gleichzeitig ausgesendet. Die Blickrichtung repräsentiert die „falsche“ irrelevante Information und die Passrichtung stellt die „wahre“ relevante Information dar. Um die Reaktion auf die Passrichtung (die relevanten Informationen) zu optimieren, muss die Blickrichtung ignoriert werden. Die Blickrichtung als ein starker sozialer Hinweisreiz wird dennoch automatisch mitverarbeitet und kann vom Beobachter nicht unterdrückt werden (Langton, Watt & Bruce, 2000). Somit aktivieren sowohl die Pass- als auch Blickrichtung eine korrespondierende Reaktion, welche interferiert. Folglich kommt es zu einem Reaktionskonflikt (siehe Kapitel 4.3) zwischen der Pass- und Blickrichtung. Die Blicktäuschung kann daher als Reaktionskonflikt betrachtet werden. Dieser Reaktionskonflikt ähnelt weitgehend dem Konflikt bei anderen kognitiven Konfliktaufgaben wie z. B. bei der Simon-Aufgabe (siehe Kapitel 4.3.2) und der Stroop-Aufgabe (siehe Kapitel 4.3.3), bei welchen es zu einem Interferenzeffekt kommt (Wühr & Kunde, 2008). Die Blicktäuschung scheint daher ein robustes Mittel zu sein, andere Athleten über die wahren Handlungsabsichten zu täuschen. Dennoch lässt sie sich von mehreren Faktoren beeinflussen, auf die im folgenden Kapitel eingegangen wird.



Abbildung 2: Die Blicktäuschung ist ein Reaktionskonflikt zwischen einem relevanten Reiz (der Passrichtung) und einem irrelevanten Reiz (der Blickrichtung). Das Bild des Basketballspielers stammt aus Kunde et al. (2011).

2.3 Einflussfaktoren auf Täuschungen und die Blicktäuschung im Basketball

Nach der Vorstellung von Meinel und Schnabel (2007) zum Vorgang der Analyse und der Antizipation von Spielsituationen lässt sich feststellen, dass sich der Einfluss von Täuschungen nicht nur auf die Einschätzung und Vorhersage der Spielsituation beschränkt, sondern sich auch auf die Entscheidung und das Handeln auswirkt. Dennoch lassen sich Täuschungen auch durch zwei Faktoren beeinflussen. Diese sind die *sportliche Expertise* und die *Wahrnehmung von sensorischen Informationen* (siehe Abbildung 1). Zum einen geht man davon aus, dass erfahrene Sportler aufgrund ihrer langzeitigen Übung relevante Informationen zur Analyse der Spielsituationen besser extrahieren als Sportler mit weniger Erfahrung. Sie können außerdem diese Informationen effektiv in ihrer Handlungsprogrammierung integrieren, was es ihnen ermöglicht, die Spielsituation besser zu analysieren, ihre Entwicklung besser vorherzusagen und darauf besser zu reagieren als Novizen (Meinel & Schnabel, 2007). Dies führt zur Annahme, dass Sportler mit aufgrund ihrer sportlichen Erfahrungen Täuschungen schneller und besser erkennen als Sportler mit weniger Erfahrung. Das könnte zur Folge haben, dass Experten bessere Entscheidungen treffen und somit besser auf Spielsituationen reagieren als Novizen.

Zum anderen wird vermutet, dass die Art und Weise, wie sensorische Informationen zur Verfügung gestellt werden, einen Einfluss auf die Wahrnehmung von Täuschungen haben könnte. Wenn ein Fußballspieler z. B. den Informationsgehalt über sei-

ne Handlung reduziert, wie Jackson et al. (2006) vorschlagen, lässt sich schwer erkennen, ob es sich dabei um eine wahre Handlung oder um eine Täuschung handelt. Dies erschwert die Analyse der Spielsituation und somit die Reaktion auf ihre Entwicklung. Auf die beiden Hypothesen wird in folgenden Kapiteln ausführlicher eingegangen. In Kapitel (2.4.1) wird den Einfluss der sportlichen Erfahrung auf die Wahrnehmung von Täuschungshandlungen im Sport diskutiert und in Kapitel (2.4.2) wird darauf eingegangen, wie die Modulation des Präsentationskontextes einer Täuschung ihre Wahrnehmung beeinflussen könnte.

2.3.1 Der Einfluss der sportlichen Expertise auf die Wahrnehmung von Täuschungshandlungen

Eine große Anzahl an Untersuchungen zu Täuschungshandlungen im Sport beschäftigte sich mit dem Einfluss der sportlichen Expertise auf die Wahrnehmung von Täuschungen. Dabei wurde die Fragestellung geprüft, ob Experten Täuschungen besser und früher erkennen können als Novizen. Die Ergebnisse der Studien zeigten insgesamt, dass Experten Täuschungen besser wahrnehmen und früher erkennen als Novizen (Güldenpenning, Kunde & Weigelt, 2017). Diese Überlegenheit wird als *Expertiseeffekt* definiert. Der Expertiseeffekt beschreibt demnach den Leistungsunterschied in der Wahrnehmung und dem Erkennen von Täuschungshandlungen zwischen Experten und Novizen (Abernethy, 1990a; Abernethy, 1990b; Hagemann, Schorer, Cañal-Bruland, Lotz & Strauss, 2010; Helsen & Starkses, 1999; Laurent, Ward, Mark Williams & Ripoll, 2006; Mann, Williams, Ward & Janelle, 2007; Müller & Abernethy, 2006; Savelsbergh, van der Kamp, Williams & Ward, 2005; Wright, Bishop, Jackson & Abernethy, 2013).

Der Expertise-Effekt lässt sich in vielen Sportarten bestätigen: z. B. im Fußball (Bishop, Wright, Jackson & Abernethy, 2013; Smeeton & Williams, 2012; Tay, Chow, Koh & Button, 2012; Dicks, Button & Davids, 2010), im Handball (Cañal-Bruland & Schmidt, 2009; Cañal-Bruland, van der Kamp & van Kesteren, 2010), im Rugby (Brault et al., 2012; Henry, Dawson, Lay & Young, 2012; Jackson et al., 2006; Mori & Shimada, 2013), im Beach-Volleyball (Güldenpenning et al., 2013), im Squash (Abernethy, 1990a) und auch im Tennis (Rowe, Horswill, Kronvall-Parkinson, Poulter & McKenna, 2009).

Auch unter dem Einsatz verschiedener Täuschungsarten in unterschiedlichen Standard-Situationen zeigen Experten bessere Antizipationsleistung als Novizen: Bei der Antizipation von Übersteigern im Fußball (Bishop et al., 2013; Wright et al., 2013), 11-Meter im Fußball (Smeeton & Williams, 2012), 7-Meter im Handball (Cañal-Bruland & Schmidt, 2009), side-step im Rugby (Brault et al., 2012; Jackson et al., 2006), Wurffinte im Basketball (Sebanz & Shiffrar, 2009), „Grunds Schlag“ im Tennis (Rowe et al., 2009) und Angriffsschlägen (smash vs. poke) im Beach-Volleyball (Güldenpenning et al., 2013).

Der Expertise-Effekt lässt mehrere Erklärungsansätze zu. Die Untersuchungen mit *functional magnetic resonance imaging* (fMRI)-Verfahren zeigten eine große Aktivierung der kortikalen und subkortikalen Strukturen (Bishop et al., 2013) und eine hohe Aktivierung im *action observation network* (Wright et al., 2013) bei Experten im Vergleich zu Novizen. Die hohe Aktivierung dieser Gehirnstrukturen ermöglicht es vermutlich den Experten, die Täuschungshandlungen besser wahrzunehmen als Novizen (Bishop et al., 2013).

Der Expertise-Effekt kann außerdem sowohl auf die bessere visuelle Wahrnehmungsfähigkeit (Jackson et al., 2006) als auch auf die bessere motorische Expertise (Güldenpenning et al., 2013; Sebanz & Shiffrar, 2009) der Experten im Vergleich zu Novizen zurückgeführt werden, wobei die eine Hypothese die andere nicht ausschließt (Cañal-Bruland & Schmidt, 2009; Cañal-Bruland et al., 2010). Die visuelle Expertise der Experten kann durch die effiziente Aufnahme von Informationen und die optimale Zuwendung der Aufmerksamkeit auf die relevanten Hinweisreize erklärt werden (Huys, Canal-Bruland, Hagemann, Beek, Smeeton & Williams, 2009; Mann et al., 2007). Experten nutzen dabei gültige Hinweisreize, während Novizen ihre Aufmerksamkeit auf ungültige Informationen richten (Smeeton & Williams, 2012; Jackson et al., 2006). Die motorische Expertise kann durch den *common coding* Ansatz (siehe Kapitel 4.2.2) erklärt werden. Der common coding Ansatz geht davon aus, dass die Beobachtung einer Handlung eine Disposition veranlasst, diese Handlung auszuführen (motorische Resonanz) und dass die Erzeugung oder das Besitzen der motorischen Fähigkeit, eine Handlung zu erzeugen, zur Zunahme der perzeptiven Sensibilität zu ähnlichen Handlungen führt (perzeptive Resonanz) (Schutz-Bosbach & Prinz, 2007). Deswegen könnten Sportler, welche verfügbare motorische Repräsentationen besitzen, die bessere Fähigkeit ha-

ben, die Bewegungen aus ihrem Bewegungsrepertoire vorherzusagen (Aglioti, Cesari, Romani & Urgesi, 2008; Calvo-Merino, Grezes, Glaser, Passingham & Haggard, 2006).

Ein anderer denkbare Erklärungsansatz ist die Nutzung unterschiedlichen Strategien (Smeeton & Williams, 2012; Brault et al., 2012; Jackson et al., 2006; Henry et al., 2012). Experten nutzen demnach gültige Hinweisreize (Smeeton & Williams, 2012; Jackson et al., 2006) und warten lange vor der Einleitung der Reaktion (Brault et al., 2012). Verlassen sich Experten auf ihre motorische Erfahrung, entscheiden sie sich früh und korrigieren ihre Entscheidung während der Bewegungsausführung (Henry et al., 2012). Die Überlegenheit der Experten gegenüber Novizen wurde auch bei der Blicktäuschung im Basketball beobachtet (Weigelt et al., 2017).

Weigelt et al. (2017) beschäftigten sich mit der Blicktäuschung im Basketball und untersuchten die Wirkung von der Basketball-Expertise auf den BTE. Sie verwendeten das Paradigma von Kunde et al. (2011) und testeten drei Gruppen mit drei unterschiedlichen sportlichen Expertisen. Die erste Gruppe bestand aus 16 Baseballspielern mit 14,1 Jahren an basketballspezifischer Erfahrung, wobei sechs Basketballspieler in der ersten und ein Spieler in der zweiten deutschen Bundesliga spielten. Die zweite Gruppe bestand aus 24 Fußballspielern, welche zwar über eine fußballspezifische (16,6 Jahre) aber keine basketballspezifische Erfahrung verfügten. Die dritte Gruppe (24 Vpn) bestand aus Novizen, welche keine sportliche Expertise besaßen. Die Ergebnisse der RT zeigten einen BTE für alle drei Gruppen. D. h. die Vpn in allen Testgruppen reagierten auf die Blicktäuschung langsamer als auf einen Direktpass. So ließen sich sowohl Basketball- und Fußballspieler als auch Novizen täuschen. Im Vergleich zu anderen Täuschungen zeigten Basketball-Experten keine bessere Antizipationsfähigkeit einer Blicktäuschung gegenüber Novizen. Dennoch zeigten sie eine bessere Leistung, wenn die Blicktäuschung zweimal hintereinander präsentiert wurde. Die Analyse der Sequenzeffekte zeigte, dass der BTE in Abhängigkeit vom vorangegangenen Versuch bei Basketballspielern ausblieb. War der vorangegangene Versuch eine Blicktäuschung, reagierten die Basketballspieler auf die Blicktäuschung schneller, als wenn dieser ein Direktpass war. Der BTE war bei den anderen beiden Gruppen unabhängig vom vorangegangenen Versuch.

Zur Erklärung der Abnahme des BTEs ziehen Weigelt et al. (2017) zwei Hypothesen heran. Die erste Hypothese besagt, dass Basketballspieler nach dem Erleben von einer Blicktäuschung im vorangegangenen Versuch in der Lage sind, die irrelevante

Information (Blickrichtung) im aktuellen unterdrücken zu können. Diese Unterdrückung scheint auf der basketballspezifischen Expertise zu beruhen (Weigelt et al., 2017). Die zweite Hypothese nimmt an, dass die Basketballspieler ihre Aufmerksamkeit auf die relevante Passrichtung lenken. So schenken Basketballspieler dem relevanten Reiz mehr Aufmerksamkeit nach Erleben einer Blicktäuschung im vorangegangenen Versuch als nach einem Direktpass.

2.3.2 Der Einfluss des Präsentationskontextes einer Täuschung auf ihre Wahrnehmung

Nicht nur die sportliche Expertise kann die Wahrnehmung von Täuschungshandlungen beeinflussen, sondern auch die sensorischen Informationen über sie und die Art und Weise, wie diese Informationen dargeboten werden. So führen die effiziente Aufnahme und die Größe der gewonnenen Informationen zu einer besseren Vorhersage einer Täuschung (Huys et al., 2009; Meinel & Schnabel, 2007). Dabei gilt die Hypothese: je mehr Informationen aufgenommen werden, desto besser kann eine Täuschung wahrgenommen werden. Diese Hypothese lässt sich mit der zeitlichen Verschlusstechnik (engl. *temporal occlusion paradigm*) untersuchen. Bei diesem experimentellen Paradigma wird die Menge an Informationen kontrolliert, indem man die Präsentation der Stimuli (meistens Videos) zu unterschiedlichen Zeitpunkten (Okklusionen) stoppt. Bei früheren Okklusionen stehen den Vpn „weniger“ und bei späteren Okklusionen „mehr“ Informationen zur Verfügung. Man geht davon aus, dass Vpn bei späteren Okklusionen Täuschungen besser wahrnehmen und somit besser antizipieren als bei früheren Okklusionen, weil sie mehr Informationen über eine Täuschung aufnehmen und diese Informationen effizienter in ihre Entscheidungen und Handlungen integrieren können.

Diese Annahme wurde in mehreren Untersuchungen über unterschiedliche Sportarten hinweg bestätigt. In der Sportart Fußball fanden Bishop et al. (2013), dass bei einer späteren Okklusion (80 ms nach dem Richtungswechsel) Fußballer unterschiedlicher Erfahrung einen Richtungswechsel, welcher nach einem Übersteiger ausgeführt wird, besser vorhersagen können als bei einer früheren Okklusion (160 ms vor dem Richtungswechsel). Zu einem ähnlichen Ergebnis kamen Smeeton und Williams (2012) beim 11-Meter im Fußball. Sie fanden, dass Torhüter die Schussrichtung besser antizipieren, wenn ihnen mehr Informationen über den Strafstoß (80 ms nach dem Ball-

kontakt) präsentiert werden im Vergleich zu weniger Informationen (240 ms vor dem Ballkontakt).

In der Sportart Rugby zeigten Brault et al. (2012) sowie Jackson et al. (2006), dass sowohl Rugby-Spieler als auch Novizen eine Lauffinte besser erkennen, wenn ihnen mehr visuelle Informationen präsentiert wurden. Die bessere Antizipationsleistung bei einer späten Okklusion im Vergleich zu einer frühen Okklusion zeigt sich auch im Tennis (Farrow & Abernethy, 2003), Squash (Abernethy, 1990a; Abernethy, 1990b) und Basketball (Aglioti et al., 2008).

Zusammenfassend zeigen die Ergebnisse der Untersuchungen mit der zeitlichen Verschlusstechnik, wie die Menge der visuellen Informationen die Wahrnehmung von Täuschungen beeinflussen kann. Im Vergleich zu einer frühen Okklusion erkennen Beobachter bei einer späten Okklusion eine Täuschung besser, weil sie mehr Informationen über sie aufnehmen können und diese Information zur Kontrolle ihrer Handlungen nutzen. So lassen sich Athleten und Nicht-Athleten weniger täuschen, wenn sie mehr visuelle Informationen über eine Täuschungshandlung wahrnehmen können.

Die Art und Weise, wie visuelle Informationen dargeboten werden, kann auch die Wahrnehmung von Täuschungen beeinflussen. Sebanz und Shiffrar (2009) zeigten, dass erfahrene Basketballspieler eine Wurffinte besser erkennen, wenn ihnen dynamische Reize gezeigt werden im Vergleich zu statischen Bildern. In ihrer Studie präsentierten sie den Vpn (erfahrene und nicht erfahrene Basketballspieler) sowohl dynamische (Videos) als auch statische Stimuli (Bilder). Die Videos zeigten einen Basketballspieler, welcher den Ball zweimal dribbelte und ihn hochhob, als ob er ihn werfen würde. Die Videos wurden kurz gestoppt, bevor der Basketballspieler den Ball wirft (keine Täuschung) oder den Wurf antäuscht (Täuschung). Das letzte Bild aller Videos wurde geschnitten und auch als statische Stimuli dargeboten. Die statischen Bilder zeigten auch Würfe mit und ohne Täuschungen. Die Aufgabe der Vpn bestand darin, eine Entscheidung darüber zu geben, ob es beim Wurf um einen wahren oder angetäuschten Wurf handelte. Die Ergebnisse zeigten zunächst, dass Basketballspieler Täuschungen von nicht Täuschungen sowohl bei der Präsentation von Videos als auch von statischen Bildern gut unterscheiden konnten. Darüber hinaus zeigten Basketballspieler eine bessere Antizipationsleistung der Wurffinte bei der Präsentation von Videos im Vergleich zu statischen Bildern. Diese bessere Antizipationsleistung zeigte sich auch bei *point-light*-Aufnahmen (Experiment 2), bei denen nur minimale Informationen über die Dynamik

des Wurfes zur Verfügung standen. Sebanz und Shiffrar (2009) interpretierten ihre Ergebnisse so, dass die Beobachtung dynamischer Stimuli zur Aktivierung motorischer Areale führt, die auch bei der tatsächlichen Ausführung aktiviert werden (siehe auch Calvo-Merino, Glaser, Grezes, Passingham & Haggard, 2005; Calvo-Merino et al., 2006). Dies führt zur Aktivierung von Simulationsprozessen beim Betrachter (Jeanerod, 2001), welche den erfahrenen Baseballspielern es ermöglichen, Täuschungen besser vorherzusagen als Novizen. Statische Bilder reichen dennoch nicht aus, um diese motorische Areale zu aktivieren (Sebanz & Shiffrar, 2009). Daher ist die Antizipationsleistung der Experten bei der Präsentation statischen Bilder schlechter als bei der Präsentation von dynamischen Reizen. Unter der Verwendung von statischen Bildern wurde die Blicktäuschung im Basketball in mehreren Untersuchungen getestet, auf welche im nächsten Kapitel eingegangen wird.

2.3.2.1 Die Blicktäuschung im Basketball bei der Präsentation von statischen Bildern

Kunde et al. (2011) führten die erste systematische Untersuchung zur Blicktäuschung im Basketball durch. Dabei untersuchten sie die kognitiven Prozesse, welche der Blicktäuschung zugrunde liegen. Sie präsentierten in sechs Experimenten den Vpn (Novizen) statische Bilder von einem Basketballspieler bei der Ausführung eines Druckpasses. Dabei konnte der Basketballspieler in die Passrichtung (Direktpass) oder in die entgegengesetzte Richtung blicken (Blicktäuschung) (siehe Abbildung 3).



Abbildung 3: Beispiele für die verwandten Stimuli bei Kunde et al. (2011). Links ist ein Direktpass und rechts eine Blicktäuschung dargestellt.

In Experiment 1 sollten die Vpn schnellstmöglich auf die Passrichtung mit einem Tastendruck reagieren und so gut wie möglich die Blickrichtung ignorieren. Gemessen wurden die Reaktionszeiten (RT in ms) und Reaktionsfehler (RE in %). Die Ergebnisse des ersten Experimentes zeigten, dass die Vpn auf eine Blicktäuschung langsamer reagierten und mehr Fehler begingen als auf einen Direktpass. Der Leistungsunterschied zwischen einer Blicktäuschung und einem Direktpass definierte den BTE und lag bei 22 ms. Eine weitere Analyse der RT zeigt die Stabilität des BTEs bei der Zunahme der RT. So ergab sich eine Zunahme des BTEs mit der Zunahme der Reaktionszeiten. Im Falle einer Abnahme des BTEs hätte diese für die Unterdrückung des irrelevanten Reizes also der Blickrichtung gesprochen (Ridderinkhof, 2002; Hommel, 1994). In einer weiteren Auswertung wurden RT in der Abhängigkeit vom vorangegangenen Versuch (s. g. Analyse der Sequenzeffekte) analysiert. Die Analyse zeigte die Stabilität des BTEs auch bei der Präsentation zwei Blicktäuschungen hintereinander. Sowohl nach einer Blicktäuschung als auch nach einem Direktpass waren die RT auf eine Blicktäuschung langsamer als auf einen Direktpass. Eine mögliche Reduzierung des Effektes in Abhängigkeit vom vorangegangenen Versuch könnte für eine Konfliktadaptation sprechen, d. h. die Verstärkung des relevanten Reizes und die Unterdrückung des irrelevanten Reizes (Kerns, Cohen, MacDonald, Cho, Stenger & Carter, 2004; Kunde & Wühr, 2006). Die Ergebnisse zeigten außerdem, dass der BTE übungsunempfind-

lich ist. Nach 450 Versuchen blieb der Effekt stabil. Die Autoren interpretierten die Stabilität des BTEs so, dass die Blickrichtung als sozialer Hinweisreiz mitverarbeitet wird und zu einer Zunahme der Verarbeitungszeit bei der Blicktäuschung führt, was zu längeren RT führt. Die Stabilität des Effektes trotz der Zunahme der RT spricht für eine kontinuierliche aktive Repräsentation des irrelevanten Reizes. Dieser Befund steht im Widerspruch mit andern Konfliktaufgaben, welche eine Abnahme des Konflikteffekts nach einem inkongruenten Versuch zeigen (Gratton, Coles & Donchin, 1992; Stürmer, Leuthold, Soetens, Schröter & Sommer, 2002; Kerns et al., 2004).

In Experiment 2 untersuchten Kunde et al. (2011) die Frage, ob der im ersten Experiment gefundene Effekt ausschließlich auf die Blickrichtung zurückzuführen ist. Daher wurde das Gesicht des Stimulusmodels mit einem roten Kreis verdeckt, sodass die Blickrichtung nicht zu sehen war. Stammt der BTE aus anderen Hinweisreizen, wie z. B. der Fußposition, sollte er auch bei der Verdeckung des Gesichtes auftreten. Stammt der Effekt hingegen ausschließlich aus der Blickrichtung, sollte er bei Verdeckung des Gesichts verschwinden. Die Ergebnisse zeigten das Ausbleiben des Effekts, was die Annahme bestätigt, dass die Blickrichtung den BTE herbeiführt.

In Experiment 3 überprüften die Autoren, ob der BTE aufgrund einer räumlichen Überlappung der Blickrichtung und der Position der benötigten Reaktion herbeigerufen werden kann. Sie überprüften dabei drei mögliche Interferenzen, durch welche der BTE zustande kommen könnte. Der BTE könnte demnach durch (a) einen Konflikt zwischen dem relevanten und dem irrelevanten Stimulusmerkmal, d. h. durch einen Stimulus-Stimulus-Konflikt, (b) durch einen Konflikt zwischen dem irrelevanten Reizmerkmal und der Position der benötigten Antwort, d. h. durch einen Stimulus-Reaktions-Konflikt, oder (c) durch eine Überlappung zwischen dem relevanten Reizmerkmal und der benötigten Reaktion entstehen (vgl. Kornblum, Hasbroucq & Osman, 1990). Die Entstehung des BTEs durch Stimulus-Stimulus-Konflikt spricht für die „*Enkodierungshypothese*“, welche annimmt, dass das aufgabenirrelevante Stimulusmerkmal (die Blickrichtung) die Verarbeitung des aufgabenrelevanten Stimulusmerkmals (die Passrichtung) erschwert. Entsteht der BTE jedoch durch einen Stimulus-Reaktions-Konflikt, spricht dies für die „*Motorhypothese*“, welche besagt, dass das aufgabenirrelevante Stimulusmerkmal (die Blickrichtung) eine motorische Reaktion in dessen Richtung im Betrachter auslöst. Um den möglichen Einfluss der Überlappung zwischen dem aufgabenirrelevanten Stimulusmerkmal und der benötigten Reaktion auszuschließen, manipu-

lierten Kunde et al. (2011) die Position der Reaktionstasten (vertikale statt horizontale Dimension). Die Vpn sollten nun in einem Durchgang auf einen Pass nach links mit einem Tastendruck „oben“ (statt linke Taste) und auf einen Pass nach rechts mit einem Tastendruck „unten“ (statt rechte Taste) abgeben. Trotz dieser Manipulation und damit des Ausschlusses der Überlappung zwischen der Blickrichtung und der Antwort trat der BTE auf. Dieses Ergebnis spricht für die Enkodierungs- und nicht für die Motorhypothese. Der BTE kommt aufgrund des Konfliktes zwischen Blick- und Passrichtung und nicht wegen eines Konfliktes zwischen Blickrichtung und der benötigten Antwort zustande. Dieser Konflikt entsteht außerdem in einer frühen Stufe der Informationsverarbeitung d. h. in der Perzeptions-Phase und nicht auf der Stufe der Antwortauswahl (Kunde et al., 2011). Deshalb nahmen die Autoren an, dass der BTE einen perzeptuellen und keinen motorischen Ursprung hat.

In weiteren Experimenten überprüfte Kunde et al. (2011) ihre perzeptuelle Annahme zum BTE und präsentierten in Experiment 4 den Vpn zusätzliche Bilder mit schlechter Qualität, indem sie die Helligkeit und den Kontrast der Bilder reduzierten. Ist der Ursprung des Finteneffekts perzeptiver Natur, dann sollte er bei der Präsentation der Bilder mit einer reduzierten Qualität größer sein als bei der Präsentation von Bildern mit einer guten Qualität (vgl. Sternberg, 1969). Die Ergebnisse des vierten Experimentes zeigten, dass der BTE bei der Präsentation von Bildern mit einer schlechten Qualität größer war als bei der Präsentation von Bildern mit einer guten Qualität. Dies bestätigt die Annahme, dass der Finteneffekt einen perzeptiven Ursprung hat.

Der perzeptuelle Ursprung des Finteneffektes wurde auch im fünften Experiment, bei dem der Ball grün und rot eingefärbt wurde, bestätigt. Die Ballfarbe (rot vs. grün) wurde einer der beiden Antworttasten (links vs. rechts) zugeordnet. Nun sollten die Vpn auf die Ballfarbe „rot“ mit einem linken und auf die Ballfarbe „grün“ mit einem rechten Tastendruck reagieren. Erschien der rote Ball links bzw. der grüne Ball rechts, handelte es um eine kongruente Bedingung, da die Position des Balls mit dem zugeordneten Tastendruck räumlich kompatibel ist. Erschien der rote Ball rechts bzw. der grüne Ball links, liegt eine inkongruente Bedingung vor, da die Position des Balls mit dem zugeordneten Tastendruck räumlich inkompatibel ist. Diese Aufgabenstellung ähnelt der Simon-Aufgabe, bei der die Vpn auf eine kongruente Bedingung schneller reagieren und weniger Fehler begehen als auf eine inkongruente Bedingung (Wühr & Kunde, 2008). Der Unterschied in den RT für kongruente und inkongruente Bedingung wird als

Simon-Effekt definiert (Wühr & Kunde, 2008). Dieser Effekt entsteht in der Reaktionsauswahlstufe (Hommel, 1995; Lien & Proctor, 2000). Kunde et al. (2011) gingen davon aus, dass der BTE additiv zu Simon-Effekt auftritt. Stimmt diese Hypothese, bedeutet dies, dass der Ort beider Effekte unterschiedlich ist. Während der Simon-Effekt in einer Reaktionsauswahlstufe seinen Ursprung hat, tritt der BTE in einer frühen perzeptuellen Stufe der Informationsverarbeitung auf (Kunde et al., 2011). Die Ergebnisse des fünften Experiments zeigten, dass der Simon-Effekt additiv zum BTE auftrat, was für den perzeptuellen Ursprung des BTEs sprach. Der perzeptuelle Ursprung des BTEs wurde auch im Experiment 6 bestätigt. Kunde et al. (2011) folgten dabei der „locus of slack“-Logik und verwendeten das Paradigma der psychologischen Refraktärperiode (PRP) nach Welford (1952). Bei diesem Paradigma werden den Vpn zwei unterschiedliche Stimuli präsentiert, wobei die Vpn auf die beiden Stimuli reagieren müssen. Der zeitliche Abstand zwischen den beiden Stimuli (stimulus onset asynchrony, kurz SOA) wird manipuliert. Bei kürzen SOAs reagieren Vpn auf das zweite Stimulus typischerweise langsamer und nehmen die Reaktionszeiten zu, da die Reaktion für das erste Stimulus nicht abgeschlossen ist (Paelecke & Kunde, 2007). Kunde et al. (2011) nahmen an, dass der BTE nur bei langen SOAs (1000 ms) auftritt, da sie vermuten, dass der BTE einen perzeptuellen Ursprung hat. Das Auftreten des BTEs bei allen SOAs (50, 500 und 1000 ms) spricht dafür, dass der Ort des BTE in einer späteren Stufe der Informationsverarbeitung ist (z. B. in der Antwortauswahlstufe). Die Ergebnisse des sechsten Experimentes zeigten den BTE nur in langen (1000ms) und nicht in kürzen SOAs (50 und 500ms). Der Befund bestätigt die Annahme, dass der BTE auf eine frühe perzeptuelle Informationsverarbeitungsstufe beruht.

Unter Verwendung von statischen Bildern untersuchten Alhaj Ahmad Alaboud, Steggemann, Klein-Soetebier, Kunde & Weigelt (2012) die Fragestellung, ob die Häufigkeitsverteilung, mit der eine Blicktäuschung auftritt, deren Wirkung beeinflussen kann. In Experiment 1 verwendeten sie das gleiche Paradigma von Kunde et al. (2011), indem sie den Vpn die gleichen Stimulusbilder präsentierten und die gleiche Aufgabe stellten. Der einzige Unterschied zum Versuchsdesign von Kunde et al. (2011) bestand in der Manipulation der Häufigkeitsverteilung von Täuschungen und direkten Pässen (25%, 50% und 75%). Jede Vpn absolvierte eine Reihenfolge von drei Testblöcken, welche über die Vpn hinweg ausbalanciert wurden. Die Ergebnisse zeigten, dass Vpn auf eine Blicktäuschung langsamer reagierten und mehr Fehler begingen als auf Direktpässe. Es konnte auch gezeigt werden, dass die Häufigkeitsverteilung den BTE mo-

duliert. Mit der Zunahme der Häufigkeit der Blicktäuschung nahm ihr Effekt ab. Der BTE bei 25% und bei 50% Täuschungen war größer als bei 75%. Es gab auch ein Sequenzeffekt. Der BTE nach einem Versuch mit einer Blicktäuschung war kleiner als nach einem Versuch ohne Blicktäuschung. Der Sequenzeffekt kann so interpretiert werden, dass dies auf die Variation der Häufigkeit zurückzuführen ist und die Leistung bei einem aktuellen Versuch nicht nur durch den vorausgehenden Versuch („lokal“ betrachtet), sondern ebenfalls durch das Erleben vorangegangener Blöcke (mit wiederum anderer Häufigkeitsverteilung) beeinflusst wird („global“ betrachtet). Die auf lokaler sowie globaler Ebene gefundene Verringerung des Kongruenzeffektes scheint in Wechselwirkung zu stehen.

In Experiment 2 von Alhaj Ahmad Alaboud et al. (2012) wurde den Vpn in kurzer Abfolge zwei statische Bilder hintereinander präsentiert, auf denen zunächst die Ausgangsposition am Anfang der Blicktäuschung und danach das Ende der Bewegung dargestellt ist. Diese kurze Präsentation der beiden Bewegungsteile führt beim Beobachter dazu, dass er/sie eine Scheinbewegung wahrnimmt. Dies beinhaltet die räumlich-zeitliche Veränderung des Basketballspielers von der Ausgangs- zur Endposition und liefert somit Informationen über die Bewegungsrichtung und die Bewegungstrajektorien. Es wurde damit geprüft, ob sich der BTE auch unter solchen Bedingungen einstellt, in denen durch die Stimuluspräsentation eine Scheinbewegung induziert wird. Auch im zweiten Experiment zeigten Alhaj Ahmad Alaboud et al. (2012) ähnliche Ergebnisse. Vpn reagierten langsamer und begingen mehr Fehler auf eine Blicktäuschung im Vergleich zu einem Direktpass. Darüber hinaus zeigten die Autoren eine Abnahme des BTEs in Abhängigkeit von Häufigkeitsverteilung. Bei 25% Blicktäuschung war der BTE größer als bei 50% und 75% Blicktäuschung. Zur Interpretation der Abnahme des BTEs zogen Alhaj Ahmad Alaboud et al. (2012) vier Erklärungsansätze heran, die im folgenden Abschnitt näher erläutert werden.

Der BTE nimmt demnach erstens ab, weil es zu einer Verschiebung der Aufmerksamkeit in Abhängigkeit von der Häufigkeit inkongruenter Durchgänge kommen kann (Logan, 1980; Lowe & Mitterer, 1982). Werden viele kongruente Versuche präsentiert, so wenden Vpn möglicherweise mehr Aufmerksamkeit als üblich der selten dargebotenen, irrelevanten Information (dem Blick) zu. Dieses Verhalten erleichtert Antworten bei kongruenten Durchgängen, erschwert diese jedoch bei inkongruenten Durchgängen. Werden hingegen sehr viele inkongruente Durchgänge dargeboten, so

schenken die Vpn der irrelevanten Information weniger Aufmerksamkeit als üblich, und richten ihre Aufmerksamkeit mehr auf die relevante Information. Diese Verschiebung der Aufmerksamkeit verbessert die Leistung in inkongruenten Durchgängen und verringert demnach den Kongruenz- bzw. BTE. Zweitens könnte das Verschwinden des BTEs bei hoher Anzahl inkongruenter Durchgänge auf Übungseffekten beruhen (Wendt & Luna-Rodriguez, 2009). Werden danach viele Durchgänge mit Blicktäuschungen innerhalb eines experimentellen Blockes präsentiert, so haben Vpn mehr Übung mit inkongruenten (Blicktäuschung) als kongruenten Durchgängen (keine Blicktäuschung). Drittens könnten Vpn implizit „Regeln“ zwischen den irrelevanten Reizinformationen und Antworten entwickeln (Schmidt & Besner, 2008). Werden wenige Durchgänge mit Blicktäuschungen, also nur wenige inkongruente Durchgänge präsentiert, so bedeutet dies, dass beispielsweise ein Blick nach links häufig auch mit einem Pass in die gleiche Richtung einhergeht. Benutzen nun die Vpn die Blickrichtung, um die (kongruente) Passrichtung vorauszusagen, verbessert das die Leistung in kongruenten Durchgängen und verschlechtert das Antwortverhalten in inkongruenten Durchgängen (d. h., der BTE ist groß). Ist der Anteil der Blicktäuschungen sehr hoch, geht beispielsweise ein Blick nach rechts häufiger mit einem Pass nach links einher als mit einem Pass nach rechts. Wird nun die Blickrichtung zur Vorhersage der (inkongruenten) Passrichtung benutzt, verschlechtert sich die Leistung bei kongruenten Durchgängen, erleichtert jedoch die Antwort auf inkongruente Durchgänge. Dadurch fällt der Kongruenzeffekt (Täuschungseffekt) geringer aus. Des Weiteren kann die Verringerung des Kongruenzeffektes bei hoher Anzahl inkongruenter Durchgänge eine unmittelbare Konsequenz aus den in dieser Untersuchung gefundenen Sequenzeffekten sein. Wie in anderen vergleichbaren Interferenzaufgaben, in denen aufgabenirrelevante Reizinformationen mit relevanten Informationen entweder übereinstimmen oder nicht (z. B. Stroop-Aufgabe, vgl. Stürmer et al., 2002; Simon-Aufgabe, vgl. Kerns, Cohen, MacDonald, Cho, Stenger & Carter, 2004), zeigte sich, dass der BTE größer war, wenn im vorherigen Versuch „n-1“ ein Pass ohne Blicktäuschung gezeigt wurde. Der Sequenzeffekt war in Experiment 1 signifikant und in Experiment 2 in gleicher Größe numerisch vorhanden. Die konfliktreiche Information als Quelle der Täuschung (d. h. die inkongruente Blickrichtung) ist demnach weniger wirksam, wenn sie zweimal hintereinander präsentiert wird. Die Modulation des Kongruenzeffektes kann demnach viertens dadurch erklärt werden, dass die Konstellation von zwei aufeinanderfolgenden inkongruenten Durchgängen entsprechend häufiger vorkommt, wenn in einem Block viele inkongruente Bedingungen präsentiert

werden. Es mag sein, dass das wiederholte Verarbeiten der für die Aufgabe irrelevanten inkongruenten Blickrichtung zu einer beschleunigten Reaktion führt, während die Reaktionsauswahl gehemmt wird, wenn der Konflikt zwischen Blick- und Passrichtung im nachfolgenden Durchgang „neu“ auftritt.

Zusammenfassend zeigten die Studien, dass der Einfluss der sportlichen Expertise auf die Wahrnehmung von Täuschungen gut untersucht ist. Hingegen beschäftigten sich nur wenige Studien mit der Frage, ob die Art und Weise, wie sensorische Informationen dargeboten werden, einen Einfluss auf die Wahrnehmung von Täuschungen hat. Insbesondere die Studien zu Blicktäuschung im Basketball verwendeten ein einheitliches Paradigma und vernachlässigten diese Frage. Es wurden nur statische Bilder auf einem kleinen Bildschirm präsentiert und die Antwort wurde per einfachen Tastendruck abgegeben. Dabei zeigte sich, dass die irrelevante Blickrichtung mitverarbeitet und die Reaktion auf die relevante Passrichtung erschwert wird, wenn die Pass- und Blickrichtung nicht übereinstimmen (Kunde et al., 2011). Drüber hinaus zeigten die Studien, dass die Häufigkeitsverteilung, mit der eine Blicktäuschung präsentiert wird, den BTE moduliert (Alhaj Ahmad Alaboud et al., 2012). Außerdem konnten nur Basketballspieler in Anhängigkeit von vorangegangenen Versuch die Blickrichtung unterdrücken, was zum Ausbleiben des BTE führt, wenn zwei Blicktäuschungen direkt hintereinander dargeboten wurden (Weigelt et al., 2017).

Bisher konnten die Studien zu Blicktäuschung im Basketball nicht zeigen, ob der Präsentationkontext, mit der eine Blicktäuschung präsentiert wird, den BTE beeinflussen kann. Darüber hinaus bleibt es unklar, ob der Sehwinkel und die Steigerung der Antwortkomplexität den BTE modulieren können. Nicht untersucht ist auch die Frage, in welche Größe der BTE bei der Präsentation von dynamischen Reizen auftritt und ob sich extremere Häufigkeitsverteilungen auf seine Effektgröße auswirken können. Schließlich konnten bisherige Studien nicht erklären, ob die Blickrichtung zur Verlagerung der Aufmerksamkeit des Betrachters führt.

Aufbauend auf dem aktuellen Forschungsstand bleiben daher folgende Fragen offen: Kann der Präsentationskontext (d. h. die Bildgröße und der Abstand zum Stimulus) den BTE beeinflussen? Kann der Sehwinkel, unter dem eine Blicktäuschung betrachtet wird, den BTE modulieren? Lässt sich der BTE auf die Präsentation von dynamischen Reizen erweitern? Tritt der BTE auch bei der Steigerung der Antwortkomplexität auf? Können extremere Häufigkeitsverteilungen (10% und 90% Blicktäuschungen) den BTE

weiter modulieren? Führt die irrelevante Blickrichtung zur Verlagerung die Aufmerksamkeit des Betrachters? Kann ein Muster im Blickverhalten bei der Betrachtung von Blicktäuschungen gefunden werden?

Diese Fragen sollen in der vorliegenden Arbeit Antworten finden. Zunächst wird auf die Wahrnehmung eingegangen, da ihr Zusammenhang zu Täuschung erkennbar ist, denn die Reduzierung von Informationsgehalt führt auf der einen Seite zu einer schlechten Wahrnehmung von Täuschungen (Aglioti et al., 2008) und auf der anderen Seite muss eine Täuschung die Wahrnehmung des zu Täuschenden beeinflussen (Carson, 2010; Lynch, 2009).

3 Wahrnehmung von visuellen Informationen

Wahrnehmungen und v.a. die Wahrnehmungsgenauigkeit spielt bei der Beobachtung vom Gegenspieler eine große Rolle und insbesondere, wenn er eine Täuschungsbewegung ausführt (Gabler, Nitsch & Singer, 2000). Führt ein Gegenspieler bspw. eine Blicktäuschung aus, muss der Verteidiger (hier der Beobachter) die wahre Handlung (d. h. die Passrichtung) genau wahrnehmen und den Wahrnehmungsumfang optimieren, indem er den falschen Reiz (d. h. die Blickrichtung) so gut wie möglich ignoriert. Auf diese Weise kann er die richtige Entscheidung treffen und richtig auf die Täuschungsbewegung des Gegners reagieren. folglich lässt sich der Beobachter nicht täuschen und kann ein mögliches Passspiel des Gegners hindern. Diese Hinderung vom Passspiel kann des Spielstandes stark beeinflussen und entscheidend für den Sieg bzw. die Niederlage sein.

Aufgrund ihrer Bedeutsamkeit bei der Verarbeitung einer Blicktäuschung beschäftigt sich das vorliegende Kapitel mit der Wahrnehmung. Zunächst werden die Wahrnehmung und Verarbeitung visueller Informationen beschrieben. Dabei wird auf neurologische Grundlagen der Wahrnehmung (Kapitel 3.1.1) und auf die Anatomie des Auges (Kapitel 3.1.2) eingegangen. In Kapitel 3.1.3 wird verdeutlicht, wie visuelle Informationen kodiert und analysiert werden. Aufgrund der Relevanz für die Sportpraxis, wird in Kapitel 3.1.4 auf die Wahrnehmung unter unterschiedlichen Seh winkeln eingegangen. Die Frage, ob sich die Wahrnehmung von kleinen und großen Objekten unterscheidet, wird in Kapitel 3.1.5 behandelt. Dabei wird erläutert, ob und wie die Skalierung der Größe von Wahrnehmungsobjekten einen Einfluss auf derer Wahrnehmung haben könnte.

3.1 Wahrnehmung und Verarbeitung visueller Information

3.1.1 Neurologische Grundlagen

Das visuelle System nimmt eine zentrale Rolle in der Wahrnehmung ein, denn fast 90% aller Informationen, welche man verarbeitet, werden über dieses System aufgenommen (Schub von Bossiazky, 1992). Es kann außerdem visuelle Informationen sehr schnell und genau aufnehmen und verarbeiten, deshalb ist es allen anderen Sinnes-

organen überlegen (Russo, 1978). Das visuelle System besteht aus einem Sinnesorgan (Das Auge), Photorezeptoren, Neuronen und zentralen Neuronen im Gehirn (Hofer & Mayerhofer, 2010). Das Auge nimmt visuelle Reize aus der Umwelt auf. Photorezeptoren übersetzen Reizinformationen danach in neuronale Signale. Anschließend werden diese Signale durch Neuronen verarbeitet und ins Gehirn weitergeleitet, wo es zentrale Neuronen gibt, welche diese Signale erhalten und weiterverarbeiten (Myers, 2014; Goldstein, Gegenfurtner & Neuser-von Oettingen, 2015; Hofer & Mayerhofer, 2010).

Die wichtigsten Komponenten des visuellen Systems im Gehirn sind das corpus geniculatum laterale (CGL), der striäre visuelle cortex (auch primärer cortex) und der extrastriäre visuelle cortex (Zeki, 1993; Hofer & Mayerhofer, 2010). Man geht davon aus, dass der colliculus superior die schnellsten Augenbewegungen (Sakkaden) generiert (Unema, 1995). Er steuert auch reflexhafte Augenbewegungen und besteht aus sieben Zellschichten (Hofer & Mayerhofer, 2010). Die erste Schicht ist für die Programmierung der Augenbewegungen und die siebte für bewusste Augenbewegungen zuständig (Hofer & Mayerhofer, 2010). Das Auge stellt das Fenster unserer Wahrnehmung dar. Daher wird es im folgenden Kapitel anatomisch ausführlicher beschrieben.

3.1.2 Anatomie des Auges

Das menschliche Auge befindet sich in der knöchernen Augenhöhle (Orbita) an der Schädelfront. Sechs Muskeln halten das Auge in ihrer Position und bewegen es in unterschiedlicher Richtungen (Carlson, 2004; Birbaumer & Schmidt, 2006). Augenbewegungen können stabilisierende, zielsuchende und Mikrobewegungen sein (Hofer & Mayerhofer, 2010; Birbaumer & Schmidt, 2006). Wenn die Augen für bestimmte Zeit auf einen Punkt stabil bleiben, spricht man von einer „*Fixation*“. Eine Fixation kann von 150 bis 2000 ms dauern (Birbaumer & Schmidt, 2010). Wird dennoch ein Ziel oder eine Information gesucht, bewegen sich die Augen ruckartig und wandern von einem Punkt zu dem anderen. Diese schnelle und ruckartige Bewegung der Augen definiert man als „*Sakkade*“ (Lang & Lang, 2007). Die Sakkaden sind bis zu 700°/Sekunde schnell, dauern von 15 bis 100 ms (Birbaumer & Schmidt, 2010) und haben die Aufgabe, einen neuen Gegenstand in der *Fovea* abzubilden (Lang & Lang, 2007), welche sich im Zentrum der Retina befindet.

Die Wahrnehmung eines Gegenstandes beginnt, wenn das auf den Gegenstand fallende Licht ins Auge reflektiert wird (Goldstein et al., 2015). Das reflektierte Licht

tritt ins Auge durch die Kornea ein. Danach erreicht das Licht die Pupille (eine kleine regulierbare Eröffnung), wo der Lichteinfall ins Auge geregelt wird. Diese Regelung übernimmt die Iris „Regenbogenhaut“ (kreisförmige Muskelgewebe), indem sie die Pupille steuert. Bei einer hohen Lichtintensität verengt die Iris die Pupille und bei einer niedrigen Intensität erweitert sie sie (Myers, 2014; Birbaumer & Schmidt, 2010; Birbaumer & Schmidt, 2006; Birbaumer & Schmidt, 2010; Hofer & Mayerhofer, 2010). Nachdem die Lichtmenge geregelt wurde, erreicht das Licht die Linse. Sie konzentriert das einfallende Licht und bildet sie auf der Retina ab (siehe Abbildung 4). Um nahe und weite Objekte scharf auf der Retina abzubilden, verändert die Linse ihre Form. Dieser Vorgang wird als *Akkommodation* definiert (Myers, 2014; Carlson, 2004; Hofer & Mayerhofer, 2010). In der Retina wandeln die Photorezeptoren die Lichtenergie in neuronale Signale um. Diese Signale regen die *Bipolarzellen* an, welche die Ganglienzellen aktivieren (Myers, 2014). Danach erreichen sie den Sehnerv, welcher Informationen über das Gesehene ins Gehirn überträgt.

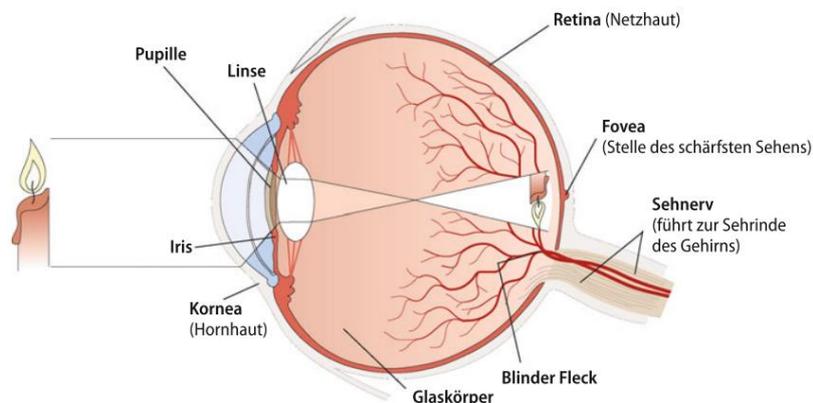


Abbildung 4: Anatomie des Auges (entnommen aus Myers, 2014, S. 247)

Es gibt zwei Arten der Photorezeptoren, nämlich Zapfen und Stäbchen (Hofer & Mayerhofer, 2010). Sie unterscheiden sich in ihrer Verortung und Aufgabe (Myers, 2014). Während sich die Stäbchen in der Peripherie verteilen, konzentrieren sich die Zapfen im Zentrum der Retina, wo sich die *Fovea* (Sehgrube) befindet. Die Fovea ist eine Vertiefung in der Retina, hat einen Durchmesser von 0.5 bis 1 mm und ist für das schärfste Sehen zuständig (Hofer & Mayerhofer, 2010; Myers, 2014; Birbaumer & Schmidt, 2010). Bei der Fixation eines Gegenstandes fällt das Licht direkt in die Fovea ein, wo vermehrt Zapfen zu finden sind. Viele Zapfen sind direkt mit dem Gehirn ver-

knüpft (Myers, 2014). Diese direkte Verknüpfung gewährleistet präzise Informationen und ermöglicht eine Unterscheidung in den Einzelheiten des fixierten Gegenstandes. Dies hat zur Folge, dass der Gegenstand scharf gesehen wird. Bei einer Abweichung von bis 2° vom Fixationspunkt bleiben die fixierten Gegenstände in der Fovea und werden scharf wahrgenommen (Hofer & Mayerhofer, 2010). Ist die Abweichung mehr als 3° fallen die Gegenstände in der Peripherie der Retina, wo sich die Stäbchen vermehren. So werden die Gegenstände peripher wahrgenommen und folglich nimmt die Sehschärfe um 50% ab (Joos, Rötting & Velichkovsky, 2003). Man geht aber davon aus, dass Reize, welche nicht auf der Fovea sondern in der Peripherie sind, die Sakkaden auslösen können (Findlay & Walker, 1999).

3.1.3 Kodierung und Analyse visueller Information

Nach der retinalen Verarbeitung verlassen die Signale die Retina durch den Sehnerv. Die Sehnerven beider Augen kreuzen sich in der Sehkreuzung (Chiasma opticum). Danach erreichen die Signale das Corpus geniculatum laterale (CGL) im Thalamus, wo die Signale durch sechs Neuronenschichten verarbeitet und danach an den visuellen Kortex im Okzipitallappen weitergeleitet werden (Birbaumer & Schmidt, 2010; Hofer & Mayerhofer, 2010). Im primären visuellen Kortex werden aus den retinalen Signalen die ersten Informationen über Merkmalseigenschaften des Gesehenen herausgezogen (Hofer & Mayerhofer, 2010). Danach werden die visuellen Informationen parallel und gleichzeitig in zwei Hauptpfaden weiterverarbeitet, welche jeweils zu einem höheren visuellen Kortex laufen.

Der ventrale temporale Pfad läuft vom primären visuellen Kortex bis zum Temporalkortex und ermöglicht, Objekte wahrzunehmen und zu erkennen. Daher wird dieser Verarbeitungsweg als „Was-Bahn“ bezeichnet. Der dorsale parietale Pfad erstreckt sich in die Richtung des Parietalkortexes und dient dazu, Handlungen zu steuern. Deswegen wird der dorsale Pfad als „Wo-Bahn“ oder auch „Handlungsbahn“ benannt (Goodale & Milner, 1992; Myers, 2014). Die Wahrnehmung von Objekten und die Steuerung von Handlungen v. a. im sportlichen Kontext kann durch mehrere Faktoren beeinflusst werden. Zu den wichtigsten Faktoren zählt der Sehwinkel.

3.1.4 Der Einfluss des Sehwinkels auf die Wahrnehmung

Das Spielgeschehen ist in jeder Ballsportart flexibel und ändert sich ständig und rasch. Im Basketball z. B. ändert sich der Abstand zum Korb und auch zu Mit- und Gegenspieler. Dabei variiert sich auch der Sehwinkel, unter dem man diese Wahrnehmungsobjekte betrachtet. Wenn ein Wahrnehmungsobjekt in einem „toten“ Sehwinkel steht, wird er vom Beobachter nicht bewusst wahrgenommen (Memmert, 2006). Der Sehwinkel kann folglich die Wahrnehmung der Athleten und ihre Einschätzung des Spielgeschehens beeinflussen. Wenn z. B. ein ballführende Basketballspieler einen Mit- und einen Gegenspieler gleichzeitig wahrnehmen muss, dann erkennt er sie 28% besser, wenn er sie unter einem Sehwinkel von kleiner als 20° betrachtet (Hüttermann & Memmert, 2017).

Der Sehwinkel beschreibt hier den Winkel, unter dem man ein Objekt aufnimmt (Goldstein et al., 2015; Sczepek, 2011). Um den Sehwinkel eines Objekts zu ermitteln, muss man zwei Linien zeichnen, welche die Augenlinse des Beobachters mit den äußeren Punkten des Objektes verbinden. Der Winkel zwischen beiden Linien definiert den Sehwinkel (siehe Abbildung 5) und sagt aus, wie groß visuelle Reize auf der Rückseite des Auges abgebildet sind (vgl. Goldstein et al., 2015). Ein Objekt, welches z. B. ein 1° Sehwinkel einnimmt, wird 0.3 mm groß auf der Augerückseite eines Erwachsenen abgebildet (Goldstein et al., 2015). Dieser Sehwinkel ist sowohl von der Größe als auch von der Entfernung des Objektes abhängig. Große und nahe Objekte nehmen demnach einen großen Sehwinkel ein. Kleine und entfernte Objekte weisen hingegen einen kleinen Sehwinkel auf (Sczepek, 2011; Goldstein et al., 2015). So kann ein größerer Kreis mit einem 3 m Durchmesser und einem 5 m Abstand zum Auge (Abbildung 5, A) den gleichen Sehwinkel einnehmen, wie ein kleiner Kreis mit einem 1.5 m Durchmesser und einer 2.5 m Entfernung (Abbildung 5, B). Somit kann man sagen, dass alle Objekte, die den gleichen Sehwinkel einnehmen, auf der Rückseite des Auges gleich groß repräsentiert werden (Goldstein et al., 2015).

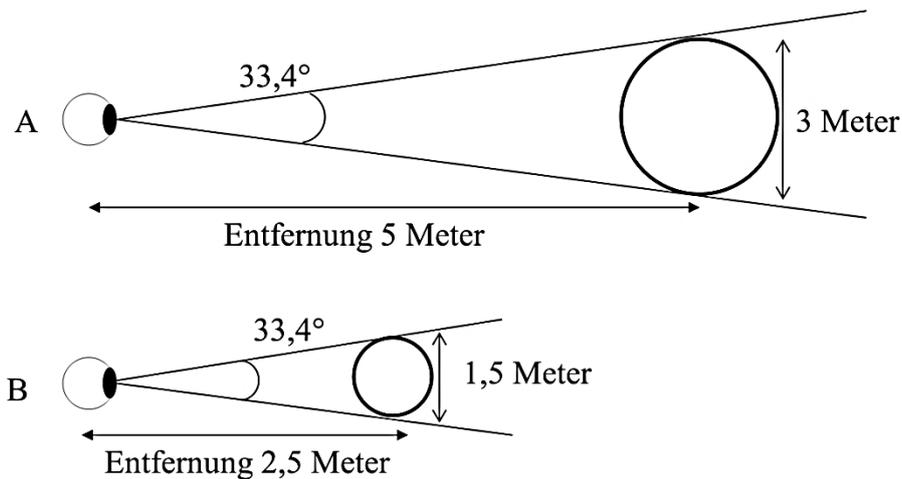


Abbildung 5: Der Sehwinkel für zwei Objekte unterschiedlicher Größe. Der Beobachter nimmt beide Kreise als gleich groß wahr, denn sie nehmen den gleichen Sehwinkel ein (modifiziert nach Szepek, 2011, S. 54)

Der Zusammenhang zwischen der wahrgenommenen Größe eines Objektes und der Entfernung zum Objekt kann in folgender Formel verdeutlicht werden (die sogenannte *Größen-Distanz-Skalierung* nach Gregory, 2015)

$$G_w = K \times (G_R \times D_w)$$

„ G_w “ definiert die wahrgenommene Größe. „ K “ stellt eine Konstante dar. „ G_R “ ist die Größe des Bilds auf der Retina und „ D_w “ ist die wahrgenommene Entfernung. Der Gleichung nach ist die wahrgenommene Größe von der Größe des Bilds auf der Retina und der Entfernung abhängig. Ändert man einen der beiden Parameter, d. h. entweder die Größe oder die Entfernung, verändern sich der Sehwinkel und demnach auch die wahrgenommene Größe. Wenn man aber die zwei Parameter, also die Größe des retinalen Bildes und die Entfernung ändert, bleibt der Sehwinkel konstant und es kommt zu *Größenkonstanz*. Unter Größenkonstanz versteht man, dass „*unsere Wahrnehmung von Objekten vergleichsweise konstant bleibt, wenn wir sie aus unterschiedlichen Entfernungen betrachten*“ (Goldstein et al., 2015, S. 244).

Wenn man den Durchmesser des Kreises in Abbildung 5 A und seine Entfernung zum Auge gleichzeitig verdoppelt, bleibt der Sehwinkel konstant und seine wahrgenommene Größe ändert sich nicht. D. h. man nimmt beide Kreise als gleich groß wahr. Verdoppelt man z. B. nur den Durchmesser bei gleicher Entfernung zum Auge, vergrößert sich auch der Sehwinkel und man nimmt den Kreis als doppelt so groß wahr wie den Kreis in der Abbildung 5 A. Holway & Boring (1941) fanden, dass die wahrge-

nommene Größe nicht nur durch die Entfernung und das retinale Bild beeinflusst wird, sondern auch durch Tiefeninformationen. Gegenstände, welche unterschiedlich groß sind aber den gleichen Sehwinkel besitzen, werden als gleich groß wahrgenommen, wenn Tiefeninformationen nicht verfügbar sind (Goldstein et al., 2015; Myers, 2014). Bei einem konstanten Abstand wird ein Bild, welches z. B. 10° Sehwinkel einnimmt und 3 mm groß auf der Augenseite abgebildet ist, 2-mal größer wahrgenommen als das Bild, welches nur 5° Sehwinkel aufweist und 1,5 mm groß auf die Rückseite repräsentiert wird.

3.1.5 Wahrnehmung von kleinen und großen Objekten

Das menschliche Gehirn ist so organisiert, dass bestimmte Regionen auf seiner Oberfläche einen Repräsentationsort für bestimmte Objekte oder Handlungen darstellen. So reagieren Regionen im occipitotemporalen Kortex insbesondere auf Gesichter, Buchstaben und menschliche Körper (Cohen, Dehaene, Naccache, Lehericy, Dehaene-Lambertz, Henaff & Michel, 2000; Downing, Jiang, Shuman & Kanwisher, 2001; Kanwisher, McDermott & Chun, 1997; McCarthy, Puce, Gore & Allison, 1997). Ein großer Bereich des ventralen temporalen Kortexes zeigt hohe Aktivitäten beim Erkennen von Objekten und Formen (Grill-Spector & Malach, 2004). Darüber hinaus gibt es bestimmte Regionen, welche darauf spezialisiert sind, Objektgrößen zu identifizieren (Konkle & Oliva, 2012b).

Die bilaterale Region vom *parahippocampalen Gyrus* entlang der ventralen Oberfläche des Gehirns sind für Repräsentationen großer Objekte zuständig (Konkle & Oliva, 2012b). Diese Region ist somit bei der Beobachtung von großen Objekten, wie etwa ein Fußballstadion, aktiviert. Hingegen zeigt die links lateralisierte Region im *occipitotemporalen Sulcus* ausdehnend in den inferior temporalen Gyrus hohe Aktivitäten bei der Betrachtung von kleinen Objekten, wie einen Nagel (Konkle & Oliva, 2012b). Trotz des Unterschieds in Repräsentationsorten aktivieren sowohl kleine als auch große Objekte beide Regionen, aber in unterschiedlichem Ausmaß (Haxby, Gobbini, Furey, Ishai, Schouten & Pietrini, 2001). Konkle und Oliva (2012) fanden außerdem, dass die Repräsentationen der Objekte in den oben genannten Regionen objektsbasiert und unabhängig von der retinalen Größe erfolgen. Dies deutet darauf hin, dass ein Fußballstadion sowohl bei einem kleinen als auch bei einem großen Sehwinkel in der bilateralen Region vom parahippocampalen Gyrus repräsentiert wird. Sie fanden auch,

dass die mentale Vorstellung eines großen Fußballstadions, als ob es so klein wie ein Nagel wäre, aktiviert die Regionen für die Repräsentationen von kleinen Objekten nicht, sondern von großen Objekten (Konkle & Oliva, 2012b). So bleibt die Repräsentationsregion von Objektgrößen auf der Oberfläche des Gehirns stabil (Konkle & Oliva, 2011).

Zusammenfassend spielen Wahrnehmungen eine große Rolle im Sport v. a., wenn es darum geht, relevante Informationen über den Gegner und seine Handlungen zu gewinnen. Das Auge stellt dabei das wichtigste Mittel der Wahrnehmung dar. Zum Gewinnen von Informationen wird das Auge auf einen Punkt fixiert (Fixation) und zur Suche nach Informationen wird sie von einem zum anderen Punkt sehr schnell bewegt (Sakkade). Die gewonnen visuellen Informationen werden in zwei Bahnen verarbeitet. Die „was-Bahn“ ermöglicht, Objekte zu erkennen und die „Wo-Bahn“ die Handlungen zu steuern. Die Wahrnehmung ist aber von Sehwinkel abhängig. So werden alle Objekte, welche den gleichen Sehwinkel einnehmen, als gleich groß wahrgenommen. Die wahrgenommene Größe kann sowohl durch die Größe des Bildes auf der Retina als auch durch die Entfernung beeinflussen. Die Repräsentationen der kleinen und großen Objekte ist aber objektsbasiert und unabhängig von der retinalen Größe.

4 Handlung

Unter Handlungen versteht man motorische Bewegungen, mit deren Hilfe man ein intendiertes Ziel erreichen kann (Hommel, 2017). Beinhaltenden Handlungen dennoch keine Intentionen, werden sie als Bewegungen bezeichnet. „*Bewegungen sind dagegen zum einen die motorischen Anteile der Handlung und zum anderen motorische Aktivitäten, die nicht zielgerichtet sind.*“ (Elsner & Prinz, 2006, S. 286).

Das vorliegende Kapitel beschäftigt sich mit den Fragen, *warum* und *wie* Menschen handeln. Die Antwort auf die erste Frage ist selbstverständlich, denn Handlungen müssen ein Ziel verwirklichen. Wenn man z. B. das Ziel hat, einen dunklen Raum zu beleuchten, führt man diejenige Handlung aus, welche zur Verwirklichung des Ziels führt, nämlich das Drücken des Lichtschalters. Das „Warum“ des Handelns ist in diesem Beispiel eindeutig. Aber wie das Drücken des Lichtschalters gesteuert wurde und welche kognitiven Prozesse dabei beteiligt sind, ist jedoch nicht so klar. Um das „Wie“ des Handelns zu erklären, greift man auf *Wahlreaktionsaufgaben* zurück, welche auf F.C. Donders (1868) zurück gehen (Kunde, 2017). Seiner Überlegung nach läuft die Steuerung einer Handlung in vier getrennte Stufen ab (siehe Abbildung 6). Zunächst muss der Reiz verarbeitet und danach eine entsprechende Reaktion ausgewählt werden. Nach der Reaktionsauswahl kann die Reaktion programmiert und initiiert werden. Um die initiierte Handlung zu vollziehen, benötigt man zusätzliche Zeit. Diese Zeit wird als *Bewegungszeit* definiert (siehe Abbildung 6) und beschreibt die Zeit zwischen dem Beginn und dem Ende der Bewegung (Elsner & Prinz, 2006). Der Vollzug einer Handlung unterliegt vielen Einflussfaktoren, welche eine Handlung erleichtern oder erschweren.

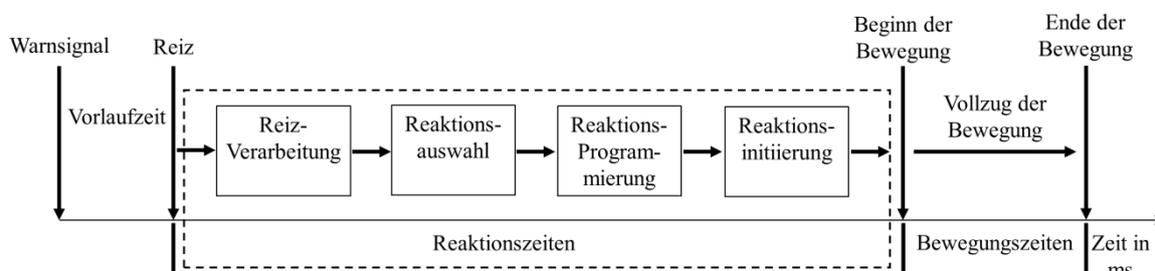


Abbildung 6: Die kognitiven Prozesse, welche an der Vorbereitung einer einfachen Handlung beteiligt sind. Einer Versuchsperson wird zunächst signalisiert, dass ein Reiz nach kurzer Zeit erscheint. Danach erscheint der Reiz. Die Zeit zwischen dem Erscheinen des Reizes und der Einleitung der Bewegung wird als Reaktionszeit (RT) definiert. Die Zeit zwischen der Initiierung und dem Vollzug der Bewegung wird als Bewegungszeit (BZ) definiert (modifiziert nach Elsner & Prinz, 2006, S. 288).

4.1 Einflussfaktoren auf die Stufen der Informationsverarbeitung

4.1.1 Anzahl der Reaktionsalternativen

Dem Hicks Gesetz (Hick, 1952) nach nimmt die Vorbereitungszeit einer Bewegung zu, wenn die Anzahl der möglichen Reaktionen steigt. Das bedeutet, wenn Vpn zur Reaktion auf einen Reiz nur eine Reaktion auswählen müssen, erfolgen die Reaktionen schnell. Müssen sie eine aus zwei oder mehr in Frage kommenden Reaktionen auswählen, erfolgen die Reaktion langsamer. Die Zunahme der Reaktionszeiten wird dadurch erklärt, dass bei dem Anstieg der Reaktionsalternativen mehr Informationen verarbeitet müssen, um eine entsprechende Reaktion auswählen zu können (Elsner & Prinz, 2006).

4.1.2 Reiz-Reaktions-Kompatibilität

Die Untersuchungen von Fitts und Seeger (1953) führten zum Prinzip der *Reiz-Reaktions-Kompatibilität*. Das Prinzip beschreibt, wie effizient eine Reaktion auf einen bestimmten Reiz ausgeführt wird und vermutet, dass je mehr Eigenschaften eine Reaktion mit dem Reiz teilt, desto schneller und genauer erfolgt sie. Kunde (2017) nimmt an, dass Reaktionen schnell und genau ausgeführt werden, wenn zwei Kriterien erfüllt sind: A) wenn eine Reaktion und ein Reiz ähnliche Merkmale teilen, s.g. „Set-Level-Kompatibilität“. Diese Merkmale können z. B. die zeitliche Struktur, semantische Assoziationen und räumliche Positionen sein. B) wenn s.g. „Element-Level-Kompatibilität“ zutrifft. So erfolgen die Reaktionen auf einen Reiz, welcher links präsentiert, schneller und genauer, wenn er z. B. eine Reaktion mit einem linken Tastendruck erfordert, als wenn er eine Reaktion mit einem rechten Tastendruck verlangt. Die Reaktionen im ersten sind schneller und genauer als im zweiten Fall, weil der Reiz mit der Reaktion kompatibel ist (Kunde, 2017). Hingegen reagieren Vpn langsamer und begehen mehr Fehler, wenn Reiz mit der Reaktion inkompatibel ist (Kunde, 2017).

Die Zunahme der RT in inkompatiblen Bedingungen kann man auf die Entstehung eines Konflikts in der Reaktionsauswahl zurückführen. Dieser Konflikt kommt zustande, da der Reiz vermutlich auf zwei parallelen Routen verarbeitet wird (Elsner & Prinz, 2006). Auf einer Route erfolgt die Übersetzung des Reizes in eine Reaktion.

Wenn ein Reiz z. B. ein Kreis (siehe Abbildung 7), welcher eine linke Reaktion erfordert, links erscheint, wird eine linke Reaktion aktiviert (kompatible Bedingung). Erscheint er rechts, wird eine rechte Reaktion aktiviert (inkompatible Bedingung). Auf der zweiten Route werden die Reaktionen aktiviert, welche dem Reiz zugeordnet sind. Demnach aktiviert der Kreis eine linke Reaktion. Ist die Bedingung aber inkompatibel, d. h. erscheint der Kreis rechts, aktivieren sowohl den Erscheinungsort als auch die Zuordnung des Kreises jeweils eine Reaktion, was zu einem Konflikt führt und die Auswahl der richtigen Antwort erschwert (siehe Abbildung 7). Das Unterdrücken einer der aktivierten Reaktionen kostet Zeit und lässt die RT folglich steigen (Elsner & Prinz, 2006). Es lässt sich daher vermuten, dass die Präsentationsorte der Reize trotz ihrer Irrelevanz auch räumlich korrespondierende Reaktionen bahnen können (Kunde, 2017).

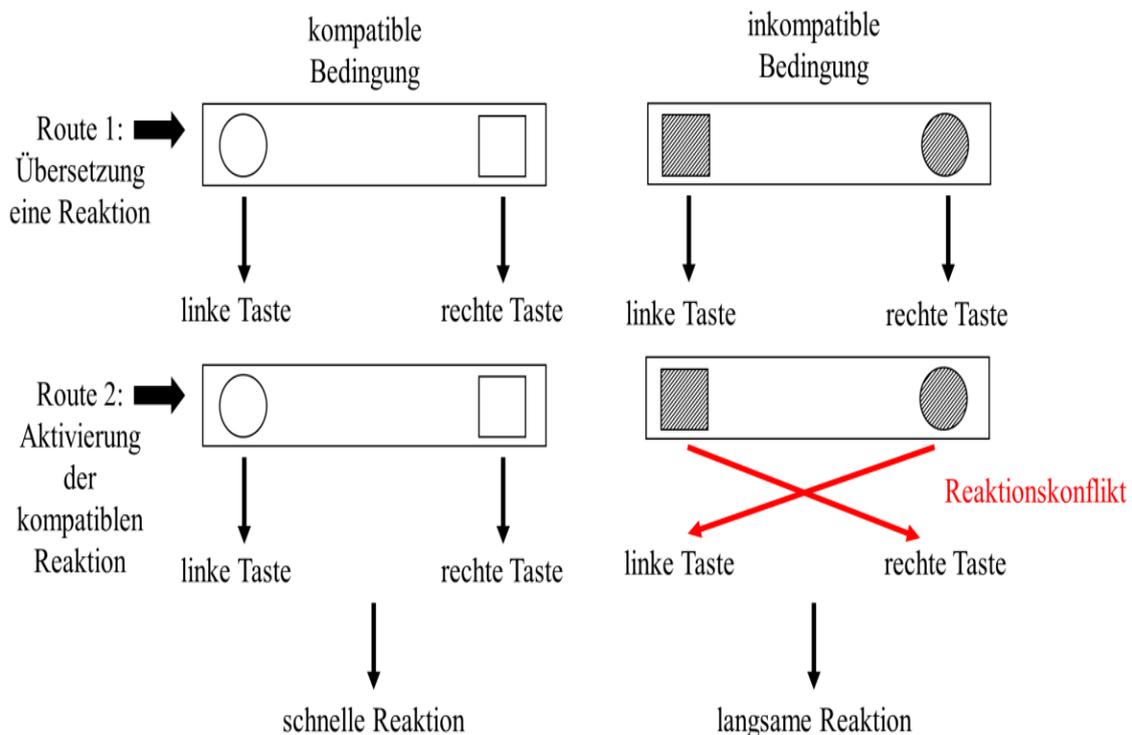


Abbildung 7: Reiz-Reaktions-Kompatibilität: Der Kreis erfordert eine linke und das Viereck eine rechte Taste. Links ist die kompatible und rechts die inkompatible Bedingung dargestellt. Bei einer kompatiblen Bedingung wird der Kreis zunächst in eine linke Reaktion übersetzt. Danach wird die dem Kreis zugeordnete Reaktion aktiviert (die linke Taste). Folglich erfolgt die Reaktion schnell. Bei einer inkompatiblen Bedingung wird der Kreis zunächst in eine rechte „falsche“ Reaktion übersetzt. Danach wird die dem Kreis zugeordnete Reaktion aktiviert (die linke Taste). Dadurch entsteht Reaktionskonflikt. Folglich erfolgt die Reaktion langsam.

4.1.3 Reaktionsprogrammierung

Nach der Reaktionsauswahl muss die Reaktion zunächst programmiert werden, bevor sie initiiert wird (Elsner & Prinz, 2006). D. h. die Eigenschaften der Reaktion wie z. B. die Genauigkeit, Schnelligkeit und die Stärke müssen definiert und danach als Muskelkommandos weitergeleitet werden (Elsner & Prinz, 2006). Dies wird auch als *Handlungsplanung* bezeichnet und hängt von der *Komplexität*, der *Genauigkeit der Reaktion* und der *Vorabinformationen über die Reaktion* ab (Elsner & Prinz, 2006). In einer Studie von Henry und Rogers (1960) wurde der Einfluss der Steigerung der Antwortkomplexität auf die RT untersucht. Dabei sollten Vpn auf einen Stimulus, der über das Experiment hinweg gleichgeblieb, schnellstmöglich reagieren. In einem Durchgang sollten sie nur eine Taste loslassen (Komplexität 1). Im zweiten Durchgang wurde die Antwortkomplexität dadurch gesteigert, dass die Vpn eine Taste loslassen und danach einen kleinen Ball greifen mussten (Komplexität 2). Im dritten Testdurchgang wurden die Vpn darum gebeten, dass sie die Taste loslassen, danach den Ball berühren, einen Knopf drücken und am Ende einen anderen Ball greifen sollten (Komplexität 3). Die Ergebnisse zeigten, dass die RT, d. h. die Zeit vom Erscheinen des Stimulus bis zum Loslassen der Taste, mit der Steigerung der Antwortkomplexität zunahm. Um die Reaktion zu planen, brauchten die Vpn für die Antwortkomplexität 1 ca. 165 ms, für die Komplexität 2 benötigten sie 199 ms und für die Komplexität 3 wurden 212 ms benötigt. Die Ergebnisse deuten darauf hin, dass der Plan einer komplexen Bewegung mehr kognitive Ressourcen und damit mehr Verarbeitungszeit in Anspruch nimmt als eine einfache Bewegung. Der Unterschied in den RT bei gleichbleibenden Stimuli und unterschiedlichen Antwortkomplexitäten lässt darauf schließen, dass der Plan einer Handlung vor der Initiierung der Handlung bzw. der Bewegung stattfindet und mehr Zeit benötigt, wenn mehr Merkmale der Handlung vorbereitet werden (Elsner & Prinz, 2006; Kunde, 2017; Hommel, 2017; Henry & Rogers, 1960).

Nach dem sogenannten „*Fitts'sches Gesetz*“ (Fitts, 1954) kann eine Bewegung entweder sehr schnell oder sehr genau ausgeführt werden. Sehr schnelle Bewegungen verlieren an Genauigkeit und sehr genaue Bewegungen verlieren an Schnelligkeit (Elsner & Prinz, 2012). Die Genauigkeit der Handlung kann demnach die RT beeinflussen. Wenn man einen Ball auf ein kleines Ziel werfen möchte, dann dauert die Einleitung der Wurfbewegung länger, als wenn man den Ball auf ein großes Ziel wirft. Der Grund

für die Zunahme der RT besteht darin, dass die Wurfbewegung auf ein kleines Ziel genauer klassifiziert werden muss als auf ein großes Ziel (Hommel, 2017).

Die Vorabinformationen können außerdem die RT positiv beeinflussen. In einer Untersuchung von Rosenbaum (1980) wurde Vpn die Aufgabe gestellt, Zeigebewegungen von einer zentralen Ausgangstaste zu räumlich angeordneten Zielen auszuführen. Vor dem Zielreiz, auf den die Vpn reagieren mussten, wurde ein Vorbereitungsreiz (*movement precue*) präsentiert, welcher Vor- oder keine Informationen über den Zielreiz zeigte. Die Ergebnisse ergeben, dass je mehr Vorinformationen der Vorbereitungsreiz enthielt, desto schneller erfolgten die Reaktionen (Rosenbaum, 1980). Die Abnahme der RT bei der Zunahme der Vorinformationen konnte auf die Reduzierung der Unsicherheit der Vpn über den Zielreiz oder über verfügbare Handlungsalternativen zurückgeführt werden (Hommel, 2017; Goodman & Kelso, 1980; Proctor & Reeve, 1986). Zusammenfassend nehmen RT ab, a) wenn die auszuführende Reaktion nicht komplex ist, b) wenn sie keine große Genauigkeit erfordert und c) wenn man über sie Vorinformationen verfügt.

4.1.4 Initiierung der Bewegung

Nachdem die Reaktion ausgewählt und programmiert wurde, kann sie nun initiiert werden. Der Zeitpunkt, wann man die Reaktion ausführen kann, kann die Versuchsperson bzw. das kognitive System selbst bestimmen (Elsner & Prinz, 2006). Dennoch zeigen s.g. *Stoppexperimente*, dass eine geplante Handlung nicht so lange bereitgehalten werden kann (Elsner & Prinz, 2006). Sie zeigen außerdem, dass das Unterdrücken oder Hemmen einer geplanten Handlung Zeit kostet und nicht immer erfolgreich ist. Das Intervall zwischen dem Zielreiz, worauf man eine Handlung ausführen soll, und dem Stoppsignal, bei dem man die geplante Handlung stoppen soll, spielt hier eine entscheidende Rolle (Slater-Hammel, 1960 zitiert nach Elsner & Prinz, 2006). Ist das Intervall länger als 180 ms, kann die geplante Handlung problemlos gestoppt werden. Liegt es zwischen 100 und 180 ms, kann die Handlung nicht immer, sondern nur manchmal gehemmt werden. Bei einem Intervall von weniger als 100 ms setzt sich die geplante Reaktion durch und wird fast immer vollzogen (Elsner & Prinz, 2006). Die Ergebnisse der Stoppexperimente weisen darauf hin, dass eine Zeitspanne von weniger als 100 ms nicht ausreichend ist, um die Weiterleitung von Muskelkommandos an die Effektoren zu verhindern (Elsner & Prinz, 2006).

4.1.5 Kritik am linearen Modelle der Informationsverarbeitung

Das lineare Modell der Informationsverarbeitung betrachtet die Handlung als Reaktion auf einen Reiz (Goldstein et al., 2015). Handlungen sind demnach das Endergebnis der Wahrnehmung und Reize stellen den Auslöser des Verhaltens dar. Diese Denkweise entspricht weitgehend der sensomotorischen Theorie nach Descartes (1664). Er vermutete, dass kleine Fäden die Sinnesorgane mit der Zirbeldrüse im Gehirn verbinden. Diese Fäden werden in Bewegung versetzt, wenn ein Reiz auf eines der Sinnesorgane trifft (Prinz, 2014). Durch diese Bewegung der Fäden werden die Reize an die Zirbeldrüse weitergeleitet, wo Descartes annahm, dass die Transformation von Wahrnehmung zu Handlung stattfindet. Reizwahrnehmungen führen ihrerseits zur Schwingung der Zirbeldrüse, welche infolgedessen Nervenflüssigkeit absondert. Diese Flüssigkeit aktiviert durch ein hydraulisches System die Muskulatur, welche danach eine Handlung ausführen (vgl. Kunde, 2017; Prinz, 2014; Hommel & Nattkemper, 2011) .

Descartes erklärt hiermit das Zustandekommen einer Handlung in drei Prozessen. Afferente Prozesse beschreiben den Weg der Informationen von den Rezeptoren eines Sinnesorgans bis zum Zentralorgan, also bis zur Zirbeldrüse. Efferente Prozesse beschreiben die Weiterleitung von motorischen Signalen aus der Zirbeldrüse an die Muskulatur in der Körperperipherie. Zentrale Prozesse beschreiben die Erzeugung vom motorischen Kommandos beruhend auf eingehende Informationen (Hommel & Nattkemper, 2011). Das lineare Modell der Informationsverarbeitung und der sensorische Ansatz von Descartes haben drei Gemeinsamkeiten. Zum einen gehen beide Betrachtungsweisen von einer Trennung zwischen Wahrnehmung und Handlung aus. Zum anderen wird vermutet, dass die Informationsverarbeitung unidirektional verläuft. Schließlich verstehen beide Ansätze das Verhalten als Reaktion auf Reize. Diese Annahmen werden sehr stark kritisiert.

Die Gesetzmäßigkeit der Reiz-Reaktions-Kompatibilität deutet an, dass Wahrnehmung und Handlung eng miteinander verbunden sind (Kunde, 2017; Wühr & Kunde, 2008; Hommel, 2017; Proctor & Vu, 2006). Wenn der Reiz mit der Reaktion kompatibel ist, erfolgt die Reaktion schnell. Liegt die Reiz-Reaktion-Kompatibilität nicht vor, ist die Reaktion langsam (Hommel, Proctor & Vu, 2004; Proctor & Vu, 2006; Kunde & Wühr, 2006). So kann man die Wahrnehmung von der Handlung nicht separieren, denn sie sind direkt miteinander verknüpft (Kunde, 2017; Prinz, 1990; Prinz, 2014). Auch das Zwei-Pfade-Modell bestätigt diese Vermutung. Zwar wird ein Reiz

parallel in zwei Pfaden verarbeitet, dennoch sind beide Pfaden miteinander integriert und nutzen dieselben Aufmerksamkeitsressourcen (Janczyk & Kunde, 2010). Befunde aus Priming-Experimenten (siehe z. B. Ansorge, Kunde & Kiefer, 2014) unterstützen ebenso die Annahme der Verknüpfung der Wahrnehmung und Handlungen, indem sie zeigen, dass auch unbewusste Reize unbewusst Reaktionen bahnen können (Güldenpenning, Kunde, Weigelt & Schack, 2012).

Der Zweite Kritikpunkt am linearen Modell der Informationsverarbeitung ist die Annahme, dass die Informationsverarbeitung unidirektional verläuft. Dementsprechend kann die Wahrnehmung das Handeln beeinflussen. Eine umgekehrte Wirkung ist aber ausgeschlossen. Es gibt dennoch viele Hinweise dafür, dass die Handlungsplanung einen Einfluss auf die Wahrnehmung nehmen kann (Kunde, 2017). Ein Beleg dafür ist die Untersuchung von Wohlschläger (2000). Er präsentierte seinen Vpn jeweils sechs helle und dunkle Punkte, welche einen großen Kreis bildeten. Bei einem abwechselnden Leuchten wird eine Drehbewegung wahrgenommen. Die Richtung der Drehbewegung hängt davon ab, ob man eine Handlung mit der linken oder rechten Hand plant. Beabsichtigt man eine Handlung mit der rechten Hand, scheinen die Punkte nach rechts zu drehen. Hat man die Intention eine Handlung mit der linken Hand auszuführen, nimmt man es so wahr, als ob die Punkte nach links kreisen (Wohlschläger, 2000).

Diese Beobachtung bestätigt die Annahme der umgekehrten Wirkung der Handlungsplanung auf die Wahrnehmung, welche auch durch Doppelaufgaben untersucht werden kann. Man geht davon aus, dass die Planung einer Handlung z. B. eine Reaktion mit einem linken Tastendruck die Wahrnehmung eines Ereignisses, welches die gleiche Reaktion erfordert, erschwert (Kunde, 2017). Der Grund dafür besteht darin, dass die Planung von Handlungen *Repräsentationen sensorischer Handlungseffekte* benötigt. Diese Repräsentation wird für bestimmte Zeit belegt, wenn man eine Handlung plant. Sie stehen entsprechend für die Wahrnehmung ähnlicher Ereignisse nicht mehr zur Verfügung, was die Wahrnehmung ähnlicher Ereignisse hindert (Kunde, 2017). Diese Wirkung der Handlungsplanung auf die Wahrnehmung kann durch die *Code-occupation-Hypothese* (Hommel, Müsseler, Aschersleben & Prinz, 2001) erklärt werden, wonach die Planung einer Handlung nach links den Code „links“ braucht. Dies verhindert die simultane Verarbeitung eines Reizes, welcher den Code „links“ benötigt (Hommel et al., 2001). Der letzte Kritikpunkt am linearen Modell der Informationsverarbeitung besteht darin, dass das Verhalten als Reaktion auf Reize gesehen wird. In der

Tat ist das Verhalten nicht immer reizabhängig (Kunde, 2017), sondern man handelt, um Ziele zu erreichen (Hommel & Nattkemper, 2011). Welche Ansätze können nun den Zusammenhang zwischen Wahrnehmung und Handlung erklären?

4.2 Alternative Erklärungsansätze zum Zusammenhang zwischen Wahrnehmung und Handlung

4.2.1 Der ideomotorische Ansatz

Im Gegensatz zum sensomotorischen Ansatz wird im ideomotorischen Ansatz die Handlungsintention in den Mittelpunkt gerückt. Intentionen sind demnach Auslöser der Handlungen. Und Handlungen sind Wege, intendierte Ziele zu erreichen (Wohlschläger & Prinz, 2003). Frühe Hauptvertreter des ideomotorischen Ansatzes waren Lotze (1852), Carpenter (1852) und James (1890). Sie bemühten sich die Frage zu beantworten, wie wir Handlungen willkürlich und intentional ausführen, ohne drüber Wissen zu besitzen, wie wir tatsächlich diese Handlungen ausführen (Hommel & Nattkemper, 2011). Wir fahren Fahrrad, Auto und steigen Treppe. Alle diese Handlungen führen wir automatisch aus, ohne nachzudenken, wie wir dies tun. Diese Handlungen haben außerdem gemeinsam, dass sie zielgerichtet sind. Wir fahren Auto, um den Arbeitsort zu erreichen. Was bedeutet es aber, intentional zu handeln? Man spricht von intentionalem Handeln, wenn zwei Voraussetzungen erfüllt werden. Erstens muss eine *Vorstellung des Gewollten* entstehen und zweitens muss es keine andere Vorstellung geben, welche der Vorstellung des Gewollten widerspricht (Wohlschläger & Prinz, 2003). Dies bedeutet, dass wir uns erst die Effekte einer Handlung vorstellen und danach diejenige Handlung auswählen, welche uns die Erreichung des Gewollten ermöglicht. Wir fahren Auto, weil wir davon erwarten, dass das Autofahren uns zum Arbeitsort bringt. Aber was haben Intentionen mit Handlungen zu tun? Und wie kommen Handlungen zustande?

Der Ansatz nimmt an, dass Wahrnehmungs- und Handlungsrepräsentationen über eine perzeptuelle Form verfügen (Kunde, 2017). Er geht außerdem davon aus, dass die Inhalte der Intention und der Wahrnehmung identisch sind (Herwig, 2014). Dabei ist eine Übersetzung nicht nötig, denn sie sprechen die gleiche Sprache. Es wird also vermutet, dass Intentionen und Wahrnehmungen, welche durch Handlungen hervorge-

bracht wurden, gleich repräsentiert sind (Kunde, 2017; Herwig, 2014; Prinz, 2014). So können unsere Handlungen unsere Wahrnehmungen beeinflussen und auch umgekehrt.

Dem ideomotorischen Ansatz nach ist jede Handlung und jede Bewegung mit Konsequenzen verbunden. Das Autofahren führt zum Erreichen des Arbeitsortes. Bei der Wiederholung einer Handlung wird eine Verknüpfung zwischen der Handlung und ihrer Effekte hergestellt und gelernt (Kunde, 2017). Diese Beziehung zwischen Handlungen und ihren Effekten ist für die ideomotorische Theorie von großer Bedeutung und spielt eine entscheidende Rolle beim Zustandekommen einer Handlung. Zur Vorhersage der Effekte einer Handlung greift man zuerst auf die Handlungs-Effekt-Relation zu. Diese Relation erfüllt zwei Aufgaben: (1) Bei gleicher Ausführung einer Handlung, welche mit einem bestimmten Effekt verknüpft ist, kann man diesen Effekt antizipieren. Das bedeutet, dass man sich vor der Ausführung einer Handlung ihre Effekte vorstellt. (2) Die Relation hilft auch dabei, eine passende Handlung auszuwählen, deren Ausführung den zu erwartenden Effekt hervorruft (Wohlschläger & Prinz, 2003). Diese Beziehung zwischen einer Intention, einer Handlung und deren Effekte bezeichnet man als *ideomotorische Hypothese*.

Die Hypothese geht also davon aus, dass Handlungen mit ihren Effekten bidirektional so verknüpft sind, dass eine Antizipation der Handlungseffekte direkt diejenigen Handlungen aktiviert, welche die erwarteten Effekte hervorbringen (Hoffmann, Butz, Herbort, Kiesel & Lenhard, 2007). Der ideomotorische Ansatz erklärt den Kompatibilitätseffekt, also warum sind Reaktionen auf einen links präsentierten Reiz mit einem linken schneller als mit einem rechten Tastendruck, so, dass der links präsentierte Reiz den sensorischen Effekten eines linken Tastendrucks stärker passt als eines rechten Tastendrucks (Kunde, 2017). Zum anderen werden Reaktionen schneller ausgeführt, wenn sie diejenigen Effekte herbeiführen, welche mit der Redaktion übereinstimmen (Kunde, 2017). Eine linke Taste drückt man schneller, wenn man das Einschalten einer linken Lampe antizipiert, als einer rechten Lampe (Pfister & Kunde, 2013).

Den Erwerb einer antizipativen Verhaltenskontrolle beschreibt (Hoffmann, 2003; Hoffmann, 2009) in seiner Theorie zur antizipativen Verhaltenskontrolle (auch ABC-Theorie). Er geht davon aus, dass das willkürliche Verhalten ($V_{\text{willk.}}$) zielorientiert ist und dass das willkürliche Verhalten zur Herstellung eines antizipierten Effektes ($E_{\text{ant.}}$) verwirklicht wird (siehe Abbildung 8). Folglich setzt die Ausführung eines willkürlichen Verhaltens eine Vorstellung und die Antizipation ihrer Effekte voraus. Um zu

überprüfen, ob das willkürliche Verhalten erfolgreich ist, vergleicht man die tatsächlich eintretenden Effekte ($E_{\text{real.}}$) mit den antizipierten Effekten ($E_{\text{ant.}}$). Dieser Vergleich findet dann statt, wenn die tatsächlich eintretenden Effekte ($E_{\text{real.}}$) mit den antizipierten Effekten ($E_{\text{ant.}}$) nicht übereinstimmen. Stimmen aber die realen mit den antizipierten Effekten überein, werden die Repräsentationen der Verhaltensaussführung mit den Repräsentationen der Verhaltenseffekte verknüpft (primärer Lernprozess). Dadurch entstehen die Verhaltens-Effekt-Verbindungen, welche bidirektional erfolgen. D. h. die Ausführung eines Verhaltens führt zur Aktivierung der Repräsentationen seiner erwarteten Effekten. Ebenso führt die Wahrnehmung bzw. die Vorstellung von Effekten zur Aktivierung der Repräsentationen des Verhaltens, welches diese erfahrungsgemäß herstellt. Bei Misserfolg des willkürlichen Verhaltens werden Verhaltens-Effekt-Verbindungen abgeschwächt. Führt ein bestimmtes Verhalten aber konstant zu einem angestrebten Effekt, wird diese Beziehung gelernt und gespeichert.

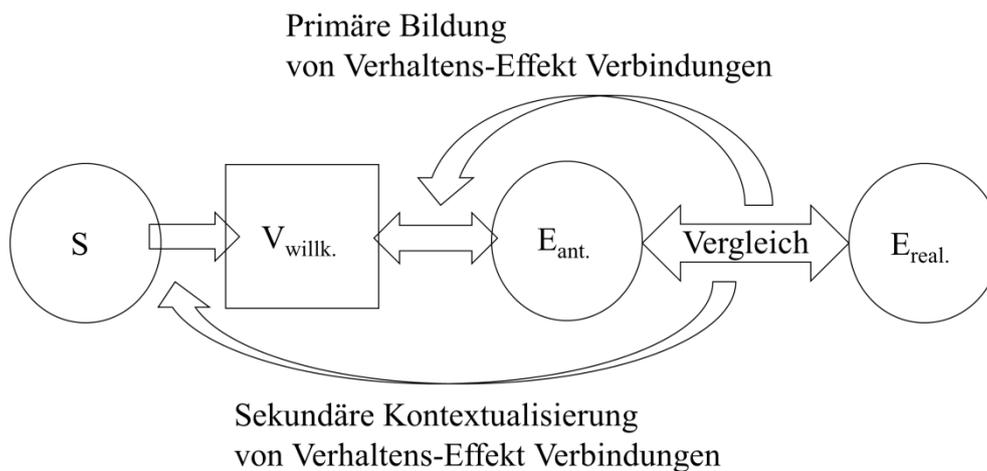


Abbildung 8: Mögliche Mechanismen zur Entstehung von Strukturen einer antizipativen Verhaltenskontrolle nach Vorstellung von Hoffmann (2003, 2009) (modifiziert nach Hoffmann, 2017, S. 63).

Aufgrund der Tatsache, dass das Verhalten nicht nur vom Ziel, sondern auch von der Situation abhängig ist, werden in einem sekundären Lernprozess die situativen Bedingungen (S) in Verhaltens-Effekt-Beziehung mit einbezogen (Hoffmann, 2009). Die situativen Bedingungen werden nur dann berücksichtigt, wenn die antizipierten Effekte nicht eintreten und nach Gründen ihres Ausbleibens gesucht werden. Im Gegensatz dazu werden die Verhaltenseffekte zwangsläufig beachtet, denn sie müssen mit antizipierten Effekten verglichen werden. Daher stellt der Aufbau von Verhaltens-Effekt-Beziehung den primären Lernprozess dar. Primäre und sekundäre Lernprozesse

bewirken zusammen die Bildung von Situations-Verhaltens-Effekt-Tripeln, bei denen man lernt, welches Verhalten in welchen situativen Gegebenheiten zu welchen Effekten führt. Es wird vermutet, dass der Lernprozess zur Bildung der Tripel ein andauernder Vorgang ist. So kann jede Ausführung eines willkürlichen Verhaltens die Verhaltens-Effekt- und Situations-Verhaltens-Beziehung schwächen oder stärken (Hoffmann, 2017; Hoffmann & Engelkamp, 2013). Für die Verbindung von sowohl berücksichtigten Effekten als auch von beachteten Situationen ist die Kontingenz, mit der man die Verbindungen erfährt, entscheidend. So werden die Effekte dauerhaft gebunden, wenn sie zuverlässig Wirklichkeit werden. Gleichfalls werden nur diejenigen Situationen dauerhaft intergeriert, welche sehr oft mit einer Verhaltens-Effekt-Episode einhergehen (Hommel & Engelkamp, 2013). Durch die Lernvorgänge kommt es zu Verbindungen zwischen neuronalen Repräsentationen der Verhaltensausführung mit neuronalen Repräsentationen sensorischer Effekte, welche das Verhalten begleiten (Hommel & Engelkamp, 2013). So entstehen Strukturen, in denen gespeichert wird, welches Verhalten sich als geeignet und zuverlässig für die Verwirklichung welcher Ziele unter welchen situativen Gegebenheiten in der Vergangenheit erwiesen hat (Hommel & Engelkamp, 2013). Es wird danach auf dieses Wissen zurückgegriffen, wenn ähnliche Zustände zu erreichen sind. Der Ansatzpunkt für die Einleitung eines willkürlichen Verhaltens ist eine Antizipation eines beabsichtigten Ziels. Die Ursachen dieses Verhaltens können innere Faktoren wie Hunger, situative Hinweise, wie eine bestimmte Uhrzeit oder Aufforderungen, sein (Hoffmann & Engelkamp, 2013; Hoffmann, 2017).

Zusammenfassend stellt die ABC Theorie mögliche Mechanismen zur Entstehung von Strukturen einer antizipativen Verhaltenskontrolle dar und geht von zwei Lernprozessen aus. In einem primären Lernprozess wird ein willkürliches Verhalten mit denjenigen Effekten gebunden, welche verlässlich eintreten. In einem sekundären Lernprozess werden mit Verhalten-Effekt-Verbindungen diejenige Situation integriert, welche häufig mit einer Verhaltens-Effekt-Episode einhergehen. Dies führt zum Aufbau von Situations-Verhaltens-Effekt Tripeln, in denen kontrolliert wird, welches Verhalten zu welchen Effekten unter welchen situativen Gegebenheiten führt (Hoffmann & Engelkamp, 2017; Hoffmann, 2017).

4.2.2 Der common coding Ansatz (Prinz 1997, 1999)

Das ideomotorische Prinzip findet sich auch im *common coding* Ansatz wieder. Prinz (1997, 1999) ging auch davon aus, dass Wahrnehmung und Handlung auf einer gemeinsamen Ebene repräsentiert sind. Eine Vermittlung zwischen der Wahrnehmung und Handlung ist nicht erforderlich, denn ihre Repräsentationsform ist ähnlich (Kunde, 2017). So teilen wahrgenommene Ereignisse und geplante Handlungen eine gemeinsame Repräsentationsebene, nämlich die *common-coding*-Ebene (Prinz, 2010). Wahrnehmungen und Handlungen sind demnach Ereignisse in der Umgebung. Aufgrund ihrer distalen Ähnlichkeit können sich Ereigniscodes und HandlungsCodes auf denselben Repräsentationseben befinden (Aschersleben, 2008). Die Abbildung 9 stellt den common coding-Ansatz bildlich dar. Auf der linken Seite der Abbildung sind die afferenten Prozesse, welche mit einem Umgebungsreiz beginnen, und auf der rechten Seite sind die efferenten Prozesse, welche mit einer Handlung enden, dargestellt. Der afferente Weg der Informationsverarbeitung beginnt mit einem Umgebungsreiz, der ein Sinnesorgan stimuliert. Dadurch entstehen Simulationsmuster. Im Gehirn werden Simulationsmuster in einer sensorischen Form kodiert. Der efferente Weg beginnt mit einem motorischen Code im Gehirn, der zu Erregungsmustern in den Ausführungsorganen führt. Diese Organe führen zu einer Reaktion oder einer Bewegung, die zu sehen ist. Während der sensorische Ansatz nicht erklärt, wie sensorische in motorische Codes umgewandelt werden, geht der Ansatz der gemeinsamen Repräsentation davon aus, dass Wahrnehmung und Handlung auf derselben Eben repräsentiert sind (der obere Teil der Abbildung), sodass ein Übersetzungsprozess der sensorischen und motorischen Repräsentation nicht erforderlich ist (Prinz, 2010). Dieselben perzeptuellen Repräsentationen sind die Basis sowohl für die Wahrnehmung als auch für die Handlungsplanung (Kunde, 2017). Demnach sind Handlungen auch Wahrnehmungen, welche verwirklicht werden sollen (Kunde, 2017).

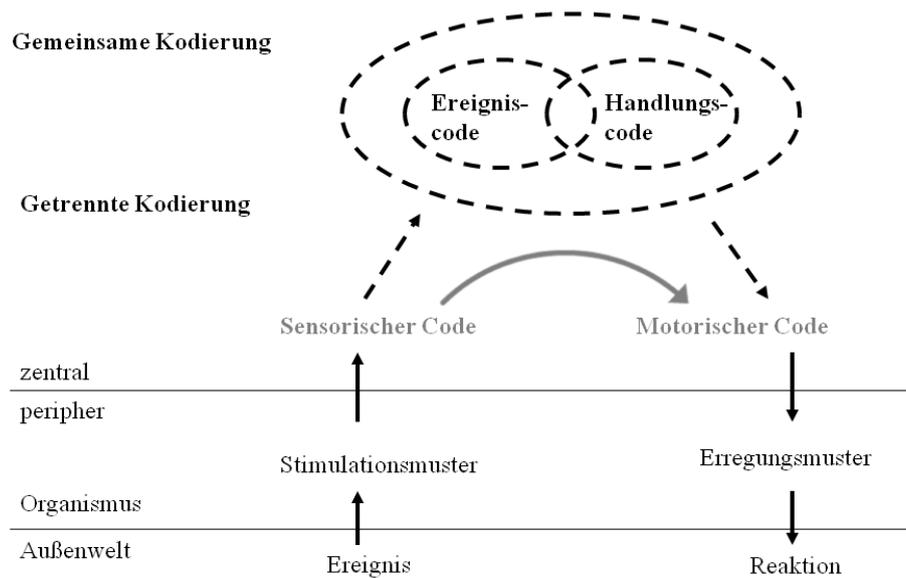


Abbildung 9: Der Ansatz der gemeinsamen Repräsentation modifiziert nach Prinz 1997, S. 130.

4.3 Handlungskonflikt und Konfliktaufgaben

Handlungen können nicht immer unproblematisch gesteuert werden. Manche Handlungsteuerungen bedürfen sehr komplizierter kognitiver Prozesse. Wenn mehrere Reize mit einer eigenen Handlungsmöglichkeit verknüpft sind, ermöglicht es uns, unsere Handlungen besser zu steuern und zu kontrollieren, weil diese Reize die gleiche „kompatible“ Handlungsmöglichkeit aktivieren (Wühr & Kunde, 2008). Wenn wir an einem Zebrasteifen stehen und die Straße überqueren möchten, ermöglicht uns die grüne Ampel (Reiz A) und das Anhalten der fahrenden Autos (Reiz B), unsere Handlung (das Überqueren der Straße) problemlos zu steuern und auszuführen, denn beide Reize sind mit der gleichen Handlung assoziiert. Wenn aber mehrere Reize mit mehreren inkompatiblen Handlungsoptionen assoziiert sind, sind Handlungen schwer zu kontrollieren. Es kommt dann zu *Handlungskonflikten*, denn die Reize aktivieren widersprüchliche Handlungsoptionen. Der flexible Umgang mit Handlungskonflikten ist eine entscheidende Aufgabe unserer Handlungssteuerung (Wühr & Kunde, 2008). Dieser Umgang mit Handlungskonflikten erfolgt hauptsächlich durch zwei unterschiedliche Prozesse. Bei *Prozessen der reaktiven Konfliktregulation* werden zunächst Konflikte registriert, ihr Ausmaß wird gemessen und danach wird das System an die Konfliktsituation so angepasst, dass der Konflikt gelöst wird. Bei *Prozessen der antizipativen Konfliktregulation* wird das Konfliktpotential einer Situation in der Zukunft vorhergesagt und das System von Anfang an darauf vorbereitet und eingestellt (Wühr & Kunde, 2008), um einen

Konflikt in der Zukunft zu vermeiden. Beide Prozesse laufen unbewusst und ungeplant ab, können die Prozesse der Informationsverarbeitung nicht beeinflussen und benötigen weder die Wahrnehmung von Konflikten noch eine Intention (Kunde & Wühr, 2006; Verguts, Notebaert, Kunde & Wühr, 2011; Wühr & Kunde, 2008; Proctor & Vu, 2006)

Handlungskonflikte untersucht man mit s.g. *Konfliktaufgaben*. Bei diesen Aufgaben werden Stimuli präsentiert, welche je nach Aufgabestellung relevante und irrelevante Informationen beinhalten. Diese Konflikte können auf der Stimulus-Stimulus- oder auf der Stimulus-Reaktions-Ebene stattfinden (Proctor & Vu, 2006; Wühr & Kunde, 2008). Wenn die präsentierten Stimuli miteinander übereinstimmende Informationen enthalten (kongruente Bedingung), aktivieren sie eine kompatible Reaktion. Dies führt dazu, dass die Reaktion schnell und fehlerfrei erfolgt (Kornblum, 1994; Kunde & Wühr, 2006; Verguts et al., 2011). Liefern die Stimuli aber überlappende Informationen (inkongruente Bedingung), aktivieren diese Informationen konkurrierende Reaktionen, was zu Konflikten führt. Diese Konflikte definierten Kornblum und seine Kollege (1990) als Stimulus-Stimulus-Konflikte (Kornblum et al., 1990). Damit man zielgerichtet auf die sich überschneidenden Informationen reagieren kann, müssen Stimulus-Stimulus-Konflikte verarbeitet und möglichst fehlerfrei gelöst werden. Dazu werden kognitive Kontrollmechanismen benötigt (Iannaccone, Hauser, Staempfli, Walitza, Brandeis & Brem, 2015). Im Vergleich zu kongruenten Bedingungen steigt die Verarbeitungszeit an und die Reaktion erfolgt langsamer und fehleranfälliger (Kunde & Wühr, 2006); (Kornblum et al., 1990). Bei Stimulus-Reaktions-Konflikten wird die Kongruenz zwischen irrelevanten Informationen und der erforderlichen Reaktion so manipuliert, dass meistens zwei Bedingungen zustanden kommen. Bei einer kongruenten Bedingung stimmen der relevante Reiz und die Reaktion überein. Bei einer inkongruenten Bedingung stimmen der relevante Reiz und die Reaktion nicht überein (Wühr & Kunde, 2008). In der Regel erfolgen die Reaktionen bei einer kongruenten Bedingung schneller als bei einer Konfliktsituation. Der Unterschied in den Reaktionszeiten wird als *Kongruenzeffekt* bezeichnet (Wühr & Kunde, 2008; Li, Wang, Nan, Zheng, Wu, Wang & Liu, 2015). Im folgenden Kapitel wird zunächst auf klassische Konfliktaufgaben eingegangen. Es handelt sich hier um die Eriksson-Aufgabe (Kapitel 4.3.1), die Simon-Aufgabe (4.3.2) und die Stroop-Aufgabe (Kapitel 4.3.3). Danach werden Prozesse der Konfliktregulation diskutiert (Kapitel 4.3.4).

4.3.1 Eriksen-Aufgabe

Die Eriksen Aufgabe (Eriksen & Eriksen, 1974; Eriksen, 1995) wird hauptsächlich zur Untersuchung der kognitiven Verarbeitungsprozesse und zur Analyse der selektiven Aufmerksamkeit eingesetzt. In der Regel wird ein Zielreiz (*target*) zentral präsentiert. Neben dem Zielreiz werden aufgabenirrelevante Distraktorreize (auch Flankierreize) links und rechts dargeboten, wobei der Zielreiz und die Flankierreize mit unterschiedlichen oder gleichen Reaktionen assoziiert sein können. Sind die Flankierreize und der Zielreiz mit der gleichen Reaktion assoziiert, dann spricht man von einer kongruenten Bedingung. Sind die beiden Reize mit unterschiedlichen Reaktionen verknüpft, handelt es sich um eine inkongruente Bedingung. Die Vpn sollen auf den Zielreiz reagieren und die Flankierreize ignorieren. Typischerweise geben sie ihre Reaktionen in den kongruenten Bedingungen schneller als in den inkongruenten Bedingungen ab. Den Unterschied in den RT bezeichnet man als *Flanker-Effekt* oder auch *Flanker-Interferenz* (Eriksen & Eriksen, 1974; Eriksen, 1995; Wühr & Kunde, 2008). Der Flanker-Effekt wurde so interpretiert, dass aufgabenirrelevante Flankierreize mitverarbeitet werden und dass sowohl das Zielreiz als auch die Flankierreize eine Reaktion aktivieren. Diese Reaktionsaktivierung führt zu einem Reaktionskonflikt, welcher bei der Handlungsauswahl auftritt (Eriksen & Schultz, 1979). Eine alternative Erklärung zum *Flanker-Effekt* bietet Miller (1988) an. Er geht davon aus, dass Interferenzen nur dann ausgelöst werden, wenn die Flankierreize fälschlicherweise gesichtet wurden (Miller, 1988). Dies bedeutet, dass Zielreiz und Distraktor nacheinander (und nicht gleichzeitig) verarbeitet werden (siehe auch Eriksen, Goettl, St. James & Fournier, 1989). Ein Grund dafür ist, dass die Aufmerksamkeit ungenau ausgerichtet werden könnte (LaBerge, 1983). Shaffer und LaBerge (1979) konnte außerdem zeigen, dass der *Flanker-Effekt* nicht nur in der Phase der Handlungsauswahl auftritt, sondern auch auf der Ebene der Stimulusklassifikation (Shaffer & LaBerge, 1979).

4.3.2 Simon-Aufgabe

Bei der Simon-Aufgabe wird die Korrespondenz zwischen der aufgabenirrelevanten Reizposition und der Reaktion manipuliert. In kompatiblen Bedingungen korrespondiert die Reizposition *räumlich* mit der Position der Reaktion. In inkongruenten Bedingungen stimmt die Reizposition mit der Reaktionsposition *räumlich* nicht überein. Typischerweise reagieren Vpn in kongruenten Bedingungen schneller und begehen we-

niger Fehler als in inkongruenten Bedingungen. Der Unterschied in den RT wird als *Simon-Effekt* bezeichnet (Wühr & Kunde, 2008; Hommel, 2011). Der Simon-Effekt wird zunächst so interpretiert, dass das aufgabenirrelevante Reizmerkmal automatisch mitverarbeitet wird und nicht zu unterdrücken ist. In kongruenten Bedingungen aktiviert der irrelevante Reiz die richtige Reaktion. Deshalb erfolgen die Reaktionen schnell und die Fehlerrate ist gering. In den inkongruenten Bedingungen aktiviert er automatisch die falsche Reaktion und es entsteht ein Reaktionskonflikt. Um den Reaktionskonflikt zu lösen, benötigen die Vpn mehr Zeit (Kornblum et al., 1990; Kunde & Wühr, 2006; Wühr & Kunde, 2008) und daher erfolgen die Reaktionen langsam und die Fehlerrate nimmt zu (Proctor & Vu, 2006). Fitts und Deininger (1954) vertreten die Annahme, dass die Leistung bei einer räumlichen Simon-Aufgabe von der Anzahl der Operationen zur Transformation der Reizinformation bis zum Vollzug einer Reaktion abhängig ist. In kongruenten Bedingungen, sind weniger Operationen erforderlich, um Reizinformationen zu transformieren, als in inkongruenten Bedingungen. Aus diesem Grund steigen die RT und die Fehlerrate in inkongruenten im Vergleich zu kongruenten Bedingungen (Fitts, 1954). Simon (1969) vermutet außerdem, dass es zu einer natürlichen Reaktionsneigung in die Richtung des Reizortes kommt. Erscheint ein Reiz, welcher beispielweise mit einer linken Reaktion assoziiert, auf der linken Seite, tendieren die Vpn dazu, ihre Antwort auf dieser Seite zu geben. Bei räumlich inkompatiblen Bedingungen müssen die Vpn ihre eingeleitete Reaktion abbrechen und eine neue korrekte Reaktion ausführen. Dies kostet Zeit und führt zu längeren RT in inkompatiblen Bedingungen im Vergleich zu kompatiblen Bedingungen (Simon, 1969).

Wallace (1971, 1972) nimmt eine Kodierungs-Hypothese zur Entstehung des Simon-Effekts an, wonach der Simon-Effekt bei der Übersetzung der nicht-räumlichen Reizcodes in einen räumlichen Reaktionscode zustande kommt. Das deutet daraufhin, dass für die Ausführung einer korrekten Reaktion eine Übersetzung nicht-räumliche Reizinformationen in einen räumlichen Reaktionscode erforderlich ist. Die aufgabenirrelevante Reizposition kann demnach die Übersetzung in kompatiblen Bedingungen erleichtern und in inkompatiblen Bedingungen erschweren. Die RT nehmen daher in inkompatiblen Bedingungen zu im Vergleich zu kompatiblen Bedingungen (Wallace, 1971; Wallace, 1972).

Kornblum et al. (1990) vermuten, dass Reize bei Simon-Aufgaben gleichzeitig entlang zweier Routen verarbeitet werden (siehe Abbildung 10). Auf der *intentionalen*

Route läuft der Verarbeitungsprozess von Reizen wie in den klassischen Stufenmodellen ab. Das relevante Reizmerkmal wird zunächst wahrgenommen und identifiziert. Danach wird eine entsprechende Reaktion ausgewählt und durchgeführt. Auf der *automatischen Route* werden sowohl relevante als auch irrelevante Reizmerkmale gleichzeitig verarbeitet. Die Reizmerkmale aktivieren dabei jeweils eine Reaktion, welche mit dem Merkmal überlappen. Wenn Reaktionen auf der *automatischen Route* aktiviert werden, müssen sie mit einer auf der intentionalen Route aktivierten Reaktion verglichen werden (Hommel & Nattkemper, 2011). Stimmen beide aktivierten Reaktionen überein, wird die intentionale Reaktion ausgeführt. Stimmen beide Reaktionen jedoch nicht überein, muss die auf der automatischen Route die aktivierte Reaktion abgetrennt bzw. gehemmt werden, bis sich die Reaktion auf der intentionalen Route durchsetzt und ausgeführt wird (Hommel & Nattkemper, 2011; Elsner & Prinz, 2006; Kunde, 2017). Dies kostet Zeit und es kommt zur Verlangsamung der RT. In kongruenten Bedingungen bei einer Simon-Aufgabe aktivieren sowohl relevante als auch irrelevante Reizmerkmale die richtige Reaktion. Daher erfolgen die Reaktionen schnell und die Fehlerrate ist gering. In inkongruenten Bedingungen aktiviert hingegen das relevante Reizmerkmal die angeordnete richtige Reaktion (in unserem Beispiel aktiviert der Kreis die linke Reaktion) und das irrelevante Reizmerkmal löst die falsche Reaktion aus (in unserem Beispiel aktiviert die Kreisposition die rechte Reaktion). Um die richtige Reaktion (die intentionale Reaktion) in den inkompatiblen Bedingungen auszuführen, muss zunächst die falsche Reaktion (die automatische Reaktion) abgebrochen werden. Dies kostet Zeit und führt zur Zunahme der RT. Diese Zunahme zeigt sich im Simon-Effekt (Hommel & Nattkemper, 2011).

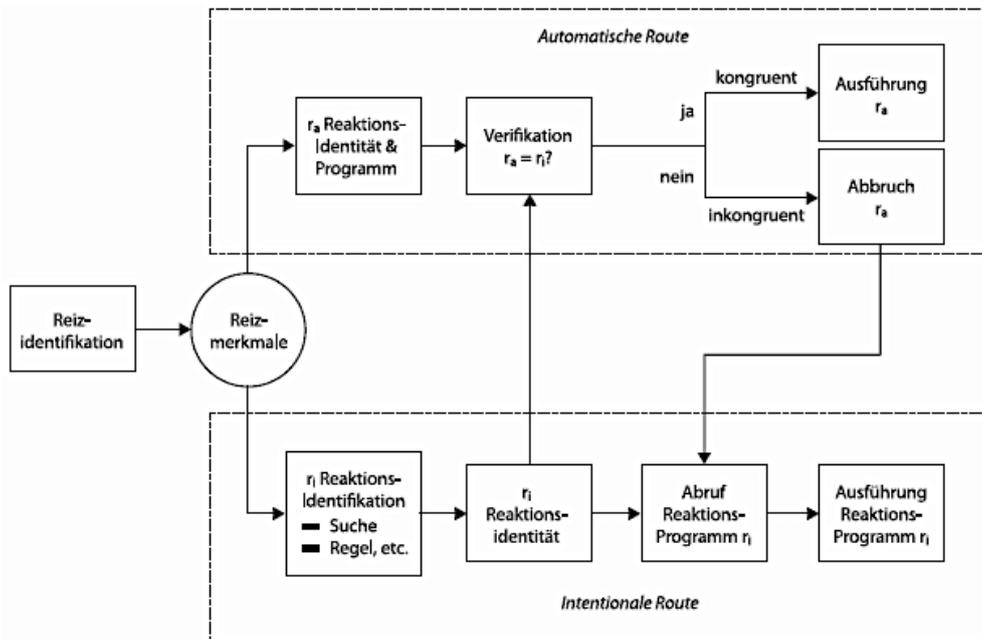


Abbildung 10: Das Zwei-Prozess-Modell der Reaktionsauswahl nach Kornblum et al. (1990) (entnommen aus Hommel & Nattkemper, 2011, S. 80)

4.3.3 Stroop-Aufgabe

In der Stroop-Aufgabe (Stroop, 1935) wurden den Vpn Farbwörter präsentiert. Die Kongruenz zwischen der Schriftfarbe und des Farbwortes wurde manipuliert. Aus der Manipulation entstanden drei Bedingungen. In einer neutralen Bedingung wurden die Farbwörter in einer schwarzen Schrift präsentiert (siehe Abbildung 11 B). In kongruenten Bedingungen stimmten die Schriftfarbe und das Farbwort überein. Z. B. wurde das Wort „BLAU“ in blauer Farbe präsentiert (siehe Abbildung 11 C). In inkongruenten Bedingungen stimmen die Schriftfarbe und Farbwort nicht überein. Z. B. wurde das Wort „BLAU“ in roter Farbe dargeboten (siehe Abbildung 11 D). Vpn sollten in einem Durchgang die Wörter vorlesen und in einem anderen Durchgang nur die Farbe nennen. Das Vorlesen der Wörter erfolgt typischerweise schnell und problemlos. Das Nennen der Farbe verursachte in inkongruenten Bedingungen langsamer Reaktionszeiten und eine hohe Fehlerrate im Vergleich zur kongruenten Bedingungen. Den Unterschied in den RT bezeichnet man als Stroop-Effekt (MacLeod, 1991; Wühr & Kunde, 2008; Kunde & Wühr, 2006). Der Stroop-Effekt wird wie andere Kongruenzeffekte so interpretiert, dass das aufgabenirrelevante Reizmerkmal (hier die Wortbedeutung) automatisch mitverarbeitet wird und die Reaktion auf das relevante Merkmal (hier die Benennung der Farbe) erschwert (Wühr & Kunde, 2008; Kunde & Wühr, 2006).



Abbildung 11: Stroop Paradigma. A) Farbflecken, B) neutrale Bedingung, C) kongruente Bedingung und D) inkongruente Bedingung (modifiziert nach (Krummenacher & Müller, 2017, S. 138).

Um zu erklären, wie den Konflikt bei der Stroop-Aufgabe gelöst wird und wie die Vpn die Farbe des Wortes richtig benennen, schlugen Cohen, Dunbar und McClelland (1990) ein konnektionistisches Modell vor (siehe Abbildung 12). Die Autoren vermuten, dass die Elemente bei der Verarbeitung einer Stroop-Aufgabe durch verschiedene Netzwerkknoten repräsentiert werden (Müller, Krummenacher & Schubert, 2015). Die Inputknoten repräsentieren die Inputinformationen, d. h. die Farb- und Wortinformation. Die Outputknoten repräsentieren die möglichen verbalen Reaktionen. Die beiden Knoten-Gruppen werden durch eine verborgene Schicht von Knoten verbunden. Die Autoren gehen davon aus, dass die Verbindungen zwischen Inputknoten und Outputknoten der Farbwörter stärker sind als die Verbindungen zwischen Inputknoten und Outputknoten der Farbe, da die Farbwörter mit den Wörtern stärker assoziiert als mit der Farbe (Müller et al., 2015). Deshalb wird normalerweise die Reaktion, die mit den Wörtern verknüpft schneller aktiviert als die Reaktion, welche mit der Farbe assoziiert ist (Müller et al., 2015). Bei der Präsentation eines grünen Farbwortes „ROT“ wird deshalb seine Bedeutung „ROT“ schneller aktiviert als seine Farbe „grün“. So reagieren Vpn fälschlicherweise auf das Wort „ROT“, obwohl es für die Aufgabe irrelevant ist. Damit die Vpn richtig die Farbe benennen können, wird vermutet, dass es Kontextknoten gibt, welche die Aufgabestellung repräsentieren. Diese Knoten haben die Funktion, die Aktivationswerte für die Knoten abhängig von der Aufgabestellung zu regulieren. Müssen die Vpn die Farbe benennen, verstärken die Kontextknoten die Verbindung zwischen Inputknoten und Outputknoten für die Farbe. Daher wird die Aufmerksamkeit auf die Farbe des Wortes ausgerichtet und werden die Farbinformation mehr beachtet, sodass die Vpn die Farbe und nicht das Wort benennen (Müller et al., 2015).

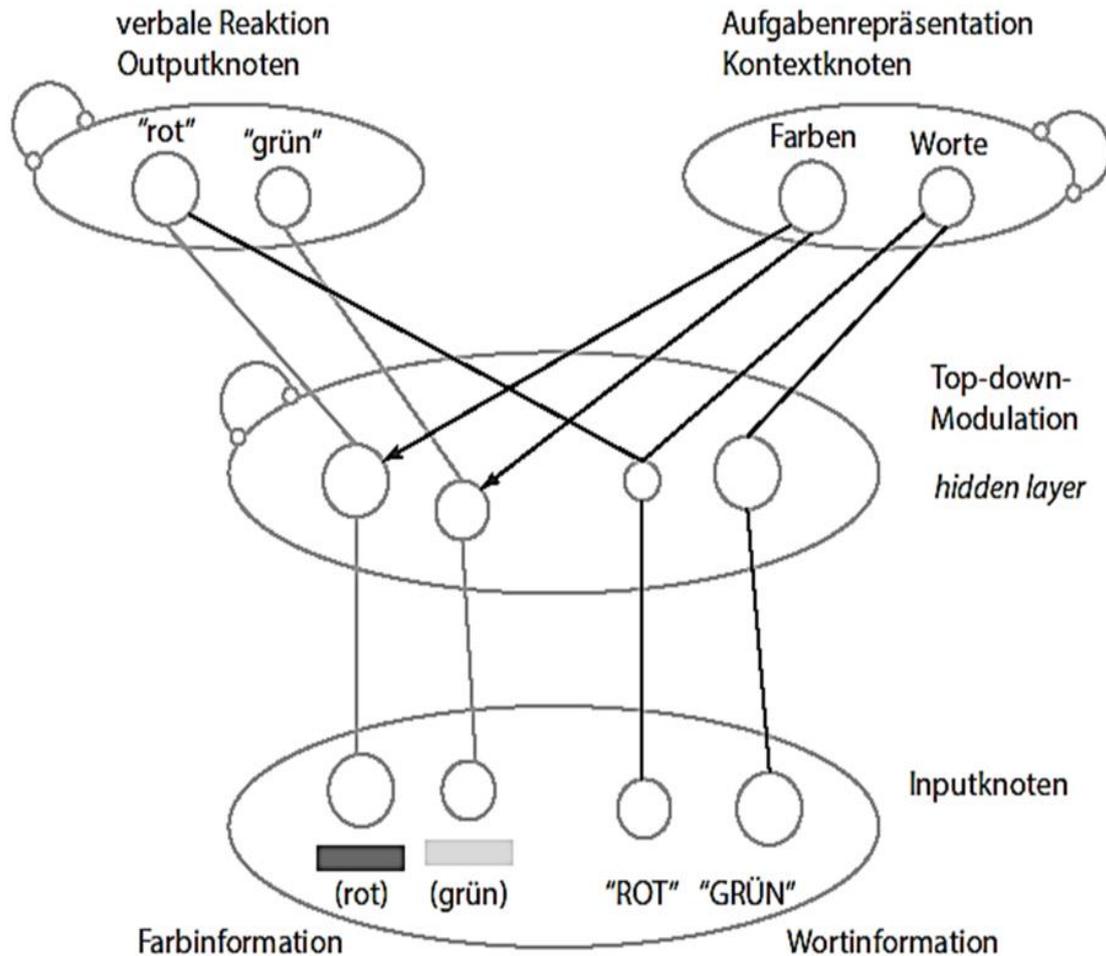


Abbildung 12: Das konnektionistische Modell von der Stroop-Aufgabe nach Cohen et al. (1992) (entnommen aus Müller et al., 2015, S. 163)

4.3.4 Die sequenzielle Modulation von Kongruenzeffekten

Die automatische Mitverarbeitung irrelevanter Reizinformationen wirft die Fragen auf, ob diese überhaupt zu unterdrücken sind und ob der Interferenzeffekt beeinflussbar ist. In ihrer Untersuchung zum Eriksen-Effekt fanden Gratton et al. (1992), dass die Größe des Kongruenzeffektes von der Reizanordnung abhängig war. Der Effekt nahm ab, wenn die Vpn im unmittelbaren Versuch zuvor einen Konflikt erlebten und nahm zu, wenn sie zuvor keinen Konflikt bearbeiten mussten. So war die Größe des Effektes nach einem inkongruenten Durchgang kleiner als nach einer kongruenten Bedingung. Geringere Kongruenzeffekte nach einem inkongruenten Versuch im Vergleich zu einem kongruenten Versuch erklärten Gratton et al. (1992) durch unterschiedliche Bearbeitungsmodi der Versuchspersonen. Sie gingen davon aus, dass die Vpn in Abhängigkeit des erwarteten Nutzens ihre Antwort basierend auf einer schnellen, paralle-

len oder langsameren, fokussierten Verarbeitung der Reize aktivieren Gratton et al. (1992). Im parallelen Verarbeitungsmodus werden sowohl relevante als auch irrelevante Reiz Aspekte gleichsam verarbeitet. Folglich führen inkongruente Reize im Vergleich zu kongruenten Reizen zu deutlich langsameren RT. Bei einer fokussierten Verarbeitung wird das Verarbeitungsgewicht relevanter Information erhöht und das Verarbeitungsgewicht irrelevanter Information verringert. Dadurch wird es zumindest bis zu einem gewissen Grad möglich, den Einfluss des irrelevanten Reizmerkmals zu kontrollieren. Sowohl hinderliche Einflüsse durch inkongruente Information als auch förderliche Einflüsse kongruenter Information werden auf diese Weise reduziert. Die Differenzen (in den RT) zwischen kongruenten und inkongruenten Versuchen sind daher geringer als bei einer parallelen Verarbeitung. Die Auswahl des Verarbeitungsmodus im aktuellen Versuch wird vom vorangehenden Versuch beeinflusst. Ein kongruenter vorangehender Versuch aktiviert nach Gratton et al. (1992) einen parallelen Verarbeitungsmodus. Daher fallen die Kosten inkongruenter und der Nutzen kongruenter Reizkonstellationen groß aus. Folglich ist der Kongruenzeffekt nach einem kongruenten Durchgang relativ groß. Hingegen löst ein inkongruenter vorangehender Versuch einen fokussierten Informationsverarbeitungsmodus aus, der die Kosten inkongruenter Reize und den Nutzen kongruenter Reize verringert. Der Kongruenzeffekt nimmt folglich ab, weil die Vpn durch den fokussierten Verarbeitungsmodus ein gewisses Maß an Kontrolle über die Verarbeitung der irrelevanten Information ausüben (Verguts & Notebaert, 2008; Wühr & Kunde, 2008).

Zur Erklärung der sequenziellen Modulationseffekte griffen Botvinick, Braver, Barch, Carter und Cohen (2001) das Modell von Cohen et al. (1990) auf und gingen von einem zweistufigen Prozess aus, der in einem ersten Schritt einen Konflikt in der Informationsverarbeitung registriert. Dieser Prozess wird primär im dorsalen anterioren cingulären Kortex (ACC) verortet. In einem zweiten Schritt werden *„für zukünftige Durchgänge zusätzliche Korrekturen an den Aktivationswerten der Kontextknoten vorgenommen“* (Müller et al., 2015, S. 164). Durch diese Vornahme von zusätzlichen Korrekturen werden die Aktivationswerte der relevanten Reizinformationen in den Kontextknoten verstärkt (vgl. Müller et al., 2015) und somit der Einfluss der irrelevanten Reizinformationen verringert, um folgende Konflikte zu vermeiden. Dies entspricht einer vermehrten Mobilisierung von Aufmerksamkeitsressourcen auf das relevante Reizmerkmal (Kerns et al., 2004).

Zusammengefasst lassen sich Reaktionskonflikte mit den Konfliktaufgaben untersuchen. Bei diesen Aufgaben werden relevante und irrelevante Reize dargeboten. Die Vpn haben in der Regel die Aufgabe, so schnell wie möglich auf das relevante Reizmerkmal zu reagieren und so gut wie möglich das irrelevante Merkmal zu ignorieren. Vpn können relevante und irrelevante Reizinformationen voneinander nicht trennen, sondern irrelevante Informationen werden automatisch mitverarbeitet und erschweren die Reaktion auf relevante Informationen, sodass die RT und Fehlerquote in den inkongruenten Bedingungen steigen.

5 Aufmerksamkeit

Unsere Sinnessysteme beschäftigen sich ständig mit Informationen und deren Verarbeitungen, welche es uns ermöglichen, unsere Denkvorgänge effizient zu steuern, die Interaktion mit der Umwelt zielgerichtet zu gewährleisten und die Kommunikation mit Mitmenschen herzustellen (Müller et al., 2015). Ein großer Teil des Stroms an Information ist für unseren aktuellen Denkprozess und unsere Handlung irrelevant. Nur ein kleiner Teil der Informationen, welche unsere Sinnesorgane verarbeiten oder in unserem Gedächtnis gespeichert wurden, sind für unsere Re- und Interaktionen von Bedeutung. Da die Kapazität der Aufmerksamkeit begrenzt ist (Myers, 2014; Ansorge & Leder, 2011), sollten relevante Informationen gesucht und gestärkt werden (Memmert, 2014). Um relevante Informationen zu suchen, wird die Aufmerksamkeit verschoben. Die Aufmerksamkeitsverschiebung kann entweder offen oder verdeckt erfolgen. Während die offene Aufmerksamkeitsverschiebung von Augenbewegungen begleitet wird, ist die verdeckte Aufmerksamkeitsverschiebung unabhängig von der Blickrichtung (Hofer & Mayerhofer, 2010), wobei beide Verschiebungen eng miteinander verknüpft sind (Corbetta, 1998; Nobre, Gitelman, Dias & Mesulam, 2000).

Eine der wichtigsten Funktionen der Aufmerksamkeit besteht also in der Selektion der relevanten Informationen (Hagendorf, Krummenacher, Müller & Schubert, 2011). Diese Selektion erfolgt sowohl auf der Wahrnehmungs- als auch auf der Handlungsebene (Müller et al., 2015). Die perzeptive Selektion (*selection for perception*) hilft bei der Selektion derjenigen Informationen, welche für das Verstehen einer bestimmten Situation oder eines Geschehnisses notwendig sind (Müller et al., 2015). Ein Beispiel dafür ist, wenn man den Äußerungen seines Gesprächspartners Aufmerksamkeit schenkt und die Äußerungen anderer Personen ausblendet. Die handlungssteuernde Selektion (*selection for action*) der Aufmerksamkeit besteht in einer Einstellung aller Elemente des kognitiven Systems, um möglichst Handlungsziele effizient zu erreichen (Müller et al., 2015). Dabei geht es beispielweise darum, die Informationsaufnahme zu optimieren, indem die Aufmerksamkeit auf die relevanten Informationen zu lenken, um die optimale Handlungsausführung zu gewährleisten (vgl. Müller et al., 2015).

5.1 Perzeptive selektive Aufmerksamkeit

Jeder von uns war einmal entweder in einem Fußballstadion, wo viele Fußballfans schreien, jubeln und ihre Mannschaft anfeuern, oder in einem überfüllten Restaurant, wo viele Gäste essen, trinken und gleichzeitig sprechen, oder auf einer Party, wo viele Menschen tanzen, singen und laut sprechen. Trotz des Lärms im Fußballstadion oder auf einer Party können wir ein Gespräch mit unserem Nachbar, der neben uns steht oder sitzt, führen. Wie gelingt es uns eigentlich, uns auf das Gespräch zu konzentrieren und z. B. das Jubeln im Fußballstadion zu ignorieren? Wie können wir die für unser Gespräch relevanten Informationen selektieren und das Schreien der Fußballfans ausblenden?

5.1.1 Ansätze zur Erklärung der selektiven Aufmerksamkeit

Erklärungsansätze zur selektiven Aufmerksamkeit beruhen auf drei Paradigmen (Müller et al., 2015). Cherry (1953) entwickelte *das Paradigma des dichotischen Hörens*, um die Frage zu erklären, wie Menschen in der Lage sind, sich auf relevante Informationen zu konzentrieren (z. B. auf das Gespräch des Gesprächspartners) und gleichzeitig irrelevante Informationen zu ignorieren (z. B. Gespräche im Hintergrund). In seinem Paradigma werden der Versuchsperson gleichzeitig zwei Hörsignale (z. B. Wörter oder ein kleiner Text) dargeboten, wobei sich das Signal in dem einem von dem anderen Ohr inhaltlich unterscheidet. So kann im linken Ohr das Wort „Baum“ und im rechten Ohr das Wort „Ball“ zugespielt werden. Die Versuchsperson soll eines der beiden Wörter beachten, d. h. nachsprechen (beachtetes Wort) und das andere Wort ignorieren (nichtbeachtetes Wort) (Müller et al., 2015). Cherry (1953) zeigte, dass Vpn das nicht zu beachtende Signal und den Sprachwechsel z. B. von Deutsch auf Englisch nicht bemerkten. Sie waren dennoch in der Lage, die Veränderung in der Stimme (weibliche vs. männliche) und einen auffälligen Ton zu bemerken (Hagendorf et al., 2011; Cherry, 1953). Extrem schwierig fiel es der Versuchsperson, wenn zwei Hörsignale gleichzeitig in einem Ohr dargeboten wurden. Die Ergebnisse des Paradigmas des dichotischen Hörens geben Aufschluss darüber, dass relevante von irrelevanten Informationen anhand ihrer physikalischen Merkmale selektiert werden können (Hagendorf et al., 2011; Müller & Krummenacher, 2012; Ansorge & Leder, 2017).

Im *Split-Span-Paradigma* nach Broadbent (1954) wurde die Fragestellung geprüft, ob zwei Reize, welche gleichzeitig an räumlich unterschiedlichen Quellen präsentiert werden, seriell verarbeitet werden. Broadbent (1954) präsentierte eine Reihenfolge von Zifferpaaren (z. B. 1-7, 2-8 und 3-9), wobei die erste Ziffer (z. B. 1) dem linken und die zweite Ziffer (z. B. 7) dem rechten Ohr dargeboten wurde. D. h. die Reize wurden auf beide Ohren geteilt (split). Die Aufgabe der Vpn bestand darin, die Zifferpaare möglichst vollständig wiederzugeben. Es zeigte sich, dass die Wiedergabe nach Ohr (1-2-3, 7-8-9) und nicht nach Zifferpaaren (1-7, 2-8, 3-9) stattfand (Broadbent, 1954). Die Ergebnisse bestätigten die Annahme, dass zwei gleichzeitig präsentierte Reize nacheinander verarbeitet werden (Müller & Krummenacher, 2012; Krummenacher & Müller, 2017) und dass die Selektion der Stimuli beruhend auf ihren physikalischen Merkmalen (z. B. Ort oder Ohr) erfolgt (Krummenacher & Müller, 2017; Bellebaum, Thoma & Daum, 2012).

Welford (1952) untersuchte mit seinem Paradigma die psychologische Refraktärperiode (PRP Paradigma). Er zeigte seinen Vpn zwei Stimuli in einer schnellen Reihenfolge. Die Vpn sollten so schnell wie möglich auf jeden der Stimuli reagieren. Seine Ergebnisse zeigten, dass sich der Zeitabstand zwischen der Präsentation des ersten und des zweiten Stimulus, der sogenannten stimulus onset asynchrony (SOA), auf die RT auf den zweiten Stimulus auswirkt (Welford, 1952). Bei langen SOAs sinken die RT ab und bei kurzen SOAs nehmen sie zu. Welford (1952) ging davon aus, dass nur ein Stimulus gleichzeitig verarbeitet werden kann und es bei einem zweiten Stimulus zu einem *Engpass* kommt. Der zweite Stimulus muss demnach warten, bis die Verarbeitung des ersten Stimulus vollständig abgeschlossen ist (Bellebaum et al., 2012; Hagendorf et al., 2011). Dieser Befund bestätigt die serielle Verarbeitung der simultan präsentierten Stimuli nach (Broadbent, 1954).

Die Ergebnisse der Untersuchungen mittels der oben beschriebenen Paradigmen bildeten die Grundlagen der ersten Informationsverarbeitungstheorie (Müller et al., 2015): der Filtertheorie der Aufmerksamkeit (Broadbent, 1958). Die Filtertheorie stellt die Basis aller anderen theoretischen Überlegungen der Aufmerksamkeit dar (Krummenacher & Müller, 2017).

5.1.1.1 Filtertheorie der Aufmerksamkeit (Broadbent, 1958)

Die Filtertheorie nimmt an, dass zwei Eingangsreize, welche gleichzeitig präsentiert werden, parallel einen sensorischen Speicher erreichen können (Müller et al.,

2015). Nur einem der beiden Reize kann es aufgrund seiner physikalischen Eigenschaften gelingen, einen Filter zu durchlaufen. Der andere Reiz wird zunächst für kurze Zeit gehemmt und blockiert, über den Filter durchzugehen. Der Filter hat somit eine Schutzfunktion, denn er verhindert die Überlastung des kapazitätsbegrenzten seriellen Verarbeitungssystems. Die Reize, welche zum seriellen Verarbeitungssystem gelangen, werden gründlich verarbeitet und im Langzeitgedächtnis gespeichert. Die Filtertheorie der Aufmerksamkeit macht somit folgende Annahmen: Die Selektion der relevanten Reize findet in einem früheren Stadium der Verarbeitung statt und beruht auf den physikalischen Eigenschaften der Reize (z. B. Reizort). Die Reize werden nach dem Alles-oder-nichts-Prinzip weitergeleitet (Müller et al., 2015). Es gibt demnach nur ein serielles Verarbeitungssystem (Einkanal-Hypothese nach Welford, 1952) (Krummenacher & Müller, 2017; Hagendorf et al., 2011; Müller & Krummenacher, 2012; Müller et al., 2015).

Zusammenfassend geht die Filtertheorie von einem parallelen und einem seriellen Verarbeitungssystem und einem Engpass aus. Zum parallelen System können zwei Reize gelangen. Diese Reize müssen zunächst „gefiltert“ werden, bevor sie das serielle System erreichen, wo sie nacheinander verarbeitet werden. Die Selektion der beachtetten Reize findet früh statt und nichtbeachtete Reize werden verhindert. D. h. es kann nur ein beachtetter Reiz zu einem Zeitpunkt verarbeitet werden.

5.1.1.2 Ortsbezogene selektive Aufmerksamkeit

Die ortsbasierte visuelle Aufmerksamkeit wurde hauptsächlich durch zwei Paradigmen untersucht (Müller et al., 2015): (1) Das *Flankierreizparadigma* (Eriksen & Eriksen 1974) und (2) das Paradigma *räumlicher Hinweisreize* (spatial cueing paradigm) von Posner (1980).

Im Hinweisreizparadigma (Cueingparadigma nach Posner 1980) wird den Vpn zunächst ein Fixationskreuz präsentiert. Kurz darauf erscheint ein räumlicher Hinweisreiz (*spatial cue*), welcher auf den Ort des nachfolgenden Zielreizes mit einer gewissen Wahrscheinlichkeit (Validität) hinweisen kann. Die Hinweisreize können „zentrale Symbole“ (d. h. zentrale Hinweisreize „Cues“) wie z. B. ein Pfeil, der an der Position des Fixationskreuzes präsentiert wird und in eine bestimmte Richtung (links oder rechts) zeigt, oder periphere Hinweisreize (periphere Cues), welche direkt am Ort des Zielreizes, z. B. eine kurzzeitige Luminanzänderung, gezeigt werden, sein.

Die Hinweisreize können auch valide oder invalide sein. Valide Hinweisreize indizieren mit einer großen Wahrscheinlichkeit den Ort des Zielreizes und invalide Hinweisreize zeigen mit einer großen Wahrscheinlichkeit auf die andere Position, wo der Zielreiz nicht erscheint. Die Vpn sollen schnellstmöglich auf den Zielreiz durch einen einfachen Tastendruck reagieren. Die Funktion des Hinweisreizes besteht darin, die ortbezogene Aufmerksamkeit auf die angezeigte Position zu richten und die nichtindizierte Position zu vernachlässigen (Müller et al., 2015).

Die Ergebnisse der Untersuchungen im Hinweisreizparadigma zeigen, dass die Vpn bei validen Durchgängen (valide cues) auf den Zielreiz schneller reagieren als bei invaliden Durchgängen (invalide cues) und als bei neutralen Durchgängen (Ansorge & Leder, 2011; Krummenacher & Müller, 2017; Wentura & Frings, 2013). Bei schnellen RT spricht man von Reaktionszeit- „Gewinnen“ und bei langsamen RT von Reaktionszeit- „Kosten“.

Posner (1980) interpretierte seine Ergebnisse, dass Reize schneller und besser verarbeitet werden, wenn sie auf einem „attentional illuminierten“ Ort dargeboten werden als auf einem anderen Ort (Müller et al., 2015; Müller & Krummenacher, 2012; Krummenacher & Müller, 2017; Hagendorf et al., 2011). Aufgrund seiner Befunde stellte Posner sich vor, dass die Aufmerksamkeit wie ein Lichtkegel funktioniert (s. g. Lichtkegelmetapher der Aufmerksamkeit). Demnach werden Reize, welche an einem attentional beleuchteten Ort erscheinen, schneller und besser verarbeitet werden als die Reize, welche an einem nicht beleuchteten Ort präsentiert werden (Hagendorf et al., 2011). Posner nimmt außerdem an, dass der Durchmesser des Lichtkegels eine unveränderliche Größe aufweist und dass er von einem zum anderen Ort verschoben wird (Hagendorf et al., 2011). Er zog den Schluss, dass die Orientierung der Aufmerksamkeit durch drei getrennte Mechanismen erfolgt: Durch den *Movemechanismus* wird die Aufmerksamkeit von einem zum anderen Ort verlagert. Der *Disengagemechanismus* ist für die Ablösung der Aufmerksamkeit von einem Ort zuständig (findet vor der Verlagerung der Aufmerksamkeit statt) und der *Engagemechanismus* ist für die Bindung der Aufmerksamkeit an dem neuen Ort verantwortlich (findet nach der Verlagerung der Aufmerksamkeit statt) (Müller & Krummenacher, 2012; Krummenacher & Müller, 2017; Hagendorf et al., 2011). Die Verlagerung der Aufmerksamkeit erfolgt somit durch zwei Mechanismen a) die exogene Verlagerung auf periphere Hinweisreize und b) die endogene Orientierung auf zentrale Hinweisreize (Müller & Rabbitt, 1989).

Die exogene Ausrichtung der Aufmerksamkeit wird durch einen sensorischen Stimulus aus dem Umfeld ausgelöst, erfolgt in einer reflexiven Weise und ist durch eine kurze Latenz von ca. 50 ms, eine vorübergehende Aktivationsdauer von 50 bis 200 ms und einer relativ automatischen Funktionsweise gekennzeichnet (Müller et al., 2015). Die endogene Ausrichtung der Aufmerksamkeit erfolgt hingegen durch eine Intention, ist durch eine lange Latenz von mehr als 200 ms, eine lange Aktivierung von mehr als 500 ms und einer kontrollierten Arbeitsweise ausgezeichnet (Hagendorf et al., 2011). Studien konnten zeigen, dass die exogene Orientierung der Aufmerksamkeit unabhängig von einer zweiten Aufgabe funktioniert und dass sie auch durch nichtinformative Cues ausgelöst werden kann. Die endogene Ausrichtung der Aufmerksamkeit kann hingegen durch exogene Ausrichtung unterbrochen werden (Müller & Rabbitt, 1989).

5.1.1.3 Ortsbezogene Aufmerksamkeit und sakkadische Augenbewegungen

Studien mit dem Hinweisreizparadigma nach Posner (1980) zeigten, dass eine Abweichung zwischen dem Fixations- und Aufmerksamkeitsort möglich ist. Demnach kann man einen Punkt fixieren, während die Aufmerksamkeit auf einen andern Punkt gerichtet ist (Bellebaum et al., 2012). Außerdem kann die Aufmerksamkeit offen, d. h. beobachtbar oder verdeckt, d. h. nicht beobachtbar verschoben werden (Müller et al., 2015). Studien zum Zusammenhang zwischen offener und verdeckter Aufmerksamkeit zeigten unterschiedliche Ergebnisse. Zum einen weisen einige Studien darauf hin, dass die Richtung des Aufmerksamkeitsfokus mit der Richtung der Augenbewegung verbunden ist. Es ist demnach unmöglich, z. B. einen Punkt auf dem Monitor zu fixieren und die Aufmerksamkeit auf einem anderen Punkt zu fokussieren (siehe z. B. Shepherd, Findlay & Hockey, 1986; Hoffman & Subramaniam, 1995). Richtet man seine Augen z. B. nach links, bewegt sich die Aufmerksamkeit auch nach links. Eine Trennung der Augenbewegung und Aufmerksamkeitsbewegung bleibt aus.

Posner (1980) fand hingegen, dass die Verschiebung der Blickrichtung nach links (z. B. an die Position eines peripheren Hinweisreizes) zuerst eine Verschiebung der Aufmerksamkeit nach links voraussetzt. 50 bis 100 ms vor einer Sakkade kann man das Objekt erkennen, das am Zielort der Sakkade ist. Manche Autoren berichteten über ähnliche Ergebnisse (Deubel & Schneider, 1996; Kowler, Anderson, Doshier & Blaser, 1995). Befunde mit dem sogenannten Gap-Paradigma deuten darauf hin, dass die Aufmerksamkeit von einem Stimulus erst abgelöst werden kann, wenn kurz zuvor die Auf-

merksamkeit auf einen neuen Reiz in der Peripherie verlagert wurde (Müller et al., 2015).

Zusammenfassend hängt die ortbasierte Aufmerksamkeit mit sakkadischen Augenbewegungen zusammen. Kurz vor einer Sakkade bewegt sich die Aufmerksamkeit in die gleiche Richtung auf den Zielort der Sakkade. Die visuelle Information am Zielort der Sakkade kann kurz (ca. 50 -100 ms) vor der Augenbewegung erkannt werden (Müller et al., 2015).

5.2 Die Messung der Aufmerksamkeit mittels Blickregistrierung

Um die Fragen zu beantworten, wie die Aufmerksamkeit auf einen bestimmten Ort oder auf ein bestimmtes Objekt verlagert wird und aus welchen Quellen man relevante Informationen extrahiert, wird das Blickverhalten analysiert. Die Blickbewegungsregistrierung (eye-tracking) stellt in diesem Zusammenhang die am häufigsten eingesetzte Technologie dar und sorgt für einen Einblick in einige der Wahrnehmungs- und Aufmerksamkeitsmechanismen, welchen unsere Handlungen in unterschiedlichen Bereichen, wie z. B. im Sport unterliegen. Auch Leistungsunterschiede zwischen Experten und Novizen können durch das Verfahren beleuchtet werden. Erfahrene Radiologen beispielsweise können Krebs in einer Mammographie in einem Bruchteil einer Sekunde erkennen (Kundel, Nodine, Conant & Weinstein, 2007). Schach-Großmeister finden die Positionen der „checking pieces“ auf dem Schachbrett ohne jegliche Augenbewegungen (Reingold, Charness, Pomplun & Stampe, 2001).

Bei der Analyse von Blickverhalten werden verschiedene Blickbewegungsparameter, wie z. B. die Anzahl und die Dauer der Fixationen sowie Blickpfade, erfasst und ausgewertet. Je nach der Fragestellung und der Beziehung zur Aufmerksamkeit erfolgt das Heranziehen einer oder mehrerer Parameter des Blickbewegungsverhaltens.

Viele Studien bestätigen die Annahme, dass der Fixationsort ein zuverlässiger Hinweis auf den Ort des Aufmerksamkeitsfokus ist, weil die Aufmerksamkeit den Blick zum Fixationsort führt (Just & Carpenter, 1976). Diese Annahme stimmt mit der Vermutung überein, dass der Aufmerksamkeitsfokus mit Augenbewegungen eng miteinander verbunden ist (Shepherd et al., 1986; Hoffman & Subramaniam, 1995). Das bedeutet, dass zur Verlagerung der Aufmerksamkeit eine Augenbewegung bzw. eine Sakkade

benötigt wird, wobei sich die Aufmerksamkeit vor der Initiierung der Sakkade vom Fixationsort ablöst und sich danach an einem neuen Fixationsort anbindet (Posner, 1980). Die Informationen können nur während Fixationen und nicht während Sakkaden aufgenommen werden (Hoffman, 1990).

Die Anzahl der Fixationen ist auch ein valider Parameter zur Messung der Prozesse der Informationsaufnahme (Pieters & Wedel, 2008; Russo, 1978; Hofer & Mayerhofer, 2010). So hängt die Anzahl an Fixationen mit der Effektivität der Informationssuche zusammen (Goldberg & Kotval, 1998). Die Abnahme der Anzahl der Fixationen ist ein Zeichen für eine effiziente Informationssuche und umgekehrt (Hofer, 2010). Dennoch ist die Anzahl der Fixationen von der Schwierigkeit der Stimuli und der Aufgabenstellung abhängig (Hofer, 2010). Die Anzahl der Fixationen bei der Verarbeitung statischer Bilder ist weniger als die bei der Verarbeitung dynamischer Reize (Williams, 2002).

Die Dauer der Fixationen ist neben der Anzahl von Fixationen eines der meist untersuchten Blickbewegungsparameter. Die Fixationsdauer beschreibt die Stabilität des Blicks für bestimmte Zeit auf einem bestimmten Ort bzw. Objekt (Hofer & Mayerhofer, 2010) und repräsentiert den Umfang der kognitiven Verarbeitungsprozesse (Williams, 2002). Die minimale Dauer einer Fixation ist aber bis heute ungenau. Manche Wissenschaftler gehen davon aus, dass eine Fixation minimal 200 und maximal 500 ms dauert (Leven, 1983). Andere definieren die minimale Fixationsdauer bei 220 ms (McConkie, 1983). Andere Autoren schlagen hingegen eine minimale Fixationsdauer vor, welche von der Schwierigkeit der Informationsverarbeitung abhängig ist. Demnach dauert eine Fixation beim Lesen mindestens ca. 250 ms und bei der Betrachtung von statischen Bildern 300 bis 350 ms (Hofer & Mayerhofer, 2010). Trotz dieser Unstimmigkeit ist die Fixationsdauer ein Indikator für die visuelle Informationsverarbeitung (Williams, 2002; Leven, 1991).

5.2.1 Einflussfaktoren auf die Parameter des Blickbewegungsverhaltens

5.2.1.1 Die Intensität der visuellen Verarbeitung

Velichkovsky (1999) fand beispielsweise, dass die Fixationen länger dauern, wenn visuelle Informationen tiefer verarbeitet werden. Er zeigte seinen Vpn Schwarzweißbilder von unbekanntem Gesichtern und bat sie darüber zu entscheiden, ob die Bil-

der eher schwarz oder weiß sind (perzeptive Ebene), ob es sich bei den Gesichtern um eine weibliche oder männliche Person handelt (semantische Ebene) und ob die präsentierte Person freundlich oder unfreundlich aussieht (metakognitive Ebene). Er zeigte, dass je tiefer die Gesichter verarbeitet werden sollen, desto länger dauerten die Fixationen.

Es konnte außerdem gezeigt werden, dass Fixationen bei der Verarbeitung dynamischer Reize länger dauern als bei statischen Bildern (Helsen & Starkes, 1999). Dieses Ergebnis lässt sich auch im Sport bestätigen. Eine Meta-Analyse zeigt, dass erfahrene Sportler dazu tendieren, mehr Fixationen bei Betrachtung von dynamischen Reizen einzusetzen als bei statischen Reizen (Gegenfurtner, Lehtinen & Säljö, 2011). Demnach zählt die Fixationsdauer als Größe sowohl für die Intensität der visuellen Verarbeitung als auch für die kognitive Beanspruchung (Leven, 1991; Hofer, 2010). In diesem Zusammenhang sind längere Fixationen Hinweis darauf, dass zu verarbeitende Reize entweder unklar oder sehr anspruchsvoll sind (Hofer, 2010; Dabic und Hofer, 2008). Rayner (1978, 1982) fand, dass kontrollierte Verarbeitung mit längerer Fixationsdauer einhergeht. Diese Zunahme kann durch Expertise beeinflusst werden. So nimmt die Fixationsdauer mit zunehmender Erfahrung ab (Stager & Angus, 1978).

5.2.1.2 Die Komplexität der Visualisierung und der Testaufgabe

Unter Visualisierung ist jegliche Art der bildhaften Darstellung der Informationen wie statische Bilder, Videos und Animationen gemeint (Gegenfurtner et al., 2011). Manche Visualisierungen sind einfach wahrzunehmen, weil sie nur relevante Hinweisreize beinhalten und manche sind kompliziert, weil sie sowohl relevante als auch irrelevante Hinweisreize zeigen. Unter irrelevanten Hinweisreizen versteht man die Informationen, welche nicht benötigt werden, um eine Visualisierung zu verstehen und darauf passend zu reagieren (Mayer, 2009; Sweller, 1994). Irrelevante Hinweisreize können außerdem automatisch und unerwünscht mitverarbeitet werden (Langton & Bruce, 2000; Langton, O'Malley & Bruce, 1996; Langton & Bruce, 1999) und eine hohe „irrelevante“ Belastung auf die begrenzte Kapazität des Arbeitsgedächtnisses darstellen (Gegenfurtner et al., 2011).

Die Steigerung der Komplexität der Visualisierungen führt zu einer Zunahme der Anzahl der irrelevanten Hinweisreize. Diese Steigerung kann z. B. durch die Präsentation von dynamischen Reizen (z. B. Videos) erfolgen. Die Präsentation eines Bildes von einem Basketballspieler, der einen Pass nach links oder nach rechts simuliert, zeigt

die Passrichtung (relevante Information) und auch die Kopfrichtung (irrelevante Information). Wenn man den Basketballspieler als eine Videosequenz präsentiert, werden auch dynamische Aspekte der Bewegungsausführung wie die Änderung der Fuß-, Arm- und Beinposition und Änderung in Gelenken wie Ellenbogengelenk gezeigt. All diese Details stellen irrelevante und auch relevante Informationen für die Vorhersage der Passrichtung dar. Außerdem bedarf die Präsentation dynamischer Reize eine kontinuierliche Verarbeitung relevanter Informationen und eine kontinuierliche Ignoranz irrelevanter Informationen. Die Verarbeitung neu eingehender Informationen erhöht deshalb die Menge der Informationen, welche im Arbeitsgedächtnis gehalten werden muss. Das führt zu einem „Informationsstau“ im Arbeitsgedächtnis und zu einem Konflikt mit den begrenzten Ressourcen der verfügbaren Verarbeitungskapazität (Gegenfurtner et al., 2011). Zusammenfassend stellt die Steigerung der Komplexität der Visualisierung eine hohe Herausforderung auf das Arbeitsgedächtnis dar und kann deshalb das Blickverhalten stark beeinflussen.

5.2.1.3 Der Einfluss der Aufgabenkomplexität auf das Blickverhalten im Sport

Nicht nur die Steigerung der Komplexität der Visualisierung kann das Blickverhalten beeinflussen, sondern auch die Aufgabenkomplexität. Dem entsprechend kann die Strategie der Athleten bei der Wahrnehmung von Spielsituationen und der Entscheidungsfindung von der Aufgabenkomplexität abhängig sein (Mann et al., 2007). Basierend auf dem allgemeinen theoretischen Modell der Aufgaben nach Wood (1986) und der Klassifikation der Aufgabenkomplexität nach Campbell (1988) wurden vier Niveaus der Aufgabenkomplexitäten in eye-tracking-Forschungen im Sport unterschieden. Bei Betrachtungsaufgaben (viewing tasks) sollen Athleten Spielsituationen nur betrachten. Ein Beispiel dafür liefert die Studie von Vickers (1988), in der sie die Vpn mit unterschiedlichen Erfahrungen im Turnen bat, Fotos von gymnastischen Sequenzen zu betrachten (Vickers, 1988). Bei Entdeckungsaufgaben (detection tasks) sollen Athleten während des Spielgeschehens mögliche taktische Spiellösungen oder einen technischen Fehler entdecken. Ein Beispiel dafür findet man in der Schwimmer-Studie von Moreno, Saavedra, Sabido, Luis und Reina (2006), wo die Schwimmtrainer die Aufgabe hatten, so viele Fehler in der Technik von Schwimmern wie möglich zu erkennen (Moreno et al., 2006). Bei Entscheidungsaufgaben (decision tasks) bekommen die Athleten hingegen die Aufgabe eine Entscheidung zu treffen. Ein Beispiel dafür stellt die Studie von Helsen und Starkes (1999), in der Fußballspieler in unterschiedlichen Spielsituation

Entscheidungen so schnell und genau wie möglich treffen sollen. Bei Problemlösungsaufgaben (problem-solving tasks) sollen Vpn ein bestimmtes Problem lösen. Die Steigerung der Testaufgabe beeinflusst die Augenbewegungen (Williams, 2002). Es konnte aber kein eindeutiges Muster für die Anzahl und Dauer der Fixationen gefunden werden (Gegenfurtner et al., 2011).

Viele Studien im Sport zeigen, dass erfahrene Sportler bessere und effizientere Suchstrategien nutzen als unerfahrene Athleten (Williams, 2002; Williams, Davids, Burwitz & Williams, 1993; Ripoll, Kerlirzin, Stein & Reine, 1995; Savelsbergh, Williams, van der Kamp & Ward, 2002). Die visuellen Suchstrategien beziehen sich auf die Art und Weise, wie Augenbewegungen die visuelle Aufmerksamkeit auf die relevante Information richten (Williams, 2002). Die wichtigsten Parameter der visuellen Suchstrategien sind Fixationen (Dauer und Anzahl), Sakkaden (Länge und Anzahl) und die Position des Blicks die s.g. *areas of interest* (AOI).

Piras, Lobiatti und Squatrito (2014) verglichen die Leistung erfahrener und nicht erfahrener Volleyballspieler in einer visumotorischen Aufgabe mit Hilfe von realistischen Stimuli. Den Vpn (jeweils 15 Experten und 15 Novizen) wurden Videos von einem Volleyballspieler bei der Ausführung eines Angriffsversuchs präsentiert. Die Vpn sollten den Spin des Balles (vorwärts oder rückwärts) durch einen Tastendruck vorherhersagen. Gemessen wurden die Reaktionszeit, die Genauigkeit und das Blickverhalten. Die Ergebnisse zeigten, dass Experten schneller und genauer bei der Vorhersage der Ballrichtung waren als Novizen. Sie brauchten weniger Fixation von längerer Dauer und sie verwandten weniger Zeit in der Fixierung aller Bildschirm-Bereiche, von denen sie kritische Informationen extrahierten. Es gab eine signifikante Korrelation zwischen Fixationsdauern und Reaktionszeiten für Experten bei richtigen Antworten und eine signifikante Korrelation zwischen Fixationsdauern und -anzahlen beider Gruppen bei richtigen Antworten. Die Korrelationen wurden so interpretiert, dass erfahrene Athleten für ihre richtige Antizipation der Spielsituation weniger kognitive Schritte brauchen (Piras et al., 2014). Die Informationssuche bei den Experten bezieht sich demnach auf die Bedeutung der Hinweisreize und die ihre gegenseitige Beziehungen. Betrachtet der Experte aufgrund seiner Erfahrung einen Hinweisreiz als wichtig im Vergleich zu anderen Hinweisreizen, stoppt er die Informationssuche, fixiert den Hinweisreiz länger und gibt die Reaktion schneller (Piras et al., 2014). Daher nehmen die RT ab und die Fixationsdauer zu. Weiterhin zeigten die Ergebnisse, dass Experten bei falschen Antworten die

Beine und die Hände der Stimuluspersion länger fixierten als Novizen. Bei richtigen Antworten fixierten Experten Beine, Hände und Rumpf kürzer als bei falschen Antworten. Novizen zeigten keine Unterschiede der fixierten Bereiche bei richtigen und falschen Antworten (Piras et al., 2014). Ähnliche Ergebnisse zeigten auch (Piras, Lobietti & Squatrito, 2010). Diese Ergebnisse stehen im Einklang mit der Annahme, dass erfahrene Sportler weniger Informationen verwenden und weniger kognitive Schritte benötigen, um ihr Ziel zu erreichen (Bennis & Pachur, 2006). Helsen und Starkes (1999) untersuchten die Fragestellung, ob erfahrene und nicht-erfahrene Fußballspieler bei der Lösung einer taktischen Aufgabe unterschiedliche Leistungen bringen. Den Vpn wurden statische Bilder einer Fußball-Spielsituation gezeigt. Sie musste einen der drei möglichen taktischen Lösungen so schnell und genau wie möglich wählen. Die sind 1) Schießen auf das Tor, 2) Dribblings um den Torwart oder einen Gegner und 3) den Ball zu einem Mitspieler passen. Die Ergebnisse zeigten, dass die Schießen-Situation schneller und genauer gelöst wurde als Dribbling- und Passsituation. Experten konnten die Dribbling- und Passsituation besser lösen als Nicht-Experten. Kein Unterschied zwischen beiden Gruppen in der Leistung wurde in Schieß-Situation gefunden. Die Ergebnisse der Fixationsdauer und Fixationsanzahl zeigten, dass Fixationsanzahl von Schieß- über Dribbling- bis zu Passsituation abnahm. Es gab aber keinen signifikanten Unterschied in der Fixationsdauer. Dieses Ergebnis steht im Einklang mit den Befunden anderer Studien, wonach Experten weniger Fixationen brauchen als Novizen (Helsen & Pauwels, 1990). Dies bestätigt die *information-reduction hypothesis* nach Haider und Frensch (1999), wonach Experten die Menge der verarbeiteten Informationen optimieren können, indem sie sich auf aufgabenrelevante Informationen konzentrieren und aufgabenirrelevante Informationen ignorieren (Haider & Frensch, 1999). Außerdem zeigen die Ergebnisse, dass beide Gruppen den freien Mitspieler länger fixieren als andere Bereiche. Bei falschen Antworten beobachten die Experten den Ballbesitzer länger als bei richtigen Antworten. Nicht-Experten fixieren das Tor weniger bei falschen Antworten. Unter Verwendung von dynamischen Reizen (Experiment 3) zeigten Helsen und Starkes (1999) außerdem, dass Fußballspieler mit weniger Erfahrung ihre Aufmerksamkeit sehr häufig von einer potentiellen Informationsquelle zu einer anderen wechseln. Das Ergebnis bestätigt die Annahme, dass Novizen eher eine verteilte Informationssuche und Experten eine selektive Aufmerksamkeit nutzen. Die Expertise führt somit zu kürzeren Informationsverarbeitungszeiten und damit kürzeren Reaktionszeiten und besserer Leistung (Helsen & Starkes, 1999). Die Gesamtdauer der Fixationen war bei der Prä-

sensation von Videos länger als bei statischen Bilder. Jedoch zeigten die Ergebnisse dabei keinen Unterschied zwischen Experten und Nicht-Experten. Unabhängig von der Expertise konnte das folgende Blickverhalten festgestellt werden: Vor der Präsentation eines Stimulus fixierten die Vpn einen zentralen Punkt in der Mitte des Bildschirms, um näher am potentiellen Reiz zu bleiben. Bei Erscheinen des Stimulus gab es eine Latenzphase und danach machten sie ihre erste Sakkade. Diese Sakkade ist meistens auf große Bereiche des präsentierten Stimulus, wie z. B. dem Torbereich oder einem Spieler mit Ballbesitz gerichtet. Diese erste Fixation sorgt für eine erste visuelle Information über die Richtung des Angriffs und um die Spielsituation (Schieß-, Pass oder Dribblingsituation) festzustellen. Die Analyse der Fixationsorte in der Vorbereitungsphase der Reaktion und in der Reaktionsphase zeigte, dass der angreifende Spieler in der Vorbereitungsphase mehr fixiert wurde als andere Bereiche. In der Reaktionsphase wurden die Mitspieler (angreifende und freie Mitspieler) mehr fixiert als andere Bereiche.

Das Blickverhalten und visuelle Suchstrategien wurden auch in Täuschungssituationen untersucht. Tay et al. (2012) untersuchten die Effektivität der Verwendung von gefälschten visuellen Hinweisen durch die Elfmeterschützen auf die Halte-Quote der Torhüter, und prüften auch dabei, ob Torhüter unterschiedliche visuelle Suchstrategien verwenden. Es zeigte sich, dass Torhüter in den Durchgängen ohne Täuschungen mehr Bälle (65,4%) hielten als in den Durchgängen mit Täuschungen (38,4%). Weiterhin zeigten die Ergebnisse eine Abhängigkeit der Paraden-Quote und der Täuschungsart. Bei der Blicktäuschung und der Täuschung mit Anlaufwinkel hielten die Torhüter jeweils ca. 45% der Bälle und bei Doppel-Täuschung (Blickrichtung und Anlaufwinkel) waren sie nur bei 20,3% der Bälle erfolgreich. Die Ergebnisse zeigten keinen signifikanten Unterschied in der Betrachtungszeit und -häufigkeit der AOIs zwischen den Durchgängen mit und ohne Täuschungen. Außerdem fanden die Autoren, dass die Vpn kein einheitliches visuelles Blickmuster verwendeten. Torhüter, welche die beste Leistung bei Nicht-Täuschungen (79%) zeigten, verwendeten ganz unterschiedliche visuelle Suchstrategien. Einige von ihnen fixierten den Ball und den Rasen vor dem Ball und die Anderen fixierten den Kopf, Oberkörper und Rasen zwischen dem Schützen und dem Ball, wobei jeder Torhüter eine einheitliche Strategie einsetzte. Die Autoren interpretierten die einheitliche Suchstrategie damit, dass Vpn nur ein Blickverhalten unabhängig von Täuschungssituationen bevorzugen. So bleibt die Informationsaufnahme bei Täuschung und Nichttäuschung gleich (Tay et al., 2012). Interessanterweise hatte keiner der besten Torhüter eine einzige Fixation in AOIs des Unterkörpers. Dies stimmt mit den

vorherigen Befunden nicht überein, welche das Standbein als die wichtigste Informationsquelle identifizierten (Savelsbergh et al., 2005; Lees & Owens, 2011). Dieses Ergebnis deutet aber daraufhin, dass Vpn *eine verteilte Informationsaufnahme-Strategie* verwendeten (Garcia-Diaz, Leboran, Fdez-Vidal & Pardo, 2012). Trotz der uneinheitliche Befunde zu den Suchstrategien ist eine effiziente Suchstrategie durch kurze Fixationsdauer und einer erhöhten Fixationsanzahl auf der aufgabenrelevanten Information und durch weniger Fixationen und längeren Sakkaden auf aufgabenirrelevanten Bereichen gekennzeichnet (Williams, 2002; Gegenfurtner et al., 2011).

5.3 Der Einfluss der sozialen Hinweisreize auf die Aufmerksamkeit

Soziale Hinweisreize wie die Blick- und die Kopfrichtung, aber auch Zeigegesten, ermöglichen die Kommunikation mit anderen Menschen. Die Bedeutsamkeit der sozialen Hinweisreize in der zwischenmenschlichen Kommunikation ist bereits zu Anfang der Kindheit zu erkennen. Kleinkinder, welche ihr erstes Lebensjahr noch nicht vollendet haben, besitzen die Fähigkeit, ihre Aufmerksamkeit auf die Blickrichtung ihres Gegenübers zu verschieben und diese Verschiebung ständig zu lernen, bis sie automatisiert wird (Müller et al., 2015; Scaife & Bruner, 1975; Frischen, Bayliss & Tipper, 2007). Kleinkinder können außerdem die Blickrichtung von anderen Menschen erkennen können (Maurer, 1985). Kinder im Alter von 3 bis 6 Monaten können auch die Änderung in der Blick- und Kopforientierung identifizieren (Butterworth & Jarrett, 1991). Dennoch müssen sie in die gleiche Richtung zeigen, damit die Kinder im Alter von 14 bis 18 Monaten ihren Blick in die gleiche Richtung der beiden sozialen Hinweisreize verschieben (Moore & Corkum, 1998). Eine Änderung der Blick- oder der Kopfrichtung alleine ist nicht ausreichend, um die Aufmerksamkeit der Kleinkinder zu lenken. Kinder können auch neue Wörter lernen, indem man den Zeigefinger auf das Wort richtet und es gleichzeitig laut spricht (Heyes, 2009). Außerdem zeigen Untersuchungen, dass Neugeborene die Fixierung menschlicher Gesichter in ihrem visuellen Umfeld präferieren im Vergleich zu anderen Objekten (Simion, Valenza, Cassia, Turati & Umiltà, 2002; Valenza, Simion, Cassia & Umiltà, 1996) und dass sie lieber diejenigen Gesichter anschauen, deren Augen geöffnet sind, als solche, deren Augen geschlossen sind (Batki, Baron-Cohen, Wheelwright, Connellan & Ahluwalia, 2000). Neugeborene bevorzugen auch das Gesicht ihrer Mutter im Vergleich zu anderen Gesichtern (Bushneil, Sai &

Mullin, 1989). Diese Befunde führen zur Annahme, dass die Blickrichtung bereits ab dem 18 Monat ein bedeutsamer Hinweisreiz ist und eine wichtige Rolle bei der Interaktion mit dem sozialen Umfeld spielt (Batki et al., 2000). Nicht nur bei Kleinkindern, sondern auch bei den Erwachsenen, nimmt der Blick eine Sonderstellung ein. Es konnte beispielsweise gezeigt werden, dass Testpersonen ihre Bekannten und Freunde viel häufiger anschauen als fremde Personen (Argyle, Ingham, Alkema & Mccallin, 1973). Außerdem zeigen viele Studien, dass die Blickrichtung die Aufmerksamkeit des Betrachters lenken kann und dass sie automatisch verarbeitet wird.

Langton und Bruce (1999) benutzten bspw. Das räumliche Cueingparadigma von Posner (1980) und präsentierten ihren Vpn einen Buchstaben (Zielreiz), welcher auf einem von vier möglichen Orten (links, rechts, unten und oben) auf einem Bildschirm erscheinen konnte. Kurz vor Erscheinen des Zielreizes wurde ein menschliches Gesicht in der Mitte des Bildschirms präsentiert. Die Blickrichtung konnte dabei auf einen der vier möglichen Erscheinungsorte des Zielreizes hindeuten, wobei die Blickrichtung mit der Kopforientierung immer und in allen Bedingungen übereinstimmte. In validen Durchgängen deutete die Blickrichtung (und auch die Kopforientierung) auf den Zielreizort hin und in invaliden Durchgängen zeigte sie auf den anderen Ort. Die Vpn hatten die Aufgabe, schnellstmöglich auf den Zielreiz zu reagieren. Sie wurden dabei instruiert, dass das Gesicht keine valide Information über den Erscheinungsort des Zielreizes gibt und dass sie es ignorieren sollten. Gemessen wurden die RT in ms. Die Ergebnisse zeigten, dass die RT in validen Durchgängen schneller waren als in invaliden Durchgängen. Die schnellen RT in validen Bedingungen bestätigen die Annahme, dass die Richtungsinformationen der Blickrichtung die Aufmerksamkeit des Beobachters lenken können und dass sie automatisch verarbeitet werden, obwohl sie für die Aufgabe irrelevant sind. Ähnliche Ergebnisse wurden in den anderen Studien erzielt (Driver, Davis, Ricciardelli, Kidd, Maxwell & Baron-Cohen, 1999; Friesen & Kingstone, 1998). Dieses Ergebnismuster steht im Einklang mit der Annahme von Posner (1980), wonach Reize schneller und besser verarbeitet werden, wenn sie auf einem „attentional illuminierten“ Ort dargeboten als auf einen anderen Ort (Müller et al., 2015; Müller & Krummenacher, 2012; Krummenacher & Müller, 2017; Hagendorf et al., 2011).

Außerdem gibt es viele Hinweise darauf, dass verschiedene soziale Hinweisreize, wie Gesichtsausdrücke, Blickrichtung und Kopforientierung, eng miteinander zusammenhängen und sich gegenseitig beeinflussen können. Langton (2000) ging dieser

Fragestellung nach und präsentierten seinen Vpn statische Bilder, welche ein menschliches Gesicht zeigten. Die Blickrichtung konnte mit der Kopforientierung übereinstimmen (kongruente Bedingung) und nicht übereinstimmen (inkongruente Bedingung). In kongruenten Bedingungen zeigten die Blickrichtung und Kopforientierung in die gleiche Richtung, z. B. nach links, und in inkongruenten Durchgängen wiesen sie in unterschiedliche Richtungen, z. B. nach oben und nach unten. In einem Testversuch sollten die Vpn schnellstmöglich auf die Blickrichtung (relevante Information) reagieren und so gut wie möglich die Kopforientierung (irrelevante Information) ignorieren. In einem anderen Testversuch wurde die Aufgabe umgekehrt. D. h. die Vpn sollten nun auf die Kopforientierung reagieren und die Blickrichtung ignorieren. Die Ergebnisse zeigten schnellere RT in kongruenten Bedingungen im Vergleich zu inkongruenten Durchgängen. Langton (2000) interpretierte seine Ergebnisse dahingehend, dass die irrelevante Information mitverarbeitet wurde und die Identifizierung der relevanten Information erschwert, was in längeren RT zu erkennen war (Langton, 2000). Die Ergebnisse zeigen außerdem, dass sich die Verarbeitung der Blickrichtung und der Kopforientierung gegenseitig beeinflussen können. Ähnliche Ergebnisse erzielten Langton et al. (2000).

Weitere Befunde zur gegenseitigen Beeinflussung sozialer Hinweisreize konnten Langton et al. (1996) finden. Sie präsentierten den Vpn statische Bilder, in denen Zeigegesten nach oben, unten, links oder nach rechts zeigten. Gleichzeitig hörten die Vpn akustische Signale, welche mit Zeigegesten übereinstimmten (kongruente Bedingung) oder nicht übereinstimmten (inkongruente Bedingung). In der kongruenten Bedingung zeigte die Zeigegeste z. B. nach oben und die Vpn hörten gleichzeitig das Wort „nach oben“. In der inkongruenten Bedingung zeigte die Zeigegeste z. B. nach oben und die Vpn hörten das Wort „nach unten“. Die Vpn hatten die Aufgabe, in einem Durchgang auf die Richtung der Zeigegeste (relevante Information) so schnell wie möglich zu reagieren und dabei die Bedeutung des gesprochenen Worts (irrelevante Information) zu ignorieren. In einem anderen Durchgang sollten die Vpn auf das Richtungswort reagieren und die Richtung der Zeigegeste ignorieren. Die Ergebnisse zeigten, dass die Vpn in kongruenten Bedingungen schneller reagierten als in inkongruenten Bedingungen und dass sich die Zeigegeste und das Richtungswort gegenseitig beeinflussten. Die Autoren nahmen an, dass die Vpn nicht in der Lage waren, die irrelevante Information zu unterdrücken. Irrelevante Informationen wurden automatisch mitverarbeitet und beeinflussten die Entscheidung der Vpn. Anzumerken an der Studie von Langton et al. (1996) war, dass die Wirkung der sichtbaren Kopforientierung nicht ausgeschlossen wurde,

was die Ergebnisse zum größten Teil beeinflussen konnte. In einer anderen Studie berücksichtigten Langton und Bruce (2000) den möglichen Einfluss der Kopforientierung und gingen der Fragestellung nach, ob die Blickrichtung und die Kopforientierung den gefundenen Effekt von Langton et al. (1996) beeinflussen können. Zu diesem Zweck präsentierten sie den Vpn statische Bilder einer männlichen Person. Die Person führte eine Zeigegeste nach oben oder nach unten aus. Die Kopforientierung konnte kompatibel, nicht kompatibel oder neutral zu der Richtung der Zeigegeste sein. Bei neutralen Bedingungen zeigte der Kopf nach vorne. Gleichzeitig hörten die Testpersonen ein gesprochenes Wort „nach oben“ oder „nach unten“. Die Vpn sollten so schnell wie möglich auf das Richtungswort reagieren und die Kopfrichtung und die Richtung der Zeigegeste ignorieren. Die Ergebnisse des ersten Experiments zeigten, dass die RT insgesamt langsamer waren, wenn die Richtung der Zeigegeste nicht mit dem gesprochenen Wort übereinstimmte im Vergleich zu der Bedingung, wo sie miteinander übereinstimmten. Der Unterschied in den RT zwischen kongruenten und inkongruenten Bedingungen war am größten, wenn die Kopforientierung mit der Richtung der Zeigegesten übereinstimmte im Vergleich zur neutralen und zur inkongruenten Kopforientierung (Langton & Bruce, 2000). Die bisherigen Ergebnisse deuteten darauf hin, dass die Kopforientierung den Kongruenzeffekt modulieren kann. Die Modulation des Effekts durch die Kopforientierung ermöglicht die Aussage, dass sowohl die Zeigegeste als auch die Kopforientierung mitverarbeitet werden und die Verarbeitung der relevanten Information (Reaktion auf das Richtungswort) erschweren. Im zweiten Experiment untersuchten Langton und Bruce (2000) die Fragestellung, ob die Zeigegeste und die Kopforientierung automatisch und gleichzeitig verarbeitet werden. Dabei sollten die Vpn in einem Durchgang auf die Zeigegeste reagieren und die Kopforientierung nicht berücksichtigen und in einem anderen Durchgang umgekehrt auf die Kopforientierung eine Antwort geben. Die Ergebnisse des zweiten Experimentes bestätigten die Hypothese von Langton und Bruce (2000), dass sowohl die Zeigegeste als auch die Kopforientierung einen Kongruenzeffekt verursachen und dass sie parallel und automatisch verarbeitet werden. Die weiteren Befunde (Experiment 3) der Studie zeigten, dass nur diejenigen Reize, welche Richtungsinformationen beinhalten, einen Kongruenzeffekt herbeiführen können. Auch nicht soziale Hinweisreize, welche Richtungsinformationen aufweisen, wie z. B. ein Pfeil, können Kongruenzeffekte verursachen (Experiment 4), weil es sich bei solchen Reizen um Symbole mit gelernter Bedeutung handelt. Zusammenfassend lässt sich die Wirkung sozialer Hinweisreize auf die Aufmerksamkeit durch zwei Hauptpara-

digmen untersuchen. Beim Cueing-Paradigma (Posner 1980) dienen soziale Reize als räumliche Hinweisreize, welche kompatibel, inkompatibel, valide oder invalide sein können. Untersuchungen mit dem Cueing-Paradigma zeigen, dass soziale Hinweisreize die Aufmerksamkeit des Betrachters lenken können. Zielreize, auf die durch soziale Hinweisreize hingedeutet wird, werden schneller verarbeitet im Vergleich zu Reizen, die nicht am hingewiesenen Ort erscheinen (Langton & Bruce, 1999). Die Hinweisreize erfüllen die gleiche Funktion wie periphere Cues, obwohl sie zentral präsentiert werden (Müller et al., 2015).

6 Übersicht über die Arbeit und konkrete Fragestellungen

Aufbauend auf den Befunden von Kunde et al. (2011), Alhaj Ahmad Alaboud et al. (2012) und Weigelt et al. (2017) besteht das Ziel der vorliegenden Arbeit darin, die Blicktäuschung unter realistischen Rahmenbedingungen zu untersuchen. Die Studie von Kunde et al. (2011) schaffte den ersten Schritt, kognitive Prozesse, welche der Blicktäuschung zugrunde liegen, zu verdeutlichen. Dabei spielt die automatische Verarbeitung von einem irrelevanten Reizmerkmal (der Blickrichtung) in der perzeptuellen Phase der Informationsverarbeitung eine entscheidende Rolle. Die Studie von Kunde et al. (2011) detektiert somit den Auslöser des BTEs (d. h. die Blickrichtung), den Wirkort des Effektes (in der perzeptuellen Phase) und die Wirkmechanismen dafür (d. h. den Reaktionskonflikt zwischen einem relevanten und einem irrelevanten Reizmerkmal). Die Studie von Alhaj Ahmad Alaboud et al. (2012) beleuchtete eine andere Seite der Blicktäuschung im Basketball und untersuchte die Fragestellung, wie häufig eine Blicktäuschung eingesetzt werden sollte. Darüber hinaus zeigte die Arbeit von Weigelt et al. (2017), dass nicht nur Novizen, sondern auch Basketballspieler einen BTE zeigen. Diese Studien haben viele Gemeinsamkeiten. Sie finden in einem klassischen labor-experimentellen Setting statt, d. h. es werden statische Bilder auf einem kleinen Bildschirm präsentiert (17 oder 24 Zoll) und es wird eine Reaktion per Tastendruck verlangt. Diese Rahmenbedingungen der Untersuchung der Blicktäuschung sind aus experimenteller Sicht von Vorteil, weil sie sehr streng kontrolliert sind und weil sie mit den Rahmenbedingungen der Untersuchung anderer Konfliktaufgaben vergleichbar sind (z. B. Stroop- und Simon-Aufgabe). Sie sind aber aus sportpraktischer Sicht von Nachteil, weil sie die reale eins-gegen-eins Situation nicht realitätsgetreu abbilden können. Das betrifft vor allem den Präsentationkontext (die Bildgröße und der Distanz zum Bild), das Stimulusmaterial, die Antwortkomplexität und den globalen Einfluss der Häufigkeitsverteilung auf den BTE. Daher besteht das Ziel der vier Experimentalreihen der vorliegenden Arbeit in der Untersuchung der Blicktäuschung im Basketball unter realitätsnahen Bedingungen.

Das Ziel der ersten Experimentalreihe ist von methodischer Natur und versucht einen Übergang von üblichen Experimenten am Computer auf einen realistischen Handlungsrahmen der Blicktäuschung im Basketball zu schaffen. In Experiment 1.1

wird der Fragestellung nachgegangen, ob sich der Präsentationskontext (d. h. die Bildgröße und Distanz zum Bild) auf den BTE auswirkt. Den Vpn wurden mit einem Beamer statische Bilder eines Basketballspielers bei der Ausführung eines Druckpasses an einer Wand präsentiert. Die Bildgröße (\emptyset 33,6, 67,2, 100,8 cm) und der Abstand zwischen Vpn und Bild (70, 140, 210 cm) wurde systematisch variiert, so dass der Sehwinkel unabhängig von der Bildgröße konstant war. Die kleinste Bildgröße entsprach dabei den üblichen experimentellen Rahmenbedingungen an einem 24“-PC-Monitor. Die Aufgabe der Vpn war es, schnellstmöglich auf die Passrichtung zu reagieren und dabei die Blickrichtung ignorieren. Es wurde angenommen, dass der BTE unabhängig vom Präsentationskontext (bei gleichbleibendem Sehwinkel) auftritt. In Experiment 1.2 wurde der Fragestellung nachgegangen, ob der Sehwinkel den BTE modulieren kann. Wie in Experiment 1.1 wurden den Vpn statische Bilder eines Basketballspielers an einer Wand präsentiert. Die Herangehensweise entsprach der in Experiment 1.1 bis auf eine Änderung. Der Abstand (140 cm) zwischen den Vpn und dem Stimulusbild wurde bei variierender Bildgröße konstant gehalten, sodass sich drei Sehwinkel ($11,0^\circ$; $20,8^\circ$; & $32,2^\circ$) ergaben. Die Vpn sollten schnellstmöglich durch einen Tastendruck auf die Passrichtung reagieren und dabei die Blickrichtung ignorieren. Es wurde angenommen, dass der Sehwinkel den BTE nicht beeinflusst.

Das Ziel der zweiten Experimentalreihe bestand in der Untersuchung des Einflusses der Steigerung der Antwortkomplexität und der Präsentation dynamischer Reize auf den BTE. In Experiment 2.1 wurde den Vpn wie in Experiment 1.1 statische Bilder von einer gleichen Größe (\emptyset 100,8 cm) eines Basketballers wieder gezeigt. Die Vpn sollten schnellstmöglich auf die Passrichtung reagieren und so gut wie möglich die Blickrichtung ignorieren. In einem Experimentalblock erfolgte die Reaktion per Tastendruck (einfache Antwort) und in einem anderen Block durch eine quasi-realistische Abwehrbewegung (komplexe Antwort). Es wurde der Fragestellung nachgegangen, ob sich die Steigerung der Antwortkomplexität auf den BTE auswirkt. Es wurde angenommen, dass der BTE sowohl bei einfachen als auch bei komplexen Antworten auftritt und dass er für die komplexen größer ist als für die einfachen Antworten. In Experiment 2.2 wurden die statischen Bilder durch Videos ersetzt. Die Reaktion erfolgte dabei ausschließlich mittels einer Ganzkörperbewegung (komplexe Antwort). Das Experiment 2.2 prüft, ob der BTE auf die Präsentation dynamischer Reize übertragen werden kann. Angenommen wurde, dass sich der BTE auf die Präsentation dynamischer Reize erweitern lässt.

In der dritten Experimentalreihe wurden mehrere Ziele verfolgt. Zum einen sollte die Wirkung einer extremeren Häufigkeitsverteilung auf den BTE untersucht werden. Zum anderen sollte die mögliche Wirkung der extremeren Häufigkeitsverteilung unter laborbedingten (statische Bilder und einfache Antwortkomplexitäten) und quasi-realistische Bedingungen (dynamische Reize und komplexe Antwortkomplexitäten) überprüft werden. In Experiment 3.1 wurden den Vpn statische Bilder präsentiert. Jede Vpn absolvierte eine Reihe von fünf Testblöcken. Die Häufigkeit der Blicktäuschung in Relation zu Direktpassen (10%, 25%, 50%, 75% und 90%) wurde systematisch variiert. Die Vpn gaben ihre Antwort per Tastendruck (einfache Antwort). Dabei wurde der Fragestellung nachgegangen, ob extremere Häufigkeitsverteilungen den BTE modulieren können. Angenommen wurde, dass der BTE größer wird, wenn eine Blicktäuschung selten (10%) präsentiert ist und dass der BTE kleiner ausfällt, wenn eine Blicktäuschung sehr häufig (90%) vorkommt. In Experiment 3.2 wurden drei Gruppen getestet. Ihnen wurden kurze Videosequenzen statt statischer Bilder auf einer Wand präsentiert. Die Häufigkeitsverteilung der Blicktäuschung wurde zwischen den Gruppen variiert. Die erste Gruppe absolvierte das Experiment mit 20%, die zweite Gruppe mit 50% und die dritte Gruppe mit 80% Blicktäuschungen. Die Vpn sollten auf die Passrichtung mit einer Ganzkörperbewegung reagieren (komplexe Antwort). Angenommen wurde, dass die Gruppe mit 20% Blicktäuschungen einen größeren BTE erzielen als die Gruppen mit 50% und 80% Blicktäuschungen.

Die vierte Experimentalreihe verfolgte das Ziel, das Blickverhalten bei der Verarbeitung von Blicktäuschung mittels *eye-tracking* Technologie zu analysieren. Dabei wurde der Fragestellung nachgegangen, ob das aufgabenirrelevante Reizmerkmal (Blickrichtung bzw. Kopforientierung) zu einer Verlagerung der Aufmerksamkeit führt. In Experiment 4.1 wurden den Vpn statische Bilder (siehe Experiment 1.1) und im Experiment 4.2 Videosequenzen (siehe Experiment 2.2) eines Basketballspielers gezeigt. Neben RT und RE wurden Blickbewegungen (Fixationen und Sakkaden) erfasst. Es wurde angenommen, dass die Kopforientierung zur Verlagerung der Aufmerksamkeit der Vpn führt. Außerdem wurde die Hypothese aufgestellt, dass Vpn eine Blicktäuschung häufiger und länger fixieren als keine Blicktäuschung.

7 Experimentalreihe 1: Skalierung

In Kapitel 3.1.4 wurde verdeutlicht, dass der Sehwinkel und die Tiefenwahrnehmung unsere Größenwahrnehmung beeinflussen können. Der Sehwinkel sagt aus, wie groß ein Objekt scheint (Goldstein et al., 2015). Der abgebildete Sehwinkel eines Objektes ist sowohl von der Größe als auch von der Entfernung des Objektes abhängig. Große und nahe Objekte nehmen demnach einen großen Sehwinkel ein. Kleine und entfernte Objekte weisen hingegen einen kleinen Sehwinkel auf. Gregory (2015) schlug die sogenannte *Größen-Distanz-Skalierung* vor, um den Zusammenhang zwischen der Größe und der Entfernung bei der Größen- und Tiefenwahrnehmung zu verdeutlichen. Seiner Gleichung nach ist die wahrgenommene Größe von der wahren Größe eines Objektes und der Entfernung abhängig. Ändert man einen der beiden Parameter, verändert sich demnach auch die wahrgenommene Größe. Wenn man aber die zwei Parameter entsprechend ändert, dann kommt es zu Größenkonstanz. Die Studie von Holway und Boring (1941) zeigt außerdem, dass Objekte von unterschiedlichen Größen als gleich wahrgenommen werden, wenn sie auf der Netzhaut gleich repräsentiert werden. Verknüpft man die Annahmen über die Größenwahrnehmung mit den Befunden zum BTE im Basketball, stellt sich die Frage, ob die Bildgröße, die Entfernung zum Bild und der Sehwinkel den BTE beeinflussen können. Diese Frage ist von großer Bedeutung, wenn man die Blicktäuschung im Basketball unter realistischen Rahmenbedingungen untersuchen möchte, denn in der realen Situation ist der Basketballspieler deutlich größer als auf einem Standard Computer-Monitor.

Das Ziel der ersten Experimentalreihe ist von methodischer Natur und versucht, einen Übergang von üblichen Experimenten am Computer auf einen realistischeren Handlungsrahmen der Blicktäuschung im Basketball zu schaffen. In Experiment 1.1 wird der Fragestellung nachgegangen, ob sich der Präsentationskontext (d. h. die Bildgröße und Distanz zum Bild) auf den BTE auswirkt. Den Vpn wurden mit einem Beamer statische Bilder eines Basketballspielers bei der Ausführung eines Druckpasses an einer Wand präsentiert. Die Bildgröße (Ø 33,6, 67,2, 100,8 cm) und der Abstand zwischen Vpn und Bild (70, 140, 210 cm) wurde systematisch variiert, so dass der Sehwinkel unabhängig von der Bildgröße konstant war. Die kleinste Bildgröße entsprach dabei den üblichen experimentellen Rahmenbedingungen an einem 24“-PC-Monitor. Der Faktor Präsentationskontext war geblockt und über die Vpn ausbalanciert. Die Aufgabe

der Vpn war es, schnellstmöglich auf die Passrichtung zu reagieren und dabei die Blickrichtung zu ignorieren. Es wurde angenommen, dass der BTE unabhängig vom Präsentationskontext (bei gleichbleibendem Sehwinkel) auftritt. In Experiment 1.2 wurde der Fragestellung nachgegangen, ob der Sehwinkel den BTE modulieren kann. Wie in Experiment 1.1 wurden 24 Vpn statische Bilder an einer weißen Wand präsentiert. Die Herangehensweise entsprach der in Experiment 1.1 bis auf eine Änderung. Der Abstand (140 cm) zwischen den Vpn und dem Stimulusbild wurde bei variierender Bildgröße konstant gehalten, sodass sich drei Sehwinkel ($11,0^\circ$; $20,8^\circ$; & $32,2^\circ$) ergaben. Die Vpn sollten schnellstmöglich durch einen Tastendruck auf die Passrichtung reagieren und dabei die Blickrichtung ignorieren. Es wurde angenommen, dass der Sehwinkel den BTE nicht beeinflusst.

7.1 Experiment 1.1: Skalierung der Bildgröße

Die Untersuchung des BTEs unter Laborbedingungen hat den Vorteil, dass der BTE unter standardisierten und kontrollierten Rahmenbedingungen getestet wird. Diese Vorgehensweise hat jedoch den Nachteil, dass sie den realistischen Handlungsrahmen der Blicktäuschung im Basketball nicht widerspiegelt. In der Realität sind die Basketballspieler größer. Die Verteidiger, dessen Rolle alle Vpn in der Untersuchung der Blicktäuschung im Basketball einnehmen, stehen in einer realen Spielsituation nicht immer in einem Abstand von 70 cm zu den Angreifern (Stimulus). Das Basketballspiel ist dynamisch und die Entfernung zwischen Verteidigern und Angreifern ändert sich ständig, so dass auch die scheinbare Größe des Gegenspielers und der Sehwinkel der Spieler ständig variiert. Das Experiment 1.1 soll daher den ersten Schritt in die Richtung der Untersuchung der Blicktäuschung im Basketball unter einem realistischeren Handlungsrahmen schaffen. Dabei wird der Fragestellung nachgegangen, ob der Präsentationskontext (d. h. die Bildgröße und Distanz zum Bild) den BTE beeinflussen kann. In Anlehnung an die *Größen-Distanz-Skalierung* nach Gregory (2015), wonach es bei der gleichzeitigen Änderung sowohl der Bildgröße als auch der Distanz zwischen dem Beobachter und dem Bild zu einer Größenkonstanz kommt, d. h. die Stimuli werden als gleich groß wahrgenommen, wurde in Experiment 1.1 die Hypothese aufgestellt, dass der Präsentationskontext den BTE nicht modulieren kann. Angenommen wurde, dass die RT auf eine Blicktäuschung sowohl bei einer kleinen als auch bei einer großen Bildgröße langsamer sind als auf einen Direktpass.

7.1.1 Versuchspersonen (Vpn)

Die Testungen im Experiment 1.1 fanden im Labor des Arbeitsbereichs Sportpsychologie der Universität Paderborn statt. Insgesamt nahmen 24 Vpn (davon 11 weiblich) am Experiment teil. Das Durchschnittsalter der Vpn lag bei 24,25 Jahren ($SD = 3,69$ Jahre). Alle Vpn besaßen zum Zeitpunkt der Testung ein normales bzw. korrigiertes Sehvermögen. Neun Vpn trugen während der Testung eine Sehhilfe (Brille oder Kontaktlinsen). Eine Vpn war linkshändig. Jede Testsitzung dauerte ca. 45 min pro Vpn. Bei den Vpn handelte es sich um Studierende der Universität Paderborn aus dem Fachbereich Sportwissenschaften, welche keine Erfahrung im Basketball besaßen. Vpn mit Erfahrung im Handball wurden ebenso ausgeschlossen, um Generalisierungseffekte zu vermeiden. Die sportliche Erfahrung der Vpn reichte von Individualsportarten wie Ballett über Rückschlagsportarten wie Tennis bis hin zu Mannschaftssportarten wie Cricket und lag im Durchschnitt bei einer Dauer von 12,50 Jahren ($SD = 6,38$ Jahre). Die Teilnahme am Experiment war freiwillig und konnte zu jedem Zeitpunkt ohne Angabe von Gründen abgebrochen werden. Es erfolgte keine finanzielle Vergütung der Vpn. Vor der Testung wurden sie über den Ablauf schriftlich und mündlich durch den Versuchsleiter informiert. Die Vpn erklärten sich schriftlich mit der Testung einverstanden. Ihre Rechte wurden zudem durch die Erklärung von Helsinki (1964) geschützt (siehe Anhang 1).

7.1.2 Stimulusmaterial

Als Stimulusmaterial dienten vier farbige Fotoaufnahmen eines männlichen Basketballspielers. Der Basketballspieler stand vor einer weißen Wand frontal zur Kamera, hielt einen Basketball und simulierte die Ausführung eines Druckpasses nach links oder nach rechts. Dabei konnten die Pass- und Blickrichtung übereinstimmen (kongruente Bedingung = Direktpass) oder nicht übereinstimmen (inkongruente Bedingung = Blicktäuschung). Die Stimuli hatten eine Größe von 20,1 x 27 cm (\emptyset 33,6 cm), was 760 x 1020 Pixeln¹ entsprach. Die Stimuli wurden mit einem Beamer (A-161 Acer) an die Wand des Untersuchungslabors projiziert. Die horizontale und vertikale Auflösung der Stimuli lag bei 96 dpi (bei einer Bittiefe von 42). Die Farbdarstellung der Stimuli erfolgte über „sRGB“ (Standard Rot, Grün und Blau). Alle Stimuli stammten aus

¹ Die Umrechnung in Pixel erfolgte mit Hilfe der Internet-Website *blitzrechner.de* unter dem Link <http://www.blitzrechner.de/pixel-zentimeter-umrechnen/>

der Studie von Kunde et al. (2011). Beispiele des Stimulusmaterials im Experiment 1.1 sind in der Abbildung 13 dargestellt.

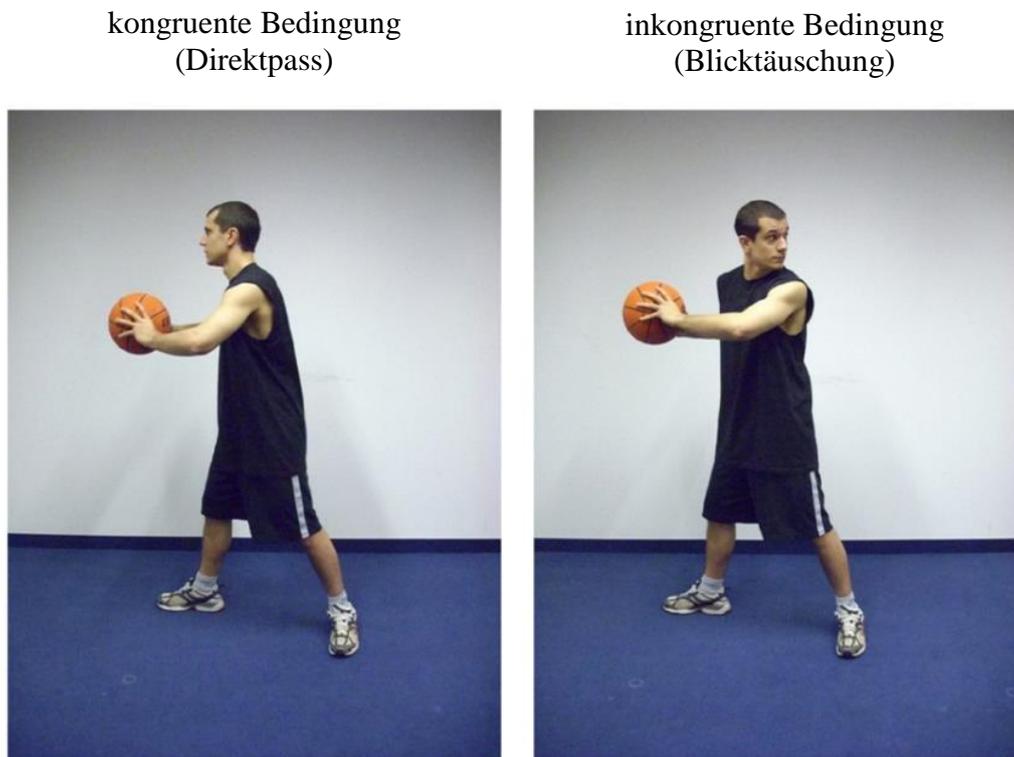


Abbildung 13: Beispiele für die in Experiment 1.1 verwendeten Stimulusbilder. Das Bild links zeigt einen Direktpass. Das Bild rechts zeigt eine Blicktäuschung. Bei einem Direktpass stimmen die Pass- und Blickrichtung überein (hier nach links). Bei einer Blicktäuschung stimmen die Pass- und Blickrichtung nicht überein (hier Pass nach links und Blick nach rechts).

7.1.3 Versuchsaufbau und –ablauf

Die Darbietung der Stimuli erfolgte über die Software *Presentation*[®]. Mithilfe der Software wurden die Reaktionszeiten in Millisekunden (ms) erfasst. Jeder Versuch begann mit einem weißen Fixationskreuz, welches für 250 ms zentral auf einem schwarzen Hintergrund präsentiert wurde. Das Fixationskreuz signalisierte den Vpn, dass ein Stimulus erscheint. Danach wurde das Kreuz durch einen Stimulus ersetzt. Der Stimulus blieb sichtbar, bis eine Reaktion erfolgte. Bei richtigen Reaktionen erschien nach 2000 ms ein neues Fixationskreuz. Bei Fehlreaktionen bekamen die Vpn eine unmittelbare Rückmeldung durch die Einblendung des Wortes „Fehler“, welches für 500 ms verblieb. Die Abbildung 14 stellt den Ablauf eines Versuchs in Experiment 1.1 dar.

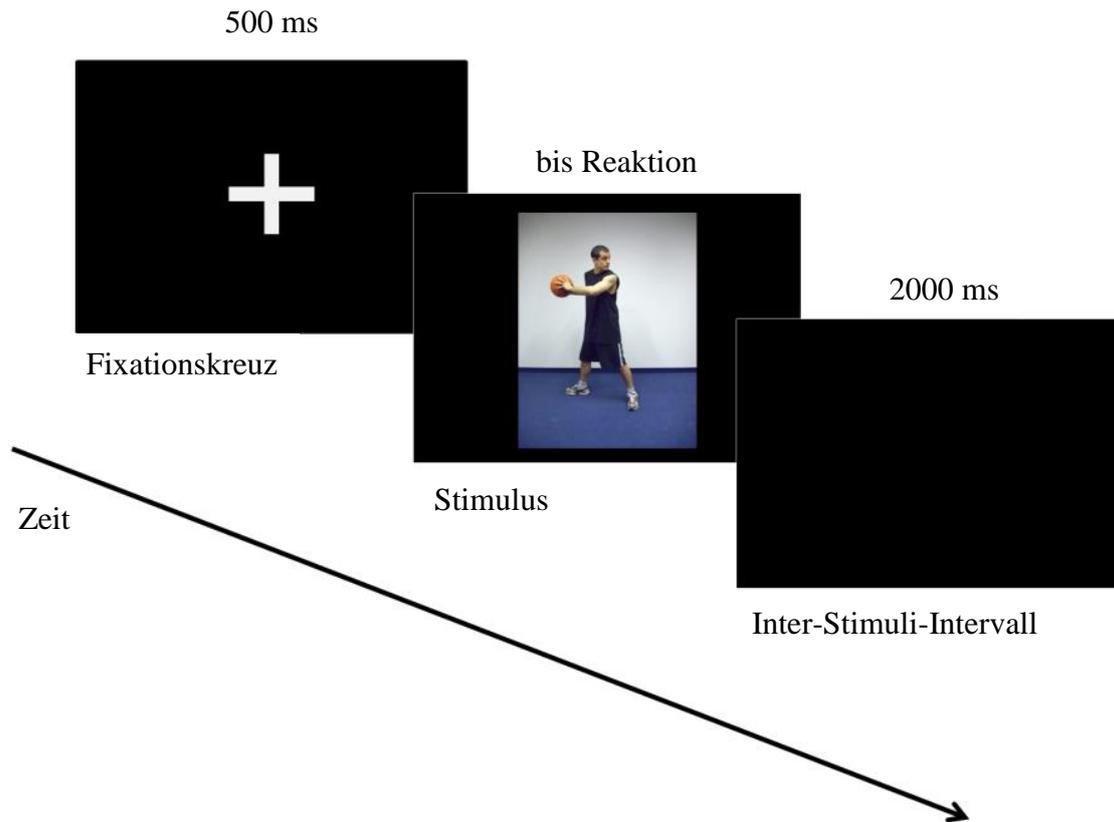


Abbildung 14: Ablauf eines Versuchs in Experiment 1.1. Jeder Versuch begann mit einem Fixationskruz für 500 ms. Danach erschien ein Stimulus bis zur Reaktion. Es folgte ein schwarzer Bildschirm. 2000 ms nach der Reaktion wurde ein neues Fixationskruz eingeblendet.

Die Teilnehmer erklärten ihr Einverständnis und füllten einen kurzen Fragebogen zur Händigkeit, Sehhilfe und sportlichen Erfahrung aus (siehe Anhang 2). Die Bildgröße und der Abstand zwischen Vpn und Bild wurden in drei Testblöcken (klein, mittel und groß) geblockt und systematisch variiert, so dass der Sehwinkel bzw. die scheinbare Größe des Bildes konstant $(21,83^\circ)^2$ blieb. Im Testblock „klein“ hatten die Stimuli eine Größe von 27 x 20,1 cm (\emptyset 33,6 cm) und der Abstand in diesem Testblock lag bei 70 cm. Im Testblock „mittel“ wurden die Bildgröße und der Abstand verdoppelt (\emptyset 67,2 cm; Abstand = 140 cm) und im Block „groß“ verdreifacht (\emptyset 100,8 cm; Abstand = 210 cm). Die kleinste Bildgröße entsprach dabei den üblichen experimentellen Rahmenbedingungen an einem 24“-PC-Monitor. Jede Vpn absolvierte einen Übungsblock³ mit 48

² Der Sehwinkel bzw. die scheinbare Größe wurde anhand der tatsächlichen Größe der Stimuli (hier die Bildlänge) und dem Abstand zwischen Vpn und Bild durch die Formel $\alpha = 2 \cdot \arctan(g/(2r))$ berechnet, wobei „ α “ für den Sehwinkel, „ g “ für die tatsächliche Größe des Stimulus und „ r “ für den Abstand zwischen Vpn und Bild steht.

³ Der Übungsblock entsprach dem ersten Testblock der jeweiligen Reihenfolge.

Versuchen und eine Reihenfolge von drei Testblöcken mit jeweils 160 Versuchen (insgesamt 480 Versuche). Der Tisch und der Stuhl wurden bei der Durchführung gemäß des Testblocks vor- bzw. zurückgeschoben. Alle Testblöcke und Reihenfolgen wurden über die Vpn hinweg ausbalanciert. Die Vpn hatte die Aufgabe schnellstmöglich auf die Passrichtung zu reagieren und so gut wie möglich die Blickrichtung zu ignorieren (siehe Anhang 3). Sie gaben ihre Antwort auf einer deutschen Tastatur, wobei die Taste „Y“ für einen Pass nach links und die Taste „“ für einen Pass nach rechts gedrückt werden musste. Die Abbildung 15 zeigt den Verlauf des Experiments sowie den Sehwinkel für die drei unterschiedlichen Bildgrößen.

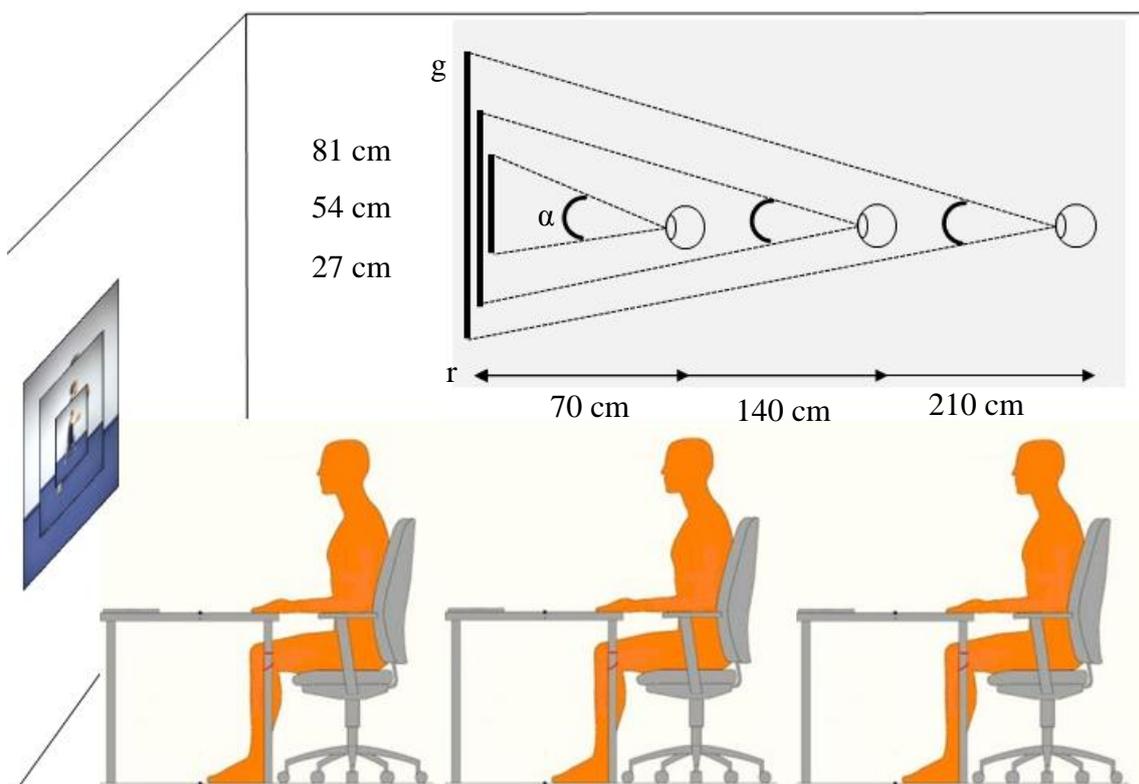


Abbildung 15: Versuchsaufbau in Experiment 1.1: „g“ stellt die tatsächliche Größe der Stimuli in cm dar, d. h. die Bildhöhe (27, 54, 81 cm). „r“ stellt den Abstand zwischen Vpn und Stimulus in cm (70, 140 und 210 cm) und α den Sehwinkel dar.

7.1.4 Datenauswertung

Alle Reaktionen, die schneller als 100 ms und langsamer als 1000 ms waren, wurden in der Auswertung nicht berücksichtigt (insgesamt 0,51% der Daten). Reaktionen, die schneller als 100 ms waren, wurden als Antizipation bezeichnet und diejenigen,

die langsamer als 1000 ms waren, als Ausreißer (vgl. hierzu das Vorgehen bei Kunde et al., 2011; Alhaj Ahmad Alaboud et al., 2012). Ausgewertet wurden die Reaktionszeiten (RT) in Millisekunden (ms) und Reaktionsfehler (RE) in Prozent. Zur Auswertung der RT wurden nur die richtigen Antworten berücksichtigt (97,93% der Daten). Zur Auswertung von RE wurde der prozentuale Anteil an falschen Reaktionen betrachtet (1,55% der Daten). Die beiden abhängigen Variablen (RT in Millisekunden und RE in Prozent) wurden jeweils in einer zwei-faktoriellen Varianzanalyse mit Messwiederholung (A-NOVA) mit den Innersubjekt-Faktoren „Bildgröße“⁴ (Ø 33,6, 67,2 & 100,8 cm) und „Bedingung“ (Direktpass vs. Blicktäuschung) ausgewertet. Die Testvoraussetzungen für die Varianzanalysen mit Messwiederholung sind erfüllt. Bei Verletzung der Sphärizität wurden die nach Greenhouse-Geisser korrigierten *F*-Werte angegeben.

7.1.5 Ergebnisse

7.1.5.1 Reaktionszeiten (RT)

Die Ergebnisse der Varianzanalyse (ANOVA) für die Reaktionszeiten zeigten einen Haupteffekt für den Faktor „Bedingung“ [$F(1, 23) = 20.365; p < .001; \eta_p^2 = .470$]. Die Vpn reagierten 8 ms ($SD = 8.1$ ms) langsamer auf eine Blicktäuschung ($M = 409$ ms; $SD = 48.6$ ms) im Vergleich zur Reaktion auf einen Direktpass ($M = 401$ ms; $SD = 45.6$ ms). Die Varianzanalyse ergab keinen Effekt für den Faktor „Bildgröße“ [$F(2, 46) = .691; p > .05; \eta_p^2 = .029$] und keine Interaktion beider Faktoren „Bedingung x Bildgröße“ [$F(2, 46) = .032; p > .05; \eta_p^2 = .001$]. Die Bildgröße beeinflusst somit den BTE nicht. Die Ergebnisse der RT sind in der Abbildung 16 dargestellt.

⁴ Der Faktor Bildgröße bedeutet, dass sich entsprechend auch der Abstand zum Stimulus verändert, da der Sehwinkel gleich bleibt.

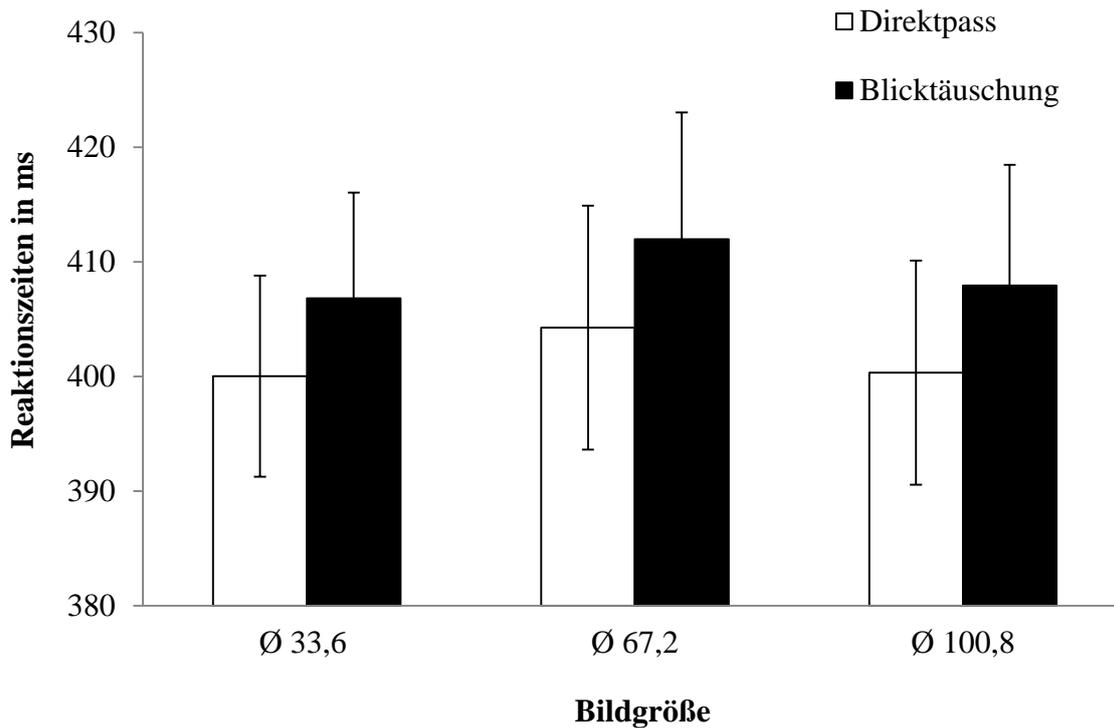


Abbildung 16: Reaktionszeiten in ms (\pm SE) für Direktpässe (weiße Balken) und für Blicktäuschungen (schwarze Balken) getrennt nach der Bildgröße. Auf der y-Achse sind die Reaktionszeiten in Millisekunden dargestellt und auf der x-Achse die Bildgrößen.

7.1.5.2 Reaktionsfehler (RE)

Ein ähnliches Ergebnis zeigt die Varianzanalyse (ANOVA) für die Reaktionsfehler. Die Vpn begingen mehr Fehler bei einer Blicktäuschung ($M = 1.8\%$; $SD = 2.2\%$) als bei einem Direktpass ($M = 1.3\%$; $SD = 2.1\%$), was sich in einem signifikanten Haupteffekt für den Faktor „Bedingung“ zeigte [$F(1, 23) = 12.188$; $p = .002$; $\eta_p^2 = .346$]. Die Varianzanalyse ergab aber keinen Effekt für den Faktor „Bildgröße“ [$F(2, 46) = .164$; $p = .849$; $\eta_p^2 = .007$] und keine Interaktion beider Faktoren [$F(2, 46) = .521$; $p = .597$; $\eta_p^2 = .022$]. Die Bildgröße moduliert somit die Fehlerrate nicht. Die Ergebnisse der RE sind in der Abbildung 17 dargestellt.

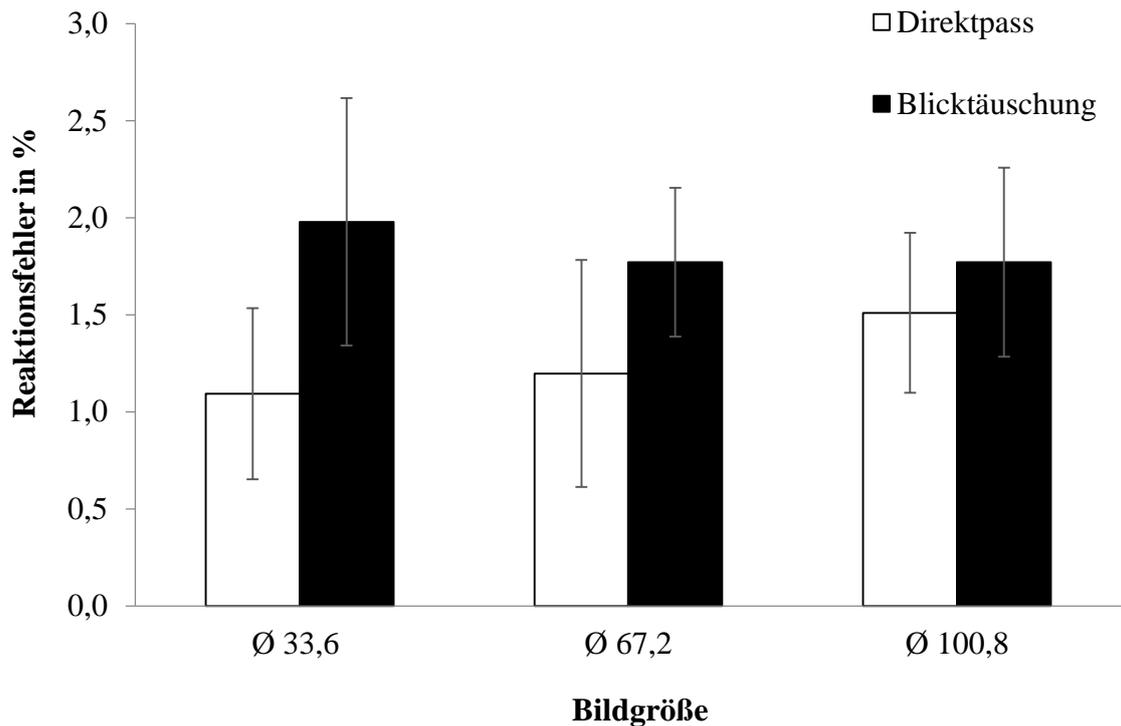


Abbildung 17: Reaktionsfehler in Prozent (\pm SE) für Direktpässe (weiße Balken) und für Blicktäuschungen (schwarze Balken) getrennt nach der Bildgröße. Auf der y-Achse sind die Reaktionsfehler in Prozent und auf der x-Achse die Bildgrößen abgetragen.

7.1.5.3 Sequenzeffekte (SE)

Sequenzeffekte prüfen den Einfluss des vorangegangenen Versuchs „n-1“ auf den aktuellen Versuch „n“. In Abhängigkeit vom vorangegangenen Versuch kann der aktuelle Versuch in vier verschiedenen Kombinationen auftreten. Diese sind 1.) eine Blicktäuschung folgt einer Blicktäuschung, 2.) eine Blicktäuschung folgt einem direkten Pass, 3.) ein direkter Pass folgt einer Blicktäuschung und 4.) ein direkter Pass folgt einem direkten Pass. Die Differenz in den Reaktionszeiten zwischen der Kombination 1 und Kombination 3 bildet den BTE nach einer Blicktäuschung und die Differenz zwischen der Kombination 2 und 4 bildet den BTE nach einem Direktpass.

Die drei-faktorielle Varianzanalyse mit Messwiederholung für die Innersubjekt-Faktoren „Bedingung“ (Direktpass vs. Blicktäuschung), Versuch „n-1“ (Direktpass vs. Blicktäuschung) und „Bildgröße“ (Ø 33,6, 67,2 & 100,8 cm) zeigte einen Haupteffekt für den Faktor „Bedingung“ [$F(1, 23) = 18.697; p = .000; \eta_p^2 = .448$], eine signifikante Interaktion der Faktoren „Bedingung“ x „Versuch „n-1““ [$F(1, 23) = 63.100; p = .000; \eta_p^2 = .733$] jedoch keinen Effekt für den Faktor Versuch „n-1“ [$F(1, 23) = .276; p =$

.604; $\eta_p^2 = .012$], keinen Effekt für den Faktor „Bildgröße“ [$F(1, 46) = .276$; $p = .749$; $\eta_p^2 = .032$]. Alle anderen Interaktionen waren nicht signifikant.

Die weitere Analyse der Zweifach-Interaktion „Bedingung“ x „Versuch „n-1““ zeigte, dass die Reaktionszeiten im aktuellen Durchgang vom vorangegangenen Versuch abhängig waren: Die Vpn reagierten auf eine Blicktäuschung ($M = 413$ ms; $SD = 51.1$ ms) im Vergleich zu einem Direktpass ($M = 393$ ms; $SD = 44.9$ ms) 20 ms ($SD = 12.9$ ms) langsamer, wenn zuvor ein Direktpass präsentiert wurde [$t(23) = 7.638$; $p = .000$; $d = .197$]. Wenn die Vpn dagegen zuvor eine Blicktäuschung sahen, dann reagierten sie 6 ms ($SD = 9.9$ ms) schneller auf eine (Wiederholung der) Blicktäuschung ($M = 399$ ms; $SD = 46.2$ ms) im Vergleich zu einem Direktpass ($M = 405$ ms; $SD = 46.9$ ms) [$t(23) = -2.721$; $p = .012$; $d = -.119$]. Die Wirkung der Blicktäuschung verschwindet demnach, wenn sie wiederholt wird (bzw. der Blicktäuschungseffekt dreht sich um). Die Abbildung 18 stellt die Sequenzeffekte dar.

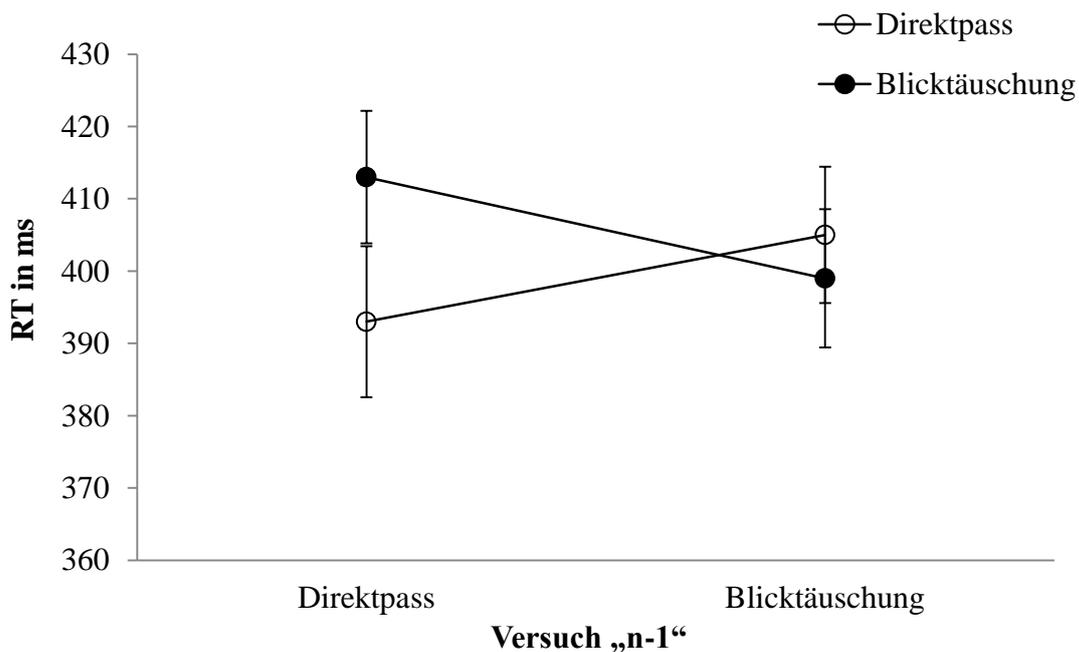


Abbildung 18: Reaktionszeiten (RT) in ms (\pm SE) in Abhängigkeit von der Sequenz zweier aufeinander folgenden Versuche in Experiment 1.1. Reaktionen, denen ein Pass mit Blicktäuschung vorausgeht, sind mit gefüllten Kreisen, Reaktionen mit vorangegangenen Pass ohne Blicktäuschung (d. h. Direktpass) mit leeren Kreisen dargestellt. Auf der y-Achse sind die Reaktionszeiten in Millisekunden und auf der x-Achse der Versuch „n-1“ abgetragen.

Eine Analyse der Sequenzeffekte für RE wurde nicht durchgeführt, da die Anzahl der RE sehr gering war.

7.1.6 Diskussion

In Experiment 1.1 wurde der Fragestellung nachgegangen, ob der Präsentationskontext (Bildgröße und Abstand zum Bild) bei gleichbleibendem Sehwinkel den BTE beeinflusst. Das Experiment hatte zum Ziel, den Übergang von üblichen Experimenten am PC auf eine Leinwand zu prüfen. Den Vpn wurden statische Bilder eines Basketballspielers gezeigt. Der Basketballspieler simulierte einen Druckpass nach links oder nach rechts mit und ohne Blicktäuschung. Die Bildgröße und der Abstand zwischen Vpn und Stimulusbild wurden systematisch variiert, sodass der Sehwinkel (und die scheinbare Größe des Basketballspielers) konstant blieben. Die Vpn hatten die Aufgabe schnellstmöglich auf die Passrichtung zu reagieren und so gut wie möglich die Blickrichtung zu ignorieren. Angenommen wurde, dass der BTE unabhängig vom Präsentationskontext auftritt. Die Ergebnisse der Reaktionszeiten bestätigen zunächst den Befund von Kunde et al. (2011), wonach die Vpn auf eine Blicktäuschung langsamer und fehleranfälliger reagieren als auf einen Direktpass und stehen somit im Einklang mit typischen Konfliktaufgaben, wie der Stroop- und Simon-Aufgabe (Stroop, 1935; Simon, 1967). Bei den genannten Aufgaben reagieren die Vpn langsamer und begehen mehr Fehler, wenn ein Konflikt vorliegt. Eine mögliche Interpretation für langsame Reaktionszeiten und große Fehlerraten in inkongruenten Bedingungen liegt in der Erklärung von Kongruenzeffekten. Es scheint so, dass das irrelevante Reizmerkmal (d. h. die Blickrichtung) unwillkürlich mitverarbeitet wird und die Verarbeitung vom relevanten Reizmerkmal (d. h. die Passrichtung) erschwert. Dies führt zu einem Stimulus-Stimulus-Konflikt (*Enkodierungshypothese*). Um den Konflikt zu lösen, wird mehr Zeit gebraucht und damit steigen die Reaktionszeiten und Fehlerraten in inkongruenten Bedingungen an (Weigelt et al., 2017; Alhaj Ahmad Alaboud et al., 2012; Kunde et al., 2011).

Die Ergebnisse der Reaktionszeiten bestätigen außerdem die aufgestellte Hypothese, dass der Präsentationskontext die Größe des BTEs nicht moduliert. Wenn der Sehwinkel, unter dem einer Blicktäuschung betrachtet wird, konstant ist, dann ist auch der BTE konstant, unabhängig von der Bildgröße/Bilddistanz. Dies deutet auf die Stabilität des BTEs gegen weitere mögliche Einflüsse hin. Kunde et al. (2011) fanden, dass der BTE gegen mehrere mögliche Einwirkungen stabil ist. Dies sind 1) die Zunahme der Reaktionszeiten, 2) Sequenzeffekte, 3) Übungseffekte, 4) die räumliche Überlappung der Blickrichtung und der Position der benötigten Reaktion (siehe Kunde et al.,

2011). Alhaj Ahmad Alaboud et al. (2012) konnten zeigen, dass der BTE auch bei der Induktion von Scheinbewegung auftritt. Weigelt et al. (2017) zeigten die Stabilität des Effektes auch für die Basketball-Experten. Die Ergebnisse des Experiments 1.1 erweitern die Befunde von Kunde et al. (2011), Alhaj Ahmad Alaboud (2012) und Weigelt et al. (2017), dass der BTE auch unter der Manipulation des Präsentationskontextes bei konstantem Sehwinkel stabil bleibt.

Die Stabilität des BTEs trotz der Manipulation des Präsentationskontextes lässt sich durch den gleichgebliebenen Sehwinkel erklären. In diesem Experiment wurden die Bildgröße und der Abstand zum Bild gleichzeitig und geblockt variiert, sodass der Sehwinkel stabil blieb. Diese geblockte Variierung führte gemäß der *Größen-Distanz-Skalierung* nach Gregory (2015) zu einer *Größenkonstanz*. D. h. Objekte werden als gleich groß wahrgenommen, wenn man sie aus unterschiedlichen Entfernungen betrachtet (Myers, 2014; Holway & Boring, 1941). Dies bedeutet im Falle der Untersuchung der Blicktäuschung, dass Vpn die Stimuli als gleich groß aus unterschiedlichen Entfernungen wahrnahmen. Die Größe des BTEs und die gesamte RT unterstützen diese Annahme. Bei einer kleinen Bildgröße (\emptyset 33,6 cm) und einem kurzen Abstand zum Bild (70 cm) war der BTE so groß (ca. 8 ms) wie bei einer großen Bildgröße (\emptyset 100,8 cm) und einen langen Abstand (210 cm). Die RT zeigten auch keine Unterschiede für unterschiedliche Distanzen. Bei einer kleinen Bildgröße reagierten Vpn so schnell wie bei einem großen Bild (jeweils 404 ms). So konnte der Präsentationskontext den BTE nicht modulieren.

Die Ergebnisse der Sequenzanalyse zeigten, dass sich der BTE nach einer Blicktäuschung umdreht. Nach einer Blicktäuschung reagierten die Vpn auf einen Direktpass „langsamer“ als auf eine Blicktäuschung. Dieses Ergebnis ist untypisch und steht im Widerspruch zu den Ergebnissen von Alhaj Ahmad Alaboud et al. (2012) und zu andern Konfliktaufgaben, wonach der Kongruenz-Effekt nach einer inkongruenten Bedingung (z. B. nach einer Blicktäuschung) kleiner ist als nach einem Direktpass. Außerdem widerspricht dieses Ergebnis den Befund von Kunde et al. (2011) und Weigelt et al (2017) (für Fußballspieler und Novizen), dass sich der BTE auch nach einer Blicktäuschung zeigt. Eine mögliche Abnahme des BTEs nach einer Blicktäuschung könnte für eine Konfliktadaptation sprechen. Die Umdrehung des BTEs nach einer Blicktäuschung wird in der Gesamtdiskussion der Experimentalreihe diskutiert.

Fasst man die Ergebnisse des Experimentes 1.1 zusammen, stellt man fest, dass die Manipulation der Bildgröße (bei konstantem Sehwinkel) weder den BTE noch die sequentielle Modulation des BTEs beeinflusst. Somit schafft das Experiment 1.1 den Übergang von üblichen Experimenten am PC auf eine Leinwand und nähert sich damit den realen Bedingungen der Blicktäuschung im Basketball (große Präsentation der Stimulusbilder) an. Dadurch wird die Fragestellung aufgeworfen, ob der Sehwinkel den BTE beeinflusst. Diese Fragestellung ist Gegenstand des Experimentes 1.2.

7.2 Experiment 1.2: Skalierung des Sehwinkels

Basierend auf den Ergebnissen des Experimentes 1.1 und auf der Tatsache, dass in der Sportpraxis selten konstante Sehwinkel vorliegen, verfolgt das Experiment 1.2 das Ziel, den Einfluss vom Sehwinkel auf den BTE zu untersuchen. In Anlehnung an die Annahme, dass die Repräsentationen von großen und kleinen Objekten in unterschiedlichen Regionen auf der Oberfläche des Gehirns erfolgen (Haxby et al., 2001) und dass diese Repräsentationen *objektsbasiert* und *unabhängig von der retinalen Größe* erfolgen (Konkle & Oliva, 2012b), wurde für das vorliegende Experiment angenommen, dass der Sehwinkel den BTE nicht beeinflusst. Es wurde daher erwartet, dass der BTE sowohl bei einem kleinen als auch einem großen Sehwinkel auftritt. Basiert auf den Ergebnissen des Experimentes 1.1 wurden Sequenzeffekte angenommen. Es wurde vorhergesehen, dass der BTE nach einer Blicktäuschung kleiner ist als nach einem Direktpass.

7.2.1 Versuchspersonen (Vpn)

Am Experiment 1.2 nahmen 24 Studierende der Universität Paderborn (davon 8 weiblich) teil. Das Durchschnittsalter der Vpn lag bei 23,2 Jahren ($SD = 3.0$ Jahre). Alle Versuchspersonen besaßen zum Zeitpunkt der Testung ein normales bzw. korrigiertes Sehvermögen. Sechs Vpn trugen während der Testung eine Sehhilfe (Brille oder Kontaktlinsen). Ein Vpn war linkshändig. Jede Testsitzung dauerte ca. 45 min pro Vpn. Wie im Experiment 1.1 wurden alle Teilnehmer mit Erfahrung im Basketball und Handball ausgeschlossen. Die sportliche Erfahrung der Vpn reichte von Individualsportarten wie Tanzen, bis zu Mannschaftssportarten, wie Fußball, und lag bei 12,1 Jahren ($SD = 4.7$ Jahre). Die Vpn nahmen am Experiment freiwillig teil und konnten es zu jedem Zeit-

punkt abbrechen, ohne Gründe anzugeben. Ihre Teilnahme wurde finanziell nicht vergütet. Vor dem Beginn der Testung wurden sie über den Testablauf schriftlich und mündlich durch den Versuchsleiter informiert und gaben ihr Einverständnis schriftlich. Ihre Rechte wurden durch die Erklärung von Helsinki (1964) geschützt

7.2.2 Stimulusmaterial

Im Experiment 1.2 wurden die gleichen Stimuli wie im ersten Experiment verwendet. Die Bilder zeigten einen Basketballspieler, der einen Druckpass nach links oder nach rechts mit oder ohne Blicktäuschung simulierte. Die Stimuli wurden in drei unterschiedlichen Größen (\emptyset 33.6, 67.2 & 100.8 cm) mit einem Beamer an einer weißen Wand des Untersuchungslabors präsentiert. Die horizontale und vertikale Auflösung der Stimuli lag bei 96 dpi bei einer Bittiefe von 42. Die Farbdarstellung der Stimuli erfolgte über „sRGB“ (Standard Rot, Grün und Blau). Beispiele für das Stimulusmaterial im Experiment 1.2 sind in der Abbildung 13 zu entnehmen.

7.2.3 Versuchsaufbau und -ablauf

Der Versuchsaufbau und -ablauf ähnelte dem in Experiment 1.1 bis auf eine Veränderung: Der Abstand zwischen Stimulusbild und Vpn wurde bei 140 cm konstant gehalten, sodass sich der Sehwinkel veränderte. Durch die Veränderung der Bildgröße (\emptyset 33.6, 67.2 & 100.8 cm) bei konstantem Abstand ergaben sich drei unterschiedliche Sehwinkel (11.01° , $21,83^\circ$ und $32,26^\circ$) (siehe Abbildung 19). Die drei Sehwinkel wurden in drei Testblöcken geblockt präsentiert und über die Vpn hinweg ausbalanciert. So begann beispielweise die erste Vpn mit dem Testblock „klein“ (Sehwinkel 11.01°), die zweite Vpn mit dem Testblock „mittel“ (Sehwinkel $21,83^\circ$) und die dritte Vpn mit dem Testblock „groß“ (Sehwinkel $32,26^\circ$) usw. Jede Vpn absolvierte einen Übungsblock und eine Reihenfolge von drei Testblöcken mit jeweils 160 Durchgängen (insgesamt 480 Durchgänge). Der Übungsblock entsprach dem ersten Block der jeweiligen Reihenfolge. Die Vpn hatten die Aufgabe, schnellstmöglich auf die Passrichtung zu reagieren und so gut wie möglich die Blickrichtung zu ignorieren (siehe Anhang 4).

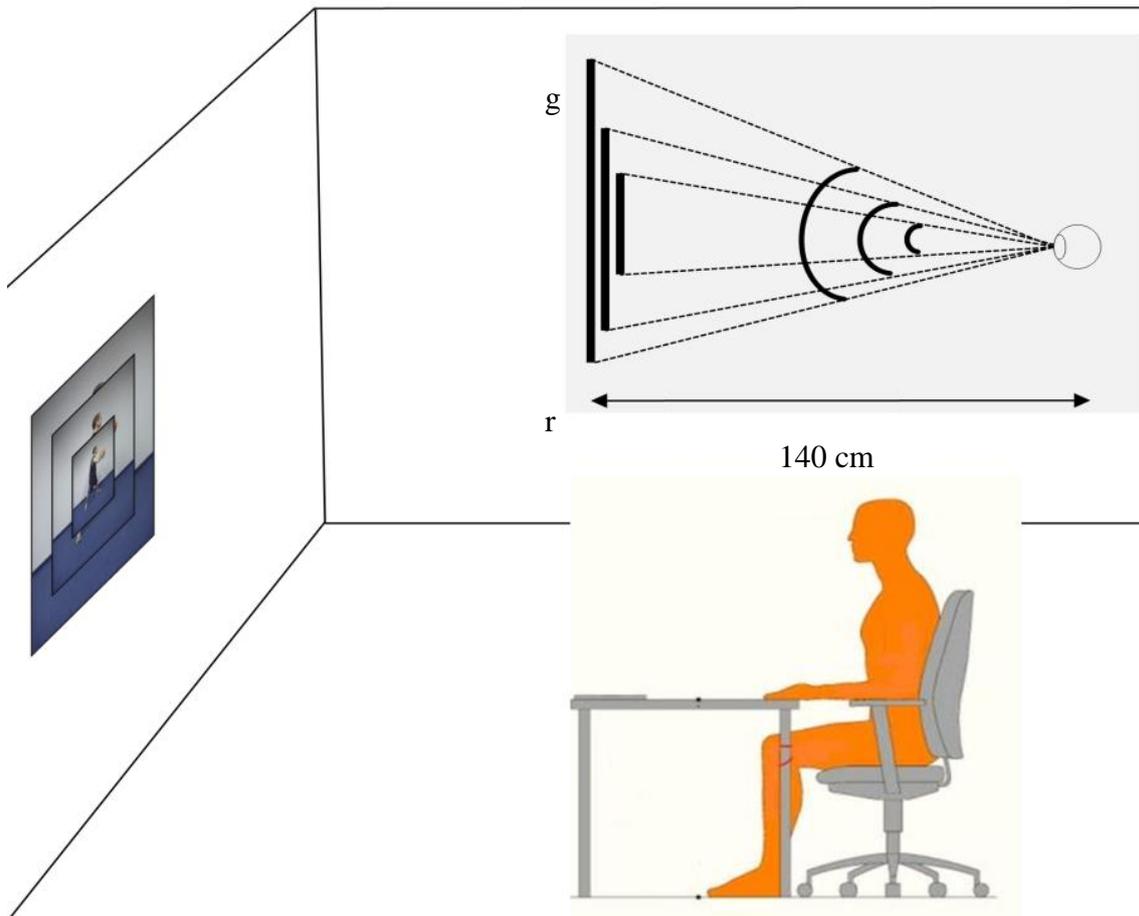


Abbildung 19: Versuchsablauf in Experiment 1.2: Der Abstand zwischen der Vpn und dem Stimulus war konstant und lag bei 140 cm. Durch die Veränderung der Bildgröße entstanden drei Sehwinkel. „g“ stellt die tatsächliche Größe der Stimuli in cm dar, d.h. die Bildhöhe (27, 54, 81 cm), „r“ stellt den Abstand zwischen Vpn und Stimulus in cm (140 cm) dar.

7.2.4 Datenauswertung

Wie in Experiment 1.1 wurden alle Reaktionen, welche schneller als 100 ms (Antizipation; 0.01% der Daten) und langsamer als 1000 ms (Ausreißer; 0.07% der Daten) waren, in der Auswertung nicht berücksichtigt (vgl. hierzu das Vorgehen bei Kunde et al., 2011 & Alaboud 2012). Ausgewertet wurden die Reaktionszeiten (RT) in Millisekunden (ms) und Reaktionsfehler (RE) in Prozent. Zur Auswertung der RT wurden nur die richtigen Antworten herangezogen (98,6% der Daten). Zur Auswertung der RE wurde der prozentuale Anteil an den falschen Reaktionen betrachtet (1,3% der Daten). Die beiden abhängigen Variablen (RT in Millisekunden und RE in Prozent) wurden in einer zwei-faktoriellen Varianzanalyse mit Messwiederholung (ANOVA) mit den Innersubjekt-Faktoren „Sehwinkel“ (11,01°, 21,83° und 32,26°) und „Bedingung“ (Direktpass vs. Blicktäuschung) statistisch überprüft. Die Testvoraussetzungen (wie z. B.

Normalverteilung) für die Varianzanalysen mit Messwiederholung sind erfüllt. Bei Verletzung der Sphärizität wurden die nach Greenhouse-Geisser korrigierten F -Werte angegeben.

7.2.5 Ergebnisse

7.2.5.1 Reaktionszeiten (RT)

Die Ergebnisse der RT sind in Abbildung 20 dargestellt. Die Varianzanalyse (ANOVA) zeigte einen Haupteffekt für den Faktor „Bedingung“ [$F(1, 23) = 24.625$; $p < .001$; $\eta_p^2 = .517$]. Die Vpn reagierten 5 ms ($SD = 4.8$ ms) langsamer auf eine Blicktäuschung ($M = 371$ ms; $SD = 25.3$ ms) im Vergleich zu einem Direktpass ($M = 366$ ms; $SD = 25.2$ ms). Die Varianzanalyse ergab auch einen Haupteffekt für den Faktor „Schwinkel“ [$F(2, 46) = 18.039$; $p < .001$; $\eta_p^2 = .440$]. Die Reaktionszeiten waren am langsamsten, wenn der Schwinkel klein war ($M = 380$ ms; $SD = 24.7$ ms). Bei dem Schwinkel „klein“ (11.01°) reagierten die Vpn 13 ms langsamer, im Vergleich zu dem Schwinkel „mittel“ ($21,83^\circ$) ($M = 367$ ms; $SD = 26.0$ ms) und 22 ms langsamer bei „großem“ Schwinkel ($32,26^\circ$) ($M = 358$ ms; $SD = 30.0$ ms). Die RT beim Schwinkel 11.01° unterschieden sich signifikant von den Reaktionszeiten beim Schwinkel $21,83^\circ$ [$t(23) = 3.481$; $p = .002$; $d = .493$] und von den Reaktionszeiten beim Schwinkel $32,26^\circ$ [$t(23) = 5.213$; $p = .000$; $d = .746$]. Die Reaktionszeiten beim Schwinkel $21,83^\circ$ und $32,26^\circ$ unterschieden sich auch signifikant [$t(23) = 2.943$; $p = .007$; $d = 0.294$]. Die Vpn reagierten 9 ms schneller bei großem Schwinkel ($32,26^\circ$) im Vergleich zum mittleren Schwinkel. Die ANOVA ergab jedoch keine Interaktion der Faktoren „Bedingung“ x „Schwinkel“ [$F(2, 46) = .165$; $p > .05$; $\eta_p^2 = .007$]. Folglich konnte der Schwinkel die Größe des BTEs nicht modulieren (siehe Abbildung 20).

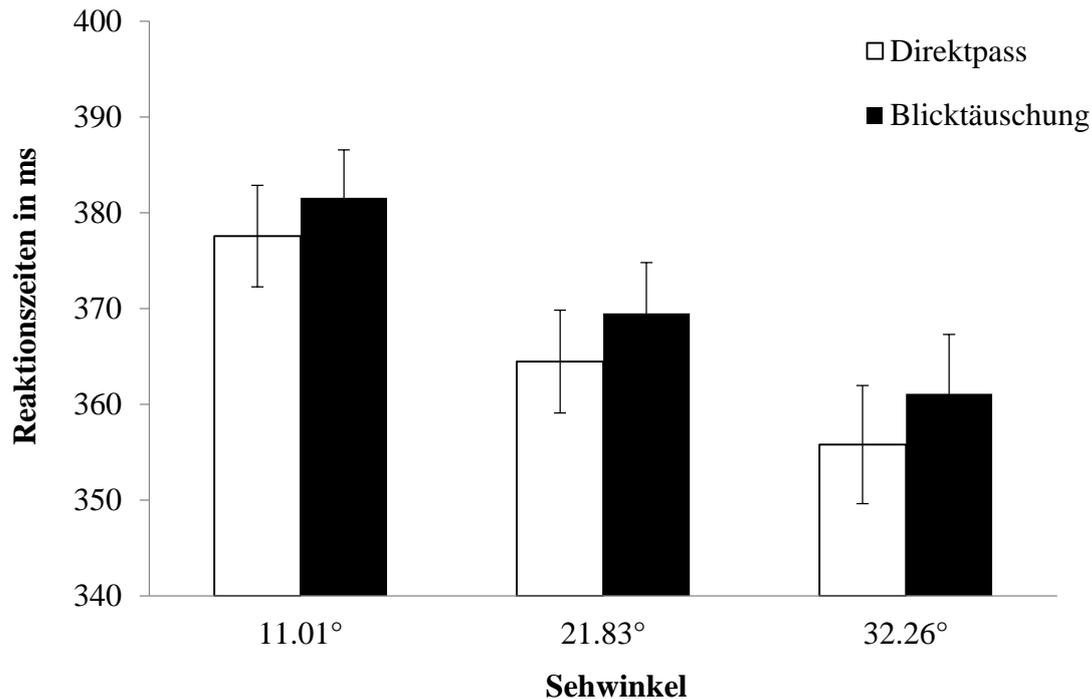


Abbildung 20: Reaktionszeiten in ms (\pm SE) für Direktpässe (weiße Balken) und für Blicktäuschungen (schwarze Balken) getrennt nach dem Sehwinkel. Auf der y-Achse sind die Reaktionszeiten in Millisekunden und auf der x-Achse die Sehwinkel dargestellt.

7.2.5.2 Reaktionsfehler (RE)

Die Varianzanalyse (ANOVA) zeigte weder einen Haupteffekt für den Faktor „Bedingung“ [$F(1, 22) = 1.508$; $p > .05$; $\eta_p^2 = .064$] noch einen Effekt für den Faktor „Sehwinkel“ [$F(2, 44) = 1.976$; $p > .05$; $\eta_p^2 = .082$]. Die Interaktion beider Faktoren wurde auch nicht signifikant [$F(2, 44) = .906$; $p > .05$; $\eta_p^2 = .040$].

7.2.5.3 Sequenzeffekte (SE)

Die drei-faktorielle Varianzanalyse mit Messwiederholung für die Innersubjekt-Faktoren „Bedingung“ (Direktpass vs. Blicktäuschung), „Versuch „n-1““ (Direktpass vs. Blicktäuschung) und „Sehwinkel“ (11,01°, 21,83° und 32,26°) zeigte einen Haupteffekt für den Faktor „Bedingung“ [$F(1, 23) = 21.219$; $p = .000$; $\eta_p^2 = .480$], einen Haupteffekt für den Faktor „Sehwinkel“ [$F(1, 46) = 17.426$; $p = .000$; $\eta_p^2 = .431$] und eine signifikante Interaktion der Faktoren „Bedingung x „Versuch „n-1““ [$F(1, 23) = 40.038$; $p = .000$; $\eta_p^2 = .635$] jedoch keinen Effekt für den Faktor „Versuch „n-1““ [$F(1, 23) = .111$; $p = .742$; $\eta_p^2 = .005$]. Alle anderen Interaktionen waren nicht signifikant.

Die weitere Analyse der Zweifach-Interaktion „Bedingung“ x „Versuch „n-1““ zeigte, dass die Reaktionszeiten im aktuellen Durchgang vom vorangegangenen Versuch abhängig waren: Die Vpn reagierten auf eine Blicktäuschung ($M = 374$ ms; $SD = 27.3$ ms) im Vergleich zu einem Direktpass ($M = 358$ ms; $SD = 24.8$ ms) 16 ms ($SD = 12.6$ ms) langsamer, wenn zuvor ein Direktpass präsentiert wurde [$t(23) = 6.382$; $p = .000$; $d = .622$]. Wenn die Vpn dagegen zuvor eine Blicktäuschung sahen, dann reagierten sie 7 ms ($SD = 6.3$ ms) schneller auf eine (Wiederholung der) Blicktäuschung ($M = 362$ ms; $SD = 32.7$ ms) im Vergleich zu einem Direktpass ($M = 369$ ms; $SD = 25.6$ ms) [$t(23) = -5.324$; $p = .000$; $d = -.266$]. Die Wirkung der Blicktäuschung verschwindet demnach, wenn sie wiederholt wird (bzw. der Blicktäuschungseffekt dreht sich um). Die Abbildung 21 stellt die Sequenzeffekte dar.

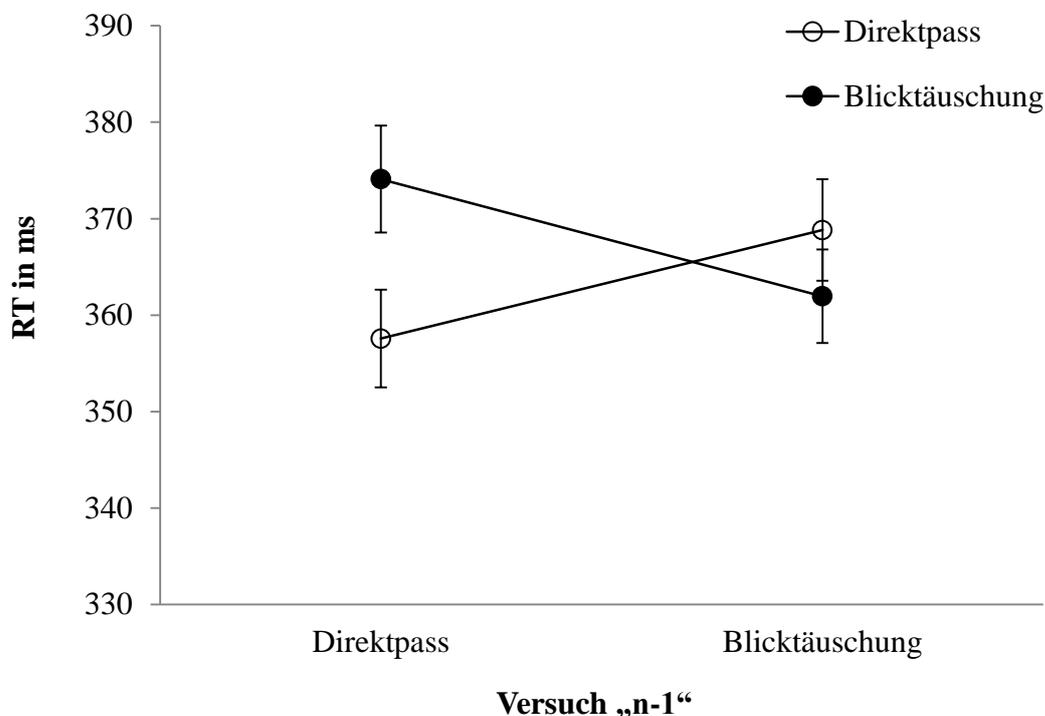


Abbildung 21: Reaktionszeiten (RT) in ms (\pm SE) in Abhängigkeit von der Sequenz zweier aufeinander folgenden Versuche in Experiment 1.2. Reaktionen, denen ein Pass mit Blicktäuschung vorausgeht, sind mit gefüllten Kreisen, Reaktionen mit vorangegangenem Pass ohne Blicktäuschung (d. h. Direktpass) mit leeren Kreisen dargestellt. Auf der y-Achse sind die Reaktionszeiten in Millisekunden und auf der x-Achse der Versuch „n-1“ abgetragen.

7.2.6 Diskussion

Das Experiment 1.2 prüfte, ob sich der Schinkel auf die Größe des BTEs auswirkt. Den Vpn wurden wie in Experiment 1.1 statische Bilder eines Basketballspielers

präsentiert. Er spielte einen Druckpass nach links und nach rechts mit und ohne Blicktäuschung. Die Stimuli wurden in drei unterschiedlichen Größen (\emptyset 33.6, 67.2 & 100.8 cm) gezeigt. Der Abstand zwischen Vpn und Stimulus wurde bei 140 cm konstant gehalten, sodass sich der Sehwinkel veränderte (11.01° , 21.83° und 32.26°). Die Reihenfolge der Testblöcke wurde über die Vpn hinweg ausbalanciert. Die Vpn sollten schnellstmöglich per Tastendruck auf die Passrichtung reagieren und so gut wie möglich die Blickrichtung ignorieren. Es wurde angenommen, dass der BTE unabhängig vom Sehwinkel auftritt. In Bezug auf die Hauptfragestellung des Experimentes 1.2 zeigten die Ergebnisse der RT, dass der BTE unabhängig vom Sehwinkel, unter dem die Vpn die Stimuli wahrnahmen, auftritt. Diese Ergebnisse bestätigen somit die aufgestellte Hypothese, indem die RT auf eine Blicktäuschung bei allen Sehwinkeln langsamer waren als auf einen Direktpass. Das Auftreten des BTEs trotz der Variierung der Sehwinkel könnte durch die Annahme erklärt werden, dass Objekte eine *kanonische visuelle Größe* (englisch: *canonical visual size*) aufweisen (Konkle & Oliva, 2012a; Konkle & Oliva, 2012b; Konkle & Oliva, 2011; Linsen, Leyssen, Sammartino & Palmer, 2011). So werden kleine Objekte, wie z. B. ein Nagel, bevorzugt als klein und nicht als groß wahrgenommen (Konkle & Oliva, 2012a). Die Annahme besagt weiterhin, dass die Objektgröße automatisch mitverarbeitet wird und die Verarbeitung nicht auf der visuellen Größe beruht (Konkle & Oliva, 2012a; Linsen et al., 2011). Ferner kommt es zu einem ähnlichen Stroop-Effekt, wenn Vpn eine Entscheidung über die Größe von Objekten geben sollten, welche kleiner oder größer präsentiert werden als ihre reale Größe. Werden z. B. ein Fußballstadion (ein großes Objekt) und ein Nagel (ein kleines Objekt) nebeneinander auf einen Bildschirm präsentiert, geben Vpn ihre Entscheidung über die Größe des Fußballstadions schneller und genauer, wenn es größer präsentiert als der Nagel. Wird das Fußballstadion hingegen kleiner als der Nagel präsentiert, geben Vpn ihre Entscheidung über seine Größe langsamer und fehleranfälliger (Konkle & Oliva, 2012a). Es kommt aufgrund eines Konfliktes zwischen der visuellen (relevante Information) und realen Objektgröße (irrelevante Information) zu einem Interferenz-Effekt. Dieser Interferenz-Effekt tritt nicht nur unter der Bedingung eines Vergleichs zwischen zwei Objekten auf, sondern auch, wenn die Objekte im Durchschnitt kleiner oder größer dargeboten werden als ihre realen Größe. Es scheint, dass Objekte nicht nur automatisch identifiziert, sondern auch ihre Größe automatisch mitverarbeitet wird (Konkle & Oliva, 2012a). Dies weist darauf hin, dass die reale Objektgröße, wie die Bedeutung des Farbwortes bei der Stroop-Aufgabe funktioniert. Dabei handelt sich um ein über Jahre

gelerntes und hochautomatisiertes Reizmerkmal, welches automatisch mitverarbeitet und zur Verlangsamung der Reaktionszeiten führt, wenn die präsentierte mit der realen Größe nicht übereinstimmt. Konkle und Oliva (2012a) fanden darüber hinaus, dass der Interferenz zwischen der visuellen und realen Größe in einer perzeptuellen Verarbeitungsstufe stattfindet und dass Informationen über Objektgröße in einer wahrnehmungsähnlichen Formt repräsentiert sind (Rubinsten & Henik, 2002). Außerdem zeigen neuronale Studien, dass die Repräsentationen von großen und kleinen Objekten in unterschiedlichen Regionen auf der Oberfläche des Gehirns erfolgen (Haxby et al., 2001) und dass diese Repräsentationen *objektsbasiert* und *unabhängig von der retinalen Größe* erfolgen (Konkle & Oliva, 2012b). Werden große Objekte vorgestellt, als ob sie klein wären, aktiviert diese Vorstellung die Regionen für die Repräsentationen von kleinen Objekten *nicht*, sondern vom großen Objekten (Konkle & Oliva, 2012b). So bleibt die Repräsentationsregion von Objektgrößen auf der Oberfläche des Gehirns stabil (Konkle & Oliva, 2011). Da die Aufgabe der Vpn in Experiment 1.2 darin bestand, eine Reaktion auf die Passrichtung zu geben und keine Entscheidung über die Größe der Stimuli zu machen und aufgrund der Tatsache, dass die Repräsentationen von Objekten objektsbasiert und unabhängig von der retinalen Größe sind, konnte der Schwinkel den BTE nicht modulieren. Somit beruht der BTE *nicht* auf die visuelle Größe der Stimuli (d. h. der Schwinkel), sondern auf der Interferenz zwischen dem relevanten (hier die Passrichtung) und dem irrelevanten Reizmerkmal (hier die Blickrichtung) und auf den gefundenen Sequenz-Effekten. Der gleichgebliebene BTE unter unterschiedlichen Schwinkeln unterstützt diese Annahme. So ließ sich der BTE bei einem kleinen von einem mittleren und einem großen Schwinkel nicht unterscheiden.

Ähnlich zu den Ergebnissen des Experimentes 1.1 zeigten die Ergebnisse der Sequenz-Effekte in Experiment 1.2, dass sich der BTE nach einer Blicktäuschung umdreht. Diese Umdrehung des Effekts wird in der Diskussion der Experimentalreihe aufgegriffen. Die Stabilität des BTEs unter unterschiedlichen Schwinkeln lässt vermuten, dass die irrelevante Reizinformation (die Blickrichtung) trotz Veränderung des Schwinkels automatisch mitverarbeitet wird und die Verarbeitung relevanter Reizinformation erschwert (Kunde et al., 2011; Wühr & Kunde, 2008). Dies deutet darauf hin, dass sowohl irrelevante als auch relevante Informationen bei einer Blicktäuschung gleichermaßen und unabhängig vom Schwinkel verarbeitet werden. Die Abnahme der gesamten Reaktionszeiten mit der Zunahme des Schwinkels zeigte, dass die Verarbeitung der Stimuli unter einem großen Schwinkel schneller erfolgte als unter einem kleinen Seh-

winkel. Diese schnelle Verarbeitung bei einem großen Sehwinkel bzw. langsame Verarbeitung bei einem kleinen Sehwinkel betrifft relevante und irrelevante Reizinformation und daher konnte die Veränderung des Sehwinkels den BTE nicht beeinflussen.

Zusammenfassend lässt sich sagen, dass der BTE auch bei der Veränderung des Sehwinkels auftritt. Der Sehwinkel, unter dem die Vpn die Stimuli wahrnahmen, konnte den BTE nicht modulieren. Die Größe des BTEs blieb somit gleich und ließ sich vom Sehwinkel nicht beeinflussen. Grundsätzlich bestätigen die Ergebnisse die aufgestellte Hypothese.

7.3 Diskussion der Experimentalreihe 1

Die erste Experimentalreihe prüfte die Wirkung vom Präsentationskontext (Experiment 1.1) und den Einfluss vom Sehwinkel (Experiment 1.2) auf den BTE im Basketball. Es wurden den Vpn statische Bilder von einem Basketballspieler bei der Ausführung eines Druckpasses mit und ohne Blicktäuschung präsentiert. Die Aufgabe der Vpn bestand darin, schnellstmöglich auf die Blickrichtung zu reagieren und die Blickrichtung so gut wie möglich zu ignorieren. Die Ergebnisse der RT beider Experimente zeigten langsame Reaktionen auf eine Blicktäuschung und schnellere Reaktionen auf einen Direktpass (s. g. Blicktäuschungseffekt). Dieses Ergebnis steht im Einklang mit Befunden anderer Untersuchungen zu Blicktäuschung im Basketball (Kunde et al., 2011; Alhaj Ahmad Alaboud et al., 2012; Weigelt et al., 2017). Der BTE lässt sich auf die automatische Mitverarbeitung irrelevanter Reizinformation (hier die Blickrichtung) zurückführen. Diese automatische Verarbeitung der irrelevanten Information läuft schnell und unbewusst ab (Krummenacher & Müller, 2017) und erschwert die Reaktion auf die relevante Information (Kunde & Wühr, 2006; Proctor & Vu, 2006), was zu einem Stimulus-Stimulus-Konflikt (*Enkodierungshypothese*) führt. Um den Konflikt zu lösen, wird mehr Zeit gebraucht und damit steigen die Reaktionszeiten und Fehlerraten in inkongruenten Bedingungen an (Weigelt et al., 2016; Alhaj Ahmad Alaboud et al., 2012; Kunde et al., 2011; Wühr & Kunde, 2008).

Die Manipulierung des Präsentationskontextes (d. h. den Abstand zum Stimulus und die Bildgröße) - bei einem konstanten Sehwinkel - (Experiment 1.1) sowie des Sehwinkels (Experiment 1.2) konnte den BTE nicht beeinflussen. Dieses Ergebnis lässt sich dadurch erklären, dass die irrelevante Information sowohl bei einem konstanten

Schwinkel (Experiment 1.1) als auch bei unterschiedlichen Schwiukeln (Experiment 1.2) automatisch mitverarbeitet und zur Verlangsamung der Reaktionen auf eine Blicktäuschung führt. Dieser Befund ist für die Sportpraxis von hoher Bedeutung und ist ein Hinweis auf die Flexibilität des Einsatzes einer Blicktäuschung. Die Blicktäuschung ist somit unter unterschiedlichen Entfernungen zum Gegner und unter unterschiedlichen Schwiukeln wirksam. Diese Dynamik gewährleistet den Erfolg der Blicktäuschung in realen Spielsituationen, welche sich ständig verändern.

Die Analyse der Sequenzeffekte in Experiment 1.1 sowie in Experiment 1.2 zeigte, dass sich der BTE nach einer Blicktäuschung umdreht. Dieses Ergebnis widerspricht zum einen den Befund von Alhaj Ahmad Alaboud et al. (2012), dass der BTE nach einer Blicktäuschung kleiner ist als nach einem Direktpass. Zum anderen steht dieses Ergebnis im Widerspruch zu anderen Konfliktaufgaben, bei denen eine Abnahme des Kongruenz-Effektes nach einem Erleben von einem Konflikt im vorangegangenen Versuch beobachtet wird (für Eriksen-Aufgabe siehe Gratton, Coles & Donchin, 1992; für Stroop-Aufgabe siehe Kerns et al., 2004; für Simon-Aufgabe siehe Stürmer et al., 2002). Die Abnahme des Kongruenz-Effektes nach einem Erleben von einem Konflikt im vorangegangenen Versuch geht auf die Beobachtung von Gratton et al. (1992) zurück. Daher wird sie als Gratton-Effekt genannt (Notebaert & Verguts, 2008). Der Gratton-Effekt lässt sich durch die Konflikt-Überwachung-Theorie nach Botvinick et al. (2011) erklären. Die Theorie nimmt an, dass nach einem Erleben von einem Konflikt im Versuch n-1 mehr Aufmerksamkeit auf die relevante Information und weniger Aufmerksamkeit auf die irrelevante Information gerichtet wird. Dies führt dazu, dass die relevante Information besser als die irrelevante Information verarbeitet wird. Dadurch wird die irrelevante Information weniger wirksam und folglich ist der Kongruenz-Effekt nach einer inkongruenten Bedingung kleiner als nach einer kongruenten Bedingung (Egner, 2007). Die Beobachtung in Experiment 1.1 und 1.2, dass die RT nach einer Blicktäuschung auf einen Direktpass „langsamer“ sind als auf eine Blicktäuschung, was zur Umdrehung des BTEs führt, wird als umgekehrter Gratton-Effekt genannt (Notebaert & Verguts, 2008). Der umgekehrter Gratton-Effekt wird am häufigsten in der Simon-Aufgabe beobachtet und kann durch die Konflikt-Überwachung-Theorie nicht erklärt werden (van Lierde, Desender & van den Bussche, 2014; Davelaar, 2012). Eine mögliche Erklärung zum umgekehrten Gratton-Effekt kann der *feature-integration-Ansatz* nach Hommel et al. (2004) liefern (Davelaar, 2012). Der Ansatz geht davon aus, dass die Wiederholung der gesamten Reizmerkmale (im Falle einer

Blicktäuschung: die Passrichtung und die Blickrichtung) zur schnelleren RT führt, auch wenn diese Reizmerkmale nicht übereinstimmende Informationen beinhalten (Hommel et al., 2004). Wird nur ein Teil der Reizmerkmale wiederholt, erfolgen die RT langsamer. Dies bedeutet im Falle einer Blicktäuschung, dass Vpn auf eine Blicktäuschung schneller reagieren, wenn zuvor eine Blicktäuschung gezeigt wird. Sie reagieren auf einen Direktpass auch schneller, wenn zuvor auch ein Direktpass gezeigt wird. Wird nach einem Direktpass eine Blicktäuschung präsentiert (Teilwiederholung der Reizmerkmale), sind RT auf eine Blicktäuschung langsamer als auf einen Direktpass. Der Unterschied in den RT bildet einen „positiven“ BTE. Nach einer Blicktäuschung sind RT auf eine Blicktäuschung schneller als auf einen Direktpass. Der unterschied in den RT bildet einen „negativen“ BTE bzw. einen umgekehrten BTE. Die Ergebnisse der Sequenzeffekte sowohl in Experiment 1.1 als auch in Experiment 1.2 bestätigen diese Annahme.

Zusammenfassend untersuchte die erste Experimentalreihe zwei mögliche Einflussfaktoren auf den BTE und schaffte den Übergang von üblichen Experimenten der Blicktäuschung am PC auf die Präsentation auf eine große Wand. Zukünftig Studien können überprüfen, ob sich die Manipulation des Seh winkels durch die Stabilisierung der Bildgröße und Veränderung die Bilddistanz auf den BTE auswirken können. Diese Fragestellung ist für Sportpraxis sehr relevant, denn es kommt im Sport zur Veränderung des Seh winkels durch die Veränderung der Entfernung zum Gegner und nicht durch eine Veränderung seiner Größe.

8 Experimentalreihe 2: Steigerung der Antwortkomplexität

Basierend auf den Ergebnissen der ersten Experimentalreihe, dass die Größe des BTEs sowohl vom Präsentationskontext und der Bildgröße als auch vom Sehwinkel unabhängig ist, ist es aus experimenteller und praktischer Sicht spannend, der Fragestellung nachzugehen, ob sich die Steigerung der Antwortkomplexität auf den BTE auswirkt. Die bisherigen Studien zum BTE im Basketball verwendeten statisches Bildmaterial und maßen die Entscheidung der Probanden mittels einfacher Antworten (d. h. Tastendrücken, vgl. Alhaj Ahmad Alaboud et al., 2012; Kunde et al., 2011; Weigelt et al., 2017). Deshalb stellt sich die Frage nach der Generalisierbarkeit der Ergebnisse für die Sportpraxis. Die zweite Experimentalreihe stellt daher eine wichtige Erweiterung der Untersuchung der Blicktäuschung im Basketball aus zwei Aspekten dar. Zunächst wird geprüft, ob sich der BTE auch bei komplexen Reaktionen (d. h. typische Abwehrbewegung im Basketball mit dem ganzen Körper) nachweisen lässt und ob sich der BTE auf die Darbietung von dynamischem Bildmaterial (d. h. kurze Videosequenzen) erweitern lässt. In Experiment 2.1 wurden den Versuchspersonen, wie in Experiment 1.1, statische Bilder mit einem Durchmesser von 100,8 cm eines Basketballers bei der Ausführung eines Druckpasses auf eine Wand gezeigt. Der Druckpass konnte mit oder ohne Blicktäuschung gespielt werden. Die Versuchspersonen sollten schnellstmöglich auf die Passrichtung reagieren und so gut wie möglich die Blickrichtung ignorieren. In einem Experimentalblock erfolgte die Reaktion per Tastendruck (einfache Antwort) und in einem anderen Durchgang durch eine quasi-realistische Abwehrbewegung (komplexe Antwort). Es wurde der Fragestellung nachgegangen, ob sich die Steigerung der Antwortkomplexität auf den BTE auswirkt. Es wurde angenommen, dass der BTE sowohl bei einfachen als auch bei komplexen Antworten auftritt. In Experiment 2.2 wurden die statischen Bilder durch Videos ersetzt. Die Reaktionen erfolgten dabei ausschließlich mittels einer Ganzkörperbewegung (komplexe Antwort). Das Experiment 2.2 prüft die Fragestellung, ob der BTE auf die Präsentation dynamischer Reize übertragen werden kann. Angenommen wurde, dass sich der BTE auf die Präsentation dynamischer Reize erweitern lässt.

8.1 Experiment 2.1: Steigerung der Antwortkomplexität bei der Präsentation statischer Bilder

Das Ziel von Experiment 2.1 bestand darin, den Einfluss der Antwortkomplexität auf den BTE zu untersuchen. Dafür wurde das Paradigma von Kunde et al. (2011) genutzt und der BTE bei einer einfachen Reaktion (Tastendruck) mit dem BTE bei einer komplexen Reaktion verglichen (Ganzkörperbewegung). Analog zum Befund von Kunde et al. (2011) wurde angenommen, dass der BTE in den Reaktionszeiten (RT) sowohl bei einfacher als auch bei komplexer Antwort auftritt. Zudem wurde erwartet, dass bei der komplexen Reaktion (Ganzkörperbewegung) mehr Zeit bis zur Handlungsinitiierung vergeht als bei der einfachen Reaktion (Taste drücken), da ein umfangreicheres motorisches Programm aus dem Gedächtnis aufgerufen und zu den entsprechenden motorischen Neuronen und Muskeln geleitet werden muss (sog. *memory drum theory*, Henry & Rogers, 1960). Entsprechend werden insgesamt höhere RT bei der komplexen im Vergleich zur einfachen Reaktion vorhergesagt. Die methodische Umsetzung einer komplexen Reaktion ermöglicht es zusätzlich zu den RT die Bewegungszeit (BZ; Zeit vom Loslassen der Ausgangstaste bis zum Drücken der Basketbälle) zu messen. Da die Dauer der Bewegungsausführung der komplexen Reaktion lang genug ist, um währenddessen Bewegungsanpassungen vorzunehmen (sog. *closed loop Kontrolle*, Adams, 1971), könnte sich auch ein BTE in den BZ zeigen.

8.1.1 Versuchspersonen (Vpn)

Es nahmen 24 Studierende der Universität Paderborn im Alter von 21 bis 29 Jahren ($M = 23,04$ Jahre, $SD = 2,9$ Jahre; 5 weibliche, 2 Linkshänder) am Experiment teil. Alle Teilnehmer berichteten keine oder eine durch eine Brille bzw. Kontaktlinsen korrigierte Sehschwäche. Die Teilnahme am Experiment war freiwillig und wurde finanziell nicht entlohnt. Alle Vpn besaßen keine Erfahrung im Basketball. Vpn mit Erfahrung im Hand- und Volleyball wurden ebenfalls ausgeschlossen, um Generalisierungseffekte, die aufgrund strukturähnlicher Täuschungshandlungen entstehen könnten, auszuschließen. Vpn mit dieser sportlichen Expertise wurden bewusst ausgeschlossen, da die Frage nach Expertiseinflüssen nicht im Vordergrund dieser Studie stand und die Vpn-Gruppe möglichst homogen sein sollte. Die Art und die Dauer der betriebenen Sportart aller Vpn wurden mithilfe eines Fragebogens erfasst. Die sportliche Erfahrung ($M = 17.90$

Jahre; $SD = 3.67$) reichte von Individualsportarten, wie Tennis und Badminton, bis hin zu Mannschaftsportarten, wie Fußball.

8.1.2 Stimulusmaterial

In Experiment 2.1 wurden die gleichen Stimuli wie in der ersten Experimentalreihe (Experiment 1.1 und 1.2) verwendet. Die Stimuli zeigten einen Basketballspieler bei der Ausführung eines Druckpasses nach links und nach rechts mit oder ohne Blicktäuschung. Die Stimuli wurden mit einem Beamer an einer weißen Wand des Untersuchungslabors präsentiert. Im Gegensatz zu der ersten Experimentalreihe wurde die Größe der Stimuli nicht geändert, sondern konstant bei $\varnothing 108$ cm gehalten. Alle anderen Eigenschaften der Stimuli blieben ohne Änderung. Beispiele für das Stimulusmaterial in Experiment 2.1 sind der Abbildung 13 zu entnehmen.

8.1.3 Versuchsaufbau und -ablauf

Die Untersuchung fand im Laborraum des Arbeitsbereichs Sportpsychologie der Universität Paderborn statt und dauerte ca. 30 min pro Person. Die Teilnehmer wurden vor dem Beginn der Testung über ihre Aufgabe und den Ablauf des Experiments durch den Versuchsleiter schriftlich informiert. Für die Durchführung des Experiments standen die Vpn mit einem Abstand von 140 cm zur Projektionswand an einem ca. 120 cm hohen Tisch, an dem sich eine Tastatur befand. Die Vpn hatte die Aufgabe, schnellstmöglich auf die Passrichtung des dargestellten Basketballspielers zu reagieren und so gut wie möglich die Blickrichtung zu ignorieren. Die Reaktionen erfolgten in einem Experimentalblock per Tastendruck auf der Tastatur (einfache Antwort), wobei sie für einen Pass nach links die Taste „Y“ und für einen Pass nach rechts die Taste „.“ drückten (siehe Anhang 5). In einem anderen Testblock gaben die Vpn ihre Antwort mittels einer Ganzkörperbewegung an einer Basketballapparatur (siehe Anhang 6). Zu Beginn jedes Versuchsdurchgangs hielten die Vpn eine Ausgangstaste (die Leertaste) gedrückt und ein Stimulus erschien. Die Ausgangstaste wurde losgelassen, sobald die Vpn ihre Entscheidung getroffen und ihre Antwortbewegung eingeleitet hatten (siehe Abbildung 22). Die Antwortbewegung bestand aus einem Schlag gegen den jeweiligen Basketball, unter dem sich Sensoren zur Erfassung der Reaktionszeit befanden. Dabei definierte die Zeit vom Erscheinen des Stimulus bis zum Loslassen der Ausgangstaste die Reaktionszeit (RT). Die Zeit vom Loslassen der Ausgangstaste bis zum Drücken des Basketballes

stellte die Bewegungszeit (BZ) dar. Vor der Durchführung des Experiments wurde die Basketballapparatur an die jeweilige Körpergröße der Vpn angepasst. Dazu streckten die Vpn ihre Arme zur Seite. Der Abstand der Basketbälle wurde so angepasst, dass die Metallringe, welche die Basketbälle fixierten, gerade von den Fingerspitzen berührt werden konnte. Jeder Versuch begann mit einem Fixationskreuz für 500 ms. Danach erschien ein Stimulus, welcher verblieb, bis eine Reaktion erfolgte. Wenn die Reaktion falsch war, erhielt die Vpn eine direkte Rückmeldung durch das Erscheinen des Wortes „Fehler“. Bei richtigen Reaktionen wurde das nächste Fixationskreuz nach 2000 ms eingeblendet. Jede Vpn absolvierte einen Übungsblock mit 16 Versuchen (4 x 4 Stimuli) und eine Reihenfolge von vier Testblöcken mit jeweils 40 Versuchen. Bei zwei Testblöcken erfolgte die Reaktion per Tastendruck (einfache Antwort) und bei den zwei anderen Testblöcken mit Hilfe der Basketballapparatur (komplexe Antwort). Die Testblöcke wurden jeweils alternierend durchgeführt und die Reihenfolge über die Vpn hinweg ausbalanciert. Der Übungsblock wurde mit der gleichen Antwortmodalität ausgeführt wie der erste Testblock. Das Verhältnis von Durchgängen mit direkten Pässen und mit Blicktäuschungen betrug in allen Testblöcken 50:50.

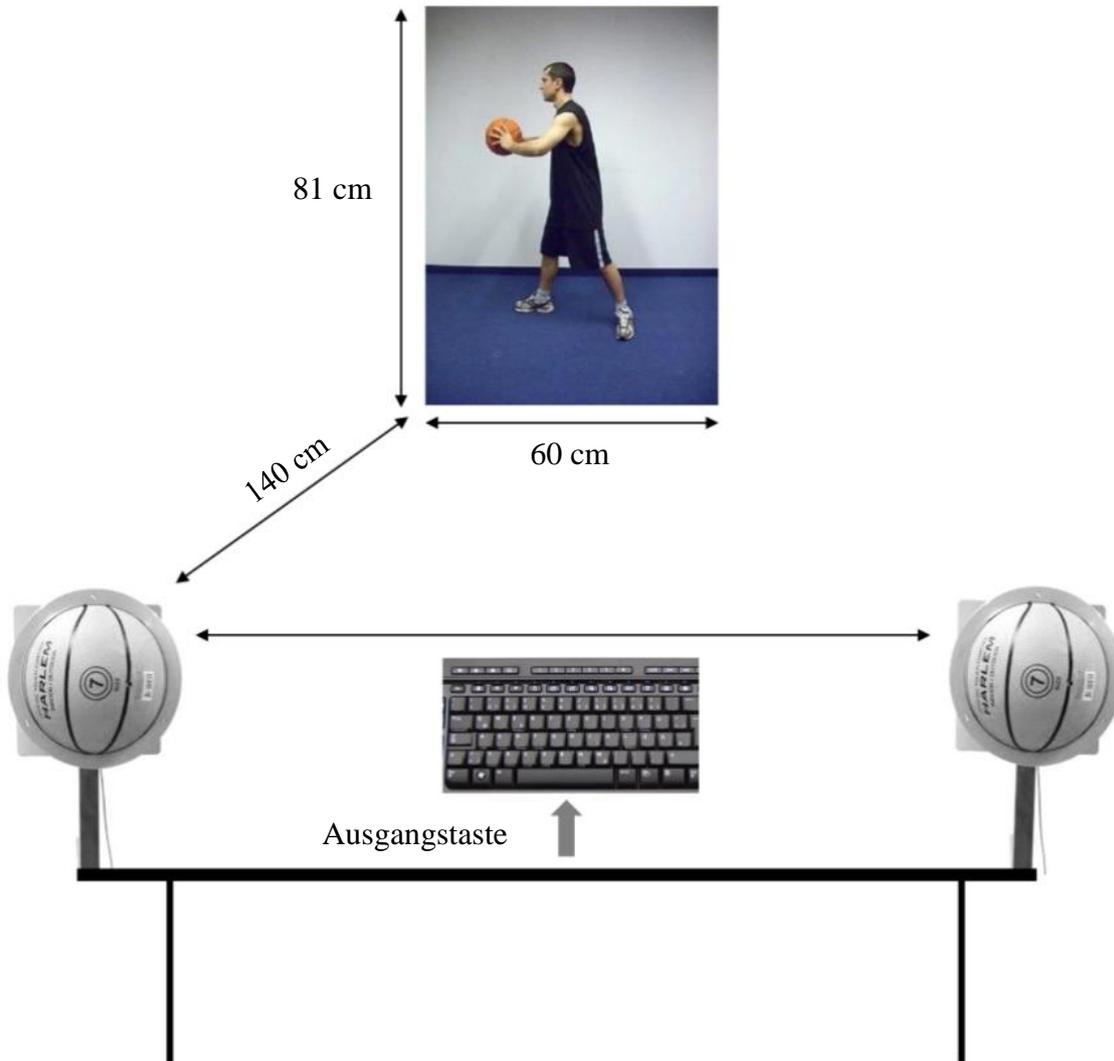


Abbildung 22: Oben ist ein Beispiel für die statischen Stimuli und unten die Basketballapparatur dargestellt. Bei einfacher Antwort reagieren die Vpn per Tastendruck auf die Passrichtung, bei der komplexen Antwortmodalität halten sie die Ausgangstaste gedrückt und reagieren mit einer Abwehrbewegung gegen einen der beiden Basketballapparaturen auf der linken und rechten Seite. Die Stimuli stammen aus Kunde et al. (2011).

8.1.4 Datenauswertung

Alle Reaktionen, die schneller als 100 ms (0,10% der Daten) und langsamer als 1000 ms (0% der Daten) waren, wurden nicht mit ausgewertet (vgl. hierzu das Vorgehen bei Kunde et al., 2011). Die Reaktionszeiten falscher Antworten (0,54% der Daten) fanden in der Auswertung ebenso keine Berücksichtigung. Darüber hinaus wurden ungültige Versuche (1,14% der Daten), i. d. R. verursacht durch das zweimalige Drücken der Ausgangstaste, von der Auswertung ausgeschlossen. Der Einfluss der unabhängigen Variablen „Bedingung“ (Direktpass vs. Blicktäuschung) und „Antwortkomplexität“ (einfache vs. komplexe Antwort) auf die abhängige Variable Reaktionszeit (in ms) wur-

de mittels einer zwei-faktoriellen Varianzanalyse mit Messwiederholung (ANOVA) statistisch überprüft. Für die Versuchsdurchgänge mit komplexer Antwort wurde darüber hinaus der Einfluss der unabhängigen Variable „Bedingung“ (Direktpass vs. Blicktäuschung) auf die abhängige Variable Bewegungszeit (in ms) mittels eines t -Tests überprüft. Eine Analyse der Reaktionsfehler (RE) wurde nicht durchgeführt, da der Anteil der falschen Reaktionen im Experiment 2.1 zu gering war (insgesamt 21 falsche Reaktionen) und sich v.a. auf die einfache Antwortkomplexität beschränkte (19 falsche Reaktionen). Die Testvoraussetzungen (Normalverteilung und Varianzhomogenität) für die Varianzanalysen mit Messwiederholung waren erfüllt.

8.1.5 Ergebnisse

8.1.5.1 Reaktionszeiten (RT)

Die zwei-faktorielle Varianzanalyse mit Messwiederholung für die Innersubjekt-Faktoren „Bedingung“ (Direktpass vs. Blicktäuschung) und „Antwortkomplexität“ (einfache vs. komplexe Antwort) zeigt einen Haupteffekt für den Faktor „Bedingung“ [$F(1, 23) = 9.166$; $p = .006$; $\eta_p^2 = .285$]. Die Mittelwerte der RT für Direktpässe betragen 352 ms ($SD = 42.6$) und für Blicktäuschungen 358 ms ($SD = 38.6$). Der Haupteffekt für den Faktor „Antwortkomplexität“ wird ebenfalls signifikant [$F(1, 23) = 17.273$; $p = .000$; $\eta_p^2 = .429$]. Die Mittelwerte der RT für einfache Antworten sind 339 ms ($SD = 32.2$) und für komplexe Antworten 371 ms ($SD = 54.2$). Die Interaktion beider Faktoren wurde nicht signifikant [$F(1, 23) = .004$; $p = .951$; $\eta_p^2 = .000$]. Die Abbildung 23 stellt die Ergebnisse der RT dar.

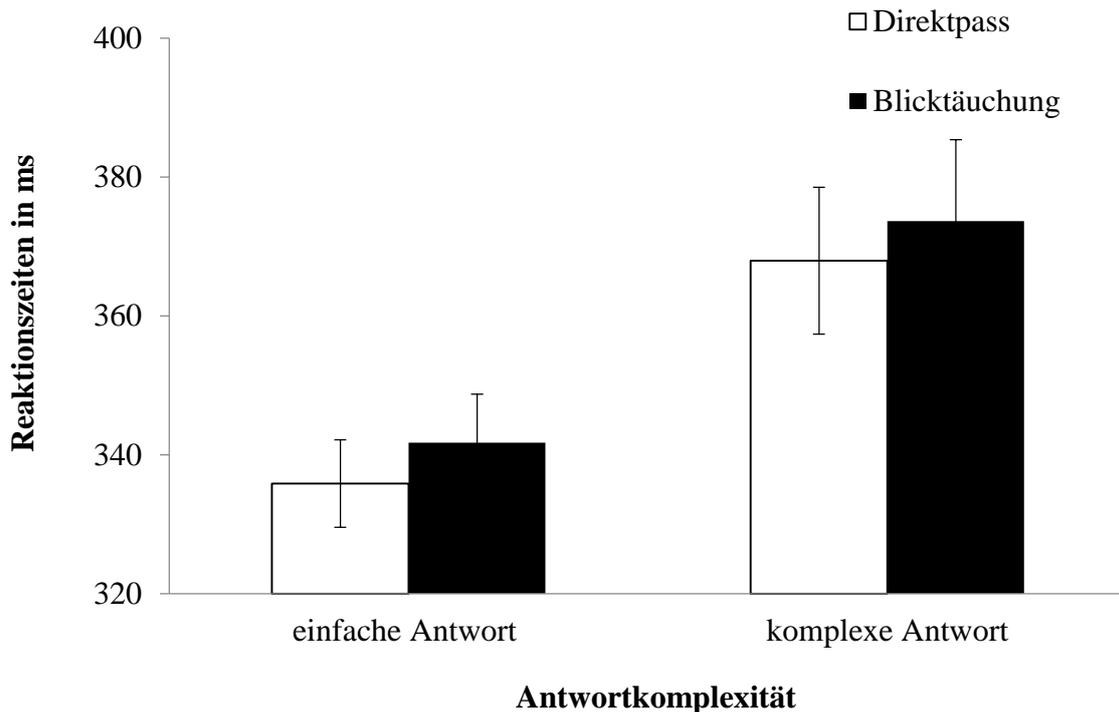


Abbildung 23: Reaktionszeiten (RT) in ms (\pm Standardfehler) für Reaktionen auf einen Direktpass (weiße Balken) und auf eine Blicktäuschung (schwarze Balken), getrennt nach der Antwortkomplexität in Experiment 2.1.

8.1.5.2 Bewegungszeiten (BZ)

Die Bewegungszeiten bei einer Blicktäuschung betragen 304 ms ($SD = 58.9$) und bei einem direkten Pass 304 ms ($SD = 60.7$) und unterscheiden sich nicht signifikant [$t(23) = 0.72$; $p = .943$].

8.1.5.3 Sequenzeffekte (SE)

Die drei-faktorielle Varianzanalyse mit Messwiederholung für die Innersubjekt-Faktoren „Bedingung“ (Direktpass vs. Blicktäuschung), „Versuch „n-1““ (Direktpass vs. Blicktäuschung) und „Antwortkomplexität“ (einfach vs. komplex) zeigte einen Haupteffekt für den Faktor „Bedingung“ [$F(1, 23) = 7.926$; $p = .010$; $\eta_p^2 = .256$], einen Haupteffekt für den Faktor „Antwortkomplexität“ [$F(1, 23) = 18.912$; $p = .000$; $\eta_p^2 = .451$], eine signifikante Zweifach-Interaktion der Faktoren „Bedingung“ x „Versuch „n-1““ [$F(1, 23) = 7.904$; $p = .010$; $\eta_p^2 = .256$] und eine signifikante Dreifach-Interaktion der Faktoren „Bedingung“ x „Versuch „n-1““ x „Antwortkomplexität“ [$F(1, 23) = 5.638$; $p = .026$; $\eta_p^2 = .197$]. Die ANOVA zeigte dennoch keinen Effekt für den Faktor „Versuch „n-1““ [$F(1, 23) = .006$; $p = .939$; $\eta_p^2 = .000$], keine Interaktion der Faktoren „Antwortkomplexität“ x „Versuch „n-1““ [$F(1, 23) = .368$; $p = .550$; $\eta_p^2 = .016$] und keine Inter-

aktion der Faktoren „Antwortkomplexität“ x „Bedingung“ [$F(1, 23) = .052$; $p = .822$; $\eta_p^2 = .002$].

Zur weiteren Analyse der vorhandenen dreifach-Interaktion wurde die sequentielle Modulation (d. h. Interaktion „Bedingung“ x „Versuch „n-1““) getrennt für die Antwortkomplexität berechnet. Bei der einfachen Antwort reagierten die Vpn auf eine Blicktäuschung ($M = 344$ ms; $SD = 34.9$ ms) im Vergleich zu einem Direktpass ($M = 327$ ms; $SD = 33.3$ ms) 17 ms ($SD = 15.3$ ms) langsamer, wenn zuvor ein Direktpass präsentiert wurde [$t(23) = 5.640$; $p = .000$; $d = .515$]. Wenn die Vpn dagegen zuvor eine Blicktäuschung sahen, dann reagierten sie 7 ms ($SD = 19.9$ ms) „numerisch“ schneller auf eine (Wiederholung der) Blicktäuschung ($M = 333$ ms; $SD = 37.4$) im Vergleich zu einem Direktpass ($M = 340$ ms; $SD = 29.9$ ms). Dieser Unterschied in den RTs war aber nicht signifikant [$t(23) = -1.710$; $p = .101$; $d = -.192$]. Die Wirkung der Blicktäuschung bei einer einfachen Antwort nimmt demnach ab, wenn sie wiederholt wird. Bei der komplexen Antwort reagierten die Vpn auf eine Blicktäuschung ($M = 374$ ms; $SD = 58.9$ ms) im Vergleich zu einem Direktpass ($M = 365$ ms; $SD = 49.0$ ms) 9 ms ($SD = 24.2$ ms) „numerisch“ langsamer, wenn zuvor ein Direktpass präsentiert wurde. Dieser Unterschied in den RTs ist aber nicht signifikant [$t(23) = 1.794$; $p = .086$; $d = .151$]. Wenn die Vpn dagegen zuvor eine Blicktäuschung sahen, dann reagierten sie 3 ms ($SD = 23.5$ ms) langsamer auf eine (Wiederholung der) Blicktäuschung ($M = 370$ ms; $SD = 58,7$) im Vergleich zu einem Direktpass ($M = 367$ ms; $SD = 54.3$ ms). Dieser Unterschied war aber nicht signifikant [$t(23) = .719$; $p = .479$; $d = .06$]. Die Wirkung der Blicktäuschung bei einer komplexen Antwortkomplexität nimmt „numerisch“ demnach ab, wenn sie wiederholt wird. Die Abbildung 24 stellt die Sequenzeffekte dar.

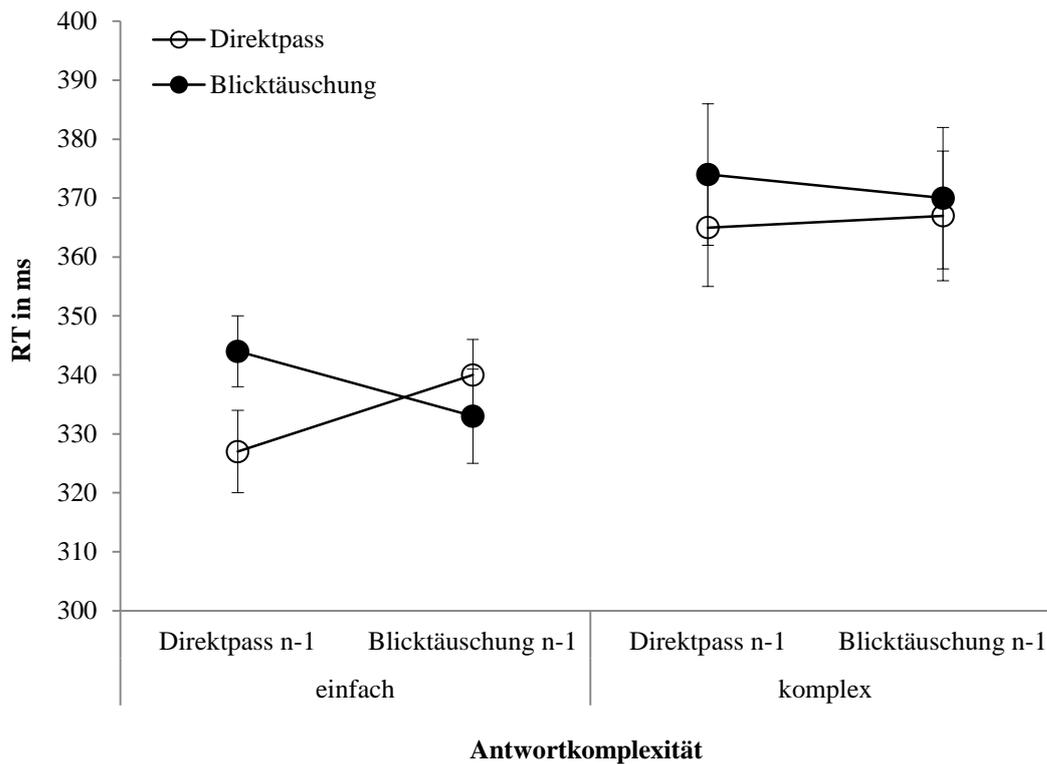


Abbildung 24: Reaktionszeiten (RT) in ms (\pm SE) in Abhängigkeit von der Sequenz zweier aufeinander folgender Versuche in Experiment 2.1. Reaktionen, denen ein Pass mit Blicktäuschung vorausgeht, sind mit vollen Kreisen, Reaktionen mit vorangegangenem Pass ohne Blicktäuschung (d. h. Direktpass) mit leeren Kreisen dargestellt. Auf der y-Achse sind die Reaktionszeiten in Millisekunden und auf der x-Achse der Versuch „n-1“ abgetragen.

8.1.6 Diskussion

Im Einklang mit den Befunden von Kunde et al. (2011), Weigelt et al. (2017) und Alhaj Ahmad Alaboud et al. (2012) ergab sich zunächst ein BTE bei einfachen Antworten (Tastendruck). Demnach legt das vorliegende Experiment 2.1 den Schluss nahe, dass die Blickrichtung im Basketball automatisch mitverarbeitet wird und vom Betrachter nicht unterdrückt werden kann. Die Ergebnisse der Sequenzanalyse zeigten dennoch ein Ausbleiben des BTEs nach einer Blicktäuschung. Das kann dafür sprechen, dass die Vpn offensichtlich die Blickrichtung ignorieren können, denn nach einer Blicktäuschung im vorangegangenen Versuch tritt kein BTE mehr auf. Darüber hinaus können die bisherigen Befunde zur Blicktäuschung im Basketball dahingehend erweitert werden, dass sich der BTE auch nachweisen lässt, wenn die Vpn mit typischen Abwehrbewegungen mit dem ganzen Körper auf die dargebotenen Stimuli (statische Bilder) reagieren. Die Ergebnisse des Experimentes 2.1 werden ausführlich in der gesamten Diskussion der Experimentalreihe 2 besprochen.

8.2 Experiment 2.2: Steigerung der Antwortkomplexität bei der Präsentation dynamischer Reize

Das experimentelle Setting in Experiment 2.2 entspricht weitgehend der realen 1:1 Situation im Basketball, da die Vpn nun auf dynamische statt statische Reize und mit einer komplexen Abwehrbewegung statt eines einfachen Tastendrucks reagieren sollen. Somit stellt das Setting in Experiment 2.2 eine Erweiterung des Designs von Kunde et al. (2011), Alhaj Ahmad Alaboud et al. (2012) und Weigelt et al. (2016) dar. Es wurde der Fragestellung nachgegangen, wie sich der BTE bei dynamischen Reizen und komplexen Reaktionen auf die RT und BZ auswirkt. Ein weiterer Befund von Kunde et al. (2011) war, dass der BTE während des gesamten Experimentes über die Durchgänge hinweg stabil blieb. Auch diesem Ergebnis wird in Experiment 2.2 nachgegangen. Es wurde entsprechend der Befunde von Kunde et al. (2011) angenommen, dass sich die Größe des BTEs in Laufe des Experimentes nicht verändert. Studien zu Handlungskonflikten (z. B. Stroop-Aufgabe) zeigen darüber hinaus, dass Kongruenzeffekte vom vorangegangenen Versuch abhängig sind (z. B. Kunde & Wühr, 2006). War der vorangegangene Durchgang (Versuch „n-1“) inkongruent, nimmt der Interferenz-Effekt im nachfolgenden Durchgang (Versuch „n“) ab. Diese Abnahme des Effekts deutet darauf hin, dass die Vpn in der Lage sind, die irrelevante Information zu unterdrücken, wenn sie vorher eine Interferenz erlebten. Kunde et al. (2011) fanden dennoch, dass der BTE unabhängig vom vorangegangenen Versuch (Versuch „n-1“) auftritt. Der BTE scheint demnach wiederholungsresistent zu sein. Die Ergebnisse der ersten Experimentalreihe zeigten dennoch eine Abnahme des BTE nach einer erlebten Blicktäuschung. In Anlehnung an den Befund der ersten Experimentalreihe und das Experiment 2.1 wurde angenommen, dass der BTE nach einer Blicktäuschung kleiner ist als nach einem Direktpass.

8.2.1 Versuchspersonen (Vpn)

Es nahmen 24 Studierende der Universität Paderborn im Alter von 20 bis 26 Jahren ($M = 22,1$ Jahre, $SD = 1,9$ Jahre; 12 weibliche, 1 Linkshänder) am Experiment 2.2 teil. Alle Teilnehmer berichteten keine oder eine durch eine Brille bzw. Kontaktlinsen korrigierte Sehschwäche. Die Teilnahme am Experiment war freiwillig und wurde finanziell nicht entlohnt. Alle Vpn besaßen keine Erfahrung im Basketball. Vpn mit Erfahrung im Handball wurden auch ausgeschlossen, um Generalisierungseffekte, die auf-

grund strukturähnlicher Täuschungshandlungen entstehen könnten, auszuschließen. Die Art und die Dauer der betriebenen Sportart aller Vpn wurden mit Hilfe eines Fragebogens erfasst. Die sportliche Erfahrung ($M = 9,9$ Jahre; $SD = 5,3$ Jahre) reichte von Individualsportarten wie Tennis und Badminton bis hin zu Mannschaftsportarten wie Fußball.

8.2.2 Stimulusmaterial

Als Stimulusmaterial wurden mehrere Videosequenzen eines Basketballspielers genutzt, der ein weißes Shirt und rote Basketballshorts trug. Der Basketballspieler stand ca. 60 cm vor einer weißen Wand, hielt einen Basketball auf Hüfthöhe und richtete seinen Blick zur Kamera (Ausgangsposition). Auf beiden Seiten des Basketballspielers stand jeweils ein Zuspieler außerhalb des Filmausschnitts. Der Basketballspieler führte einen Druckpass nach links oder nach rechts aus. Dabei passte er den Ball zu einem der Zuspieler, wobei er entweder in die Passrichtung (kongruente Bedingung = ein Direktpass) oder in die entgegengesetzte Richtung (inkongruente Bedingung = eine Blicktäuschung) blickte. Es wurden jeweils drei verschiedenen Sequenzen eines direkten Passes (3 direkte Pässe nach links) und einer Blicktäuschung (3 Blicktäuschungen nach links) genutzt. Diese sechs Sequenzen wurden danach gespiegelt, sodass insgesamt 12 Videos im Experiment verwendet wurden. Die Länge der Sequenz wurde kontrolliert und dauerte genau 933 ms. Danach wurde der zeitliche Verlauf der Videosequenzen analysiert, ob Unterschiede in den Bedingungen mit und ohne Blicktäuschungen vorliegen. Es konnte natürlich eine einfache Bewegung (z. B. ein einfaches Schulterzucken) auf die Passrichtung hinweisen und damit den Effekt beeinflussen. Um dies zu vermeiden, wurden die Videos *frame-by-frame* überprüft. Dabei wurden vier Kriterien gesetzt. Dies sind 1) die erste Bewegung auf dem Video, 2) die erste Bewegung des relevanten Reizmerkmals (Ball) und 3) des irrelevanten Reizmerkmals (Kopf) und 4) der Zeitpunkt, zu dem der Ball die Hände verlässt. Die Kontrolle der Videosequenzen wies keine Unterschiede zwischen Direktpässen und Blicktäuschungen auf (siehe Abbildung 25).

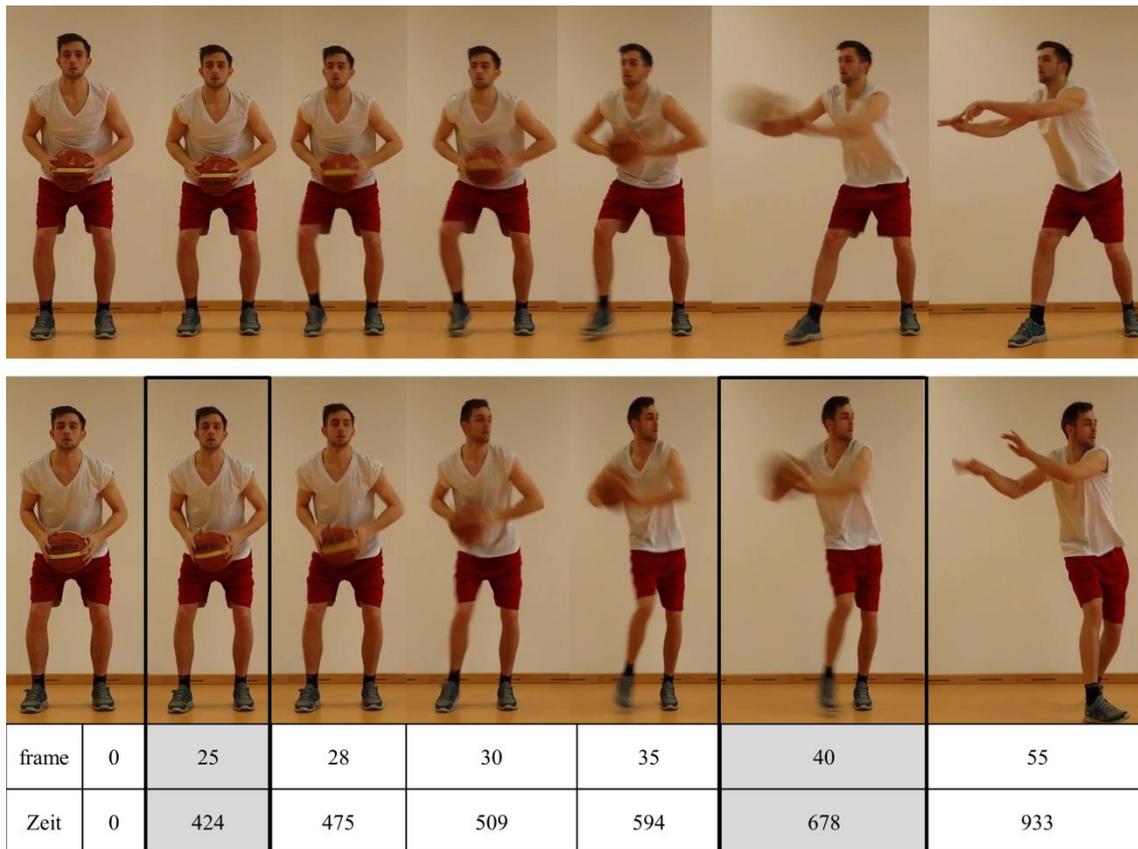


Abbildung 25: Beispiele für die Videos in Experiment 2.2. Oben ist ein Pass nach links ohne Blicktäuschung und unten ist ein Pass nach links mit Blicktäuschung dargestellt. Erste Bewegung erfolgte zum Zeitpunkt 424 ms (25 frame) sowohl bei einem Pass ohne Blicktäuschung als auch bei einem Pass mit Blicktäuschung. Zum Zeitpunkt 678 ms (40 frame) verließ der Ball die Hände des Basketballspielers.

8.2.3 Versuchsaufbau und -ablauf

Im Unterschied zu Experiment 2.1 wurden in Experiment 2.2 Videosequenzen statt fotografischem Bildmaterial präsentiert. Die Reaktionen erfolgten diesmal nur über die Basketballapparatur, da die Antwortkomplexität keinen Einfluss auf die Größe des Effektes hat. Zusätzlich können mit den komplexen Antworten jedoch noch die Bewegungszeiten (BZ) gemessen werden. Zu Beginn jedes Versuchsdurchgangs hielten die Vpn eine Ausgangstaste (die Leertaste) gedrückt und ein Video erschien. Die Vpn waren instruiert, so schnell wie möglich mit einer Abwehrbewegung gegen eine der beiden Basketballapparaturen zu reagieren, sobald sie die Passrichtung erkannten (siehe Anhang 6). Jede Vpn absolvierte einen Übungsblock mit 24 Versuchen und eine Reihe von drei Testblöcken mit jeweils 120 Versuchen (insgesamt 360 Testdurchgänge). Das Verhältnis von direkten Pässen zu Blicktäuschungen betrug in allen Testblöcken 50:50.

8.2.4 Datenauswertung

Es wurde die Reaktionszeit (RT, in ms) und die Bewegungszeit (BZ, in ms) ausgewertet. Die Zeit vom Beginn des Videos bis zum Loslassen der Ausgangstaste definierte die Reaktionszeiten und vom Loslassen der Ausgangstaste bis zum Treffen eines Basketballs die Bewegungszeit. Darüber hinaus wurden die RT und die BZ korreliert. Alle Reaktionen, die schneller als 100 ms (1,8% der Daten) und langsamer als 1500 ms waren, wurden nicht berücksichtigt. Reaktionsfehler (0,4% der Daten) sowie die ungültigen Versuche (4,1% der Daten) wurden nicht mit ausgewertet. Ein Versuch war ungültig, wenn die Vpn die Ausgangstaste zweimal hintereinander drückte. Eine Vpn musste auf Grund zu vieler ungültiger Versuche (120 Versuche = 33,3%) von der Datenauswertung ausgeschlossen werden.

8.2.5 Ergebnisse

8.2.5.1 Reaktionszeiten (RT)

Die Vpn reagierten auf eine Blicktäuschung ($M = 922$ ms; $SD = 90.2$) 56 ms langsamer als auf einen direkten Pass ($M = 866$ ms; $SD = 81.6$). Ein t -Test für abhängige Stichproben ergab einen signifikanten Unterschied der RT beider Bedingungen [$t(22) = 12.927$; $p = .000$; $d = .591$]. Die Abbildung 26 stellt die RT in ms dar.

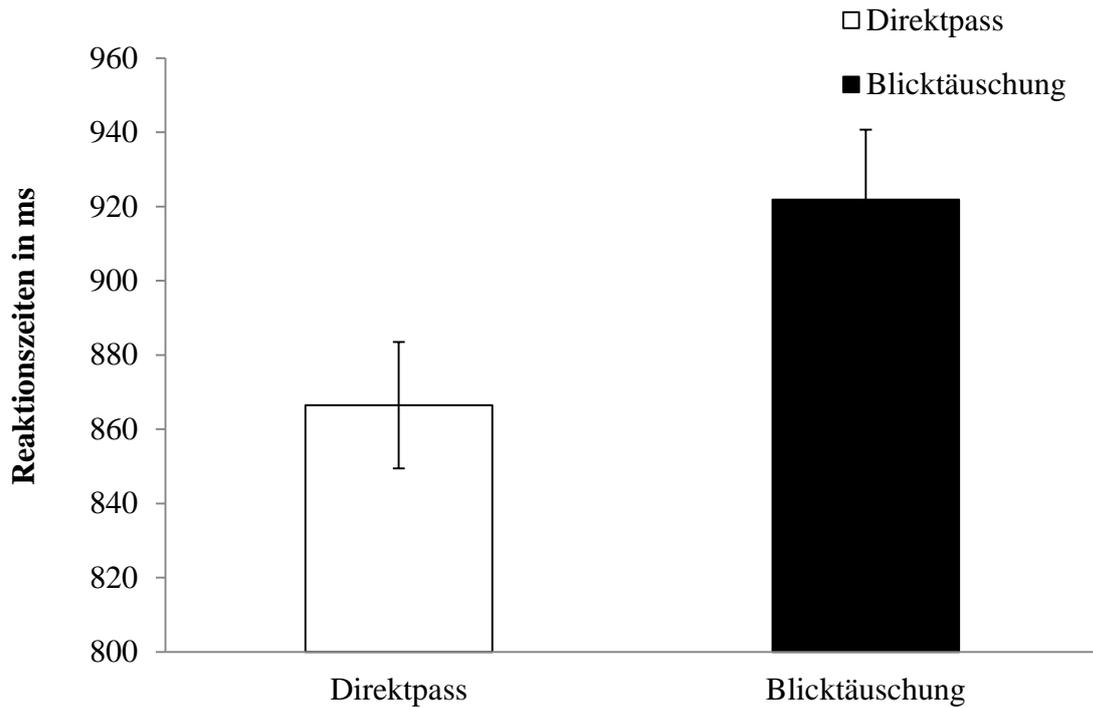


Abbildung 26: Reaktionszeiten (RT) in ms (\pm Standardfehler) für Reaktionen auf einen Direktpass (weiße Balken) und auf eine Blicktäuschung (schwarze Balken).

8.2.5.2 Bewegungszeiten (BZ)

Die Ergebnisse der Bewegungszeiten sind in der Abbildung 27 dargestellt. Bei einer Blicktäuschung benötigten die Vpn 42 ms mehr Zeit ($M = 314$ ms; $SD = 63.0$) als bei einem direkten Pass ($M = 272$ ms; $SD = 59.9$), um die Abwehrbewegung auszuführen. Ein t -Test für abhängige Stichprobe zeigte einen signifikanten Unterschied der BZ zwischen den Bedingungen an [$t(22) = 8.197$; $p = .000$; $d = .671$].

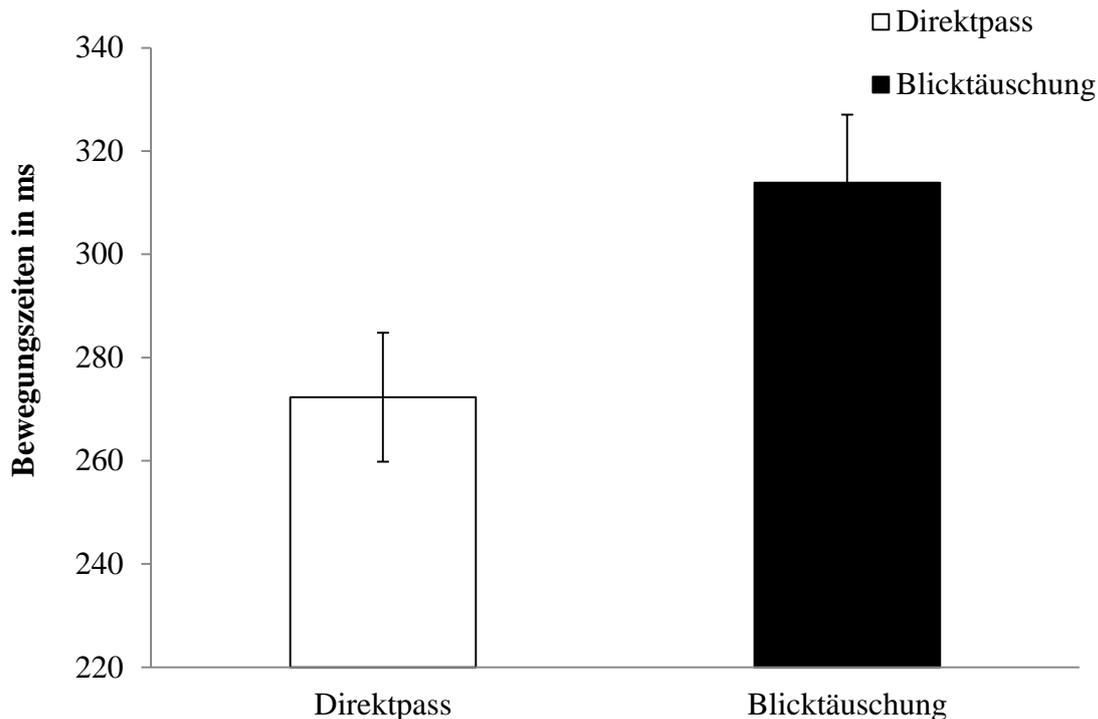


Abbildung 27: Bewegungszeiten (BZ) in ms (\pm Standardfehler) für Reaktionen auf einen Direktpass (weiße Balken) und auf eine Blicktäuschung (schwarze Balken).

8.2.5.3 Zusammenhang von RT und BZ

Außerdem ergaben die Ergebnisse der Korrelationsanalysen, dass die Reaktionszeiten mit den Bewegungszeiten für die inkongruenten Bedingungen gegenläufig korrelieren [$r(3463) = -1.71$; $p = .000$]. In den kongruenten Versuchen bestand dagegen keine signifikanten Korrelationen zwischen RT und BZ [$r(3650) = -.027$, $p > .05$].

8.2.5.4 Übungseffekte (ÜE)

Um zu prüfen, ob die Größe des BTEs im Laufe des Experimentes stabil blieb, wurden die Reaktionszeiten der 3 Testblöcke (insgesamt 360 Versuche) in 6 Miniblöcke mit jeweils 60 Versuchen aufgeteilt. Danach wurde eine ANOVA für den Faktor „Block“ und „Bedingung“ gerechnet. Die ANOVA ergab einen Haupteffekt für den Faktor „Bedingung“ [$F(1, 22) = 161.160$; $p = .000$; $\eta_p^2 = .880$], einen Haupteffekt für den Faktor „Block“ [$F(5, 110) = 20.521$; $p = .000$; $\eta_p^2 = .483$] und keine Interaktion beider Faktoren [$F(5, 110) = .550$; $p = .738$; $\eta_p^2 = .024$]. Die Größe des BTEs blieb stabil und veränderte sich im Verlauf des Experimentes nicht. Das Gesamtreaktionszeitniveau nahm im Verlauf des Experiments ab. Die RT von Minitestblock 1 zu 2, von 2 zu 3 und von 3 zu 4 nahmen signifikant ab (alle t -Werte >2.5 , alle p -Werte < 0.05). Die RT von

Minitestblock 4 zu 5 und von 5 zu 6 nahmen numerisch weiter ab, was jedoch statistisch nicht signifikant wurde (alle p -Werte > 0.05). Abbildung 28 zeigt die Verläufe der RT über die einzelnen Blöcke hinweg.

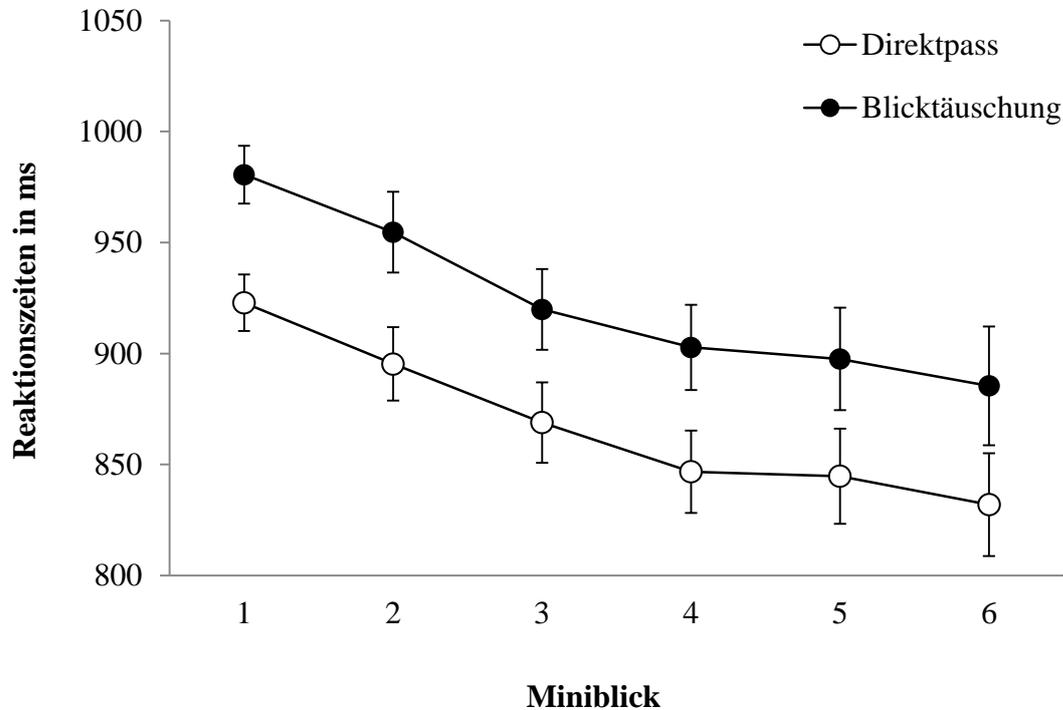


Abbildung 28: Übungseffekt für die Reaktionszeiten (RT) in ms (\pm Standardfehler) in Experiment 2.2, abgetragen über sechs Miniblocke. Die leeren Kreise stellen die RT auf einen Direktpass und die vollen Kreise die RT auf eine Blicktäuschung dar.

8.2.5.5 Sequenzeffekte (SE)

Die Abbildung 29 stellt die Ergebnisse der Sequenzeffekte dar. Sequenzeffekte prüfen den Einfluss des Versuchs „n-1“ auf den aktuellen Versuch. Eine Varianzanalyse (ANOVA) für die Faktoren „Versuch „n-1““ und „Bedingung“ (Blicktäuschung vs. direkter Pass) zeigte einen Haupteffekt für den Faktor „Bedingung“ [$F(1, 22) = 164.906$; $p = .0000$; $\eta_p^2 = .882$], einen Haupteffekt für den Faktor „Versuch „n-1““ [$F(1, 22) = 31.172$; $p = .000$; $\eta_p^2 = .586$] und eine Interaktion beider Faktoren [$F(1, 22) = 9.530$; $p = .005$; $\eta_p^2 = .302$]. Die Vpn reagierten auf eine Blicktäuschung durchschnittlich 7 ms langsamer, wenn der vorangegangene Versuch auch eine Blicktäuschung ($M = 925$; $SD = 88.0$) war, als wenn zuvor ein direkter Pass ($M = 918$; $SD = 92.9$) präsentiert wurde. Ein t -test für verbundene Stichproben zeigte, dass dieser Unterschied in den RT signifikant ist [$t(22) = 2,343$; $p = .029$; $d = .072$]. Außerdem reagieren die Vpn auf einen direkten Pass 17 ms langsamer, wenn der Versuch „n-1“ eine Blicktäuschung ($M = 874$;

$SD = 79.8$) war, als wenn der Versuch „n-1“ ein direkter Pass ($M = 857$; $SD = 85$) war [$t(22) = 6.658$; $p = .000$; $d = .196$]. Der BTE lässt sich folglich vom vorangegangenen Versuch beeinflussen. Der BTE nach einem erlebten Versuch mit einem Direktpass ($M = 61,7$; $SD = 24,7$) ist 10 ms größer, als wenn man vorher eine Blicktäuschung ($M = 51.0$; $SD = 20.4$) erlebte [$t(22) = -3,079$; $p = .005$; $d = -.458$].

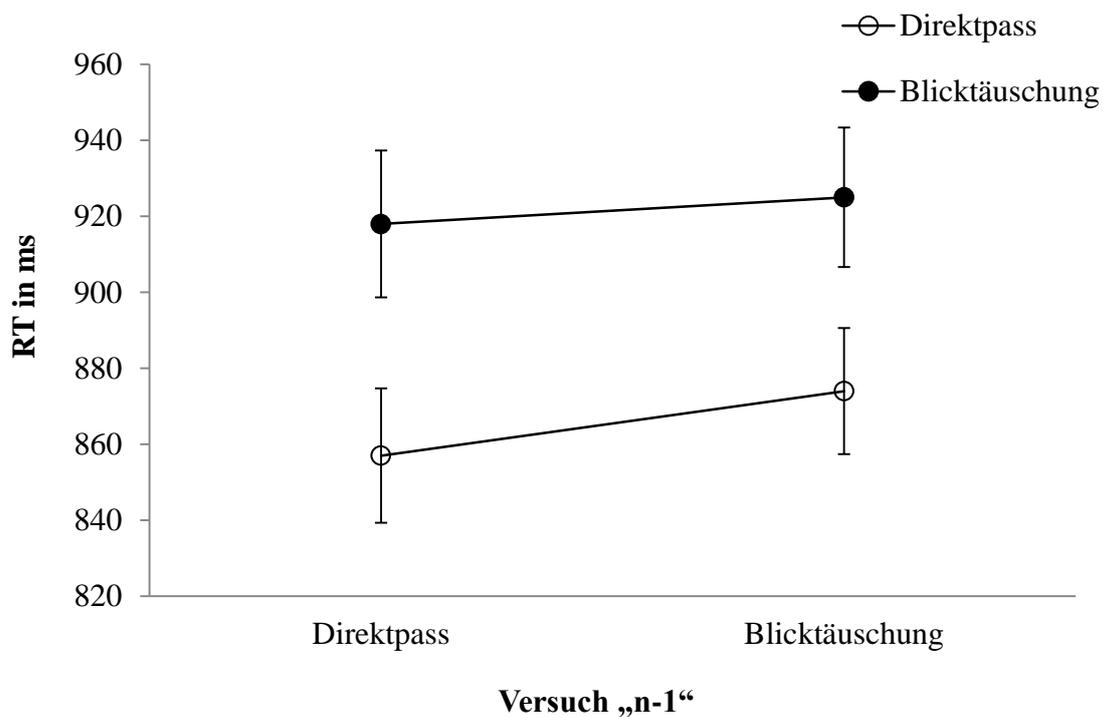


Abbildung 29: Reaktionszeiten (RT) in ms (\pm SE) in Abhängigkeit von der Sequenz zweier aufeinander folgenden Versuche in Experiment 2.2. Reaktionen, denen ein Pass mit Blicktäuschung vorausgeht, sind mit vollen Kreisen, Reaktionen mit vorangegangenem Pass ohne Blicktäuschung (d. h. Direktpass) mit leeren Kreisen dargestellt. Auf der y-Achse sind die Reaktionszeiten in Millisekunden und auf der x-Achse der Versuch „n-1“ abgetragen.

8.2.6 Diskussion

Auch bei der Nutzung dynamischen Bildmaterials tritt in den RTs ein BTE auf. Darüber hinaus benötigten die Vpn mehr Zeit, um die Abwehrbewegung auszuführen, wenn eine Blicktäuschung gezeigt wurde im Vergleich zu einem direkten Pass. Die berechneten Korrelationen zwischen den RT und den BZ deuteten auf keinen Zusammenhang dieser beiden Variablen bei einem Direktpass hin, jedoch auf einen signifikant gegenläufigen Zusammenhang bei einer Blicktäuschung. Hohe RT gehen mit niedrigen BZ einher wohingegen niedrige RT mit hohen BZ auftreten. Dieser Befund wird vor dem Hintergrund der *deferred programming hypothesis* (Spijkers, Heuer, Kleinsorge &

van der Loo, 1997; Diedrichsen, Hazeltine & Ivry, 2001) in der gesamten Diskussion der Experimentalreihe 2 diskutiert. Ein weiteres Ergebnismuster ist die Abnahme der RT bei gleichbleibendem BTE im Verlauf des Experiments. Die Vpn können nach mehreren Durchgängen schneller reagieren, der BTE bleibt jedoch stabil. Es gelingt den Vpn im Verlauf des Experimentes folglich nicht, den Einfluss der Blickrichtung auf die RT zu verringern. Das deutet darauf hin, dass Blicktäuschungen im Basketball übungsresistent sind und dass sie auch nach längerer Übung wirken. Darüber hinaus ergab die Analyse von Sequenzeffekten, dass der BTE nach einer Blicktäuschung geringer ausfällt als nach einem direkten Pass. Zudem werden die RT nach einer Blicktäuschung insgesamt langsamer. Dieses Ergebnis steht im Einklang zu ähnlichen Konfliktaufgaben, in denen ein aufgabenirrelevantes Merkmal (in diesem Fall die Blickrichtung) mit dem aufgabenrelevanten Merkmal (in diesem Fall die Passrichtung) übereinstimmt oder eben nicht. In der Regel sind solch ähnliche Effekte, wie der Eriksen-Effekt (Gratton, Coles & Donchin, 1992), der Simon-Effekt (Stuermer et al., 2002), oder der Stroop-Effekt (Kerns et al., 2004) vom vorangehenden Versuch beeinflusst. Sie werden geringer oder zerfallen, wenn der vorherige Versuch eine inkongruente Information (in diesem Fall eine Blicktäuschung) beinhaltete. Es scheint, dass die Vpn an den auftretenden Verarbeitungskonflikt adaptieren, etwa indem Aufmerksamkeit auf die relevante Information gelegt bzw. irrelevante Information unterdrückt wird, wenn zuvor ein Konflikt auftrat (Egner, 2007; Kunde & Wühr, 2006). Anzumerken ist, dass die Ergebnisse der Sequenzeffekten den klassischen Ergebnissen nicht zu 100% entsprechen. Denn die Reaktionszeiten nach einer Blickrichtung sowohl auf eine Blickrichtung als auf einen Direktpass nahmen zu. Die sequenzielle Modulation blieb aber unberührt. Dies deutet daraufhin, dass es auch bei der Zunahme der Gesamtreaktionszeiten, zu einer sequenziellen Modulation des BTEs kommt.

8.3 Diskussion der Experimentalreihe 2

Die Experimentalreihe 2 geht der Fragestellung nach, ob sich die Steigerung der Antwortkomplexität auf den BTE einer Blickfinte auswirkt und ob sich dieser BTE auf dynamische Reize erweitern lässt. Den Vpn wurden in Experiment 2.1 statische Bilder und in Experiment 2.2 Videos von einem Basketballspieler gezeigt. Dieser spielte entweder einen direkten Pass nach rechts oder links oder er setzte beim Passen eine Blicktäuschung ein. Die Vpn hatten die Aufgabe, schnellstmöglich auf die Passrichtung

zu reagieren und so gut wie möglich die Blickrichtung zu ignorieren. In Experiment 2.1 gaben die Vpn ihre Antwort in einem Testblock per Tastendruck (einfache Antwort) und in einem anderen Testblock mittels Ganzkörperbewegung (komplexe Antwort). In Experiment 2.2 erfolgten die Reaktionen auf die Videosequenzen lediglich durch eine komplexe Antwort. Es wurde angenommen, dass ein BTE in den RT sowohl bei einfacher als auch bei komplexer Antwort auftritt. Darüber hinaus wurde untersucht, ob der BTE bei dynamischen Reizen nicht nur die Reaktionsgeschwindigkeit der Probanden, sondern auch die Geschwindigkeit der Durchführung der Antworthandlung (Ganzkörperbewegung) beeinflusst. In Experiment 2.2 wurden darüber hinaus Übungs- und Sequenzeffekte analysiert.

Sowohl in Experiment 2.1 als auch in Experiment 2.2 trat in den RT ein BTE auf. In Anlehnung an Kunde et al. (2011) wird argumentiert, dass der BTE in den RT auf eine perzeptuelle Interferenz zwischen dem aufgabenrelevanten (d. h. Passrichtung) und dem aufgabenirrelevanten Merkmal (d. h. Blickrichtung, sog. S-S-Interferenz) zurückzuführen ist (vgl. Kornblum et al., 1990). Infolge dessen verlangsamten sich die RT auf eine Blicktäuschung im Vergleich zu den RT bei einem Direktpass. Die Ergebnisse der zweiten Experimentalreihe konnten die Befunde von Kunde et al. (2011) replizieren und darüber hinaus zeigen, dass sich der BTE auf die Präsentation dynamischer Reize erweitern lässt. Bemerkenswerterweise war der BTE für Videosequenzen (Experiment 2.2) um ein vielfaches größer (56 ms vs. 6 ms) als für statisches Bildmaterial (Experiment 2.1).

Die Analyse der BZ ergab nur für dynamisches Bildmaterial einen BTE, d. h. die Vpn brauchten im Falle einer Blicktäuschung mehr Zeit, um die Ganzkörperbewegung auszuführen als bei einem Direktpass (42 ms). Die Verlangsamung der BZ lässt mehrere Erklärungsmöglichkeiten zu, die im Folgenden dargestellt werden. Zum einen könnte es sein, dass bei den Vpn durch die Blickrichtung eine motorische Handlung in ebendiese Richtung gebahnt (d. h. ausgewählt und programmiert) wird. Der Zeitpunkt des Loslassens der Ausgangstaste markiert den Beginn der Ausführung der vorher geplanten Handlung (in Blickrichtung). Basierend auf den neuen eingehenden Informationen (d. h. den weiterlaufenden Videosequenzen) tritt im Fall einer Blicktäuschung ein Konflikt zwischen der geplanten Handlung (Bewegung in Blickrichtung) und der erforderlichen Handlung (Bewegung in Passrichtung) auf. Die Vpn müssen ihre ursprüngliche Entscheidung revidieren und eine den neuen Informationen angepasste Handlung durchfüh-

ren. Die Bewegungsausführung nimmt mehr Zeit in Anspruch, da vermutlich eine initiale Verlagerung des Körperschwerpunkts zur falschen Seite korrigiert werden muss (vgl. Schütz, Güldenpenning & Schack, 2013). Einen ähnlichen Befund erzielten auch Henry et al. (2012) in einem realistischen Setting, in dem Reaktions- und Bewegungszeiten von Rugbyspielern gemessen wurden. Die Rugbyspieler mussten im Rahmen eines Agilitätstests einen Parcours schnellstmöglich durchlaufen und auf einen auf einer Leinwand dargebotenen fintierenden oder nicht-fintierenden Spieler reagieren. Die längeren Zeiten beim Durchlaufen in der Täuschungsbedingung führten die Autoren auf einen zweiten Entscheidungsprozess (revidieren der ersten Entscheidung) und zusätzlich längere Bewegungszeiten zurück. Auch Henry et al. (2012) argumentierten, dass die ursprünglich eingeleitete Bewegungsrichtung korrigiert werden muss.

Ein weiterer Erklärungsansatz für den BTE in den BZ liefert die sogenannte *deferred programming hypothesis*, die aus dem Kontext bimanueller Handlungen und damit einhergehender Interferenzen bei nicht-symmetrischen Bewegungen entnommen ist (Diedrichsen et al., 2001; Spijkers et al., 1997). Handlungen, die unter Zeitdruck ausgeführt werden müssen, was hier der Fall war, werden möglicherweise initiiert, bevor die Programmierung der Handlung abgeschlossen ist. Die Reaktionsplanung wird also teilweise in die Phase der Bewegungsausführung verlagert. Einen Hinweis auf ein solches *deferred programming* liefern die zwischen den RT und BZ berechneten Korrelationen für Direktpässe und Blicktäuschungen. Eine gegenläufige Korrelation zwischen RT und BZ, wie wir es lediglich bei Blicktäuschungen fanden, lässt sich dahingehend interpretieren, dass die Vpn die vollständige Handlungsprogrammierung zu Gunsten schneller Reaktionen in die Phase der Bewegungsausführung verlagerten. Die Annahme lautet, dass die Vpn ihre Antworten zum Zeitpunkt des Reagierens noch nicht vollständig geplant hatten, da sie in erster Linie schnell reagieren wollten. Der Konflikt des relevanten Reizmerkmals der Passrichtung und des irrelevanten Reizmerkmals der Blickrichtung verlagerte sich so bis in die Phase der Bewegungsausführung hinein, was sich in einem BTE in der BZ widerspiegelte.

Aufgrund der vorliegenden Experimente kann keine der beiden Hypothesen abschließend bewertet werden. Es wäre zudem auch möglich, dass die Vpn unterschiedliche Strategien anwendeten. Es könnte für zukünftige Forschungen lohnend sein, zu prüfen, welche der beiden Strategien effizienter ist. Möglicherweise lassen sich auch Rückschlüsse durch die Untersuchung von Experten ziehen. Vergleicht man den gefundenen

Gesamt-BTE aus RT und BZ (6 ms vs. 98 ms) für die methodischen Varianten „statisches Bildmaterial + Tastendruck“ und „Videosequenzen + komplexe Reaktion“, so werden die Grenzen einer klassischen, labor-experimentellen Herangehensweise deutlich. Wenn man das annähernd reale Ausmaß des BTEs erfassen und dessen praktische Relevanz beurteilen möchte, so muss man dem methodischen Übergang von der Präsentation statischer Bilder auf dynamische Reize und dem Übergang von einer einfachen auf eine komplexe Antwort eine hohe Bedeutung beimessen.

9 Experimentalreihe 3: Der Einfluss der Häufigkeitsverteilung auf den Blicktäuschungseffekt

Die Beobachtung in der zweiten Experimentalreihe, dass der BTE nach einem Erleben einer Blicktäuschung im vorrangigen Versuch abnimmt, ist für die Sportpraxis von großer Bedeutung. Dabei stellt sich die Frage, ob die Blicktäuschung nach einem häufigen Einsatz wirksam bleibt. Die Abnahme des BTEs sowie der Kongruenz-Effekte (wie Stroop-Effekt) nach einem Versuch mit interfrierenden Informationen nennt man Konfliktadaptation (siehe z. B. Kunde & Wühr, 2006, Stuermer, Leuthold, Soetens, Schröter, & Sommer, 2002). Diese Modulation lässt sich auf die Beobachtung von Gratton et al. (1992) zurückführen. Diese Beobachtung wurde später für zahlreiche Konfliktaufgaben bestätigt (für Simon-Aufgabe siehe z. B. Stuermer et al., 2002; für Stroop-Aufgabe siehe z.B. Kerns, Cohen, MacDonald III, Cho, Stenger, & Carter 2004). Im Sport fand diese Beobachtung auch einen Bezug. Alhaj Ahmad Alaboud et al. (2012) fanden, dass die Häufigkeitsverteilung den BTE moduliert. Demnach nimmt der BTE zu, wenn eine Blicktäuschung seltener (25%) gezeigt wurde und ab, wenn sie häufiger (75%) präsentiert wurde. Der Befund ist für die Sportpraxis relevant, denn er bestimmt die Maße des erfolgreichen Einsatzes der Blicktäuschung. Je weniger eine Blicktäuschung eingesetzt wird, desto größer ist ihre Wirkung.

Basierend auf den Ergebnissen von Alhaj Ahmad Alaboud et al. (2012) ist das Ziel der dritten Experimentalreihe zum einen die Untersuchung des BTEs bei unterschiedlichen Häufigkeitsverteilungen und zum anderen die Überprüfung des Einflusses der Häufigkeitsverteilung auf den BTE bei der Präsentation dynamischer Reize. In Experiment 3.1 wurden den Vpn statische Bilder präsentiert. Jede Vpn absolvierte eine Reihe von fünf Testblöcken. Die Häufigkeitsverteilung der Blicktäuschung bzw. des Direktpasses (10%, 25%, 50%, 75% und 90%) wurde systematisch variiert. Vpn sollte per Tastendruck auf die Passrichtung reagieren. In Experiment 3.2 wurden drei Gruppen getestet. Ihnen wurden kurze Videosequenzen präsentiert. Die Häufigkeitsverteilung der Blicktäuschung wurde auch variiert (20%, 50% und 80% Blicktäuschung). Die Vpn sollten auf die Passrichtung mit einer Ganzkörperbewegung reagieren und so gut wie möglich die Blickrichtung ignorieren. Anhand der Beobachtung von Gratton et al.

(1992) und der Befunde von Stuermer et al. (2002), Kerns et al. (2004) und Alhaj Ahmad Alaboud (2012) wurde für die zwei Experimente angenommen, dass der Blicktäuschungseffekt abnimmt, wenn eine Blicktäuschung sehr oft präsentiert wird, und zunimmt, wenn sie selten gezeigt wird.

9.1 Experiment 3.1: Einfluss der extremen Häufigkeitsverteilung auf den Blicktäuschungseffekt

Das Experiment 3.1 stellt eine Erweiterung der Studie von Alhaj Ahmad Alaboud (2012) dar. Das Paradigma und die Antwortmodalität bleiben unverändert. So wurden statische Bilder präsentiert und Vpn gaben ihre Antwort per einfachen Tastendruck. Der Unterschied zur Studie von Alhaj Ahmad Alaboud (2012) bestand in der *extremen* Häufigkeitsverteilung von Blicktäuschungen (10% und 90%). Basierend auf den Ergebnissen von Alhaj Ahmad Alaboud et al. (2012) wurde angenommen, dass die Häufigkeitsverteilung, mit der eine Blicktäuschung auftritt, den BTE moduliert.

9.1.1 Versuchspersonen (Vpn)

An der Untersuchung nahmen 30 Studierende der Universität Paderborn (davon 10 Weibliche; $M = 24,16$ Jahre; $SD = 3,09$ Jahre) teil. Ihre Teilnahme war freiwillig und wurde finanziell nicht entlohnt. Wie in den vorherigen Experimenten erklärte jede Vpn ihr Einverständnis zur Teilnahme an der Untersuchung vor dem Beginn der Testung und wurde anschließend durch den Testleiter über den Untersuchungsablauf informiert. Keine Vpn wurde über die Häufigkeitsverteilung der Blicktäuschung in den einzelnen Testblöcken informiert. Bei der Auswahl der Vpn wurde berücksichtigt, dass sie keine Basketballerfahrung besitzen, um mögliche Expertiseeffekte auszuschließen. Zur genaueren Ermittlung der visuellen und praktischen Basketballerfahrung wurde darüber hinaus abgefragt, ob basketballspezifische Medien (wie z.B. die NBA im Fernsehen oder basketballspezifische Zeitschriften) genutzt werden oder ob Basketball trainiert und an Basketballwettkämpfen teilgenommen wird. Um weitere Effekte, wie z. B. Generalisierungseffekte, die wegen strukturähnlicher Täuschungshandlungen entstehen könnten, auszuschließen, wurden auch die Vpn mit Erfahrung im Handball und im Volleyball ausgeschlossen (vgl. Kunde et al, 2011 & Alhaj Ahmad Alaboud et al, 2012). In einem kurzen Fragebogen wurden außerdem die Art und die Dauer der regelmäßig betriebenen Sportarten erfasst. Die sportliche Erfahrung der Vpn (Dauer: $M = 12,1$ Jahre, $SD = 6,03$) reichte von Individualsportarten (Turnen, Schwimmen, Laufen und Radfahren), über Outdoor Aktivitäten (Klettern und Skifahren) bis hin zu Rückschlagsportarten (Tennis, Squash). Zehn Vpn trugen eine Sehhilfe (Brille oder Kontaktlinsen) und vier waren linkshändig.

9.1.2 Stimulusmaterial

In Experiment 3.1 wurden die gleichen Stimuli wie in der ersten Experimentalreihe (Experiment 1.1 und 1.2) verwendet. Die Stimuli zeigten einen Basketballspieler bei der Ausführung eines Druckpasses nach links und nach rechts mit oder ohne Blicktäuschung. Im Gegenteil zu der ersten Experimentalreihe wurde die Größe der Stimuli nicht geändert, sondern konstant bei \varnothing 33,6 cm gehalten. Alle anderen Eigenschaften der Stimuli blieben ohne Änderung.

9.1.3 Versuchsaufbau und -ablauf

Die Testungen fanden in einem Laborraum der Universität Paderborn statt und dauerten ca. 45 Minuten pro Vpn. Die Darstellung der Stimuli erfolgte über einen 24 Zoll LG-Monitor⁵ mit Hilfe der Software *Presentation* 0.70. Die Vpn saßen in einem Abstand von ca. 70 cm vor dem Monitor und gaben ihre Antworten mit den Zeigefingern über zwei Tasten einer deutschsprachigen Tastatur („y“ und „.“). Die Vpn sollten schnellstmöglich auf die Passrichtung („links“ oder „rechts“) reagieren und so gut wie möglich die irrelevante Blickrichtung ignorieren (vgl. Kunde et al, 2011 & Alhaj Ahmad Alaboud et al, 2012) (siehe Anhang 7). Jede Vpn absolvierte erst einen Übungsblock mit 16 Versuchen mit einer Häufigkeitsverteilung von 50% zu 50% (acht Versuche ohne Blicktäuschung und acht Versuche mit Blicktäuschung) und danach fünf Testvarianten mit jeweils 120 Versuchen (insgesamt 600 Versuche). Die Häufigkeit der kongruenten Bedingungen (Direktpässe) und der inkongruenten Bedingungen (Blicktäuschungen) wurde systematisch über die fünf Testvarianten variiert. Die Anzahl kongruenter und inkongruenter Versuche in Abhängigkeit von der Häufigkeitsverteilung ist in der Tabelle 1 dargestellt.

⁵ LG Flatron, Modell W2442PE, TFT-LCD Aktiv Matrix

Tabelle 1

Die Häufigkeitsverteilung in den Testblöcken

Testdurchgang	Blicktäuschung	Direktpass
1	50% (60 Durchgänge)	50% (60 Durchgänge)
2	10% (12 Durchgänge)	90% (108 Durchgänge)
3	25% (30 Durchgänge)	75% (90 Durchgänge)
4	75% (90 Durchgänge)	25% (30 Durchgänge)
5	90% (108 Durchgänge)	10% (12 Durchgänge)

Alle Vpn begannen die Testung jeweils mit dem Testblock 50% Blicktäuschung. Alle anderen Testblöcke wurden über die Vpn randomisiert, sodass 24 Reihenfolgen zustande kamen. Auch die Reihenfolge der Blöcke wurde systematisch über die Vpn ausbalanciert, wobei die Vpn über die Häufigkeitsverteilung der Blicktäuschung nicht informiert wurden. Das Ziel dieser Vorgehensweise bestand darin zu überprüfen, wie sich der BTE nach einem ausgeglichenen Testblock verhält. Jeder Versuch begann mit einem Fixationskreuz, welches auf der Mitte des Monitors für 250 ms präsentiert wurde und welches der Vpn signalisierte, dass es gleich losgeht. Kurz darauf erschien der Teststimulus, auf welchen die Vpn reagieren sollten. Der Teststimulus verblieb auf dem Monitor, bis die Vpn eine Reaktion ausführte. Bei richtiger Antwort erschien kurz darauf ein schwarzes Bild (blank) für 2000 ms. Dann folgte der nächste Durchgang. Bei falscher Antwort erhielt die Vpn eine direkte Rückmeldung durch die Einblendung des Wortes „Fehler“, welches auf dem Monitor für 500 ms erschien.

9.1.4 Datenauswertung

Alle Reaktionen, die schneller als 100 ms und langsamer als 1000 ms waren (vgl. das Verfahren bei Kunde et al., 2011 und Alhaj Ahmad Alaboud et al., 2012), wurden in der Auswertung nicht berücksichtigt (insgesamt 0,09% der Daten, entspricht 17 Versuchen). Mit dem *Kolmogorvo-Smirov*-Test wurde geprüft, ob die Reaktionen normalverteilt sind. Da der Test positiv ausfiel, konnten anschließend alle Reaktionen

mithilfe des sogenannten *Boxplot*-Verfahrens zur Ausschließung der Ausreißer überprüft werden. Insgesamt wurden somit die Daten von 29 Vpn weiter kontrolliert. Bei der Datenauswertung wurden die Reaktionszeiten (RT in ms; 98,6% der Daten) und Reaktionsfehler (RE in %; 1,4% der Daten) als abhängige Variablen betrachtet. Beide Variablen wurden danach in einer zwei-faktoriellen Varianzanalyse mit Messwiederholung (ANOVA) mit den Innersubjekt-Faktoren „Häufigkeitsverteilung“ (10% vs. 25% vs. 50% vs. 75% vs. 90%) und „Bedingung“ (Blicktäuschung vs. Direktpass) gegen das Signifikanzniveau $\alpha = 5\%$ statistisch überprüft. Zweiseitige *t*-Tests dienten als *post-hoc* Tests.

9.1.5 Ergebnisse

9.1.5.1 Reaktionszeiten (RT)

Die zwei-faktorielle Varianzanalyse mit Messwiederholung für die Innersubjekt-Faktoren „Bedingung“ (Direktpass vs. Blicktäuschung) und „Häufigkeitsverteilung“ (10%, 25%, 50%, 75% und 90% Blicktäuschung) zeigte einen Haupteffekt für den Faktor „Bedingung“ [$F(1, 28) = 13.559$; $p = .001$; $\eta_p^2 = .326$], eine Interaktion beider Faktoren „Bedingung x Häufigkeitsverteilung“ [$F(4, 112) = 2.741$; $p = .032$; $\eta_p^2 = .089$] aber keinen Effekt für den Faktor „Häufigkeitsverteilung“ [$F(4, 112) = .901$; $p > .05$; $\eta_p^2 = .031$]. Die Vpn reagierten insgesamt und unabhängig von der Häufigkeitsverteilung 9 ms ($SD = 11.8$) langsamer auf eine Blicktäuschung als auf einen Direktpass [$t(28) = 4.110$; $p = .000$]. Bei 10% Blicktäuschung reagierten die Vpn signifikant 10 langsamer auf eine Blicktäuschung ($M = 370$ ms; $SD = 39.4$ ms) als auf einen Direktpass ($M = 360$ ms; $SD = 35.5$ ms) [$t(28) = 2.866$; $p = .008$; $d = .272$]. Auch bei 25% Blicktäuschungen unterschieden sich die Reaktionszeiten bei einer Blicktäuschung (373 ms, $SD = 37.8$ ms) von denen bei einem Direktpass (361 ms, $SD = 36.1$ ms). Dieser Unterschied von 8 ms ist signifikant [$t(28) = 4.183$; $p = .000$; $d = .318$]. Auch bei 50% Blicktäuschung zeigte ein einseitiger *t*-Test einen signifikanten Unterschied von 5 ms in der RT zwischen einer Blicktäuschung ($M = 367$ ms; $SD = 36.7$ ms) und einem Direktpass ($M = 362$ ms; $SD = 40.7$ ms) [$t(28) = 1.756$; $p = .044$; $d = .109$]. Jedoch gibt es keinen BTE bei 75% und bei 90% Blicktäuschung (Effekt bei 75% und bei 90% jeweils 2 ms; alle *p*-Werte $> .05$) (siehe Abbildung 30). Der BTE bei 25% ist jeweils 10 ms ($M = 12$ ms; $SD = 15.1$ ms) signifikant größer als bei 75% ($M = 2$ ms; $SD = 13.6$ ms) [$t(29) = 2.996$; $p = .006$; $d = .699$] und bei 90% Blicktäuschung ($M = 2$ ms; $SD = 19.4$ ms) [$t(29) = 2.236$;

$p = .033$; $d = .581$]. Alle anderen Vergleiche wurden nicht signifikant (alle p -Werte $>.05$; alle T -Werte < 3).

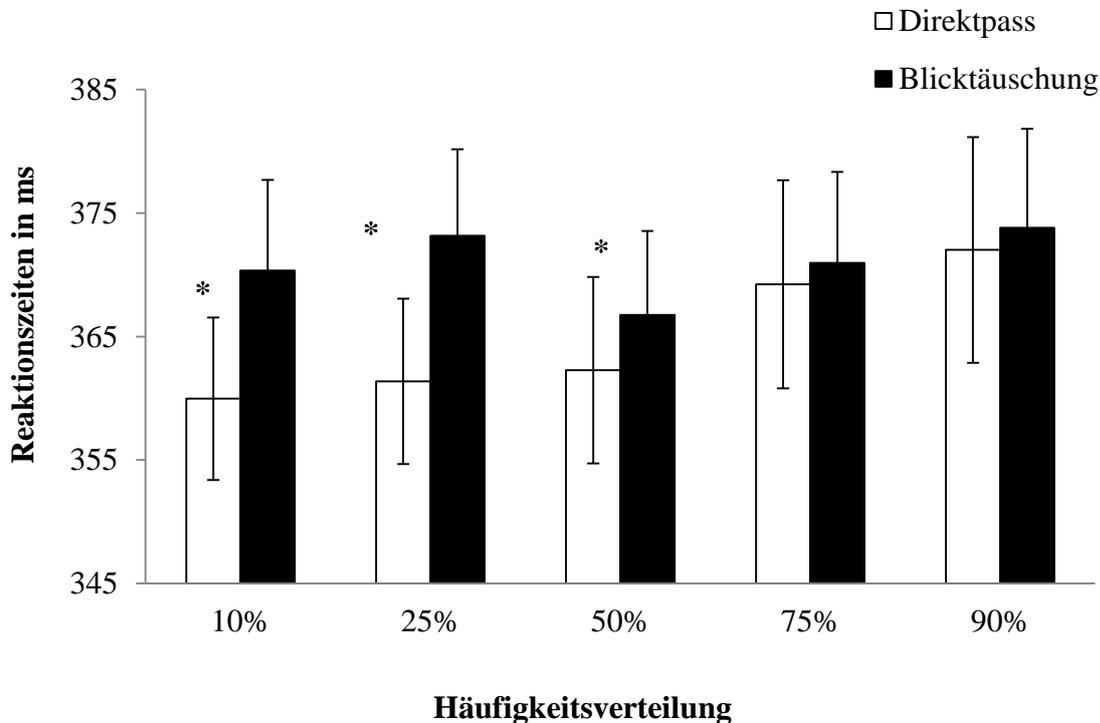


Abbildung 30: Reaktionszeiten in ms ($\pm SE$) für Direktpässe (weiße Balken) und für Blicktäuschungen (schwarze Balken) getrennt nach der Häufigkeitsverteilung. Auf der y-Achse sind die Reaktionszeiten in Millisekunden und auf der x-Achse die Häufigkeitsverteilungen der Blicktäuschungen in Prozent dargestellt. p -Werte $< .05$ sind entsprechend der Interaktion mit * gekennzeichnet.

9.1.5.2 Reaktionsfehler (RE)

Die Varianzanalyse (ANOVA) für die Reaktionsfehler (RE) zeigte keinen Effekt für den Faktor „Bedingung“ [$F(1, 28) = 2.826$; $p = .104$; $\eta_p^2 = .092$], keinen Effekt für den Faktor „Häufigkeitsverteilung“ [$F(4, 112) = .515$; $p = .725$; $\eta_p^2 = .018$] und keine Interaktion beider Faktoren [$F(4, 112) = .774$; $p = .545$; $\eta_p^2 = .027$]. Numerisch beginnen die Vpn mehr Fehler bei der Reaktion auf eine Blicktäuschung ($M = 1.5\%$; $SD = 1.4\%$) als auf einen Direktpass ($M = 1.2\%$; $SD = 1.0\%$). Der Unterschied ist dennoch nicht signifikant. Tendenziell stieg die Anzahl der Fehler bei einer Blicktäuschung, wenn sie sehr selten (10%) gezeigt wurde, als wenn sie sehr häufig präsentiert wurde (90%) (siehe Abbildung 31). Diese Beobachtung wurde aber statistisch nicht bestätigt.

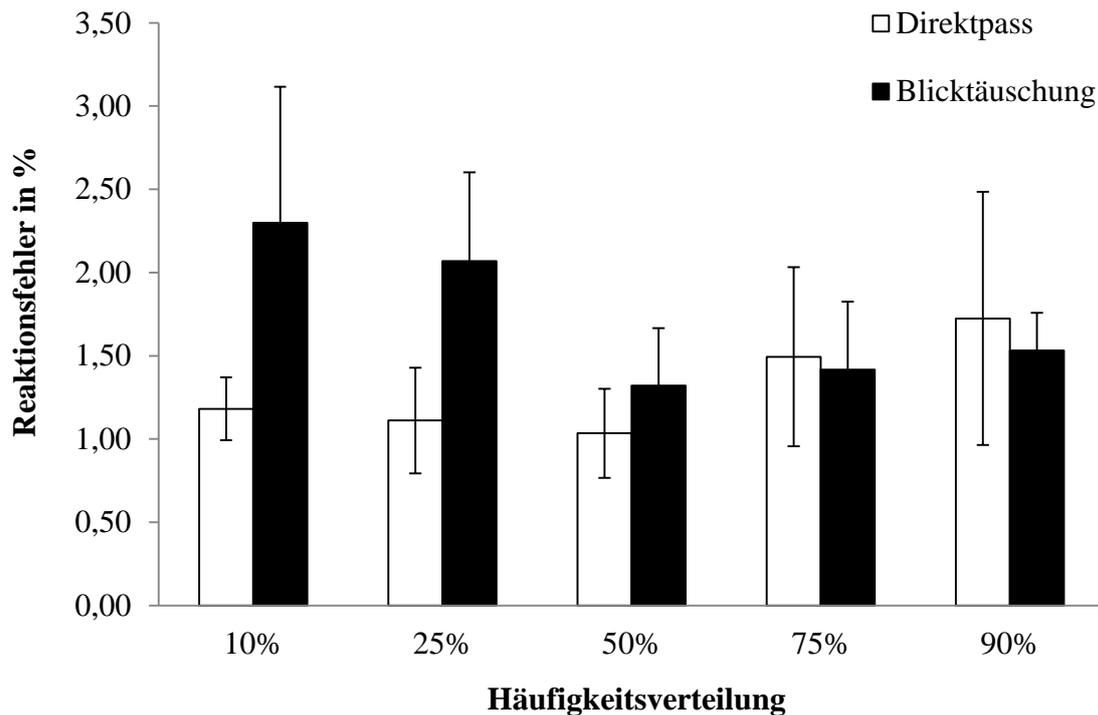


Abbildung 31: Reaktionsfehler in Prozent (\pm SE) für Direktpässe (weiße Balken) und für Blicktäuschungen (schwarze Balken) getrennt nach der Häufigkeitsverteilung. Auf der y-Achse sind die Reaktionsfehler in Prozent und auf der x-Achse die Häufigkeitsverteilungen abgetragen.

9.1.5.3 Sequenzeffekte (SE)

Eine Varianzanalyse (ANOVA) für die Faktoren „Versuch n-1“ (Blicktäuschung vs. direkter Pass) und „Bedingung“ (Blicktäuschung vs. direkter Pass) zeigte einen Haupteffekt für den Faktor „Bedingung“ [$F(1, 28) = 18.023; p = .000; \eta_p^2 = .392$], keinen Haupteffekt für den Faktor „Versuch n-1“ [$F(1, 28) = 1.841; p = .186; \eta_p^2 = .062$] und keine Interaktion beider Faktoren [$F(1, 28) = 1,694; p = .204; \eta_p^2 = .057$]. Numerisch ist der BTE nach einer Blicktäuschung ($M = 7$ ms; $SD = 15$ ms) 3 ms ($SD = 14.2$ ms) kleiner als nach einem Direktpass ($M = 10$ ms; $SD = 9.6$ ms) (siehe Abbildung 32).

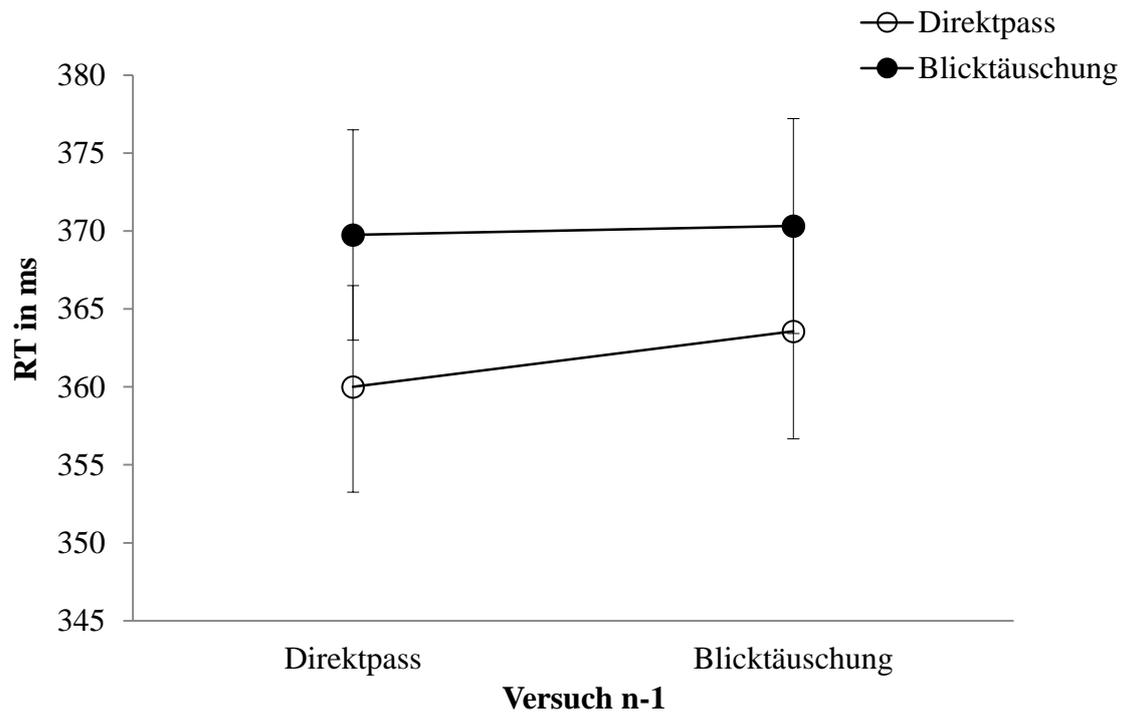


Abbildung 32: Reaktionszeiten (RT) in ms (\pm SE) in Abhängigkeit von der Sequenz zweier aufeinander folgenden Versuche in Experiment 3.1. Reaktionen, denen ein Pass mit Blicktäuschung vorausgeht, sind mit vollen Kreisen, Reaktionen mit vorangegangenem Pass ohne Blicktäuschung (d. h. Direktpass) mit leeren Kreisen dargestellt. Auf der y-Achse sind die Reaktionszeiten in Millisekunden und auf der x-Achse der Versuch „n-1“ abgetragen.

9.1.6 Diskussion

Die Ergebnisse zeigten zunächst, dass die RT auf eine Blicktäuschung langsamer sind als auf einen Direktpass. Dieses Ergebnis steht im Einklang mit dem Befund von Kunde et al. (2011) und Alhaj Ahmad Alaboud et al. (2012). Insgesamt reagierten die Vpn 9 ms langsamer auf eine Blicktäuschung als auch einen Direktpass. Die Größe des BTEs ist sehr ähnlich der (10 ms) bei Alhaj Ahmad Alaboud (2012). Darüber hinaus zeigten die Ergebnisse, dass die Häufigkeitsverteilung den BTE modulieren konnte. So nahm der BTE, zumindest numerisch, bei 10, 25 und 50% Blicktäuschungen im Vergleich zu 75, 90% Blicktäuschungen zu. Der gefundene BTE bei 25% und 50% Blicktäuschungen und sein Ausbleiben bei 75% Blicktäuschung stimmt mit dem Ergebnismuster von Alhaj Ahmad Alaboud (2012) überein und erweitert es auf die extremen Häufigkeitsverteilungen (10% und 90%). Erklärungsansätze für die Abnahme des Effektes in Abhängigkeit von der Häufigkeitsverteilung werden in der gesamten Diskussion dieser Experimentreihe herangezogen. Die Analyse der Reaktionsfehler unterstützt die Ergebnisse

der RT „numerisch“, indem Vpn deskriptiv mehr Fehler begingen, wenn wenige Blicktäuschungen (z. B. 10% Blicktäuschung) gezeigt werden, im Vergleich zu häufig auftretenden Blicktäuschungen (z. B. 90%). Die Analyse der Sequenzeffekte zeigen, dass der BTE nach einer Blicktäuschung „numerisch“ kleiner ist als nach einem Direktpass.

9.2 Experiment 3.2: Einfluss der Häufigkeitsverteilung auf den Blicktäuschungseffekt bei der Präsentation dynamischer Reize

Das Experiment 3.1 zeigte, dass die extreme Häufigkeitsverteilung den BTE modulieren kann. Der BTE war davon abhängig, ob die Blicktäuschung selten (z. B. 10%) oder sehr oft (z. B. 90%) präsentiert wurde. Bei der Untersuchung der Wirkung der Häufigkeitsverteilung auf den BTE wurden in der Studie von Alhaj Ahmad Alaboud (2012) statische Bilder genutzt und die Antworten erfolgten über einen Tastendruck. Es wurde der Faktor „Häufigkeitsverteilung“ geblockt und über die Vpn ausbalanciert. Das Experiment 3.2 hat zum Ziel, den Einfluss der Häufigkeitsverteilung auf den BTE bei der Präsentation von dynamischen Reizen und komplexen Antworten zu prüfen. Dabei wurden drei Gruppen von jeweils 24 Vpn untersucht. Die Anzahl der Blicktäuschungen bzw. der Direktpässe wurde in den Gruppen systematisch variiert (20%, 50% und 80% Blicktäuschungen). Es wurde angenommen, dass die Häufigkeitsverteilung den BTE auch bei der Präsentation dynamischer Reize und der Steigerung der Antwortkomplexität beeinflusst.

9.2.1 Versuchspersonen (Vpn)

Insgesamt wurden im vorliegenden Experiment 72 Vpn untersucht ($M = 24.1$ Jahre; $SD = 3.1$ Jahre). Ihre Teilnahme war freiwillig und wurde finanziell nicht entlohnt. Jede Vpn wurde vor dem Beginn des Experimentes über den Ablauf der Untersuchung informiert. Keine Vpn wurde über die Häufigkeitsverteilung der Blicktäuschung informiert. Die Vpn hatten keine Basketball-Erfahrung und besaßen ein normales bzw. korreliertes Sehvermögen.

9.2.2 Stimulusmaterial

Im Experiment 3.2 wurden die gleichen 12 Videosequenzen des Experimentes 2.2 verwendet. Sie zeigen einen Basketballspieler, welcher einen Druckpass mit oder ohne Blicktäuschung ausführte. Die Videos waren 933 ms lang. Pro Bedingung gab es 3 verschiedene Sequenzen.

9.2.3 Versuchsaufbau und -ablauf

Das Design und der Ablauf im vorliegenden Experiment sind mit dem Experiment 2.2, bis auf eine Änderung, identisch. Es wurden drei Gruppen mit drei unterschiedlichen Häufigkeitsverteilungen von Blicktäuschungen (20%, 50% und 80%) untersucht. Jede Gruppe absolvierte jeweils 360 Versuche. Bei 20% Blicktäuschungen waren 72 Versuche mit Blicktäuschungen und 288 Versuche ohne Blicktäuschung. Bei 50% Blicktäuschungen waren 180 Versuche mit und 180 Versuche ohne Blicktäuschungen. Bei 80% Blicktäuschungen waren 288 Versuche mit Blicktäuschung und 72 Versuche ohne Blicktäuschung. Im Gegenteil zur Untersuchung von Alhaj Ahmad Alaboud (2012) und zum Experiment 3.1 wurde die Häufigkeitsverteilung hier nicht geblockt und innerhalb der Versuchsteilnehmer nicht manipuliert. Zu Beginn jedes Versuchsdurchgangs hielten die Vpn eine Ausgangstaste (die Leertaste) gedrückt und ein Video erschien. Die Vpn waren instruiert, so schnell wie möglich mit einer Abwehrbewegung gegen eine der beiden Basketballapparaturen zu reagieren, sobald sie die Passrichtung erkannten (siehe Anhang 8).

9.2.4 Datenauswertung

Alle Reaktionen, die schneller als 100 ms (1,16% der Daten) und langsamer als 1500 ms (3,17% der Daten) waren, wurden nicht berücksichtigt. Reaktionsfehler (0,36% der Daten) und ungültige Versuche (1,40% der Daten) fanden ebenfalls keine Berücksichtigung in der Auswertung. Ein Versuch war ungültig, wenn die Vpn die Ausgangstaste zweimal hintereinander drückte. Es wurden somit die Reaktionszeiten (RT, in ms; 93,91% der Daten) und die Bewegungszeiten (BZ, in ms) ausgewertet. Die Zeit vom Beginn des Videos bis zum Loslassen der Ausgangstaste definierte die Reaktionszeit und vom Loslassen der Ausgangstaste bis zum Treffen eines Basketballs die Bewegungszeit. Vier Vpn mussten auf Grund zu vieler (ca. 30%) ungültiger Versuche⁶ von der Datenauswertung ausgeschlossen werden.

⁶ Bei der ersten ausgeschlossenen Vpn wurden 25%, bei der zweiten ca. 22%, bei der dritten 50% ungültigen Versuchen festgestellt. Die vierte Vpn wurde aufgrund ihrer zu langsamen RT ausgeschlossen.

9.2.5 Ergebnisse

9.2.5.1 Reaktionszeiten (RT)

Eine Varianzanalyse mit Messwiederholung mit dem Innersubjekt-Faktor „Bedingung“ (Direktpass vs. Blicktäuschung) und dem Zwischensubjekt-Faktor „Häufigkeitsverteilung“ (20%, 50% und 80% Blicktäuschung) zeigte einen Haupteffekt für den Faktor „Bedingung“ [$F(1, 65) = 521.127; p = .000; \eta_p^2 = .889$], einen Haupteffekt für den Faktor „Häufigkeitsverteilung“ [$F(2, 65) = 7.529; p = .001; \eta_p^2 = .188$] und eine signifikante Interaktion beider Faktoren [$F(2, 65) = 18.191; p = .000; \eta_p^2 = .359$]. Die Vpn reagierten langsamer auf eine Blicktäuschung im Vergleich zu einem Direktpass sowohl bei 20% (94 ms), bei 50% (56 ms) als auch bei 80% (56 ms) [alle t -Werte > 12.09 ; alle P -Werte < 0.05]. Ein t -Test für unabhängige Stichprobe zeigte, dass sich der BTE in den Gruppen unterscheidet. Der BTE bei 20% Blicktäuschung ist jeweils 39 ms größer als bei 50% [$t(43) = 4.684; p = .000; d = 1.397$] und bei 80% Blicktäuschungen [$t(44) = 4.859; p = .000; d = 1.449$]. Der Unterschied des BTEs zwischen 50% und 80% Blicktäuschung wurde nicht signifikant [$t(43) = -0.31; p = .976; d = -0.093$] (siehe Abbildung 33).

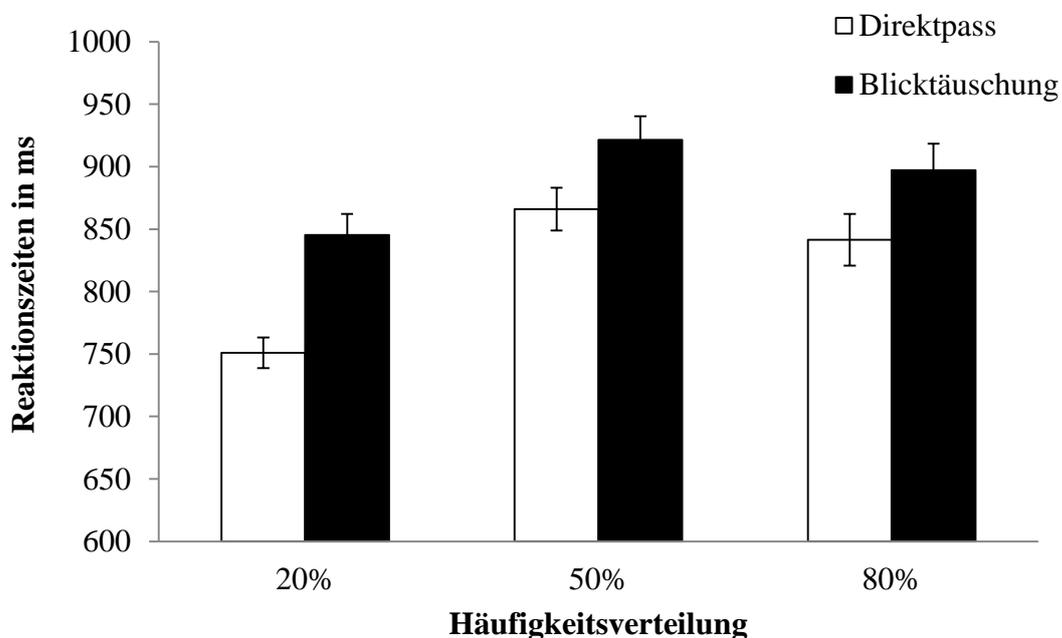


Abbildung 33: Reaktionszeiten in ms (\pm SE) für Direktpässe (weiße Balken) und für Blicktäuschungen (schwarze Balken) getrennt nach der Häufigkeitsverteilung (20%, 50% und 80% Blicktäuschungen). Auf der y-Achse sind die Reaktionszeiten in Millisekunden und auf der x-Achse die Häufigkeitsverteilung der Blicktäuschungen in Prozent dargestellt.

9.2.5.2 Bewegungszeiten (BZ)

Eine Varianzanalyse mit Messwiederholung mit dem Innersubjekt-Faktor „Bedingung“ (Direktpass vs. Blicktäuschung) und dem Zwischensubjekt-Faktor „Häufigkeitsverteilung“ (20%, 50% und 80% Blicktäuschung) zeigte einen Haupteffekt für den Faktor „Bedingung“ [$F(1, 65) = 76.118; p = .000; \eta_p^2 = .539$], eine signifikante Interaktion beider Faktoren [$F(2, 65) = 7.587; p = .001; \eta_p^2 = .189$], aber keinen Effekt für den Faktor „Häufigkeitsverteilung“ [$F(2, 65) = 1.991; p = .145; \eta_p^2 = .058$]. Bei einer Blicktäuschung benötigten die Vpn mehr Zeit als bei einem Direktpass, um die Abwehrbewegung auszuführen. Bei 20% Blicktäuschungen benötigten sie 356 ms ($SD = 74.1$) und bei einem Direktpass nur 272 ms ($SD = 70.5$) zur Ausführung der Bewegung. Der Unterschied in den BZ bei 20% Blicktäuschungen (84 ms) war signifikant [$t(22) = 5.977; p = .000; d = .821$]. Auch bei 50% Blicktäuschungen waren die BZ bei einer Blicktäuschung ($M = 314$ ms; $SD = 63.1$) 42 ms länger als bei einem Direktpass ($M = 272$ ms; $SD = 59.9$) [$t(22) = 8.197; p = .000; d = .671$]. Bei 80% Blicktäuschungen dauerten die Bewegungszeiten bei einer Blicktäuschung ($M = 356$ ms; $SD = 114.9$) 30 ms länger als bei einem Direktpass ($M = 326$ ms; $SD = 112.1$) [$t(22) = 2.889; p = .009; d = .264$]. Dennoch ist der BTE bei der BZ in den Gruppen unterschiedlich groß. Bei 20% Blicktäuschungen benötigten die Vpn zur Ausführung der Abwehrbewegung 42 ms länger als bei 50% [$t(43) = 3.020; p = .004; d = .901$] und 54 ms länger als bei 80% Finten [$t(43) = 3.150; p = .003; d = .939$]. Der Unterschied in den Bewegungszeiten zwischen den Gruppen 50% und 80% Blicktäuschung wurde nicht signifikant [$t(44) = 1.012; p = .317; d = .298$] (siehe Abbildung 34).

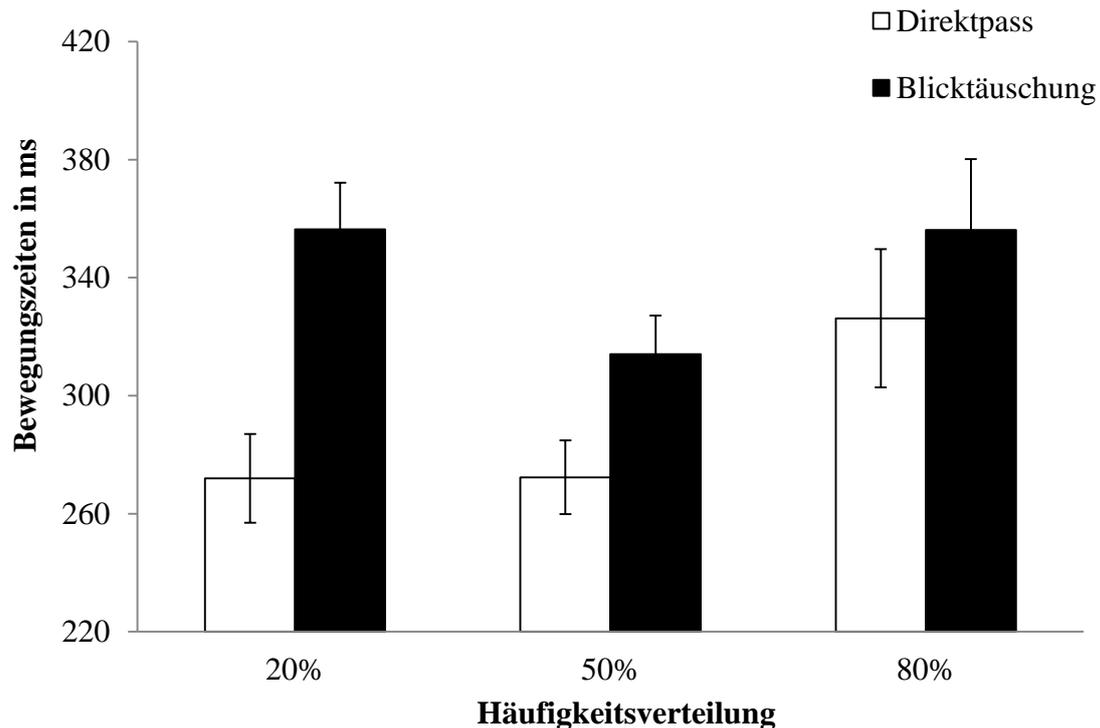


Abbildung 34: Bewegungszeiten in ms ($\pm SE$) für Direktpässe (weiße Balken) und für Blicktäuschungen (schwarze Balken) getrennt nach der Häufigkeitsverteilung (20%, 50% und 80% Blicktäuschungen). Auf der y-Achse sind die Bewegungszeiten in Millisekunden und auf der x-Achse die Häufigkeitsverteilung der Blicktäuschungen in Prozent dargestellt.

9.2.5.3 Sequenzeffekte (SE) für Reaktionszeiten

Eine Varianzanalyse mit Messwiederholung für die Innersubjekt-Faktoren „Versuch n“ (Direktpass vs. Blicktäuschung), „Versuch n-1“ (Direktpass vs. Blicktäuschung) und den Zwischensubjekt-Faktor „Häufigkeit“ (20%, 50% und 80%) zeigte einen Haupteffekt für den Faktor „Versuch n“ [$F(1, 65) = 436.130; p = .000; \eta_p^2 = .870$], einen Haupteffekt für den Faktor „Versuch n-1“ [$F(1, 65) = 45.758; p = .000; \eta_p^2 = .413$], Haupteffekt für den Faktor „Häufigkeit“ [$F(2, 65) = 6.475; p = .003; \eta_p^2 = .166$], eine zweifache Interaktion der Faktoren „Versuch n“ x „Häufigkeit“ [$F(2, 65) = 12.346; p = .003; \eta_p^2 = .275$], eine Interaktion der Faktoren „Versuch n-1“ x „Häufigkeit“ [$F(2, 65) = 9.233; p = .000; \eta_p^2 = .221$] und eine Interaktion der Faktoren „Versuch n“ x „Versuch n-1“ [$F(1, 65) = 7.199; p = .009; \eta_p^2 = .100$] aber keine dreifache Interaktion der Faktoren „Versuch n“ x „Versuch n-1“ x „Häufigkeit“ [$F(2, 65) = .598; p = .553; \eta_p^2 = .018$]. Die Vpn reagieren insgesamt nach einem Direktpass ($M = 821$ ms; $SD = 94.3$ ms) 68 ms ($SD = 30$ ms) schneller als nach einer Blicktäuschung ($M = 889$ ms; $SD = 95.4$ ms). Die RT bei 20% Blicktäuschungen ($M = 798$ ms; $SD = 67.1$ ms)

sind schneller als bei 50% Blicktäuschungen ($M = 894$ ms; $SD = 85$ ms) und schneller als bei 80% Blicktäuschungen ($M = 869$ ms; $SD = 100$ ms).

Der Versuch n-1 beeinflusst den BTE. Der BTE ist 9 ms ($SD = 25.9$ ms) größer nach einem Direktpass ($M = 72$ ms; $SD = 33.2$ ms) als nach einer Blicktäuschung ($M = 63$ ms; $SD = 33.9$ ms). Außerdem beeinflusst der Versuch n-1 die RT sowohl auf die Direktpässe als auch auf die Blicktäuschungen. Die Vpn reagieren auf einen Direktpass 15 ms ($SD = 20.0$ ms) langsamer, wenn der Versuch n-1 eine Blicktäuschung ($M = 830$ ms; $SD = 90.4$ ms) ist im Vergleich zu einem Direktpass ($M = 815$ ms; $SD = 96.3$ ms) [$t(67) = 6.299$; $p = .000$; $d = .157$]. Die Reaktionen auf eine Blicktäuschung nach einer Blicktäuschung ($M = 893$ ms; $SD = 95.9$ ms) waren 7 ms ($SD = 20$ ms) langsamer als nach einem Direktpass ($M = 887$ ms; $SD = 95.3$ ms) [$t(67) = 2,812$; $p = .006$; $d = .0072$]. Die Interaktion zwischen den Faktoren „Versuch n-1“ und „Häufigkeit“ zeigt, dass die Reaktionen vom Versuch n-1 abhängig sind. Bei 20% Blicktäuschungen sind die RT nach einer Blicktäuschung ($M = 813$ ms; $SD = 70.1$ ms) 19 ms ($SD = 14$ ms) langsamer als nach einem Direktpass ($M = 794$ ms; $SD = 66.9$ ms) [$t(21) = 6.664$; $p = .000$; $d = .283$]. Bei 50% Blicktäuschungen sind auch die RT nach einer Blicktäuschung ($M = 899$ ms; $SD = 83.3$ ms) 12 ms ($SD = 10.4$ ms) langsamer als nach einem Direktpass ($M = 887$ ms; $SD = 88.1$ ms) [$t(22) = 5.583$; $p = .000$; $d = .13$]. Für 80% Blicktäuschungen ergab sich keine signifikante Unterschiede [$t(22) = .603$; $p = .553$; $d = .019$]. Die Abbildung 35 stellt die Ergebnisse der Sequenzeffekte dar.

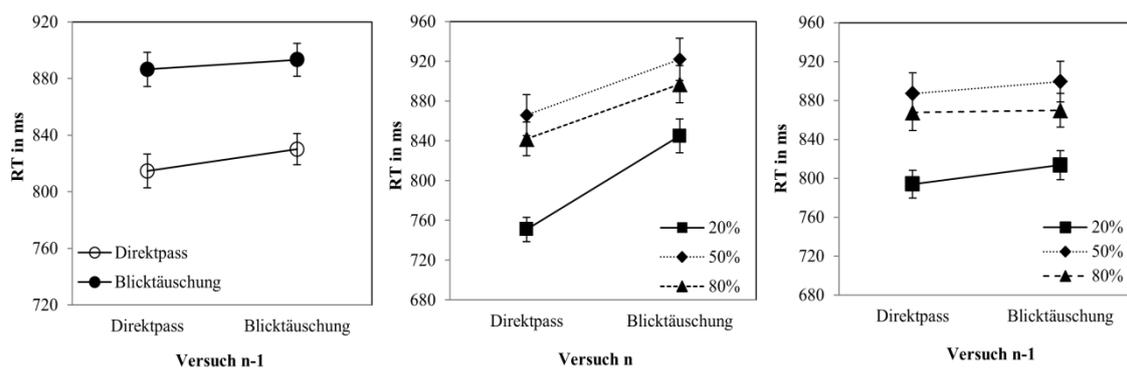


Abbildung 35: RT für die zweifache Interaktion zwischen „Versuch n“ und „Versuch n-1“ (links), für die Interaktion zwischen „Versuch n“ und „Häufigkeit“ (20%, 50% und 80%) (Mitte) und für die Interaktion zwischen „Versuch n-1“ und „Häufigkeit“ (rechts).

9.2.6 Diskussion

In Experiment 3.2 wurde der Fragestellung nachgegangen, ob sich die Häufigkeitsverteilung bei der Präsentation von dynamischen Reizen mit komplexen Antworten (Ganzkörperbewegung) auf den BTE auswirkt. Den Vpn wurden Videosequenzen von einem Basketballspieler präsentiert. In drei Gruppen wurde die Häufigkeitsverteilung der Blicktäuschungen bzw. Direktpässe (20%, 50% und 80%) variiert. Die Vpn hatte die Aufgabe schnellstmöglich auf die Passrichtung zu reagieren und so gut wie möglich die Blickrichtung zu ignorieren. Die Ergebnisse der RT zeigten, dass die Vpn in allen Gruppen auf eine Blicktäuschung langsamer reagieren als auf einen Direktpass. Es zeigte sich daher einen BTE bei 20% (94 ms), bei 50% (56 ms) und bei 80% (56 ms) Blicktäuschung. Dieser Effekt ist aber von der Häufigkeitsverteilung abhängig. Der Effekt bei 20% war größer als bei 50%, und 80% Blicktäuschung. Dies spricht für die Modulation des BTEs in Abhängigkeit von der Häufigkeitsverteilung. Diese Modulation wird in der Gesamtdiskussion der Experimentalreihe diskutiert. Die Ergebnisse der BZ zeigten ebenfalls eine Modulation des BTEs. Bei 20% Blicktäuschungen benötigten die Vpn mehr Zeit (84 ms) als bei 50% (42 ms) und 80% (30 ms) Blicktäuschungen, um die Abwehr-Bewegung auszuführen. Betrachtet man die Ergebnisse der RT und der BZ, findet man, dass Vpn bei 20% Blicktäuschungen insgesamt 178 ms (RT + BZ), bei 50% 96 ms und bei 80% 86 ms langsamer reagieren als auf einen Direktpass. Die Ergebnisse der Sequenzeffekte für RT zeigten, dass der BTE vom vorangegangenen Versuch abhängig ist. Der BTE war nach einer Blicktäuschung 9 ms kleiner als nach einem Direktpass. Diese Abnahme des BTEs nach einer Blicktäuschung könnte für den „lokalen“ Einfluss einer unmittelbar vorangehenden Täuschung auf die aktuelle Reaktion sprechen.

9.3 Diskussion der Experimentalreihe 3

Die dritte Experimentalreihe untersuchte die Fragestellung, ob die extreme Häufigkeitsverteilung den BTE modulieren kann (Experiment 3.1) und ob sich diese Modulation ebenfalls bei der Präsentation dynamischer Reize (Experiment 3.2) zeigt. In Experiment 3.1 wurden den Vpn statische Bilder (auf PC) und in Experiment 3.2 Videos (auf eine Wand) von einem Basketballspieler mit und ohne Blicktäuschung präsentiert. Die Häufigkeitsverteilung, mit der eine Blicktäuschung auftritt, wurde variiert (In Experiment 3.1: 10%, 25%, 50%, 75% und 90% Blicktäuschung; In Experiment 3.2: 20%,

50%, 80% Blicktäuschung). Die Vpn sollten schnellstmöglich auf die Passrichtung reagieren und so gut wie möglich die Blickrichtung ignorieren. In Experiment 3.1 gaben die Vpn ihre Antwort per Tastendruck (einfache Reaktion) und in Experiment 3.2 mit Ganzkörperbewegung (komplexe Reaktion). Sowohl in Experiment 3.1 als auch in Experiment 3.2 reagierten die Vpn auf eine Blicktäuschung langsamer als auf einen Direktpass. Die verlangsamten Reaktionen auf eine Blicktäuschung lassen sich auf die automatische Mitverarbeitung der irrelevanten Information zurückführen (Kunde et al., 2011; Weigelt et al., 2017; Wühr & Kunde, 2008; Alhaj Ahmad Alaboud et al., 2012; Kunde & Wühr, 2006) (siehe Experimentalreihe 1 und 2).

Der BTE ließ sich auch in den Bewegungszeiten finden (Experiment 3.2). Das Auftreten des BTEs in den Bewegungszeiten lässt sich durch zwei Hypothesen erklären. Zum einen es kann sein, dass der irrelevante Reiz eine falsche Handlung bahnt, welche während der Bewegung korrigiert werden muss, was zur Steigerung der BZ bei der Präsentation einer Blicktäuschung führt. Zum anderen ist es auch möglich, dass eine Ganzkörperbewegung initiiert wird, bevor die Programmierung der Bewegung abgeschlossen ist. Die Reaktionsplanung wird also teilweise in die Phase der Bewegungsausführung verlagert (*deferred programming hypothesis*; siehe Diedrichsen et al., 2001; Spijkers et al., 1997) (siehe Experimentalreihe 2).

Mit Blick auf die Hauptfragestellung der vorliegenden Experimentalreihe zeigt sich, dass die Häufigkeitsverteilung, mit der eine Blicktäuschung auftritt, den BTE und seine Größe moduliert. Diese Modulation lässt sich auf die RT, die BZ sowie bei der Präsentation von statischen und dynamischen Reizen finden. Bei der Präsentation statischer Bilder nahm der BTE zu, wenn eine Blicktäuschung sehr gering erschien und ab, wenn sie sehr häufig gezeigt wurde. Bei 10%, 25% und 50% blieb eine Blicktäuschung wirksam. Dennoch verschwand der Effekt mit der Zunahme der Häufigkeitsverteilung (75% und 90%). Dieses Ergebnismuster ist auf der einen Seite vergleichbar mit den Ergebnissen der Studie von Alhaj Ahmad Alaboud et al. (2012), in der der BTE bei 25% und 50% Blicktäuschungen auftrat und bei 75% ausblieb. Auf der anderen Seite erweitert es den Befund von Alhaj Ahmad Alaboud et al. (2012) auf die extreme Häufigkeitsverteilung, dahingehend, dass der BTE auch bei 10% Täuschungen auftritt und ausbleibt, wenn eine Blicktäuschung sehr häufig (90%) eingesetzt wird.

Bei dynamischen Reizen wurde hingegen nur die Größe des Effektes moduliert. D. h. eine Blicktäuschung war in allen Gruppen wirksam. So konnte ein BTE bei 20%,

50% und 80% Blicktäuschungen gefunden werden. Dies zeigt die Wirksamkeit der Blicktäuschung unter unterschiedlichen Häufigkeitsverteilungen. Dennoch wurde die Größe des Effektes durch die Häufigkeitsverteilung moduliert. Die Größe des Effektes nahm mit der Abnahme der Häufigkeit der Blicktäuschungen (20%) zu und mit der Zunahme der Häufigkeit (50% und 80%) ab. Dies führt zu der Annahme, dass die Wirkung einer Blicktäuschung abnimmt, je häufiger sie eingesetzt wird.

Zur Erklärung der Modulation des BTEs können mehrere Annahmen herangezogen werden. Die Übungshypothese (*practice hypothesis*, vgl. Wendt & Luna-Rodriguez, 2009), die Theorie der Verlagerung der Aufmerksamkeit (*attention shift hypothesis*, Logan, 1980; Lowe & Mitterer, 1982) und die hypothetische Annahme von Botvinick et al. (2001), dass die hohe Häufigkeitsverteilung von Blicktäuschungen den dorsalen anterioren cingulären Cortex (ACC) im aktiven Zustand lässt und zu einer kontinuierlichen Kontrolle der Blicktäuschung führt. Diese drei alternativen Erklärungsansätze werden im Folgenden diskutiert.

Es könnte sein, dass es bei einer hohen Anzahl an Blicktäuschungen zu einem Übungseffekt kommt (*practice hypothesis*, vgl. Wendt & Luna-Rodriguez, 2009). Wenn eine Blicktäuschung in einem Testdurchgang sehr oft (75%, 80% und 90%) präsentiert wird, steigt der Übungszeit mit der inkongruenten Bedingung (Blicktäuschung) an und der BTE nimmt ab (siehe auch Alhaj Ahmad Alaboud et al., 2012). Einen zweiten Erklärungsansatz für die Reduktion des BTEs bei der Zunahme der Anzahl der Blicktäuschungen bietet die s. g. Verlagerung der Aufmerksamkeits-Annahme (*attention shift hypothesis*, Logan, 1980; Lowe & Mitterer, 1982). Die Annahme geht davon aus, dass die Vpn bei einer geringen Häufigkeitsverteilung der inkongruenten Bedingungen (Blicktäuschungen) dem irrelevanten Reiz mehr Aufmerksamkeit schenken als üblich. So nehmen die Reaktionszeiten bei Direktpassen ab und bei Blicktäuschungen zu, da die Verschiebung der Aufmerksamkeit auf den aufgabenirrelevanten Reiz die Reaktionen auf kongruente Bedingungen vereinfacht und auf inkongruente Bedingungen beeinträchtigt. Bei einer hohen Häufigkeitsverteilung der Blicktäuschungen verlagern die Vpn ihre Aufmerksamkeit auf die Passrichtung. So nehmen die Reaktionszeiten auf die inkongruenten Bedingungen ab und der BTE fällt somit geringer aus (Alhaj Ahmad Alaboud et al., 2012). Es kann auch sein, dass die hohe Häufigkeitsverteilung von Blicktäuschungen den dorsalen anterioren cingulären Cortex (ACC) im aktiven Zustand lässt (hypothetische Annahme von Botvinick et al., 2001). Botvinick et al. (2001) gehen

davon aus, dass Konflikte (hier die Blicktäuschung) im ACC registriert und gemessen werden, um mögliche zukünftige Konflikte zu vermeiden. Dies erfolgt durch die Auslösung von Maßnahmen zur Konfliktkontrolle. Dabei werden vermehrte Aufmerksamkeitsressourcen auf das relevante Reizmerkmal (hier Passrichtung) mobilisiert. Vermehrte Mobilisierung von Aufmerksamkeitsressourcen führt zu Verbesserung der Leistung bei inkongruenten Bedingungen und damit zur Abnahme des BTEs bei einem hohen Anteil von Blicktäuschungen. Diese Hypothese lässt sich sowohl bei der Präsentation statischen als auch dynamischen Reizen annehmen, weil der BTE vermutlich wegen dieser Konfliktkontrolle bei der Präsentation statischer Bilder verschwand und sich bei der Präsentation dynamischen Reizen verringert.

Die Modulation des BTEs könnte außerdem durch den „lokalen“ Einfluss einer unmittelbar vorangehenden Täuschung auf die aktuelle Reaktion erklärt werden. Die gefundene sequenzielle Modulation des Täuschungseffektes stimmt mit Befunden zu klassischen Interferenzaufgaben überein, wonach die Größe der Kongruenzeffekte, also der Reaktionszeitunterschied zwischen kongruenten und inkongruenten Bedingungen, davon abhing, welche Reizanordnung die Vpn im jeweils vorausgegangenen Versuchsdurchgang erlebt hatten (Wühr & Kunde, 2008; Gratton et al., 1992). Außerdem stimmen die Ergebnisse mit den Ergebnissen von Weigelt et al. (2017) überein, dass Basketballspieler in der Lage sind, die irrelevante Information (Blickrichtung) im aktuellen Versuch unterdrücken zu können, oder dem relevanten Reizmerkmal mehr Aufmerksamkeit zu schenken. Sie widersprechen jedoch den Ergebnissen der Studie von Kunde et al. (2011), die in ihren Experimente keine Sequenzeffekte fanden. Kunde et al. (2011) interpretierten das Ausbleiben der Sequenzeffekte, dass die Blickrichtung nach einer Blicktäuschung wirksam bleibt.

10 Blickverhalten bei der Verarbeitung von Blicktäuschungen

Die Aufmerksamkeit kann durch zwei Mechanismen gesteuert und ausgerichtet werden (Rösler, 2011; Bellebaum et al., 2012). Die endogene Aufmerksamkeitsausrichtung erfolgt kontrolliert und intentional (d. h. top-down) und die exogene Aufmerksamkeitsausrichtung findet schnell und automatisch (d. h. bottom-up) statt. Bei der Verarbeitung der Blickrichtung wird die Aufmerksamkeit exogen ausgerichtet (Ansorge, 2006). Die Aufmerksamkeitsausrichtung erfolgt außerdem entweder offen, d. h. beobachtbar, oder verdeckt, d. h. nicht beobachtbar. (Hagendorf et al., 2011). Während die offene Aufmerksamkeitsausrichtung mit Augenbewegungen verbunden ist, erfolgt die verdeckte Aufmerksamkeitsausrichtung ohne einzige Augenbewegung (Müller & Krummenacher, 2006; Ansorge & Leder, 2011). Zur Ausrichtung der Aufmerksamkeit auf einen neuen zweiten Reiz muss sie von dem ersten Reiz abgelöst (Disengage-Mechanismus) und an den zweiten Reiz angebunden werden (Engage-Mechanismus) (Bellebaum et al., 2012). Mit der Verlagerung der Aufmerksamkeit in die „falsche“ Richtung lässt sich auch der BTE erklären (Alhaj Ahmad Alaboud et al., 2012; Kunde et al., 2011). Diese Hypothese wird in den folgenden zwei Experimenten überprüft. Nach LaBerge (1983) gibt es drei Möglichkeiten zur Steuerung der Aufmerksamkeitsverlagerung. Die erste Möglichkeit besteht in der Verstärkung der relevanten Information ohne Veränderung der irrelevanten Information. Die zweite Möglichkeit besteht in der Abschwächung der irrelevanten Information ohne Veränderung der relevanten Informationen und die dritte Möglichkeit in der Verstärkung der relevanten Information und Abschwächung der irrelevanten Information, wobei die dritte Möglichkeit als am ehesten zutreffend angesehen wird (Rösler, 2011). Um zu untersuchen, wie die relevante Information verstärkt bzw. die irrelevante Information abgeschwächt wird, kann man die hirnelektrischen Potentiale mit dem Elektroenzephalogramm (EEG) messen. Eine Studie zum Cocktailparty-Phänomen von Hillyard et al. (1971) führte zu drei wichtigen Beobachtungen: Zum ersten können hirnelektrische Aktivitäten durch Top-down-Wirkung der Aufmerksamkeitsfokussierung beeinflusst werden. Reize, welchen mehr Aufmerksamkeit zugewendet wird, werden genauer beachtet und lösen damit höhere hirnelektrische Aktivitäten aus als diejenigen Reize, welche weniger beachtet werden. Zum zweiten findet diese selektive Wirkung bzw. die Aufmerksamkeitsgewichtung in

einer frühen Phase der Informationsverarbeitung statt. Zum dritten kann man diese Wirkung nicht durch die Verhaltensäußerung beobachten (Rösler, 2011). Diese drei Beobachtungen lassen sich auch bei der Untersuchung der selektiven Aufmerksamkeitseffekte im visuellen Feld finden (Rösler, 2011; Posner & Snyder, 1975; Posner, 1980). Hinweise auf die Verlagerung der Aufmerksamkeit liefern Studien mit dem Cueingparadigma nach Posner (1980). Diese Studien zeigen, dass die Aufmerksamkeit nicht nur auf einen bestimmten Reiz gelenkt werden, sondern auch, dass sie gebahnt werden kann (Rösler, 2011). Während valide Hinweisreize die Aufmerksamkeit mit einer großen Wahrscheinlichkeit mit einem korrekten Erscheinungsort des Zielreizes bahnen, bahnen invalide Hinweisreize mit einer großen Wahrscheinlichkeit die Aufmerksamkeit mit einem nicht korrekten Erscheinungsort des Reizes. Um auf den Zielreiz richtig zu reagieren, muss erst die Aufmerksamkeit von dem invaliden Ort abgelöst und auf den validen Ort verschoben werden (Rösler, 2011). Diese Verschiebung der Aufmerksamkeit auf den validen Erscheinungsort kostet Zeit und daher könnten die RT bei der Verschiebung der Aufmerksamkeit zunehmen. Die Zunahme der RT aufgrund der Verschiebung der Aufmerksamkeit auf eine irrelevante Information könnte eine denkbare Erklärung des BTEs im Basketball darstellen (Alhaj Ahmad Alaboud et al., 2012; Kunde et al., 2011). Da die Verschiebung der Aufmerksamkeit *offen* d. h. verbunden mit Augenbewegungen sein könnte (Hagendorf et al., 2011; Müller & Krummenacher, 2006; Hofer & Mayerhofer, 2010), wird das Blickverhalten bei der Verarbeitung einer Blicktäuschung in dieser Experimentalreihe durch Blickbewegungsregistrierung analysiert.

10.1 Experiment 4.1: Das Blickverhalten bei der Verarbeitung von Blicktäuschungen unter der Präsentation statischer Stimuli

Experiment 4.1 untersucht die Annahme der offenen Verschiebung der Aufmerksamkeit bei der Verarbeitung einer Blicktäuschung unter der Präsentation statischer Reize. Zu diesem Zweck wurden neben den RT und den RE unterschiedliche Parameter des Blickverhaltens mittels Blickbewegungsregistrierung erfasst. Diese sind 1) Ort, 2) Anzahl, 3) Dauer der Fixationen. Darüber hinaus wurden die Fixationspfade analysiert, um die Hypothese der Verschiebung der Aufmerksamkeit zu überprüfen.

Neben Fixationspfaden beschreiben die Dauer, die Anzahl der Fixationen sowie die Amplitude der Sakkaden die Mechanismen der visuellen Verarbeitung von Informa-

tionen im Sport (Williams, Davids & Williams, 1999; Williams, 2002; Williams, 2009; Hofer & Mayerhofer, 2010). Wird bei einer Blicktäuschung eine geringe Fixationsanzahl mit kürzerer Dauer auf die Blickrichtung und eine große Fixationsanzahl mit längerer Dauer auf die Passrichtung beobachtet, deutet dies auf die Bestätigung der Information-Reduktion-Hypothese hin (*information-reduction hypothesis*, Haider und Frensch, 1999) und spricht für die Fähigkeit, relevante Informationen zu selektieren. Wird hingegen eine große Fixationsanzahl mit längerer Dauer auf die Blickrichtung und eine geringe Fixationsanzahl mit kürzerer Dauer auf die Passrichtung beobachtet, deutet dies auf ein ungünstiges Blickverhalten bei der Verarbeitung einer Blicktäuschung hin. Aus diesen Gründen werden Dauer und Anzahl der Fixationen als abhängige Variable in dieser Experimentalreihe betrachtet.

Wie bei den vorigen Experimenten wird bei den RT und den RE ein BTE, jedoch kein Übungseffekt erwartet. Zudem wird eine sequenzielle Modulation des BTEs erwartet. Basierend auf den Ergebnissen, dass die Verarbeitung der Blicktäuschung länger dauert als ein Direktpass, wird in Experiment 4.1 die Hypothese aufgestellt, dass die Vpn eine Blicktäuschung länger und häufiger fixieren als einen Direktpass. Für die Verschiebung der Aufmerksamkeit wird angenommen, dass sie verdeckt, d. h. ohne jegliche Augenbewegung, erfolgt.

10.1.1 Versuchspersonen

18 Studierende der Universität Paderborn (davon 9 weiblich; $M = 22.6$; $SD = 1.8$) nahmen am Experiment 4.1 teil. Ihre Teilnahme war freiwillig und wurde finanziell nicht entlohnt. Die Vpn besaßen keine Basketball-Erfahrung. Die sportliche Erfahrung der Vpn (Dauer: $M = 12.1$ Jahre, $SD = 6.0$) reichte von Individualsportarten wie Turnen, Schwimmen, Laufen und Radfahren über Outdoor Aktivitäten wie Klettern und Skifahren bis hin zu Rückschlagsportarten (z.B. Tennis, Squash). Vier Vpn trugen bzw. benutzten eine Sehhilfe (Brille oder Kontaktlinsen) und alle Vpn waren rechtshändig.

10.1.2 Stimulusmaterial

In Experiment 4.1 wurden die gleichen Stimuli eingesetzt, die bereits in Experiment 1.1 verwendet wurden. Sie hatten eine Größe von 20.1 x 27 cm (\varnothing 33.6 cm), was 760 x 1020 Pixel entsprach. Die Stimuli wurden beim Testen auf einem 24 Zoll

(60.9cm) Monitor (LG Flatron, Modell W2442PE, TFT-LCD Aktiv Matrix) zentral präsentiert. Weitere Informationen über die Stimuli und den Bildschirm sind der Abbildung 36 zu entnehmen.



Abbildung 36: Die Position der Stimuli auf dem Bildschirm. Die Stimuli wurden zentral auf dem Bildschirm präsentiert. Der Abstand zwischen dem Bildrand und dem inneren Bildschirmbereich sowohl von links als auch von rechts lag bei 16,5 cm und von oben und unten bei 1,5 cm.

10.1.3 Versuchsaufbau und -ablauf

Die Testungen fanden im Labor der Arbeitsgruppe Sportpsychologie der Universität Paderborn statt und dauerten ca. 45 Minuten pro Vpn. Vor dem Beginn der Testung gab jede Vpn ihr schriftliches Einverständnis und wurde anschließend über den Untersuchungsablauf informiert. Danach füllte sie einen Datenerfassungsbogen aus. Die Darstellung der Stimuli und die Erfassung der Reaktionszeiten (RT) und Reaktionsfehler (RE) erfolgte mit Hilfe der Software Presentation®. Das Blickverhalten bzw. die Augenbewegungen (Fixationen und Sakkaden) wurden über die Software NYAN erfasst. Die Vpn saßen im Abstand von 70 cm vor dem Monitor und gaben ihre Antworten mit den

Zeigefingern über zwei Tasten einer deutschsprachigen Tastatur („y“ und „.“). Die Vpn sollten schnellstmöglich auf die Passrichtung („links“ oder „rechts“) reagieren und die irrelevante Blickrichtung so gut wie möglich ignorieren (vgl. Kunde et al., 2011; Alhaj Ahmad Alaboud et al., 2012) (siehe Anhang 9). Zu Beginn jedes Testblocks wurden die Augen der Vpn kalibriert (insgesamt gab es neun Kalibrierungspunkte). Dabei sollten sie einen Basketball, welcher sich beliebig auf den Bildschirm bewegte, mit den Augen verfolgen. Nach dem Kalibrierungsprozess erschien ein schwarzes Bild (blank), welches für 2000 ms präsentiert wurde. Im Anschluss daran erschien ein Fixationskreuz (111 x 105 Pixel), welches mittig auf dem Bildschirm präsentiert wurde. Das Fixationskreuz musste mindestens für 100 ms fixiert werden, bevor der Teststimulus erschien. Um die Wahrscheinlichkeit für die Fixierung des Fixationskreuzes zu vergrößern, wurde ein Toleranzbereich von 180 x 180 Pixel um das Fixationskreuz zugelassen. Der Teststimulus blieb auf dem Monitor einblendend, bis die Vpn eine Reaktion ausführte. Wenn die Antwort richtig war, erschien kurz darauf ein schwarzes Bild (blank). Dann folgte der nächste Durchgang. Wenn die Antwort falsch war, erhielt die Vpn eine direkte Rückmeldung durch die Einblendung des Wortes „Fehler“, das auf dem Monitor für 500 ms verblieb.

Das Fixationskreuz wurde systematisch auf der vertikalen y-Achse verschoben, sodass drei Testblöcke entstanden. Im ersten Testblock wurde das Fixationskreuz auf der Stelle auf dem Bildschirm präsentiert, auf der später die Füße ($x = 0$, $y = -280$), im zweiten Testblock die Hüfte ($x = 0$, $y = 0$) und im dritten Testblock der Kopf ($x = 0$, $y = +280$) erschien (siehe Abbildung 37). Diese Vorgehensweise hat den Vorteil, dass das Fixationskreuz durch die Vpn unbedingt fixiert werden muss und dass alle Fixationen von demselben Ausgangspunkt starten. Zur Analyse der Anzahl und der Dauer der Fixationen auf dem aufgabenrelevanten (Ball) und -irrelevanten Reizmerkmal (Kopf) wurden zwei *areas of interest* (AOIs) gebildet. Die Größe der beiden AOIs lag bei 210 x 169 Pixel (ca. 5.56 x 4.47 cm) (siehe Abbildung 37). Das AOI auf dem Kopf entsprach bei allen Stimuli den gleichen Koordinaten (x-Werte: -121 bis 89; y-Werte: 261 bis 430). Das AOI für den Ball wurde an die Ballrichtung angepasst und entsprach bei Pässen nach links den Koordinaten (x-Werte: -91 bis -301; y-Werte: 91 bis 260) und bei Pässen nach rechts den Koordinaten (x-Werte: 91 bis 301; y-Werte: 91 bis 260). Jede Vpn absolvierte eine Reihenfolge von drei Testblöcken mit jeweils 160 Versuchen (insgesamt 480 Versuche). Die Reihenfolge der Testblöcke wurde über die Vpn hinweg

systematisch randomisiert. Die Häufigkeitsverteilung von Blicktäuschungen bzw. keine Blicktäuschungen lag bei 50% zu 50%.

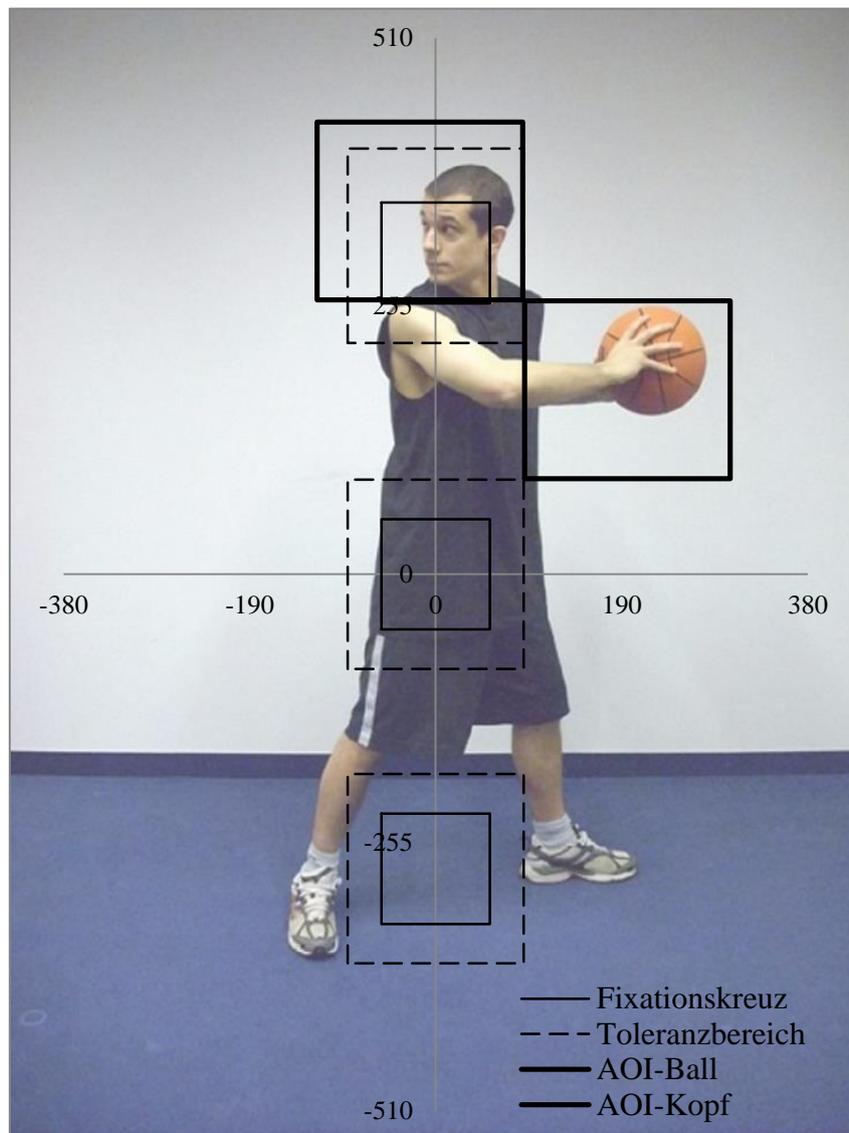


Abbildung 37: Verschiebung des Fixationskreuzes, des Toleranzbereichs und der AOIs.

10.1.4 Datenauswertung

Alle Reaktionen, die schneller als 100 ms und langsamer als 1000 ms waren (vgl. das Verfahren bei Kunde et al., 2011 & Alaboud et al., 2012), wurden in der Auswertung nicht berücksichtigt (insgesamt 0.24% der Daten, entspricht 21 Versuchen). Danach wurden sie mithilfe des *Kolmogorov-Smirnov* Tests dahingehend geprüft, ob sie normalverteilt sind. Da dies der Fall war, wurden anschließend alle Reaktionen mithilfe des sogenannten *Boxplot*-Verfahren zur Ausschließung der Ausreißer überprüft. Das *Boxplot*-Verfahren zeigte keinen Ausreißer.

Bei der Datenauswertung wurden die Reaktionszeiten (RT in ms), Reaktionsfehler (RE in %), Anzahl der Fixationen, Dauer der ersten Fixation (in ms) und Gesamtdauer aller Fixationen (in ms) als abhängige Variable betrachtet. Die Variablen wurden danach in einer zwei-faktoriellen Varianzanalyse mit Messwiederholung (ANOVA) mit den Innersubjekt-Faktoren „Ausgangsfixation“, d. h. die Verschiebung des Fixationskreuzes (Füße vs. Hüfte vs. Kopf), und „Bedingung“ (Direktpass vs. Blicktäuschung) gegen das Signifikanzniveau $\alpha = 5\%$ statistisch überprüft. Mehrere zweiseitige *t*-Tests dienten als *post-hoc*-Tests.

10.1.5 Ergebnisse

10.1.5.1 Reaktionszeiten (RT)

Die zwei-faktorielle Varianzanalyse mit Messwiederholung für die Innersubjekt-Faktoren „Bedingung“ (Direktpass vs. Blicktäuschung) und „Ausgangsfixation“ (Kopf, Hüfte und Füße) zeigte einen Haupteffekt für den Faktor „Bedingung“ [$F(1, 17) = 17.564$; $p = .001$; $\eta_p^2 = .508$], einen Haupteffekt für den Faktor „Ausgangsfixation“ [$F(2, 34) = 3.282$; $p = .050$; $\eta_p^2 = .162$], und jedoch keine Interaktion beider Faktoren [$F(2, 34) = .055$; $p = .946$; $\eta_p^2 = .003$]. Die Mittelwerte der RT für Direktpässe lagen bei 407 ms ($SD = 32.1$ ms) und für Blicktäuschungen bei 413 ms ($SD = 32.5$ ms). Die Vpn reagierten demnach auf eine Blicktäuschung im Durchschnitt 6 ms langsamer als auf einen Direktpass. Ein *t*-Test zeigte einen Unterschied in den RT zwischen der Ausgangsfixation „Füße“ und der Ausgangsfixation „Kopf“ [$t(17) = 3.295$; $p = .004$; $d = .662$]. Die Vpn reagierten bei der Ausgangsfixation „Kopf“ 26 ms schneller ($M = 396$ ms; $SD = 34.9$ ms) als bei der Ausgangsfixation „Füße“ ($M = 422$ ms; $SD = 41.2$ ms). Die Ergebnisse der RT sind in der Abbildung 38 dargestellt.

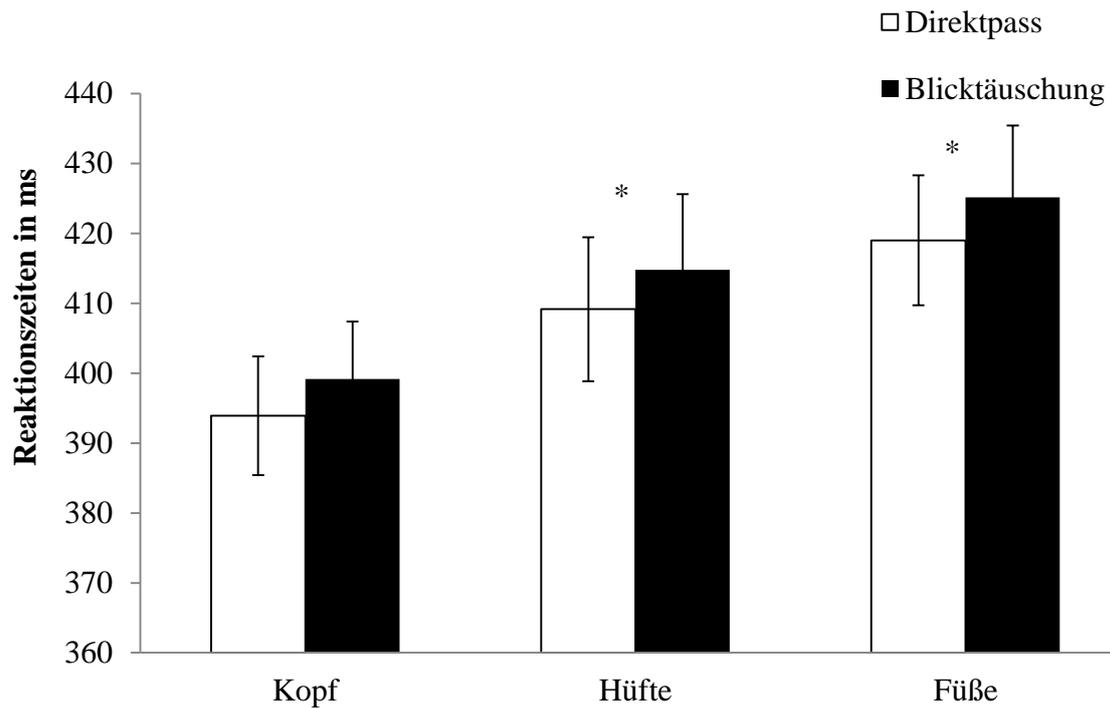


Abbildung 38: Reaktionszeiten in ms (\pm SE) für Direktpässe (weiße Balken) und für Blicktäuschungen (schwarze Balken) getrennt nach Testblock (Kopf, Hüfte und Füße).

10.1.5.2 Reaktionsfehler (RE)

Die zwei-faktorielle Varianzanalyse mit Messwiederholung für die Innersubjekt-Faktoren „Bedingung“ (Direktpass vs. Blicktäuschung) und „Ausgangsfixation“ (Kopf, Hüfte und Füße) zeigte einen Haupteffekt für den Faktor „Bedingung“ [$F(1, 17) = 11.144$; $p = .004$; $\eta_p^2 = .396$], keinen Effekt für den Faktor „Ausgangsfixation“ [$F(2, 34) = 2.358$; $p = .110$; $\eta_p^2 = .122$] und keine Interaktion beider Faktoren [$F(2, 34) = .163$; $p = .850$; $\eta_p^2 = .009$]. Insgesamt begingen die Vpn mehr Fehler auf eine Blicktäuschung ($M = 1.9\%$; $SD = 1.3\%$) als auf einen Direktpass ($M = 1.2\%$; $SD = .9\%$) (siehe Abbildung 39).

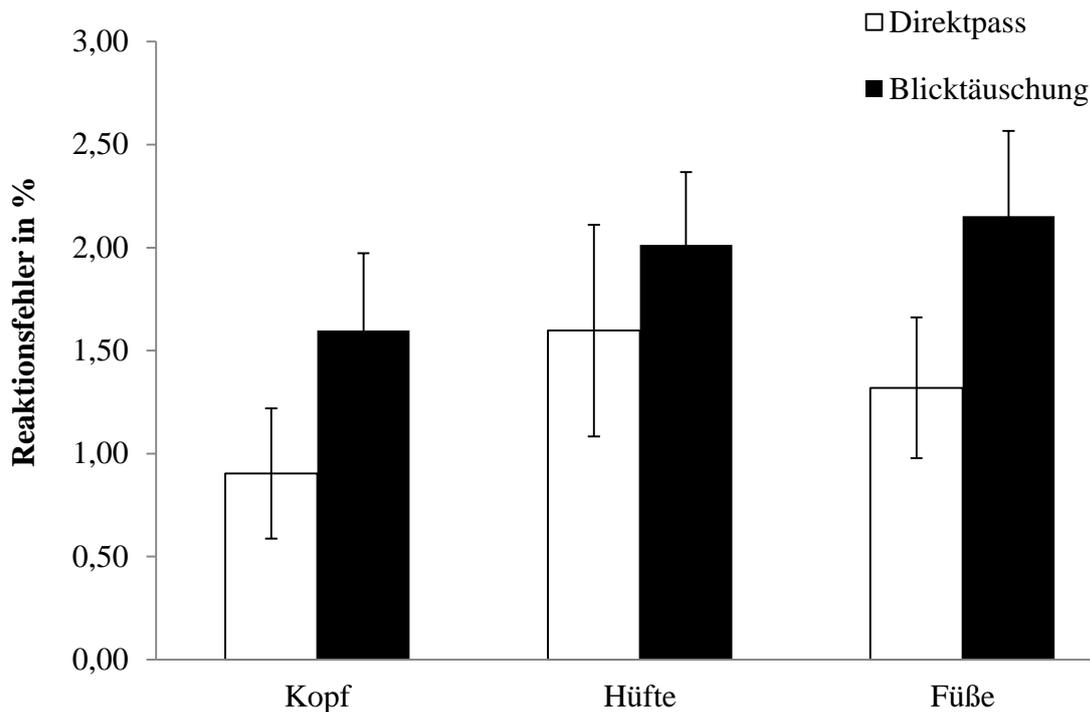


Abbildung 39: Reaktionsfehler in % (\pm SE) für Direktpässe (weiße Balken) und für Blicktäuschungen (schwarze Balken) getrennt nach Testblock (Kopf, Hüfte und Füße).

10.1.5.3 Sequenzeffekte (SE)

Die drei-faktorielle Varianzanalyse mit Messwiederholung für die Innersubjekt-Faktoren „Bedingung“ (Direktpass vs. Blicktäuschung), „Versuch „n-1“ (Direktpass vs. Blicktäuschung) und „Ausgangsfixation“ (Kopf, Hüfte und Füße) zeigte einen Haupteffekt für den Faktor „Bedingung“ [$F(1, 17) = 15.211$; $p = .001$; $\eta_p^2 = .472$], eine signifikante Zweifach-Interaktion der Faktoren „Versuch „n-1“ x „Bedingung“ [$F(2, 17) = 37.670$; $p = .000$; $\eta_p^2 = .689$] und eine signifikante Dreifach-Interaktion der Faktoren „Ausgangsfixation“ x „Bedingung“ x „Versuch „n-1“ [$F(2, 34) = 3.763$; $p = .033$; $\eta_p^2 = .181$]. Die ANOVA zeigte dennoch keinen Effekt für den Faktor „Versuch „n-1“ [$F(1, 17) = .060$; $p = .809$; $\eta_p^2 = .004$] und keinen Effekt für den Faktor „Ausgangsfixation“ [$F(2, 34) = 3.070$; $p = .059$; $\eta_p^2 = .153$]. Zur weiteren Analyse der vorhandenen dreifach-Interaktion wurde die sequentielle Modulation (d. h. Interaktion „Versuch „n-1“ x Bedingung“) getrennt für die Versuchsblöcke berechnet. Bei der Ausgangsfixation „Kopf“ war der BTE nach einer Blicktäuschung ($M = 0$ ms; $SD = 19.0$ ms) „numerisch“ kleiner als nach einem Direktpass ($M = 12$ ms; $SD = 16.5$ ms). Dieser Unterschied wurde aber nicht signifikant [$t(17) = 1.786$; $p = .092$; $d = .677$]. Bei der Ausgangsfixation „Hüfte“ nahm hingegen der BTE nach einer Blicktäuschung ($M = -12$ ms; $SD = 13.0$ ms)

signifikant um 33 ms im Vergleich zu einem Direktpass ab ($M = 21$ m; $SD = 15.2$ ms) ab [$t(17) = 5.767$; $p = .000$; $d = 2.3$]. Bei der Ausgangsfixation „Füße“ nahm der BTE auch nach einer Blicktäuschung ($M = -5$ m; $SD = 14.1$ ms) signifikant um 25 ms im Vergleich zu einem Direktpass ($M = 20$ m; $SD = 15.6$ ms) ab [$t(17) = 5.309$; $p = .000$; $d = 1.709$]. Sequenzeffekte sind auf die Abbildung 40 dargestellt.

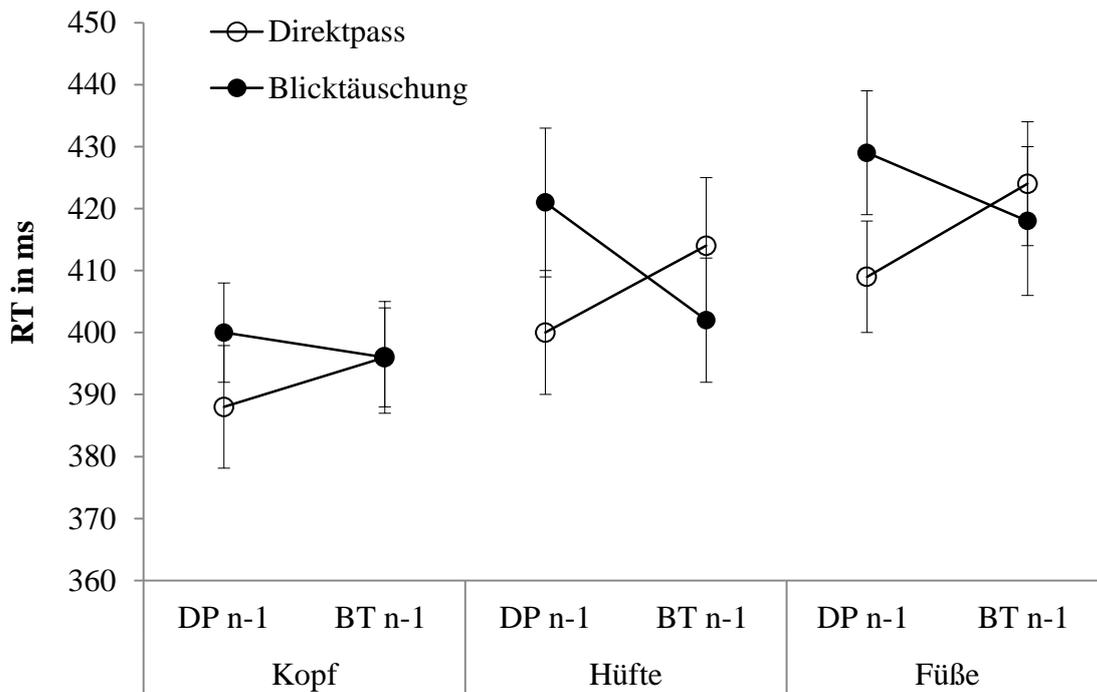


Abbildung 40: Reaktionszeiten (RT) in ms (\pm Standardfehler) in Abhängigkeit von der Sequenz zweier aufeinander folgenden Versuche in Experiment 4.1 getrennt nach Ausgangspunkt der Fixation. Reaktionen, denen ein Pass mit Blicktäuschung vorausgeht, sind mit vollen Kreisen, Reaktionen mit vorangegangenen Pass ohne Blicktäuschung (d. h. Direktpass), mit leeren Kreisen dargestellt. DP steht für Direktpass, BT für Blicktäuschung, „n“ für den aktuellen Versuch und „n-1“ für einen vorangegangenen Versuch.

10.1.5.4 Übungseffekte (ÜE)

Zur Überprüfung, ob die Größe des BTEs im Laufe des Experimentes stabil bleibt, wurden die Reaktionszeiten in sechs Miniblocke mit jeweils 80 Versuchen aufgeteilt. Danach wurde eine ANOVA für den Faktor „Miniblock“ und „Bedingung“ gerechnet. Die ANOVA ergab einen Haupteffekt für den Faktor „Bedingung“ [$F(1, 17) = 18.028$; $p = .001$; $\eta_p^2 = .515$], keinen Effekt für den Faktor „Miniblock“ [$F(5, 85) = .594$; $p = .704$; $\eta_p^2 = .034$] und keine Interaktion beider Faktoren [$F(5, 85) = .464$; $p = .802$; $\eta_p^2 = .027$]. Die Größe des BTEs blieb dennoch stabil und veränderte sich im Verlauf des Experimentes nicht. Die Abbildung 41 stellt die Übungseffekte dar.

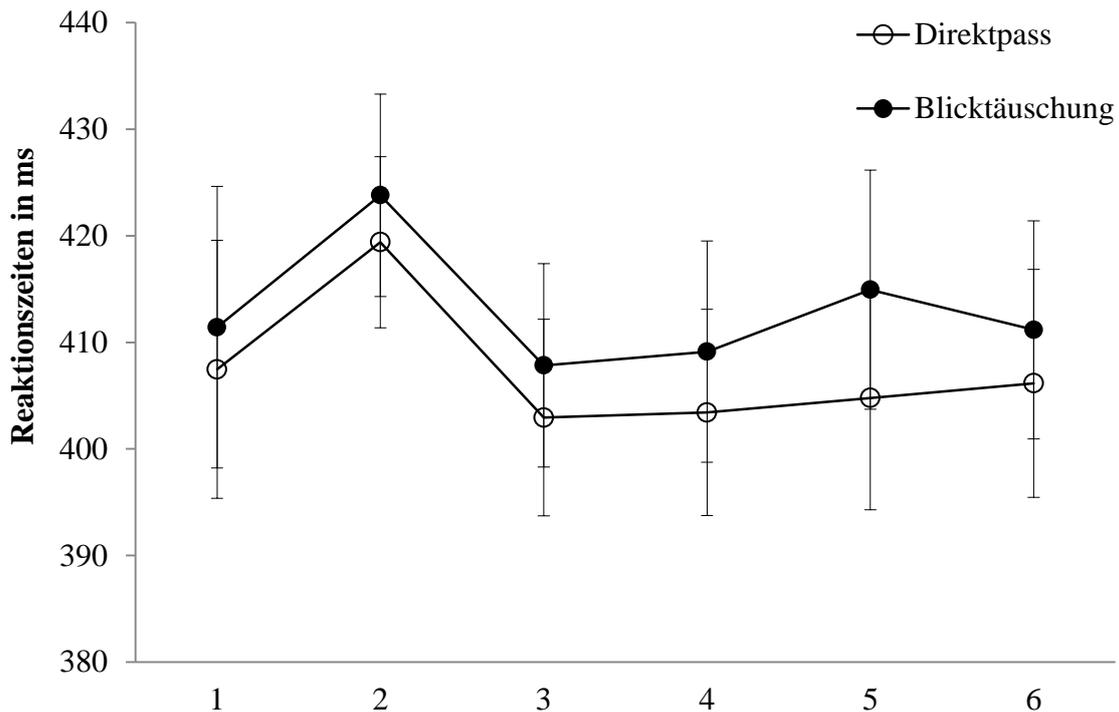


Abbildung 41: Übungeffekte für die Reaktionszeiten (RT) in ms (\pm Standardfehler) in Experiment 4.1, abgetragen über sechs Miniblöcke je 80 Versuchen. Die vollen Kreise stellen die RT auf eine Blicktäuschung, die leeren Kreise die RT auf einen Direktpass dar.

Zusammenfassung der Ergebnisse der Reaktionszeiten (RT) und Reaktionsfehler (RE)

Die Ergebnisse der RT zeigen, dass die Vpn auf eine Blicktäuschung langsamer reagierten und mehr Fehler begehen als auf einen Direktpass. Der BTE nahm nach einer Blicktäuschung ab im Vergleich zu einem Direktpass. Die Verschiebung des Fixationskreuzes auf der y-Achse modulierte weder den BTE noch die Fehlerrate. Die RT waren bei der Ausgangsfixation „Kopf“ am schnellsten. Sowohl bei der Verschiebung des Fixationskreuzes auf die Füße als auch auf die Hüfte nahm der BTE nach einer Blicktäuschung im Vergleich zu einem Direktpass ab. Im Laufe des Experimentes blieb der BTE stabil.

10.1.5.5 Anzahl der Fixationen

Die zwei-faktorielle Varianzanalyse mit Messwiederholung für die Innersubjekt-Faktoren „Bedingung“ (Direktpass vs. Blicktäuschung) und „Ausgangspunkt der Fixation“ (Kopf, Hüfte und Füße) zeigte einen Haupteffekt für den Faktor „Ausgangspunkt der Fixation“ [$F(2, 34) = 11.468; p = .000; \eta_p^2 = .403$], keinen Effekt für den Faktor „Be-

dingung“ [$F(1, 17) = 1.815; p = .196; \eta_p^2 = .096$], und keine Interaktion beider Faktoren [$F(2, 34) = 3.001; p = .063; \eta_p^2 = .150$]. Die Fixationsanzahl bei der Ausgangsfixation „Kopf“ ($M = 1.50; SD = .02$) war signifikant geringer als bei der Ausgangsfixation „Hüfte“ ($M = 1.68; SD = .03$) [$t(17) = 2.777; p = .013; d = .676$] und bei der Ausgangsfixation „Füße“ ($M = 1.83; SD = .33$) [$t(17) = 4.399; p = .000; d = 1.11$]. Die Fixationsanzahl bei der Ausgangsfixation „Hüfte“ war signifikant geringer als bei der Ausgangsfixation „Füße“ [$t(17) = 2.188; p = .043; d = .455$]. Die Anzahl der Fixationen ist in Abbildung 42 dargestellt.

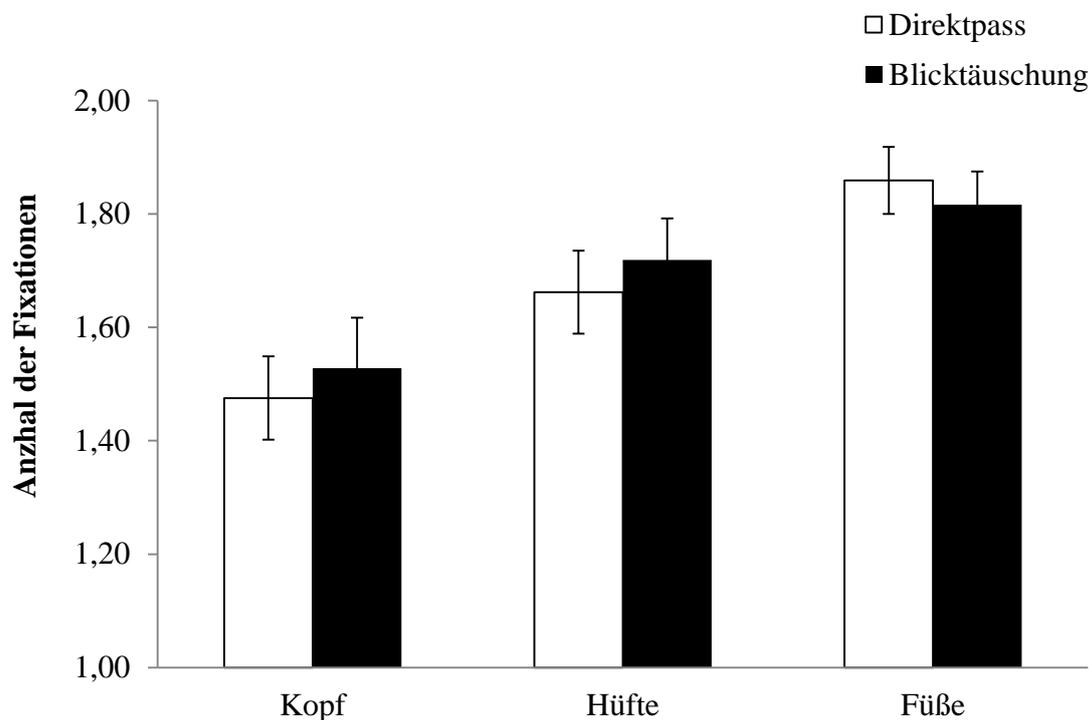


Abbildung 42: Anzahl der Fixationen getrennt nach Ausgangspunkt der Fixation.

10.1.5.6 Dauer der Fixationen

Dauer der ersten Fixation

Eine zwei-faktorielle Varianzanalyse mit Messwiederholung für die Innersubjekt-Faktoren „Bedingung“ (Direktpass vs. Blicktäuschung) und „Ausgangspunkt der Fixation“ (Kopf, Hüfte und Füße) für die Dauer der ersten Fixation zeigte einen Haupteffekt für den Faktor „Ausgangspunkt der Fixation“ [$F(2, 34) = 19.227; p = .000; \eta_p^2 = .531$], keinen Effekt für den Faktor „Bedingung“ [$F(1, 17) = 1.542; p = .214; \eta_p^2 = .083$] und keine Interaktion beider Faktoren [$F(2, 34) = 2.996; p = .063; \eta_p^2 = .150$] (siehe Abbildung 43). Die Dauer der ersten Fixation beim Ausgangspunkt der Fixation

„Kopf“ ($M = 225$ ms; $SD = 35.1$ ms) unterschied sich signifikant von der beim Ausgangspunkt der Fixation „Hüfte“ ($M = 196$ ms; $SD = 30.0$ ms) [$t(17) = 4.774$; $p = .000$; $d = .863$] und der beim Ausgangspunkt der Fixation „Füße“ ($M = 182$ ms; $SD = 37.0$ ms) [$t(17) = -5.361$; $p = .000$; $d = -1.192$]. Der Unterschied zwischen dem Ausgangspunkt der Fixation „Hüfte“ und dem Ausgangspunkt der Fixation „Füße“ war nicht signifikant [$t(17) = -2.060$; $p = .055$; $d = -.422$].

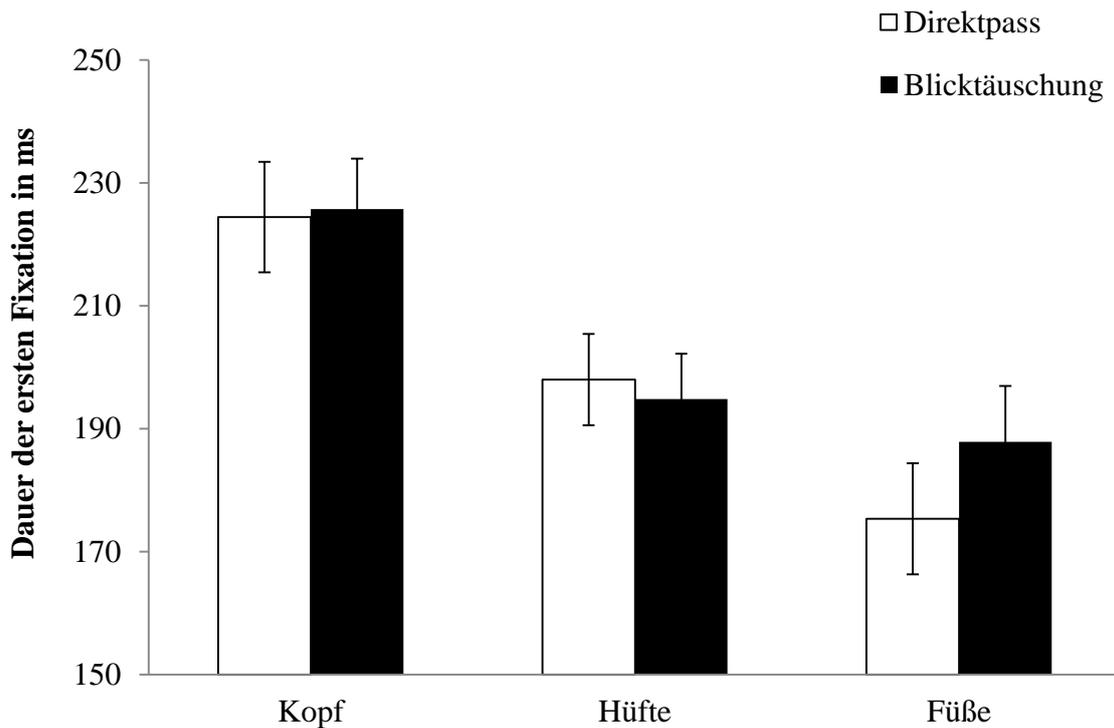


Abbildung 43: Dauer der ersten Fixation in ms getrennt nach Ausgangspunkt der Fixation.

Gesamtdauer aller Fixationen

Darüber hinaus wurde die Gesamtdauer aller Fixationen analysiert. Eine Varianzanalyse (ANOVA) mit den Faktoren Bedingung (Blicktäuschung vs. keine Blicktäuschung) und „Ausgangspunkt der Fixation“ (Kopf, Hüfte und Füße) zeigte einen Haupteffekt für den Faktor „Ausgangspunkt der Fixation“ [$F(2, 34) = 22.707$; $p = .000$; $\eta_p^2 = .572$], keinen Effekt für den Faktor „Bedingung“ [$F(1, 17) = 1.542$; $p = .231$; $\eta_p^2 = .083$] und keine Interaktion beider Faktoren [$F(2, 34) = 2.569$; $p = .091$; $\eta_p^2 = .131$]. Die Dauer aller Fixation beim Ausgangspunkt der Fixation „Kopf“ ($M = 222$ ms; $SD = 34.683$ ms) unterschied sich signifikant von der beim Ausgangspunkt der Fixation „Hüfte“ ($M = 192$ ms; $SD = 30.260$ ms) [$t(17) = -5.115$; $p = .000$; $d = -0.91$] und der beim

Ausgangspunkt der Fixation „Füße“ ($M = 175.500$ ms; $SD = 37.490$ ms) [$t(17) = -5.640$; $p = .000$; $d = -1.296$]. Der Unterschied zwischen dem Ausgangspunkt der Fixation „Hüfte“ und dem Ausgangspunkt der Fixation „Füße“ war ebenfalls signifikant [$t(17) = -2.510$; $p = .022$; $d = -0.486$] (siehe Abbildung 44).

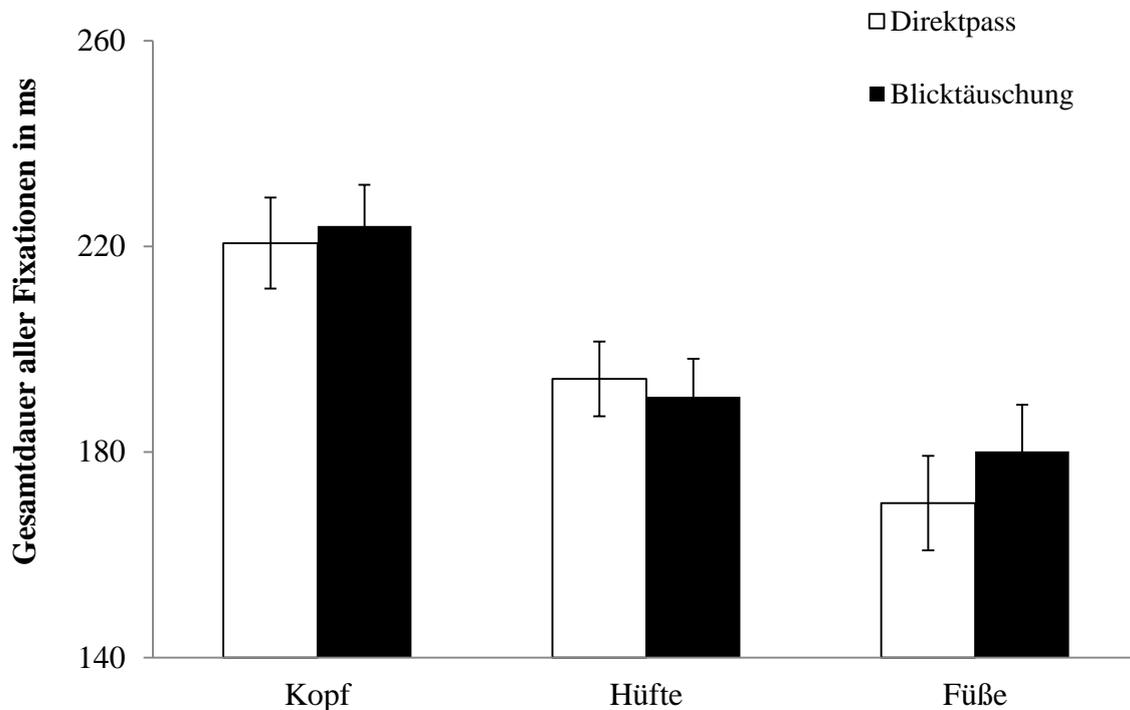


Abbildung 44: Gesamtdauer aller Fixationen in ms getrennt nach Ausgangspunkt der Fixation.

10.1.5.7 Anzahl der Sakkaden

Die zwei-faktorielle Varianzanalyse mit Messwiederholung für die Innersubjekt-Faktoren „Bedingung“ (Direktpass vs. Blicktäuschung) und „Ausgangspunkt der Fixation“ (Kopf, Hüfte und Füße) zeigte einen Haupteffekt für den Faktor „Ausgangspunkt der Fixation“ [$F(2, 34) = 13.549$; $p = .000$; $\eta_p^2 = .444$], keinen Effekt für den Faktor „Bedingung“ [$F(1, 17) = .068$; $p = .798$; $\eta_p^2 = .004$], und keine Interaktion beider Faktoren [$F(2, 34) = 1.639$; $p = .209$; $\eta_p^2 = .088$]. Die Anzahl der Sakkaden beim Ausgangspunkt der Fixation „Kopf“ ($M = 1.57$; $SD = .021$) war signifikant geringer als im Block „Hüfte“ ($M = 1.77$; $SD = .268$) [$t(17) = 2.959$; $p = .009$; $d = 0.837$] und beim Ausgangspunkt der Fixation „Fuß“ ($M = 1.912$; $SD = .285$) [$t(17) = 4.942$; $p = .000$; $d = 1.333$]. Die Anzahl der Sakkaden beim Ausgangspunkt der Fixation „Hüfte“ war signifikant geringer als beim Ausgangspunkt der Fixation „Füße“ [$t(17) = 2.240$; $p = .039$; $d = .634$]. Die Anzahl der Sakkaden ist in Abbildung 45 dargestellt.

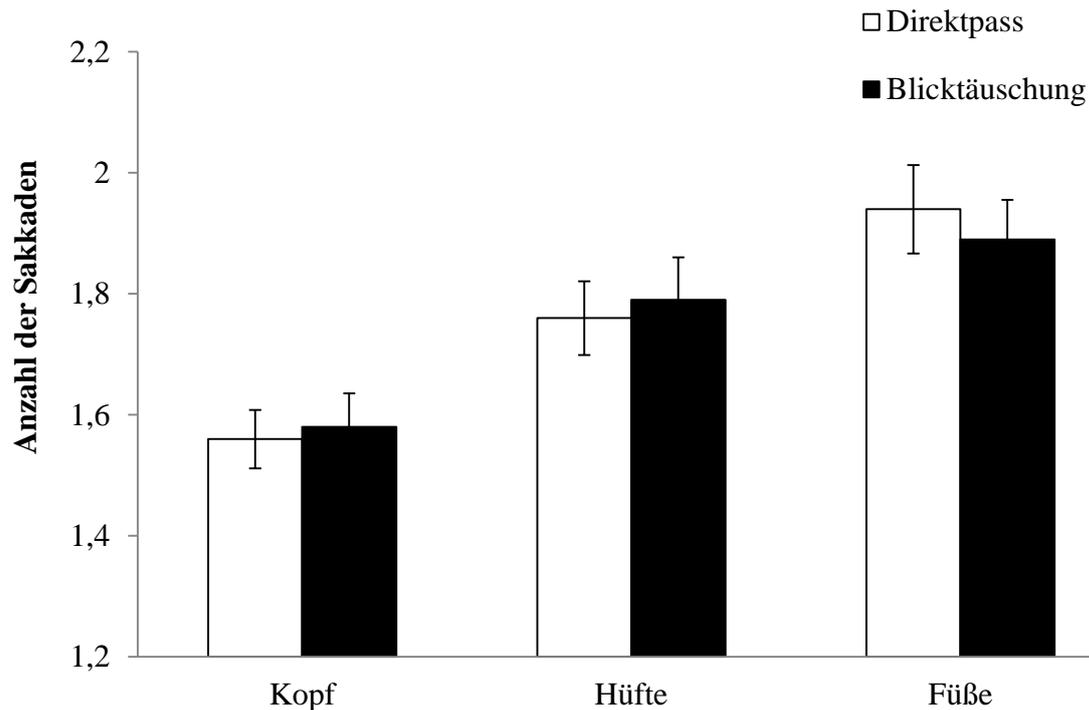


Abbildung 45: Anzahl der Sakkaden getrennt nach Ausgangspunkt der Fixation.

10.1.5.8 Dauer der Sakkaden

Dauer der ersten Sakkade

Die zwei-faktorielle Varianzanalyse mit Messwiederholung für die Innersubjekt-Faktoren „Bedingung“ (Direktpass vs. Blicktäuschung) und „Ausgangspunkt der Fixation“ (Kopf, Hüfte und Füße) zeigte einen Haupteffekt für den Faktor „Ausgangspunkt der Fixation“ [$F(2, 34) = 20.362; p = .000; \eta_p^2 = .545$], keinen Effekt für den Faktor „Bedingung“ [$F(1, 17) = .078; p = .783; \eta_p^2 = .005$], und keine Interaktion beider Faktoren [$F(2, 34) = .601; p = .554; \eta_p^2 = .034$]. Die Dauer der ersten Sakkade beim Ausgangspunkt der Fixation „Kopf“ ($M = 28; SD = 13.8$) war signifikant geringer als beim Ausgangspunkt der Fixation „Hüfte“ ($M = 36; SD = 20.6$) [$t(17) = 3.426; p = .003; d = .384$] und beim Ausgangspunkt der Fixation „Füße“ ($M = 48; SD = 25.3$) [$t(17) = 5.766; p = .000; d = .717$]. Die Dauer der ersten Sakkade beim Ausgangspunkt der Fixation „Hüfte“ war signifikant geringer als beim Ausgangspunkt der Fixation „Füße“ [$t(17) = 3.420; p = .003; d = .506$]. Die Dauer der ersten Sakkade ist in Abbildung 46 dargestellt.

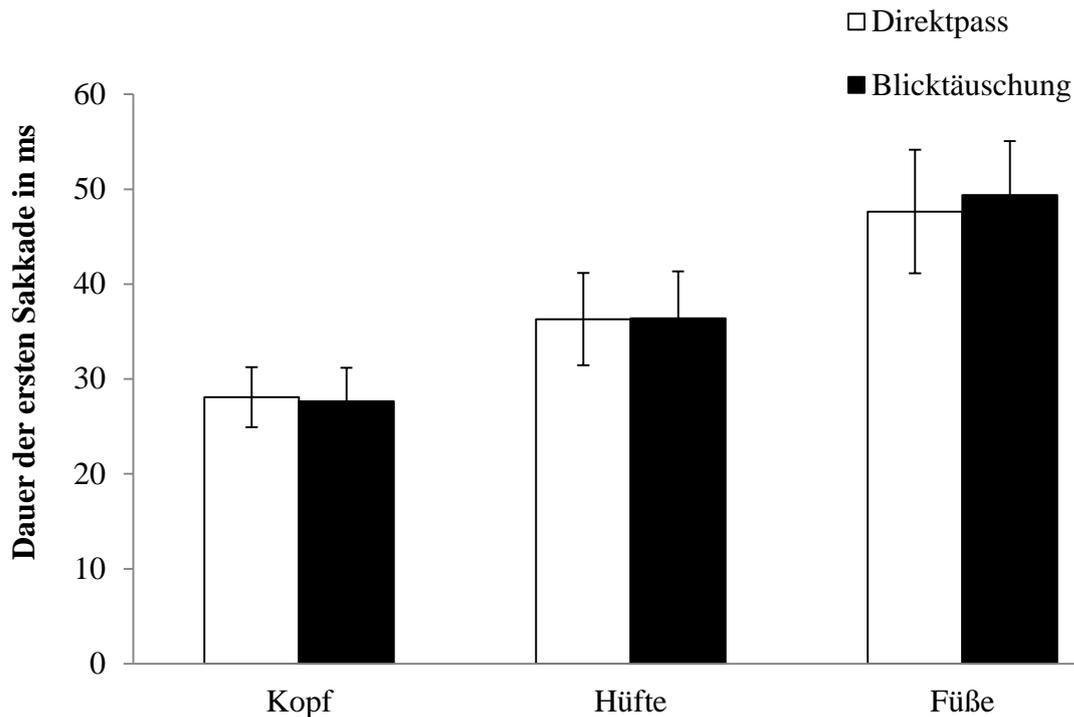


Abbildung 46: Dauer der ersten Sakkaden getrennt nach Ausgangspunkt der Fixation.

Gesamtdauer der Sakkaden

Die zwei-faktorielle Varianzanalyse mit Messwiederholung für die Innersubjekt-Faktoren „Bedingung“ (Direktpass vs. Blicktäuschung) und „Ausgangspunkt der Fixation“ (Kopf, Hüfte und Füße) zeigte einen Haupteffekt für den Faktor „Block“ [$F(2, 34) = 14.625$; $p = .000$; $\eta_p^2 = .462$], keinen Effekt für den Faktor „Bedingung“ [$F(1, 17) = .202$; $p = .659$; $\eta_p^2 = .012$], und keine Interaktion beider Faktoren [$F(2, 34) = .561$; $p = .576$; $\eta_p^2 = .032$]. Die Gesamtdauer der Sakkaden beim Ausgangspunkt der Fixation „Kopf“ ($M = 25$ ms; $SD = 9.3$ ms) war signifikant geringer als beim Ausgangspunkt der Fixation „Hüfte“ ($M = 32$ ms; $SD = 13.9$ ms) [$t(17) = 3.293$; $p = .004$; $d = .726$] und beim Ausgangspunkt der Fixation „Füße“ ($M = 42$ ms; $SD = 20.7$ ms) [$t(17) = 4.961$; $p = .000$; $d = .808$]. Die Gesamtdauer der Sakkaden beim Ausgangspunkt der Fixation „Hüfte“ war signifikant geringer als im Testblock „Fuß“ [$t(17) = 2.869$; $p = .011$; $d = .561$]. Die Gesamtdauer der Sakkaden ist in Abbildung 47 dargestellt.

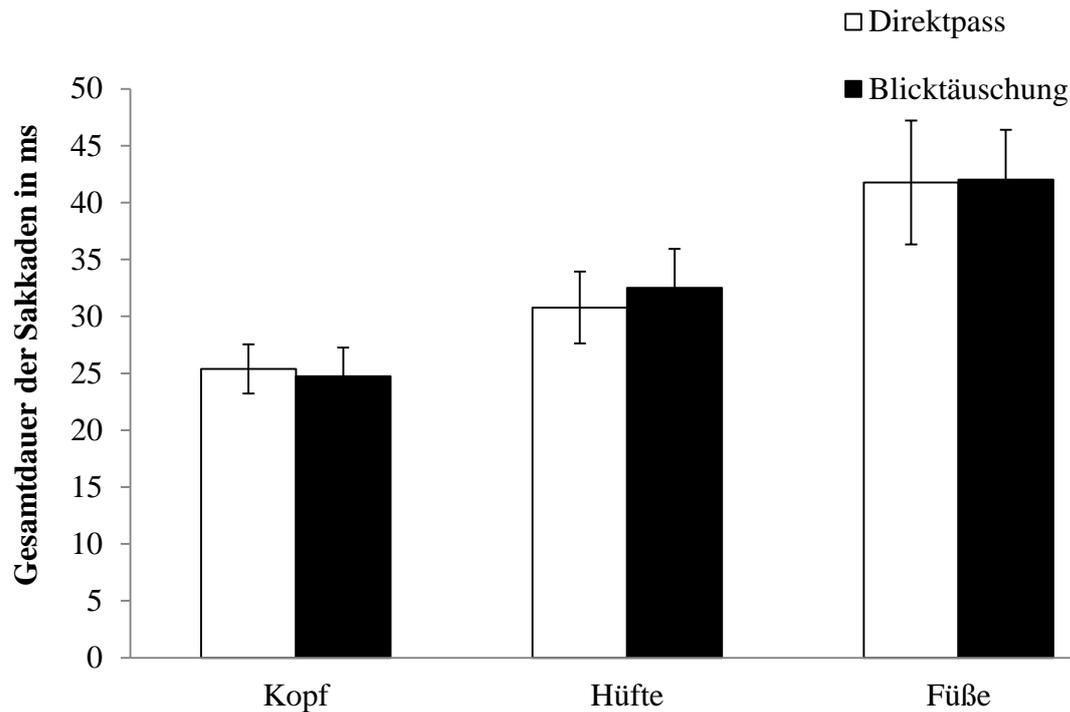


Abbildung 47: Gesamtdauer der Sakkaden in ms getrennt nach Ausgangspunkt der Fixation.

10.1.5.9 Amplitude der Sakkaden

Die Amplitude der ersten Sakkaden

Die zwei-faktorielle Varianzanalyse mit Messwiederholung für die Innersubjekt-Faktoren „Bedingung“ (Direktpass vs. Blicktäuschung) und „Ausgangspunkt der Fixation“ (Kopf, Hüfte und Füße) zeigte eine Interaktion beider Faktoren „Bedingung“ x „Ausgangspunkt der Fixation“ [$F(2, 34) = 4.746; p = .015; \eta_p^2 = .218$] aber keinen Effekt für den Faktor „Bedingung“ [$F(1, 17) = 4.316; p = .53; \eta_p^2 = .202$] und keinen Effekt für den Faktor „Ausgangspunkt der Fixation“ [$F(2, 34) = 2.458; p = .101; \eta_p^2 = .126$]. Nur beim Ausgangspunkt der Fixation „Füße“ war die erste Sakkade auf eine Blicktäuschung ($M = 101$ Pixel; $SD = 88.0$ Pixel) länger als auf einen Direktpass ($M = 90$ Pixel; $SD = 75.0$ Pixel) [$t(17) = 2.548; p = .021$]. Die Vergleiche beim Ausgangspunkt der Fixation „Kopf“ und „Hüfte“ waren nicht signifikant [alle T -Werte < 1.50 ; Alle P -Werte > 0.05] (siehe Abbildung 48).

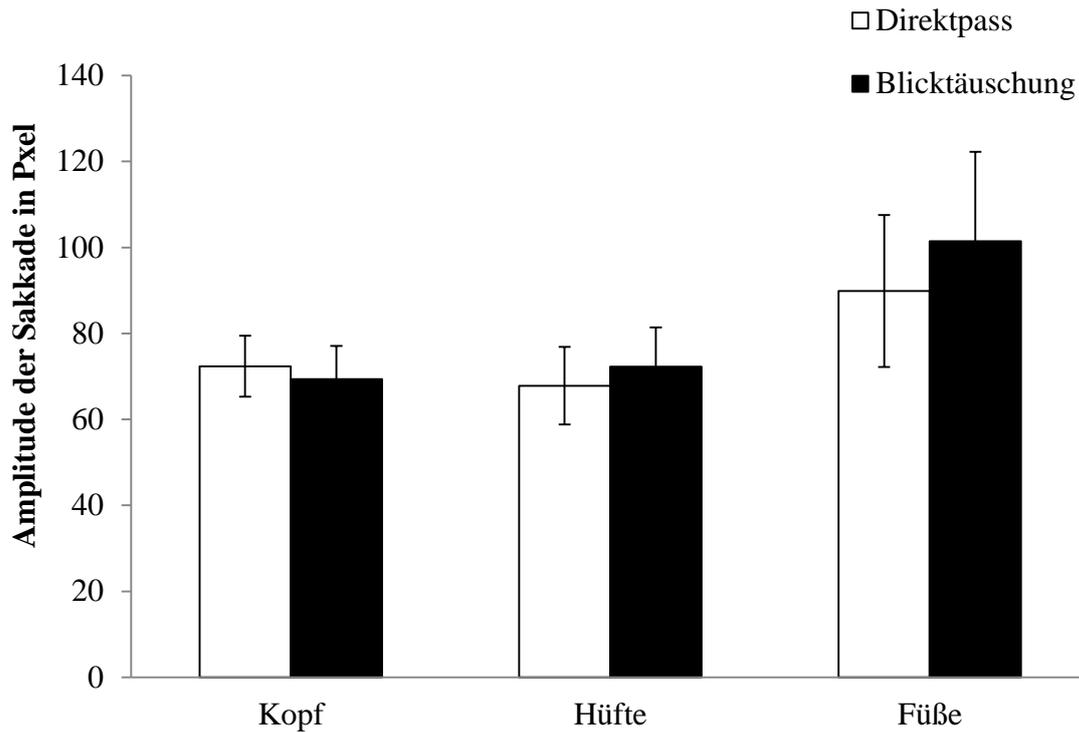


Abbildung 48: Amplitude der ersten Sakkade getrennt nach Ausgangspunkt der Fixation.

Gesamtamplitude aller Sakkaden

Für die Gesamtamplituden aller Sakkaden ergab sich ein Effekt für den Faktor „Bedingung“ [$F(1, 17) = 6.970$; $p = .017$; $\eta_p^2 = .291$], eine Interaktion beider Faktoren [$F(2, 34) = 3.713$; $p = .035$; $\eta_p^2 = .179$], aber kein Effekt für den Faktor „Ausgangspunkt der Fixation“ [$F(2, 34) = 2.379$; $p = .108$; $\eta_p^2 = .123$]. Nur beim Ausgangspunkt der Fixation „Füße“ war die Gesamtamplitude aller Sakkade auf eine Blicktäuschung ($M = 109$ Pixel; $SD = 83.0$ Pixel) länger als auf einen Direktpass ($M = 100$ Pixel; $SD = 76.0$ Pixel) [$t(17) = 3.250$; $p = .005$; $d = .091$]. Die Vergleiche beim Ausgangspunkt der Fixation „Kopf“ und „Hüfte“ waren nicht signifikant [alle T -Werte < 1.39 ; Alle P -Werte > 0.05] (siehe Abbildung 49).

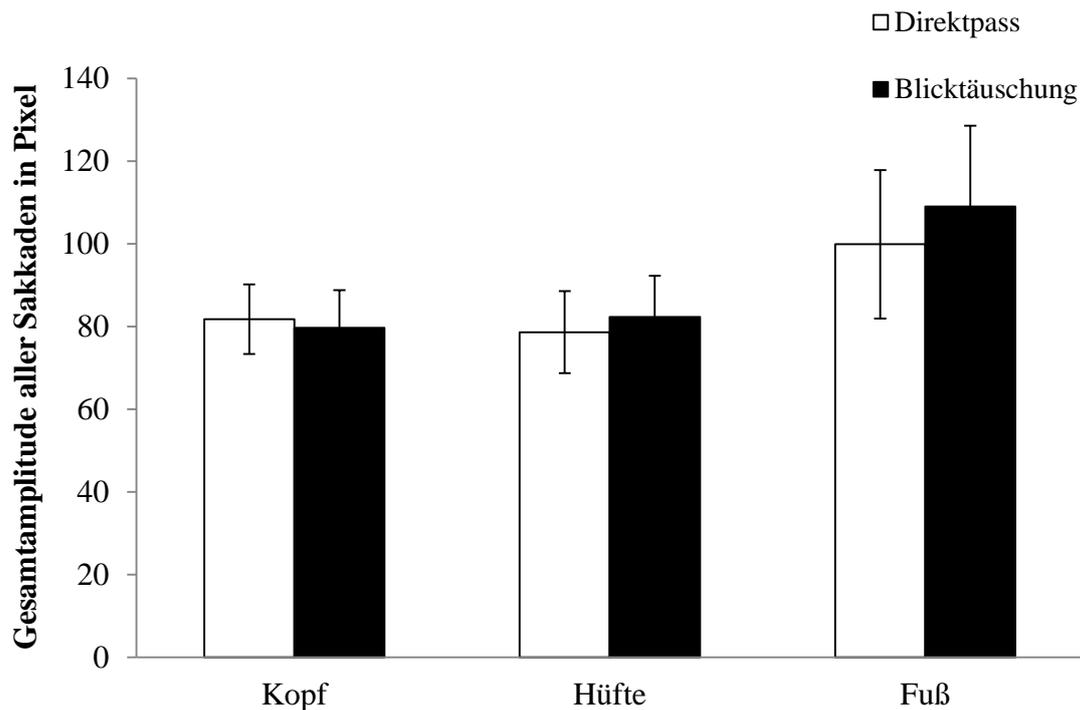


Abbildung 49: Gesamtdauer aller Sakkaden getrennt nach Ausgangspunkt der Fixation.

10.1.5.10 Verlagerung der Aufmerksamkeit für die erste Sakkade

Um zu überprüfen, ob die Aufmerksamkeit nach links oder nach rechts verlagert wurde, wurden die Werte auf der x-Achse des End- und Startpunktes einer Sakkade miteinander verglichen. Eine Verlagerung der Aufmerksamkeit nach links liegt vor, wenn die Werte des Endpunktes kleiner sind als die Werte des Startpunktes. Hingegen ist die Aufmerksamkeit nach rechts verschoben, wenn die Werte des Endpunktes größer sind als die Werte des Startpunktes. Danach wurde die Aufmerksamkeitsverlagerung in die Passrichtung für die erste Sakkade in % berechnet. Eine zwei-faktorielle ANOVA mit den Faktoren „Passeite“ (links vs. rechts) und „Pass-Blick-Kompatibilität“ (kompatibel vs. inkompatibel) zeigte keinen Effekt für den Faktor „Passeite“ [$F(1, 17) = .467$; $p = .504$; $\eta_p^2 = .027$], keinen Effekt für den Faktor „Pass-Blick-Kompatibilität“ [$F(1, 17) = .170$; $p = .685$; $\eta_p^2 = .010$] und keine Interaktion beider Faktoren [$F(1, 17) = 1.570$; $p = .227$; $\eta_p^2 = .085$] (siehe Abbildung 50).

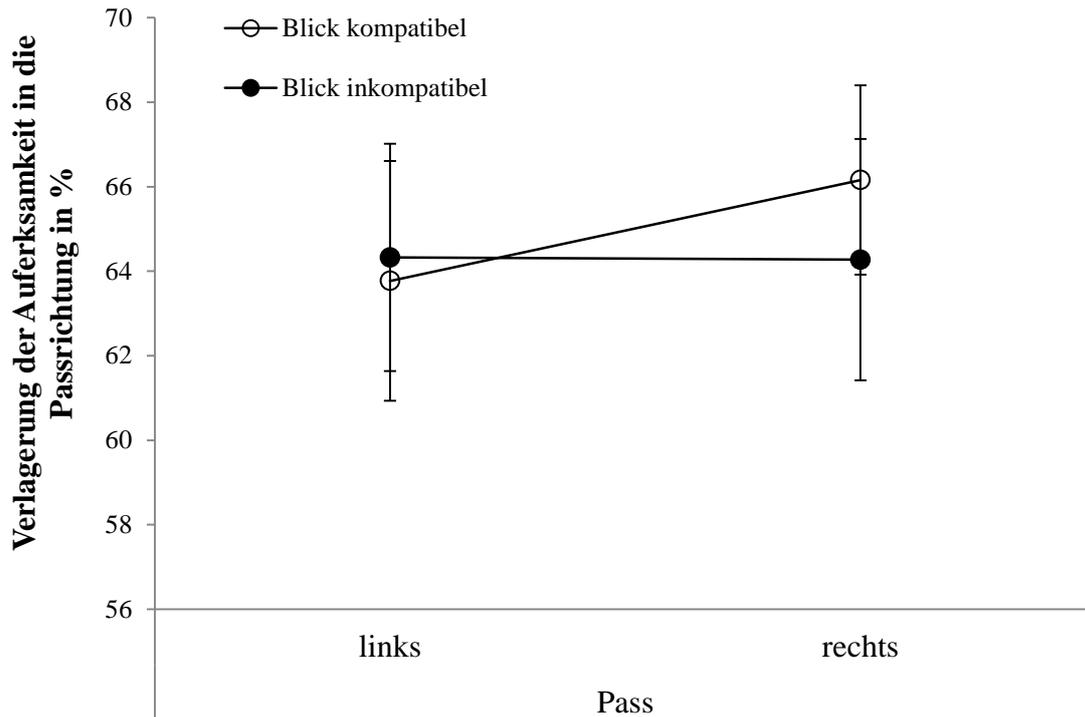


Abbildung 50: Verlagerung der Aufmerksamkeit für die erste Sakkade

10.1.5.11 Area of interest (AOIs) für die Fixationen

Bei der Analyse der AOIs wurden die erste, zweite und dritte Fixation berücksichtigt, wobei manche Stimuli sieben Mal in einem Versuch fixiert wurden. Die Quote dieser Fälle ist aber zu niedrig, um berücksichtigt zu werden. Bei der Darstellung der *heat maps* wurden alle Fixationen auf und außerhalb des Bilds berücksichtigt. Eine Fixation konnte in einem der AOIs (Ball oder Kopf), der Toleranzbereiche (TB) des Fixationskreuzes oder ganz außerhalb dieser Bereiche liegen. Beim Ausgangspunkt der Fixation „Füße“ lagen 72.9% der Fixationen auf dem Stimulus „Direktpass nach links“ im Toleranzbereich des Fixationskreuzes, 1,56% im AOI „Ball“ und nur 0.21% im AOI „Kopf“. Beim Ausgangspunkt der Fixation „Hüfte“ lagen 78.08% der Fixationen im TB des Fixationskreuzes, 4.11% im AOI „Ball“ und 1.31% im AOI „Kopf“. Beim Ausgangspunkt der Fixation „Kopf“ lagen 85.75% der Fixationen im TB des Fixationskreuzes, 2.39% im AOI „Ball“ und 2.11% im AOI „Kopf“ (siehe Tabelle 2 und Abbildung 51).

Tabelle 2

AOIs für den Stimulus "Direktpass nach links" bei der Ausgangsfixation „Füße“, „Hüfte“ und „Kopf“.

Ausgangsfixation	AOIs				
	Kopf	Ball	TB „Füße“	TB „Hüfte“	TB „Kopf“
Füße	.21	1.51	72.90	8.70	.16
Hüfte	1.31	4.11	.17	78.08	3.43
Kopf	2.11	2.39	0.00	.60	85.75

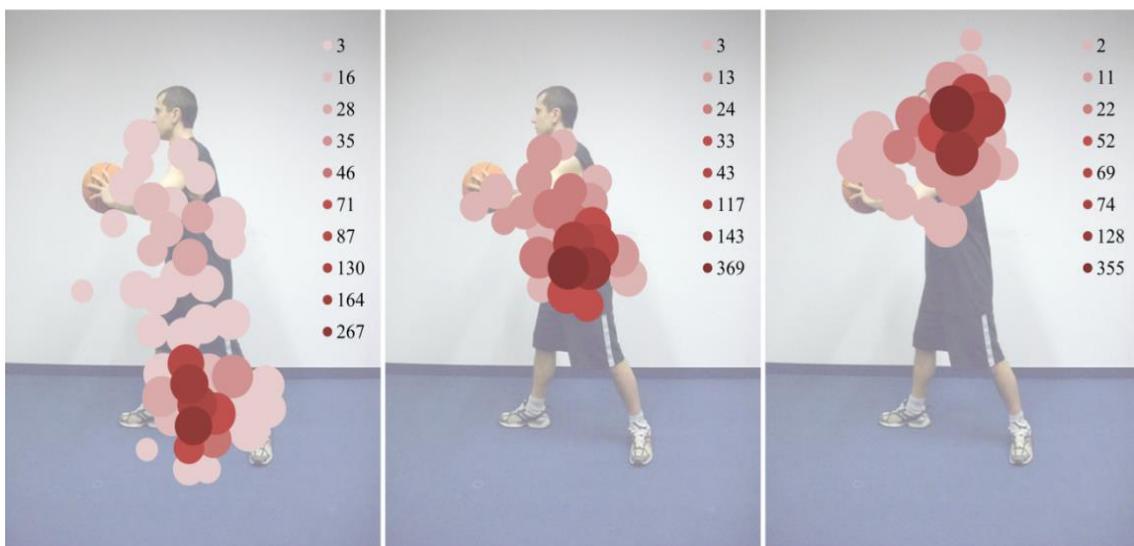


Abbildung 51: AOIs für den Stimulus „Direktpass nach links“ bei der Ausgangsfixation „Füße“ (links), „Hüfte“ (Mitte) und „Kopf“ (rechts).

Für den Stimulus „Blicktäuschung nach rechts“, d. h. Pass nach links aber Blick nach rechts, ergab sich das gleiche Ergebnismuster. Beim Ausgangspunkt der Fixation „Füße“ lagen 72.57% der Fixationen im Toleranzbereich des Fixationskreuzes, 3.10% im AOI „Ball“ und 0.26% im AOI „Kopf“. Beim Ausgangspunkt der Fixation „Hüfte“ lagen 71.22% der Fixationen im TB des Fixationskreuzes, 4.83% im AOI „Ball“ und .63% im AOI „Kopf“. Beim Ausgangspunkt der Fixation „Kopf“ lagen 87.01% der Fixa-

tionen im TB des Fixationskreuzes, 1.81% im AOI „Ball“ und 2.69% im AOI „Kopf“ (siehe Tabelle 3 und Abbildung 52).

Tabelle 3

AOIs für den Stimulus „Blicktäuschung nach rechts“, d. h. Pass nach links aber Blick nach rechts bei der Ausgangsfixation „Füße“, „Hüfte“ und „Kopf“.

Ausgangsfixa- tion	AOIs				
	Kopf	Ball	TB „Füße“	TB „Hüfte“	TB „Kopf“
Füße	.26	3.10	72.57	5.96	1.52
Hüfte	.63	4.83	0.00	71.22	6.06
Kopf	2.69	1.81	0.00	0.00	87.01

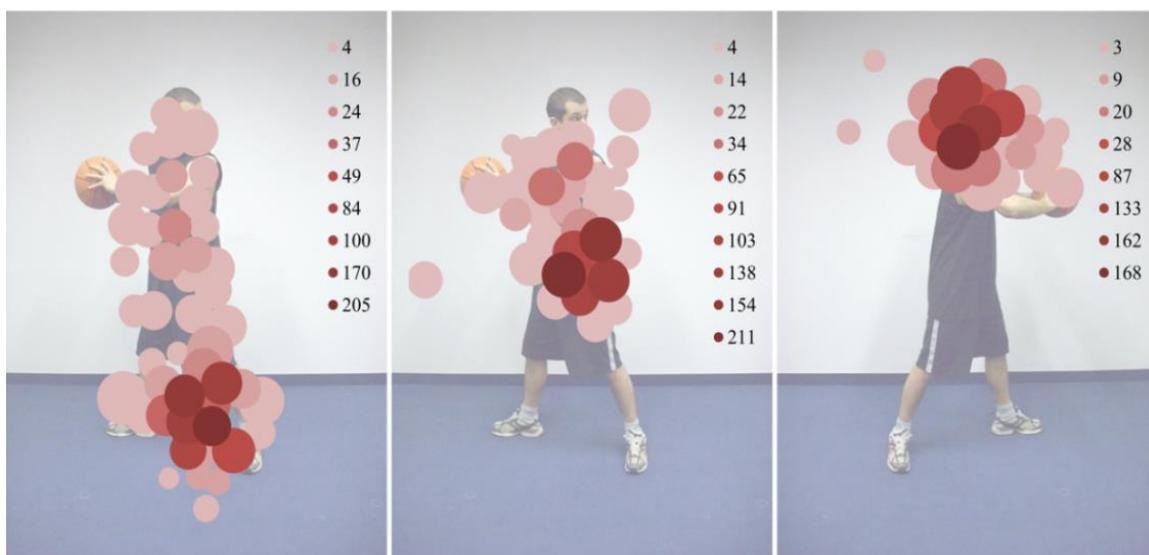


Abbildung 52: AOIs für den Stimulus „Blicktäuschung nach rechts“ bei der Ausgangsfixation „Füße“ (links), „Hüfte“ (Mitte) und „Kopf“ (rechts).

Für den Stimulus „Direktpass nach rechts“, d. h. der Pass und der Blick nach rechts, ergab sich das gleiche Ergebnismuster. Beim Ausgangspunkt der Fixation „Füße“ lagen 72.73% der Fixationen im Toleranzbereich des Fixationskreuzes, 1.44% im AOI „Ball“ und keine Fixationen im AOI „Kopf“. Beim Ausgangspunkt der Fixation „Hüfte“

lagen 78.98% der Fixationen im TB des Fixationskreuzes, 8.19% im AOI „Ball“ und keinen Fixationen im AOI „Kopf“. Beim Ausgangspunkt der Fixation „Kopf“ lagen 83.80% der Fixationen im TB des Fixationskreuzes, 4.14% im AOI „Ball“ und .21% im AOI „Kopf“ (siehe Tabelle 4 und Abbildung 53).

Tabelle 4

AOIs für den Stimulus „Direktpass nach rechts“, d. h. der Pass und der Blick nach rechts, bei dem Ausgangsfixation „Füße“, „Hüfte“ und „Kopf“.

Ausgangsfixa- tion	AOIs				
	Kopf	Ball	TB „Füße“	TB „Hüfte“	TB „Kopf“
Füße	0.00	1.44	72.73	5.90	0.77
Hüfte	0.00	8.19	0.00	78.98	1.24
Kopf	.12	4.14	0.00	0.00	83.80

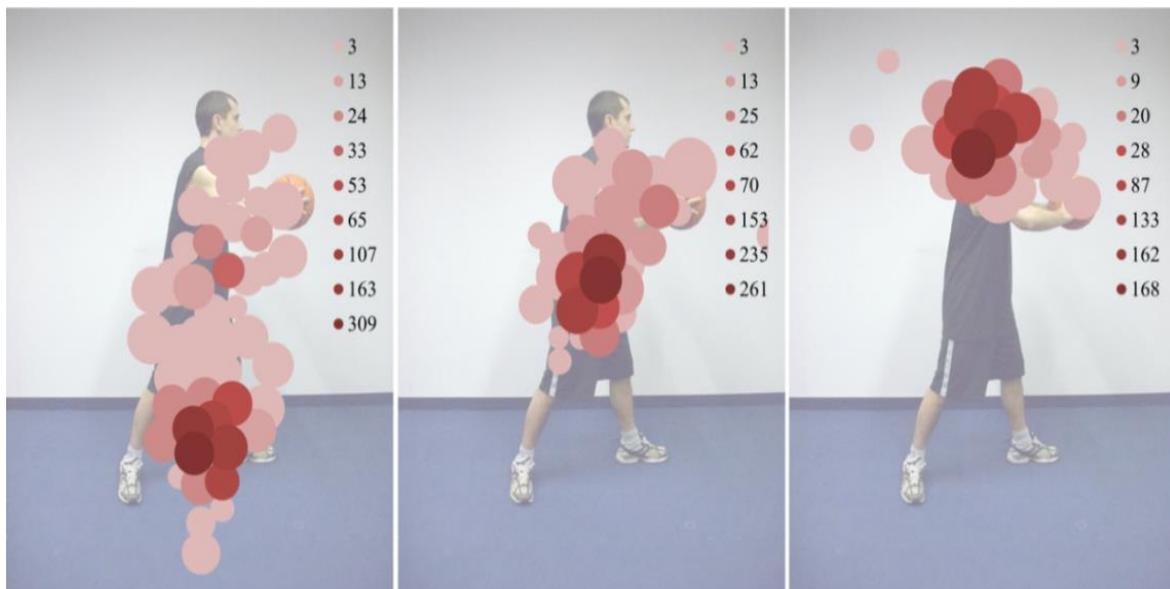


Abbildung 53: AOIs für den Stimulus „Direktpass nach rechts“, d. h. der Pass und der Blick nach rechts, bei der Ausgangsfixation „Füße“, „Hüfte“ und „Kopf“.

Für den Stimulus „Blicktäuschung nach links“, d. h. Pass nach rechts aber Blick nach links, ergaben sich die gleichen Ergebnisse. Beim Ausgangspunkt der Fixation „Fü-

ße“ lagen 74.19% der Fixationen im Toleranzbereich des Fixationskreuzes, 3.53% im AOI „Ball“ und keine Fixationen im AOI „Kopf“. Beim Ausgangspunkt der Fixation „Hüfte“ lagen 77.94% der Fixationen im TB des Fixationskreuzes, 2.61% im AOI „Ball“ und keine Fixationen im AOI „Kopf“. Beim Ausgangspunkt der Fixation „Kopf“ lagen 81.12% der Fixationen im TB des Fixationskreuzes, 1.40% im AOI „Ball“ und .24% im AOI „Kopf“ (siehe Tabelle 5 und Abbildung 54).

Tabelle 5

AOIs für den Stimulus „Blicktäuschung nach links“, d. h. Pass nach rechts aber Blick nach links, bei der Ausgangsfixation „Füße“, „Hüfte“ und „Kopf“.

Ausgangsfixa- tionen	AOIs				
	Kopf	Ball	TB „Füße“	TB „Hüfte“	TB „Kopf“
Füße	0.00	3.53	74.19	6.26	.095
Hüfte	0.00	2.61	0.00	77.94	3.09
Kopf	.24	1.40	3.94	0.00	81.12

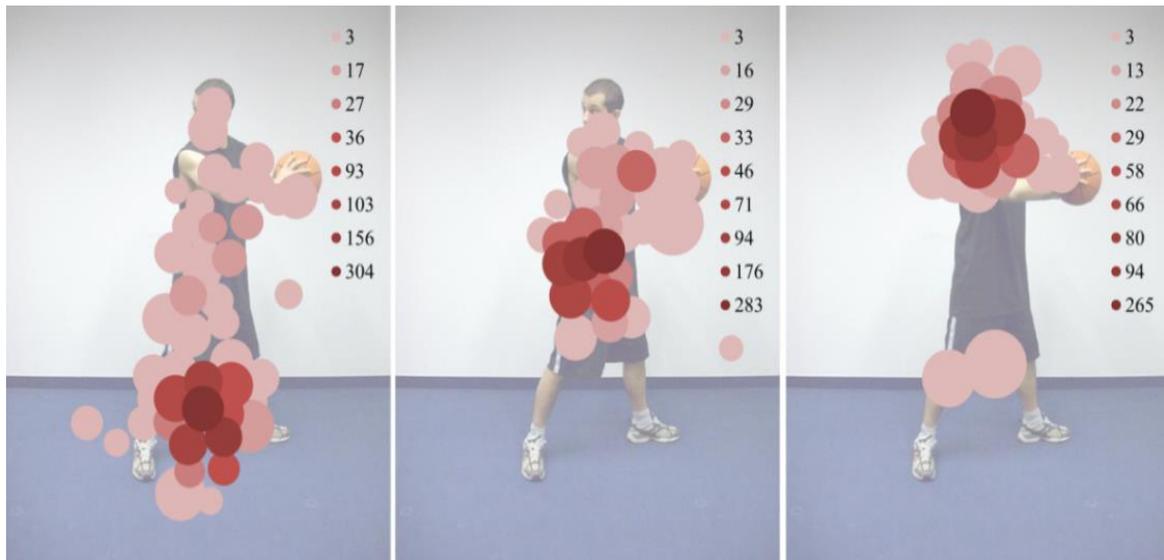


Abbildung 54: AOIs für den Stimulus „Blicktäuschung nach links“, d. h. der Pass nach rechts aber der Blick nach links, bei der Ausgangsfixation „Fuße“ (links), „Hüfte“ (Mitte) und „Kopf“ (rechts).

Zusammenfassung der Ergebnisse RT, der Fixationen und der Sakkaden

Die Fixationsanzahl und -dauer unterschied sich bei einer Blicktäuschung im Vergleich zu einem Direktpass nicht. So fixierten die Vpn eine Blicktäuschung gleich lang und gleich häufig wie einen Direktpass. Die Verschiebung des Fixationskreuzes hatte einen Einfluss auf die Anzahl der Fixationen und ihre Dauer. Die Fixationsanzahl bei der Ausgangsfixation „Kopf“ war geringer als bei der Ausgangsfixation „Hüfte“ und bei der Ausgangsfixation „Fuße“. Die Dauer der ersten Fixation bei der Ausgangsfixation „Kopf“ war hingegen länger als bei der Ausgangsfixation „Hüfte“ und als bei der Ausgangsfixation „Fuße“. Dieses Ergebnismuster lässt sich auf die Ergebnisse der Gesamtdauer aller Fixationen generalisieren. Die Anzahl der Sakkaden und ihre Dauer waren auch von der Verschiebung des Fixationskreuzes abhängig. Bei der Ausgangsfixation „Kopf“ dauerte die erste Sakkade kürzer als bei der Ausgangsfixation „Hüfte“ und bei der Ausgangsfixation „Fuße“. Die Gesamtdauer der Sakkaden nahm bei der Ausgangsfixation „Kopf“ im Vergleich zur Ausgangsfixation „Hüfte“ und „Fuße“ (siehe Abbildung 55) ab. Die Amplitude der Sakkaden war nur bei der Ausgangsfixation „Fuße“ von der Bedingung abhängig. So war die Gesamtamplitude der Sakkaden bei einer Blicktäuschung länger als bei einem Direktpass. Zieht man die Ergebnisse der RT dazu in Betracht, lässt sich folgende Beobachtung finden: Die RT nahmen bei der Verschiebung des Fixationskreuzes vom Kopf auf Hüfte zu Füßen linear zu. Diese Zunahme ging mit der Zunahme der Fixationsanzahl, Dauer und Anzahl der Sakkaden und mit der

Abnahme der Fixationsdauer einher. Bei der Präsentation des Fixationskreuzes auf dem Erscheinungsort des Kopfs reagierten die Vpn demnach schneller und fixierten aber kürzer im Vergleich zu den anderen Erscheinungsorten des Fixationskreuzes (Hüfte und Füße). Diese Beobachtung könnte für die Relevanz des Kopfs bei der Verarbeitung einer Blicktäuschung hindeuten.

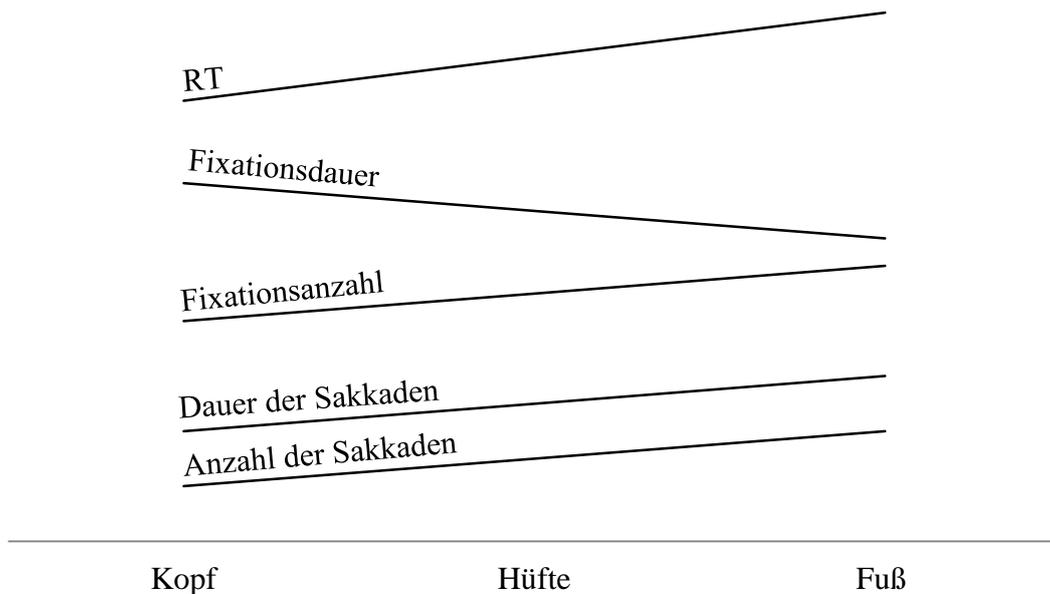


Abbildung 55: Zusammenfassung der Ergebnisse der RT, Fixationen und Sakkaden.

10.1.6 Diskussion

Die Ergebnisse der Reaktionszeiten bestätigen zunächst die Ergebnisse vorheriger Experimente, dass RT auf eine Blicktäuschung langsamer sind als auf einen Direktpass. Die gefundene sequenzielle Modulation des BTEs nach einer Blicktäuschung widerspricht dem Befund von Kunde et al. (2011). Der BTE blieb nach einer Blicktäuschung aus. Dies kann dafür sprechen, dass die irrelevante Information unterdrückt werden kann. Die Ergebnisse der Übungseffekte bestätigen hingegen den Befund von Kunde et al. (2011), dass der BTE übungsresistent ist. So blieb der BTE im Laufe des Experimentes stabil. Wenn man die Ergebnisse der Fixationen und Sakkaden in Betracht zieht, findet man, dass sich die Fixationsdauer und -anzahl sowie die Dauer und die Anzahl der Sakkaden bei einer Blicktäuschung von einem Direktpass nicht unterscheiden. Die Vpn fixierten eine Blicktäuschung so lang wie einen Direktpass. Die Sakkaden bei einer Blicktäuschung dauerten gleich lang wie bei einem Direktpass.

Die gefundenen Unterschiede zwischen den Testblöcken in den RT, in der Anzahl und in der Dauer sowohl der Fixationen als auch der Sakkaden verweisen jedoch einen Einfluss der Verschiebung des Fixationskreuzes auf die Parameter des Blickverhaltens bei der Verarbeitung einer Blicktäuschung. Die Beobachtung, dass die schnellen RT im Testblock „Kopf“ mit einer geringeren Anzahl an Fixationen von längerer Dauer einhergehen, deutet auf den Ort der relevanten Informationen hin. Hingegen fixierten die Vpn beim Erscheinen des Fixationskreuzes an der Position der Füße und der Hüfte kürzer aber häufiger, da sie relevante Information suchten.

Die Ergebnisse der Verlagerung der Aufmerksamkeit zeigen ein deutliches Blickverhaltensmuster bei der Verarbeitung der Blicktäuschung. Die Vpn fixierten das Fixationskreuz und blieben dort fixiert, bis sie reagierten. So konnte keine offene Verlagerung der Aufmerksamkeit beobachtet werden. Diese Beobachtung verstärkt die Annahme, dass der BTE aufgrund einer perzeptuellen Interferenz zwischen dem aufgabenrelevanten (d. h. Passrichtung) und dem aufgabenirrelevanten Reizmerkmal (d. h. die Blickrichtung) und nicht aufgrund der Verlagerung der Aufmerksamkeit auftritt. Das Ausbleiben der offenen Verlagerung der Aufmerksamkeit kann aber zum einen für eine verdeckte Verlagerung der Aufmerksamkeit sprechen und zum anderen an der Komplexität der Stimuli liegen, denn nur die Darstellung komplexen Stimuli könnte zur offenen Verschiebung der Aufmerksamkeit führen (Gervais, Reed, Beall & Roberts, 2010). Diese Annahme kann man bei der Darstellung dynamischer Reize untersuchen.

10.2 Experiment 4.2: Das Blickverhalten bei der Verarbeitung von Blicktäuschungen unter der Präsentation dynamischer Stimuli

Das Ziel im vorliegenden Experiment besteht in der Untersuchung des Blickverhaltens bei der Verarbeitung einer Blicktäuschung im Basketball unter der Präsentation dynamischer Reize. Basierend auf den Befunden von Kunde et al. (2011), Alhaj Ahmad Alaboud et al. (2012) und den Ergebnissen des Experimentes 2.2 wird angenommen, dass Vpn auf eine Blicktäuschung langsamer reagieren als auf einen Direktpass. Basierend auf der Tatsache, dass die Steigerung der Komplexität der Visualisierung (z. B. von statischen Bildern auf dynamische Reize) eine hohe Herausforderung an das Arbeitsgedächtnis darstellt, indem die Präsentation dynamischer Reize eine kontinuierliche Verarbeitung relevanter Informationen und das Unterdrücken irrelevanter Informationen

erfordert (Gegenfurtner et al., 2011), wird erwartet, dass die Dauer und Anzahl der Fixationen bei der Präsentation von dynamischen Reizen ansteigt. Aufbauend auf den Befunden von Gervais et al. (2010), dass Bewegungsaspekte eines Stimulus zur Verlagerung der Aufmerksamkeit führen, wird angenommen, dass die Präsentation von dynamischen Stimuli eine offene Verlagerung der Aufmerksamkeit auf die Blickrichtung bei der Verarbeitung einer Blicktäuschung herbeiführt. Um diese Hypothese zu überprüfen wurden in Experiment 4.2 Videos von einem Basketballspieler präsentiert. Es wurden 18 Vpn getestet. Sie hatten die Aufgabe, schnellstmöglich auf die Passrichtung zu reagieren und so gut wie möglich die Blickrichtung zu ignorieren. Reaktionen wurden durch einen einfachen Tastendruck abgegeben.

10.2.1 Versuchspersonen (Vpn)

Am Experiment 4.2 nahmen 18 Studierende der Universität Paderborn (davon 4 weiblich; $M = 24.05$ Jahre; $SD = 3.62$ Jahre) teil. Ihre Teilnahme war freiwillig und wurde finanziell nicht entlohnt. Die Vpn besaßen keine Basketball-Erfahrung. Die sportliche Erfahrung der Vpn (Dauer: $M = 11.19$ Jahre, $SD = 4.58$ Jahre) reichte von Individualsportarten wie Turnen, Schwimmen, Laufen und Radfahren über Outdoor Aktivitäten wie Klettern und Skifahren bis hin zu Rückschlagsportarten (z.B. Tennis, Squash). Drei Vpn trugen eine Sehhilfe (Brille oder Kontaktlinsen) und vier waren linkshändig.

10.2.2 Stimulusmaterial

Es wurden 12 Videosequenzen (vier für jede Bedingung) in Experiment 4.2 verwendet (siehe Experiment 2.2). Sie zeigten einen Basketballspieler bei der Ausführung eines Druckpasses mit oder ohne Blicktäuschung. Die Videos wurden beim Testen auf einem 24 Zoll (60,96 cm) Monitor auf dem kompletten Bildschirm (Vollbildmodus) präsentiert. Auf den Videos stand der Basketballspieler zu Beginn mittig und führte dann einen Druckpass mit oder ohne Blicktäuschung nach links oder nach rechts aus.

10.2.3 Versuchsaufbau und -ablauf

Der Versuchsaufbau und -ablauf ähnelt weitgehend dem in Experiment 4.1 bis auf kleine Veränderungen. Nach der Fixierung des Fixationskreuzes für 100 ms wurde

ein schwarzes Bild (default) für 500 ms eingeblendet. Das Fixationskreuz wurde wie im vorherigen Experiment auf drei unterschiedlichen Orte (Kopf, Hüfte, und die Füße) verschoben. Die Videos wurden im Vollbild-Modus (1080 x 1920 Pixel) präsentiert. Die Körpergröße des Basketballspielers blieb allerdings mit den Stimuli in Experiment 4.1 vergleichbar (ca. 18 cm).

Es wurden fünf AOIs gebildet. Die Bildkoordinaten der Eckpunkte der AOIs werden im Folgenden mit den Indizes P1, P2, P3 und P4 bezeichnet. Das erste AOI (AOI-1) war 180 x 100 Pixel groß [P1(-90,-170); P2(-90,-70); P3(+90,-70); P4(+90,-170)] und umrahmte den Ball vom Zeitpunkt 0 bis 400 ms, bei welchem der Ball immer noch an der Ausgangsposition war. Dieses AOI war für alle Videos identisch. Das bedeutet, dass sich der Ball von Zeitpunkt 0 bis Zeitpunkt 400 ms noch in den Händen des Basketballspielers in der Ausgangsposition befand. Das zweite AOI (AOI-2) war 309 x 310 Pixel groß [P1(+90,-90); P2(+91,+220); P3(+400,+220); P4(+220,-90)] und umfasste den Ball vom Zeitpunkt 400 bis 700 ms (also kurz vor dem Ballwurf), wenn er von der Ausgangsposition auf die rechte Seite verlagert wurde (also Pass nach rechts). Das zweite AOI umfasste alle Pässe nach rechts mit und ohne Blicktäuschung. Das Gegenteil davon bildete das dritte AOI (AOI-3) (also Pass nach links). Für die Passrichtungen wurde ein AOI für die Verlagerung des Kopfs von der Ausgangsposition (0,0) nach links (AOI-4) [P1(0,+91); P2(0,+270); P3(-90,+220); P4(-90,+91)] (also Kopforientierung nach links) und nach rechts (AOI-5: [P1(0,+91); P2(0,+270); P3(+90,+220); P4(+90,+91)]) (also Kopforientierung nach rechts) gebildet. Beide AOIs waren jeweils 90 x 180 Pixel (siehe Abbildung 56). Bei einer Blicktäuschung nach rechts (= Blick nach rechts und Pass nach links landet der Ball im Zeitraum 400-700 ms im AOI-3 und der Kopf im AIO-5 (siehe Abbildung 56). Die Vpn sollten schnellstmöglich auf die Passrichtung reagieren und so gut wie möglich die Blickrichtung ignorieren (siehe Anhang 10). Die AOIs sind in der Tabelle 6 dargestellt.

Tabelle 6

AOIs in Experiment 2.4 und ihre Zeitpunkte (in ms), Position und Größe (in Pixel).

	AOI-1	AOI-2	AOI-3	AOI-4	AOI-5
Zeitpunkt	0-400	400-700	400-700	400-700	400-700

Position	Ball auf die Ausgangsposition	Passrichtung (rechts)	Passrichtung (links)	Kopforientierung (links)	Kopforientierung (rechts)
Größe	180 x 100	309 x 310	309 x 310	90 x 100	90 x 100

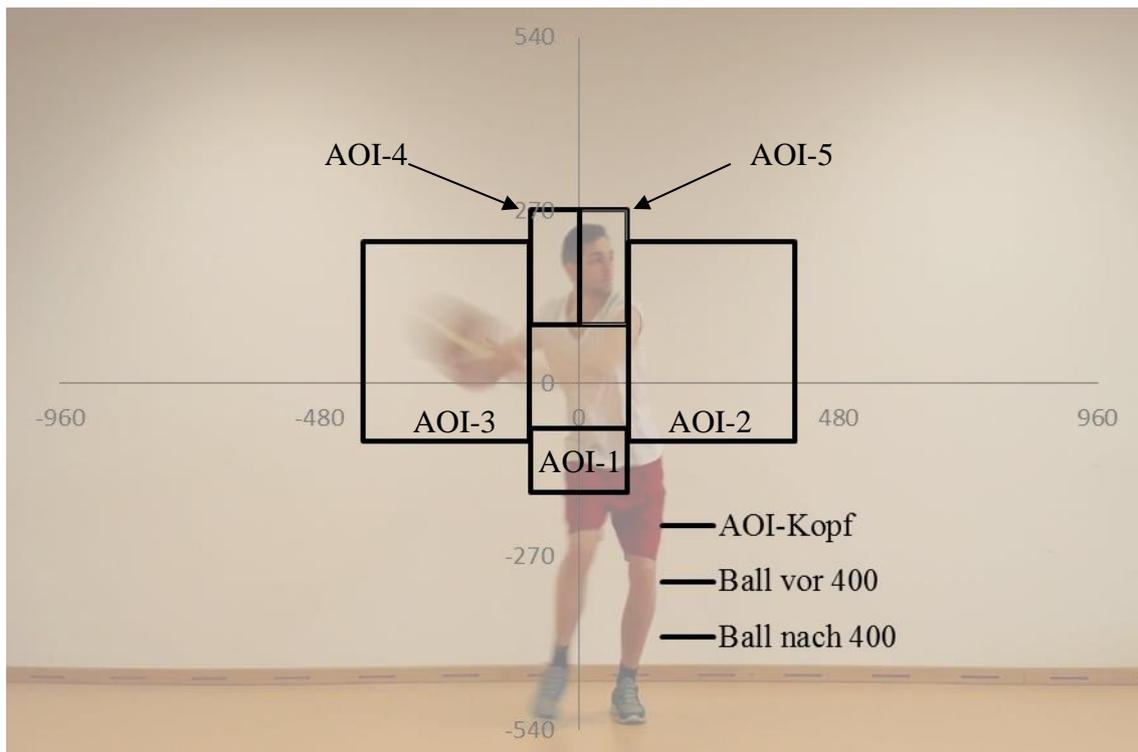


Abbildung 56: AOIs beispielhaft bei einer Blicktäuschung nach rechts: Nach 400 ms der Präsentation der Videos ist der Ball im AOI-1 und zum Zeitpunkt 400-700 ms ist der Kopf im AOI-5 und der Ball befindet sich im AOI-3.

10.2.4 Datenauswertung

Es wurden zunächst die Reaktionszeiten (RT in ms), die Reaktionsfehler (RE in %), die Sequenzeffekte (SE) und Übungseffekte (ÜE) ausgewertet. Danach wurden die Anzahl der Fixationen (in %), die Dauer der ersten Fixation und der gesamten Fixationen (in ms), die Verlagerung der Aufmerksamkeit (in %) und die AOIs analysiert. Alle Reaktionen, die schneller als 100 ms und langsamer als 1500 ms waren, wurden in der Auswertung nicht berücksichtigt (insgesamt 0,19% der Daten, entspricht 18 Versuchen). Danach wurden sie mithilfe des *Kolmogorov-Smirnov* Tests dahingehend geprüft, ob sie normalverteilt sind. Da dies der Fall war, wurden anschließend alle Reaktionen

mithilfe des sogenannten *Boxplot*-Verfahren zur Ausschließung der Ausreißer überprüft. Das *Boxplot*-Verfahren zeigte einen Ausreißer. Seine Daten wurden in der Auswertung nicht berücksichtigt. Aufgrund der hohen Anzahl an Reaktionsfehlern (37.10%) wurden die Daten einer weiterer Vpn ausgeschlossen. Die Reaktionszeiten (RT in ms), Reaktionsfehler (RE in %), Anzahl der Fixationen, Dauer der ersten Fixation (in ms) und Gesamtdauer aller Fixationen (in ms) wurden als abhängige Variablen betrachtet. Es wurden mehrere ANOVAs mit Messwiederholung berechnet. Eine Reihe zweiseitiger *t*-Tests dienten als *post-hoc*-Tests.

10.2.5 Ergebnisse

10.2.5.1 Reaktionszeiten (RT)

Eine zwei-faktorielle Varianzanalyse mit Messwiederholung für die Innersubjekt-Faktoren „Bedingung“ (Direktpass vs. Blicktäuschung) und „Block“ (Füße, Hüfte und Kopf) zeigte einen Haupteffekt für den Faktor „Bedingung“ [$F(1, 15) = 70.523$; $p = .000$; $\eta_p^2 = .825$], keinen Effekt für den Faktor „Block“ [$F(2, 30) = .603$; $p = .554$; $\eta_p^2 = .039$] und keine Interaktion beider Faktoren [$F(2, 30) = .551$; $p = .582$; $\eta_p^2 = .035$]. Die Vpn reagierten auf eine Blicktäuschung ($M = 762$ ms; $SD = 134.7$ ms) 74 ms ($SD = 39.5$ ms) langsamer als auf einen Direktpass ($M = 688$ ms; $SD = 98.9$ ms) [$t(15) = 7.499$; $p = .000$; $d = .278$]. Die Abbildung 57 stellt die Ergebnisse der RT in ms dar.

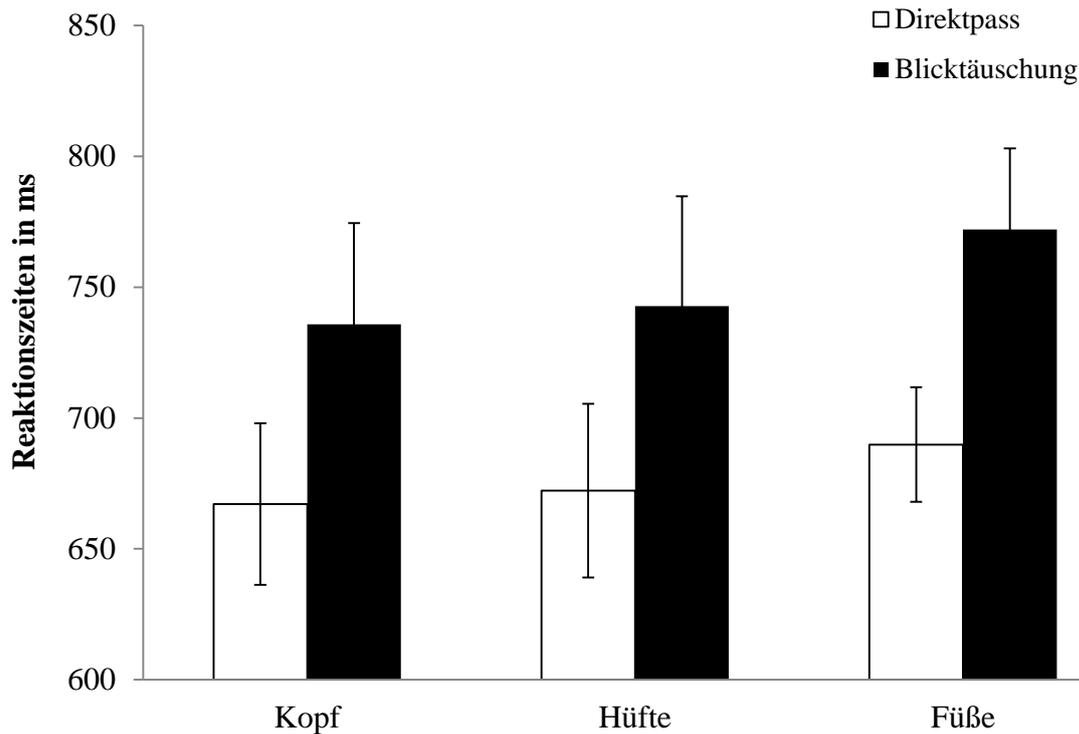


Abbildung 57: Reaktionszeiten in ms (\pm SE) für Direktpässe (weiße Balken) und für Blicktäuschungen (schwarze Balken) getrennt nach Testblock (Kopf, Hüfte und Fuß). Auf der y-Achse sind die Reaktionszeiten in Millisekunden und auf der x-Achse die Testblöcke dargestellt.

10.2.5.2 Reaktionsfehler (RE)

Eine zwei-faktorielle Varianzanalyse für die Reaktionsfehler (RE in %) mit Messwiederholung für die Innersubjekt-Faktoren „Bedingung“ (Direktpass vs. Blicktäuschung) und „Block“ (Fuß, Hüfte und Kopf) zeigte einen Haupteffekt für den Faktor „Bedingung“ [$F(1, 15) = 84.735$; $p = .000$; $\eta_p^2 = .850$], einen Haupteffekt für den Faktor „Block“ [$F(2, 30) = 4.154$; $p = .026$; $\eta_p^2 = .217$] und eine Interaktion beider Faktoren [$F(2, 30) = 6.441$; $p = .005$; $\eta_p^2 = .300$]. Die Vpn begingen auf eine Blicktäuschung ($M = 9.1\%$; $SD = 4.8\%$) mehr Fehler als auf einen Direktpass ($M = 1.6\%$ ms; $SD = 2.4\%$) [$t(15) = 9.207$; $p = .000$]. In allen Testblöcken war die Anzahl an Reaktionsfehlern bei einer Blicktäuschung größer als bei einem Direktpass (alle t -Werte > 5.62 ; alle p -Werte < 0.05) (siehe Abbildung 58). Die Anzahl an RE auf eine Blicktäuschung im Testblock „Fuß“ ($M = 12.9\%$ ms; $SD = 8.9\%$) unterschied sich signifikant von der Anzahl der Fehler im Testblock „Hüfte“ ($M = 6.7\%$ ms; $SD = 5.5\%$) [$t(15) = 2.580$; $p = .021$; $d = .192$] und im Testblock „Kopf“ ($M = 7.7\%$ ms; $SD = 4.8\%$) [$t(15) = 2.265$; $p = .039$; $d = .708$]. Zwischen den Testblöcken „Hüfte“ und „Kopf“ wurde kein Unter-

schied gefunden [$t(15) = -.975$; $p = .345$; $d = -.184$]. Für die Direktpässe ergaben sich keine Unterschiede [alle t -Werte $> .381$; Alle P -Werte $> .05$].

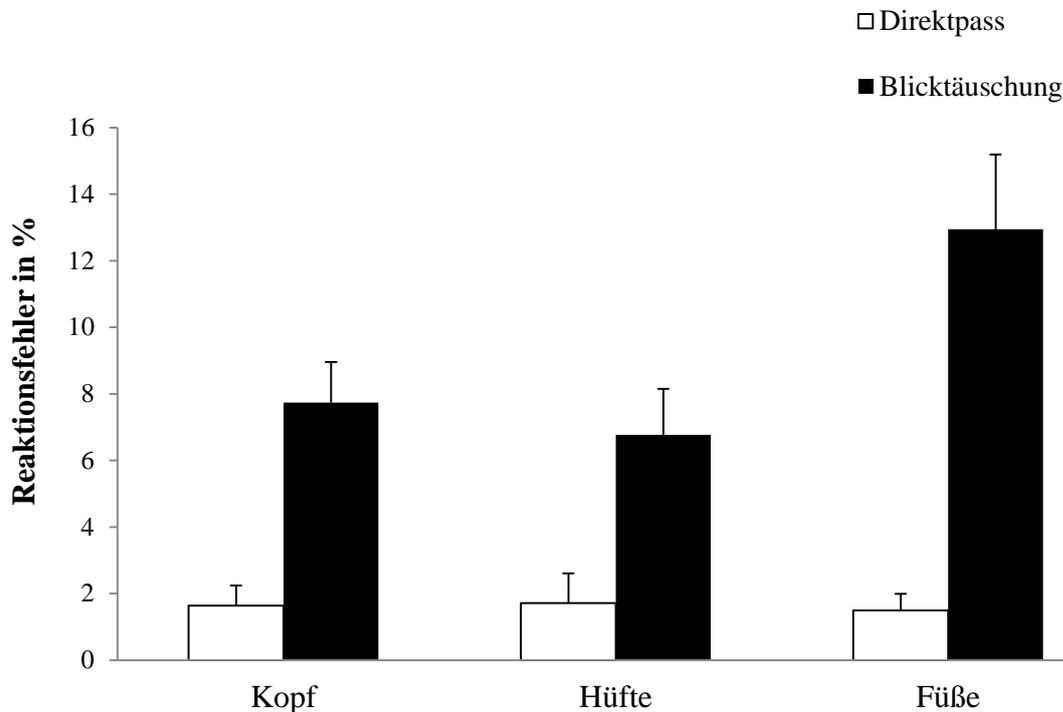


Abbildung 58: Reaktionsfehler in % (\pm SE) für Direktpässe (weiße Balken) und für Blicktäuschungen (schwarze Balken) getrennt nach Testblock (Kopf, Hüfte und Fuß). Auf der y-Achse sind die Reaktionsfehler in % und auf der x-Achse die Testblöcke dargestellt.

10.2.5.3 Sequenzeffekte (SE)

Eine drei-faktorielle Varianzanalyse mit Messwiederholung für die Innersubjekt-Faktoren „Bedingung“ (Direktpass vs. Blicktäuschung), „Versuch „n-1“ (Direktpass vs. Blicktäuschung) und „Ausgangsfixation“ (Kopf, Hüfte und Füße) zeigte einen Haupteffekt für den Faktor „Bedingung“ [$F(1, 15) = 73.497$; $p = .000$; $\eta_p^2 = .831$], einen Haupteffekt für den Faktor „Versuch „n-1“ [$F(1, 15) = 28.873$; $p = .000$; $\eta_p^2 = .658$], eine signifikante Zweifach-Interaktion der Faktoren „Versuch „n-1“ x „Bedingung“ [$F(1, 15) = 12.544$; $p = .003$; $\eta_p^2 = .455$]. Die ANOVA zeigte aber keinen Effekt für den Faktor „Ausgangsfixation“ [$F(2, 30) = .598$; $p = .556$; $\eta_p^2 = .038$], keine Interaktion der Faktoren „Ausgangsfixation“ x „n-1 Versuch“ [$F(2, 30) = .482$; $p = .622$; $\eta_p^2 = .031$], keine Interaktion der Faktoren „Ausgangsfixation“ x „Bedingung“ [$F(2, 30) = .504$; $p = .609$; $\eta_p^2 = .033$] und keine signifikante Dreifach-Interaktion der Faktoren „Ausgangsfixation“ x „Bedingung“ x „Versuch „n-1“ [$F(2, 30) = 2.151$; $p = .134$; $\eta_p^2 = .125$]. Die weitere Analyse der Zweifach-Interaktion „Versuch „n-1“ x „Bedingung“ zeigte, dass

die Reaktionszeiten im aktuellen Durchgang vom vorangegangenen Versuch abhängig waren: Die Vpn reagierten auf eine Blicktäuschung ($M = 761$ ms; $SD = 136.3$ ms) im Vergleich zu einem Direktpass ($M = 680$ ms; $SD = 99.1$ ms) 81 ms ($SD = 42.7$ ms) langsamer, wenn zuvor ein Direktpass präsentiert wurde [$t(15) = 7.591$; $p = .000$; $d = .35$]. Wenn die Vpn dagegen zuvor eine Blicktäuschung sahen, dann reagierten sie 69 ms ($SD = 37.5$ ms) langsamer auf eine (Wiederholung der) Blicktäuschung ($M = 763$ ms; $SD = 133.2$) im Vergleich zu einem Direktpass ($M = 694$ ms; $SD = 99.5$ ms) [$t(15) = 7.318$; $p = .000$; $d = .259$]. Die Wirkung der Blicktäuschung nimmt demnach ab, wenn sie wiederholt wird. Die Abbildung 59 stellt die Sequenzeffekte dar.

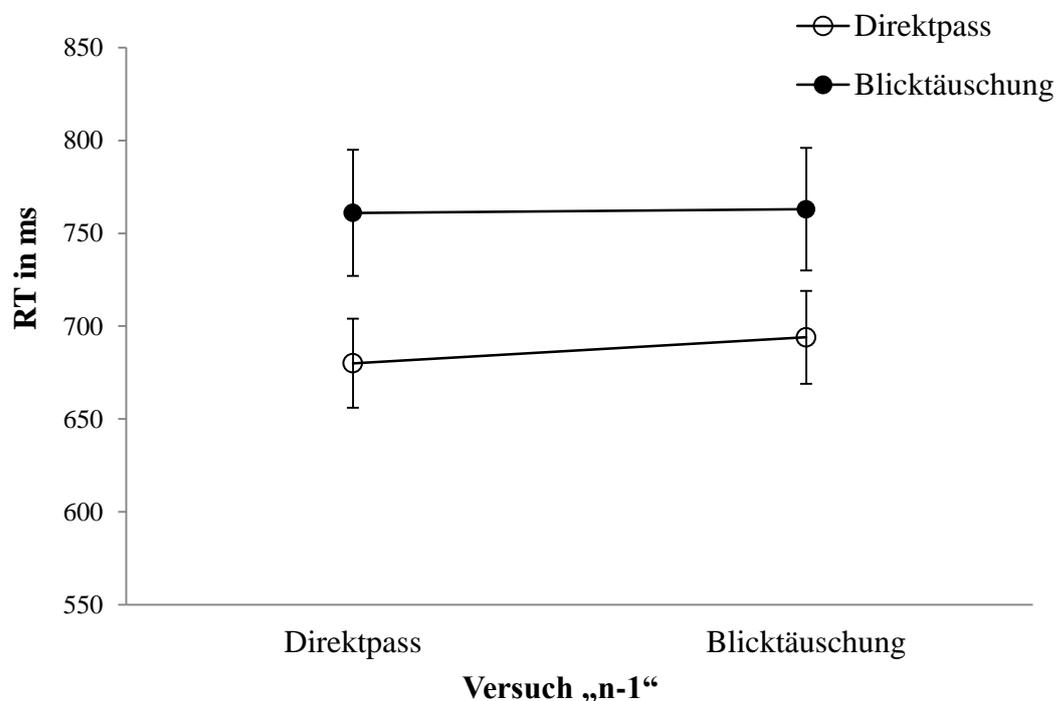


Abbildung 59: Reaktionszeiten (RT) in ms (\pm Standardfehler) in Abhängigkeit von der Sequenz zweier aufeinander folgenden Versuche in Experiment 4.2. Reaktionen auf eine Blicktäuschung sind in vollen Kreisen und Reaktionen auf einen Direktpass in leeren Kreisen dargestellt.

10.2.5.4 Übungseffekte (ÜE)

Um zu prüfen, ob die Größe des BTEs im Laufe des Experimentes stabil bleibt, wurden die Reaktionszeiten der 3 Testblöcke (insgesamt 504 Versuche) in 6 Miniblöcke mit jeweils 84 Versuchen aufgeteilt. Danach wurde eine ANOVA für den Faktor „Block“ und „Bedingung“ gerechnet. Die ANOVA ergab einen Haupteffekt für den Faktor „Bedingung“ [$F(1, 15) = 97.515$; $p = .000$; $\eta_p^2 = .867$] und einen Haupteffekt für den Faktor „Block“ [$F(5, 75) = 5.219$; $p = .000$; $\eta_p^2 = .258$], jedoch keine Interaktion

beider Faktoren [$F(5, 75) = 2.278$; $p = .055$; $\eta_p^2 = .132$]. Die Größe des BTEs blieb stabil und veränderte sich im Verlauf des Experimentes nicht. Das Gesamtreaktionszeitniveau nahm im Verlauf des Experiments ab. Die Reaktionszeiten im ersten Minitestblock unterschieden sich signifikant vom dritten [$t(15) = 2.638$; $p = .019$; $d = .658$], vierten [$t(15) = 3.037$; $p = .008$; $d = .721$], fünften [$t(15) = 3.909$; $p = .001$; $d = .787$] und vom letzten Minitestblock [$t(15) = 3.719$; $p = .002$; $d = .881$]. Abbildung 60 zeigt die Verläufe der Reaktionszeiten über die einzelnen Blöcke hinweg. Außerdem unterschieden sich die RT des zweiten ($M = 748$ ms; $SD = 129.4$ ms) vom dritten Miniblock ($M = 721$ ms; $SD = 144.2$ ms) [$t(15) = 5.092$; $p = .000$; $d = .127$] und vom vierten Miniblock ($M = 711$ ms; $SD = 143.7$ ms) signifikant [$t(15) = 4.472$; $p = .000$; $d = .24$]. Alle anderen Vergleiche wurden nicht signifikant [alle t -Werte < 1.95 ; alle P -Werte $> .05$].

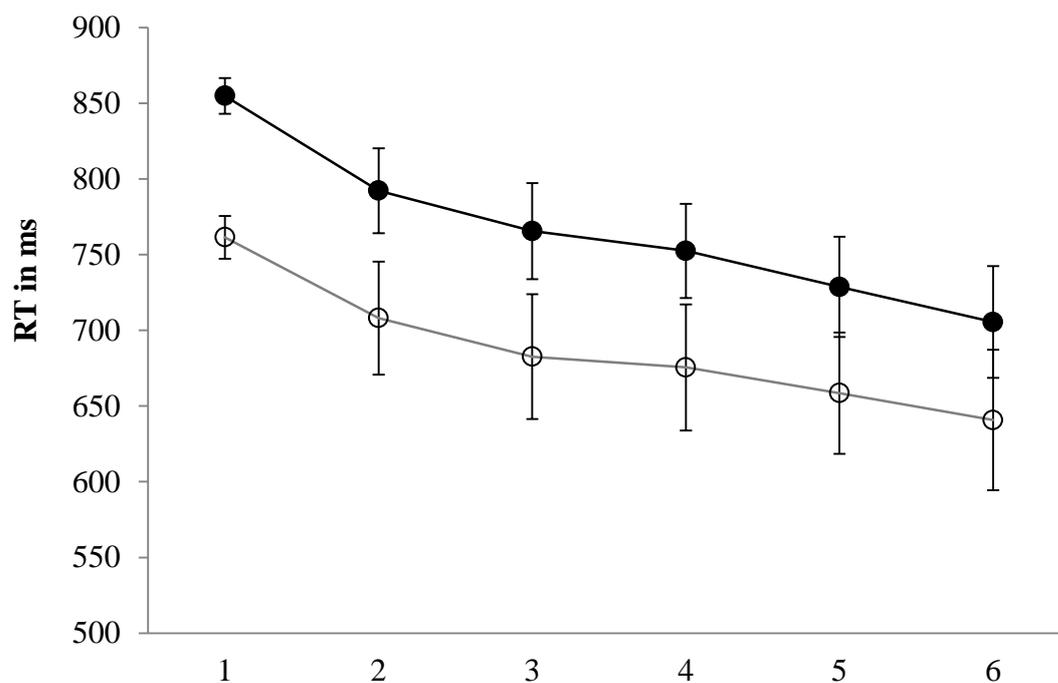


Abbildung 60: Übungseffekt für die Reaktionszeiten (RT) in ms (\pm Standardfehler) in Experiment 4.2, abgetragen über sechs Miniblocke. Die vollen Kreise stellen die RT auf eine Blicktäuschung dar, die leeren Kreise die RT auf einen Direktpass. Auf der y-Achse sind die Reaktionszeiten in ms und auf der x-Achse die Minitestblöcke dargestellt.

Zusammenfassung der Ergebnisse der Reaktionszeiten und der Reaktionsfehler

Die Ergebnisse der Reaktionszeiten zeigen, dass die Vpn auf eine Blicktäuschung 74 ms langsamer reagieren als auf einen Direktpass. Die Verschiebung des Fixa-

tionskreuzes modulierte den BTE nicht. Die Reaktionszeiten und der BTE hängen vom vorangegangenen Durchgang ab. Die Reaktionszeiten auf einen Direktpass waren langsamer, wenn zuvor eine Blicktäuschung präsentiert wurde, als wenn zuvor ein Direktpass kam. Der BTE nach einem Direktpass war größer als nach einer Blicktäuschung. Der BTE blieb im Laufe des Experiments stabil, trotz der Abnahme der Reaktionszeiten. Die Ergebnisse der Reaktionsfehler zeigen, dass die Vpn auf eine Blicktäuschung mehr Fehler begingen als auf einen Direktpass. Die Verschiebung des Fixationskreuzes modulierte die Fehlerrate. Auf eine Blicktäuschung machten die Vpn im Testblock „Fuß“ mehr Fehler als im Testblock „Hüfte“ und „Kopf“. Bei einem Direktpass wurde kein Unterschied zwischen den Testblöcken gefunden.

10.2.5.5 Anzahl der Fixationen

Eine zwei-faktorielle Varianzanalyse mit Messwiederholung für die Anzahl der Fixationen und den Innersubjekt-Faktoren „Bedingung“ (Direktpass vs. Blicktäuschung) und „Block“ (Fuß, Hüfte und Kopf) zeigte keinen Effekt für den Faktor „Bedingung“ [$F(1, 15) = 1.408$; $p = .254$; $\eta_p^2 = .086$], einen Haupteffekt für den Faktor „Block“ [$F(2, 30) = 3.744$; $p = .035$; $\eta_p^2 = .200$] und keine Interaktion beider Faktoren [$F(2, 30) = .869$; $p = .430$; $\eta_p^2 = .055$]. Die Anzahl der Fixationen im Block „Hüfte“ ($M = 3.2$; $SD = .9$) war signifikant niedriger als die Anzahl der Fixation im Block „Kopf“ ($M = 3.6$; $SD = .9$) [$t(15) = -3,086$; $p = .008$; $d = -.506$] (siehe Abbildung 61). Der Vergleich zwischen dem Testblock „Hüfte“ und dem Testblock „Fuß“ ($M = 3.5$; $SD = .8$) sowie zwischen „Fuß“ und „Kopf“ war nicht signifikant (alle t -Werte < 1.49 ; alle p -Werte $> .05$).

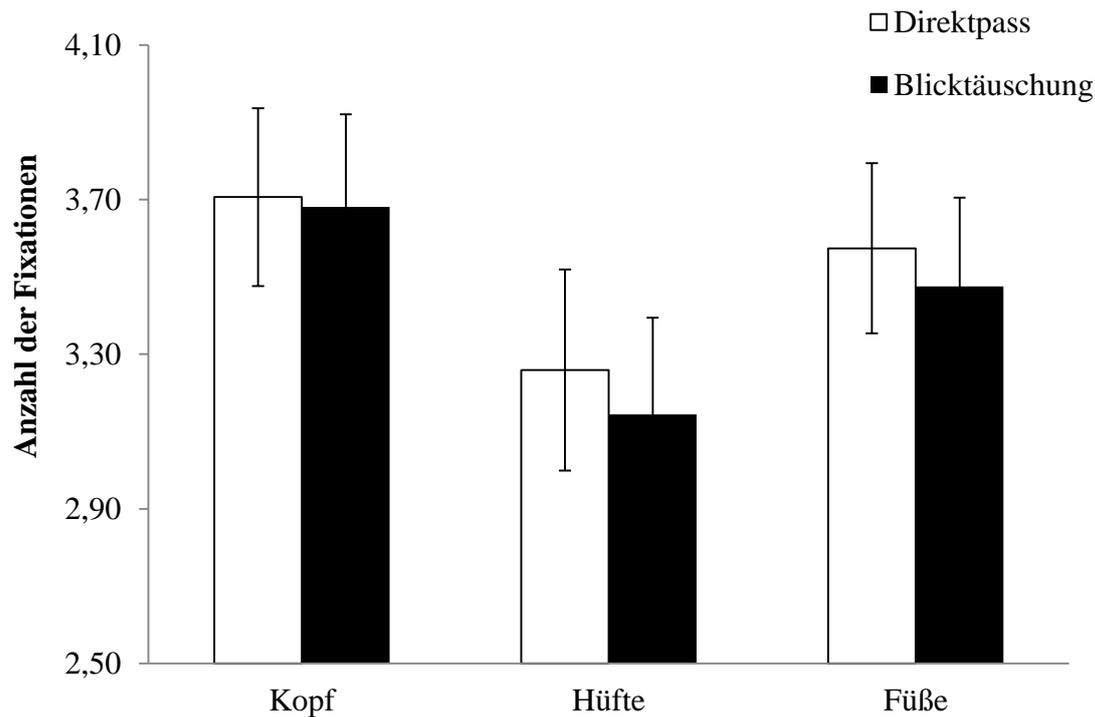


Abbildung 61: Anzahl der Fixationen getrennt nach Testblöcken (\pm Standardfehler).

10.2.5.6 Dauer der Fixationen

Dauer der ersten Fixation

In einer zwei-faktoriellen Varianzanalyse mit Messwiederholung für die Innersubjekt-Faktoren „Bedingung“ (Direktpass vs. Blicktäuschung) und „Block“ (Fuß, Hüfte und Kopf) zeigte sich für die erste Fixation ein Haupteffekt für den Faktor „Block“ [$F(2, 30) = 13.622; p = .000; \eta_p^2 = .476$], kein Effekt für den Faktor „Bedingung“ [$F(1, 15) = .001; p = .970; \eta_p^2 = .000$] und keine Interaktion beider Faktoren „Block“ x „Bedingung“ [$F(2, 30) = .723; p = .494; \eta_p^2 = .046$]. Die Dauer der ersten Fixation im Block „Hüfte“ ($M = 348$ ms; $SD = 112.8$ ms) war signifikant länger als die Dauer der ersten Fixation im Testblock „Fuß“ ($M = 254$ ms; $SD = 116.4$ ms) [$t(15) = -3.668; p = .002; d = -.821$] und im Testblock „Kopf“ ($M = 261$ ms; $SD = 90.1$ ms) [$t(15) = 5.985; p = .000; d = .797$] (siehe Abbildung 62). Hingegen zeigte der Vergleich zwischen dem Testblock „Kopf“ und dem Testblock „Füße“ keine signifikanten Ergebnisse [$t(15) = -.372; p = .715; d = -.063$].

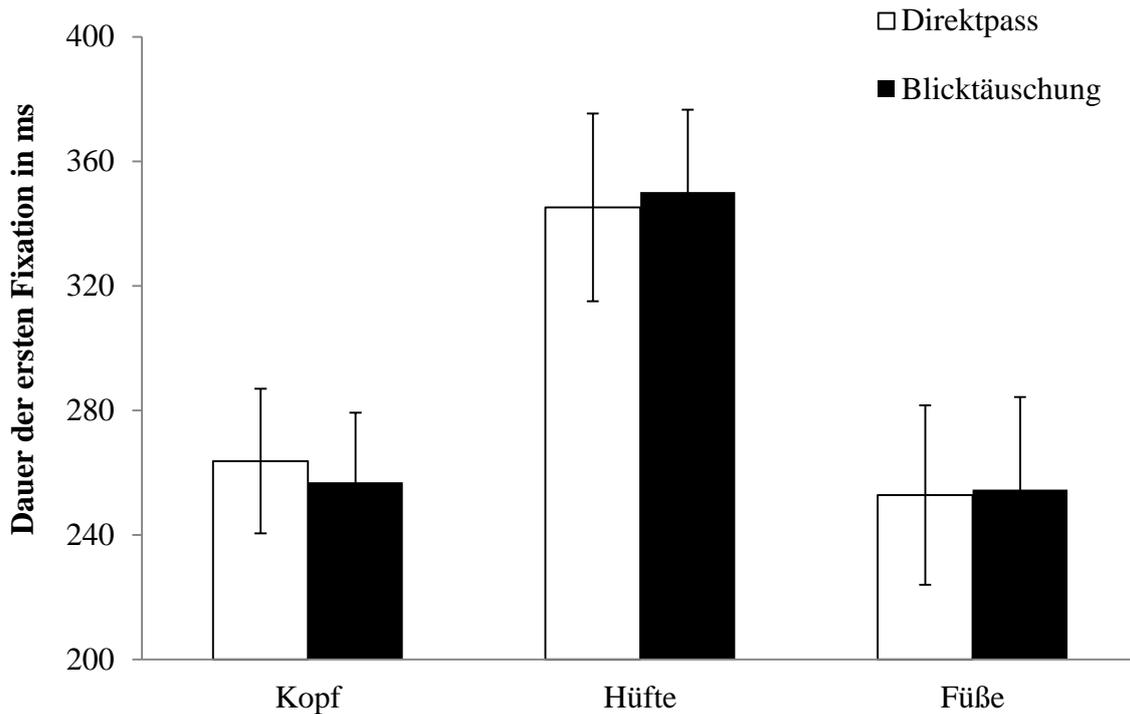


Abbildung 62: Dauer der ersten Fixation in ms getrennt nach Testblöcken (\pm Standardfehler).

Gesamtdauer der Fixationen

Eine weitere ANOVA für die Gesamtdauer der Fixationen mit Messwiederholung für die Innersubjekt-Faktoren „Bedingung“ (Direktpass vs. Blicktäuschung) und „Block“ (Füße, Hüfte und Kopf) zeigte einen Haupteffekt für den Faktor „Bedingung“ [$F(1, 15) = 6.042; p = .027; \eta_p^2 = .278$], einen Haupteffekt für den Faktor „Block“ [$F(2, 30) = 8.558; p = .001; \eta_p^2 = .363$], jedoch keine Interaktion beider Faktoren [$F(2, 30) = .594; p = .452; \eta_p^2 = .052$]. Die Vpn fixierten eine Blicktäuschung ($M = 262$ ms; $SD = 81.0$ ms) insgesamt 13 ms länger als einen Direktpass ($M = 249$ ms; $SD = 83.6$ ms) [$t(15) = 2.617; p = .019; d = .158$]. Im Testblock „Hüfte“ unterschied sich die Gesamtdauer der Fixationen ($M = 297$ ms; $SD = 100.2$ ms) vom Testblock „Füße“ ($M = 243$ ms; $SD = 103.0$ ms) [$t(15) = -2.280; p = .036; d = -.53$] und vom Testblock „Kopf“ ($M = 228$ ms; $SD = 73.4$ ms) [$t(15) = 3.247; p = .005; d = .352$]. Es gab keinen signifikanten Unterschied zwischen dem Testblock „Füße“ und dem Testblock „Kopf“ [$t(15) = 1.059; p = .306; d = .146$] (siehe Abbildung 63).

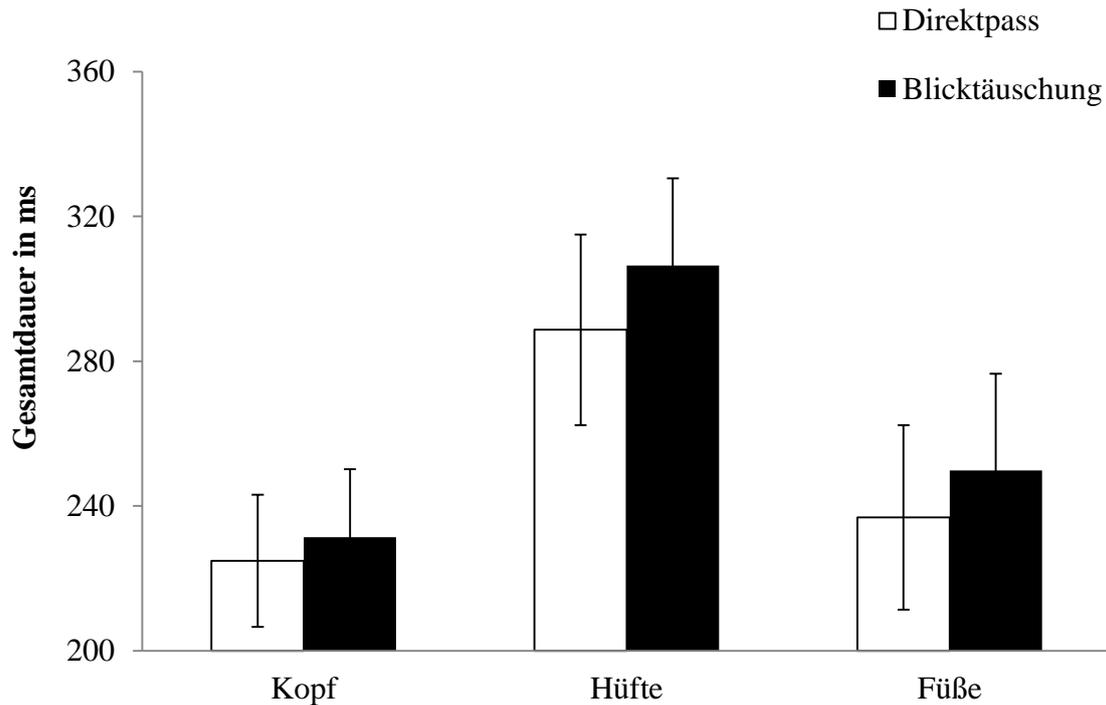


Abbildung 63: Gesamtdauer der Fixationen in ms (\pm Standardfehler).

10.2.5.7 Anzahl der Sakkaden

Eine zwei-faktorielle Varianzanalyse für die Anzahl der Sakkaden mit Messwiederholung für die Innersubjekt-Faktoren „Bedingung“ (Direktpass vs. Blicktäuschung) und „Block“ (Fuß, Hüfte und Kopf) zeigte einen Haupteffekt für den Faktor „Block“ [$F(2, 30) = 3.744$; $p = .035$; $\eta_p^2 = .200$], keinen Effekt für den Faktor „Bedingung“ [$F(1, 15) = .333$; $p = .572$; $\eta_p^2 = .022$], und keine Interaktion beider Faktoren [$F(2, 30) = 4.379$; $p = .021$; $\eta_p^2 = .226$]. Die Anzahl der Sakkaden im Block „Hüfte“ ($M = 3.2$; $SD = .9$) war signifikant niedriger als die Anzahl der Sakkaden im Block „Kopf“ ($M = 3.7$; $SD = .9$) [$t(15) = -3.190$; $p = .006$; $d = -.519$]. Die Vergleiche zwischen dem Testblock „Hüfte“ und „Füße“ ($M = 3.7$; $SD = .8$) [$t(15) = 2.018$; $p = .062$; $d = .471$] sowie zwischen dem Testblock „Fuß“ und Kopf“ waren nicht signifikant [$t(15) = -.318$; $p = .755$; $d = -.062$]. Die Ergebnisse der Anzahl der Sakkaden sind Abbildung 64 dargestellt.

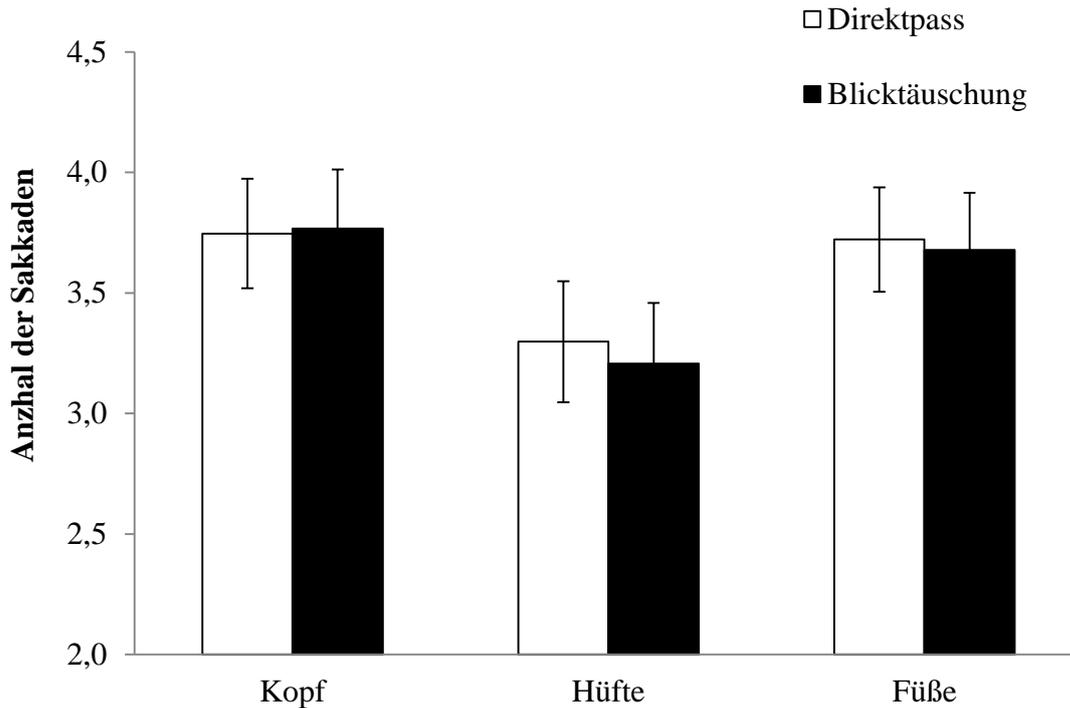


Abbildung 64: Anzahl der Sakkaden getrennt nach Testblöcken (\pm Standardfehler).

10.2.5.8 Dauer der Sakkaden

Dauer der ersten Sakkade

In einer zwei-faktoriellen Varianzanalyse mit Messwiederholung für die Innersubjekt-Faktoren „Bedingung“ (Direktpass vs. Blicktäuschung) und „Block“ (Fuß, Hüfte und Kopf) zeigte sich für die Dauer der ersten Sakkade ein Haupteffekt für den Faktor „Block“ [$F(2, 30) = 6.119; p = .006; \eta_p^2 = .290$], kein Effekt für den Faktor „Bedingung“ [$F(1, 15) = 2.876; p = .111; \eta_p^2 = .161$] und keine Interaktion beider Faktoren „Block“ x „Bedingung“ [$F(2, 30) = 2.122; p = .137; \eta_p^2 = .124$]. Die Dauer der ersten Sakkade im Block „Hüfte“ ($M = .03$ ms; $SD = .02$ ms) war signifikant kürzer als die Dauer der ersten Sakkade im Testblock „Füße“ ($M = .07$ ms; $SD = .05$ ms) [$t(15) = 2.944; p = .010; d = .977$] und im Testblock „Kopf“ ($M = .05$ ms; $SD = .03$ ms) [$t(15) = -2.300; p = .036; d = -.53$]. Der Vergleich zwischen dem Testblock „Kopf“ und dem Testblock „Füße“ ergab keine signifikanten Unterschiede [$t(15) = 1.689; p = .112; d = .47$] (siehe Abbildung 65).

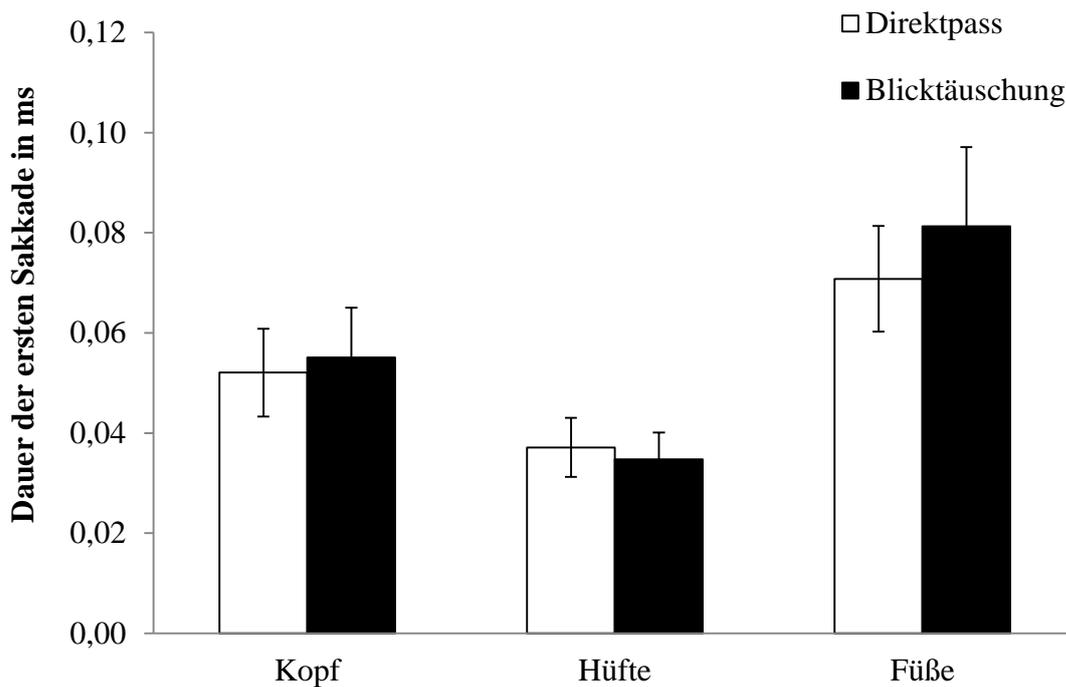


Abbildung 65: Dauer der ersten Sakkade in ms getrennt nach Testblöcken (\pm Standardfehler).

Gesamtdauer aller Sakkaden

Für die Gesamtdauer aller Sakkaden ergab sich ein Haupteffekt für den Faktor „Block“ [$F(2, 30) = 5.927$; $p = .007$; $\eta_p^2 = .283$], kein Effekt für den Faktor „Bedingung“ [$F(1, 15) = .413$; $p = .530$; $\eta_p^2 = .027$] und keine Interaktion beider Faktoren „Block“ x „Bedingung“ [$F(2, 30) = .429$; $p = .655$; $\eta_p^2 = .028$]. Die Gesamtdauer der Sakkade im Block „Hüfte“ ($M = .0219$ ms; $SD = .009$ ms) war signifikant kürzer als die Gesamtdauer im Testblock „Fuß“ ($M = .0375$ ms; $SD = .020$ ms) [$t(15) = 2.707$; $p = .016$; $d = .995$] und als im Testblock „Kopf“ ($M = .0313$ ms; $SD = .018$ ms) [$t(15) = -2.270$; $p = .038$; $d = -.608$]. Der Vergleich zwischen dem Testblock „Kopf“ und dem Testblock „Fuß“ ergab keine signifikanten Unterschiede [$t(15) = 1.143$; $p = .271$; $d = .322$] (siehe Abbildung 66).

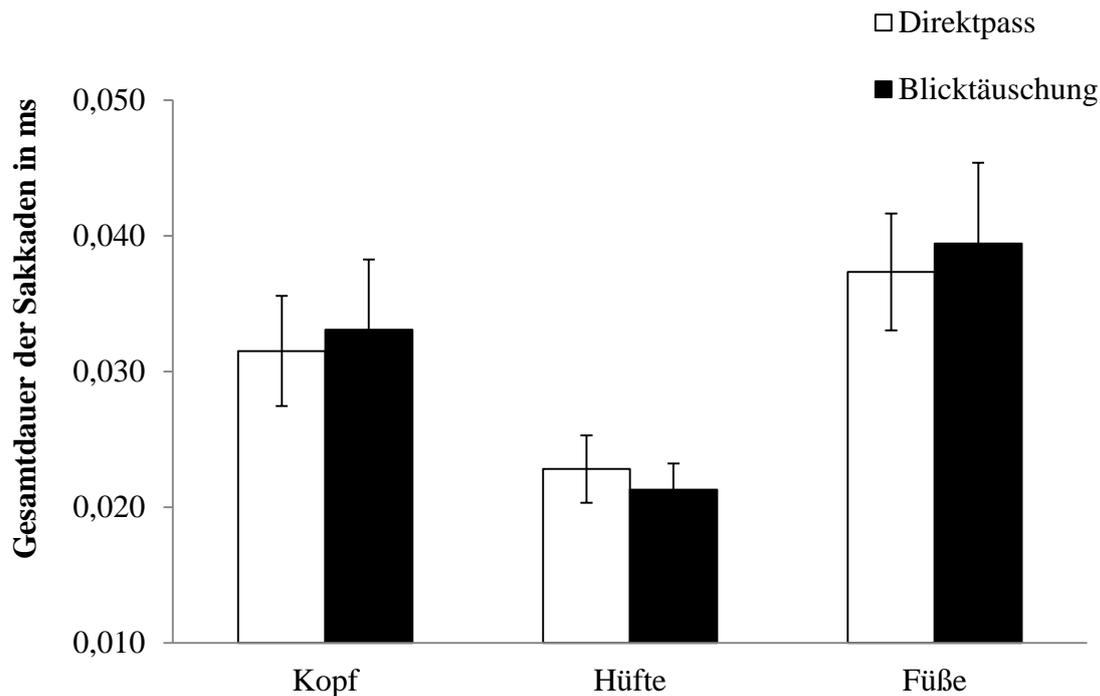


Abbildung 66: Gesamtsauer der Sakkaden getrennt nach Testblöcken (\pm Standardfehler).

10.2.5.9 Amplitude der Sakkaden

Amplitude der ersten Sakkade

Es wurde eine zwei-faktorielle Varianzanalyse für die Länge der ersten Sakkade (in Pixel) für die Innersubjekt-Faktoren „Bedingung“ (Direktpass vs. Blicktäuschung) und „Block“ (Füße, Hüfte und Kopf) berechnet. Die ANOVA zeigte einen Haupteffekt für den Faktor „Block“ [$F(2, 30) = 18.344; p = .000; \eta_p^2 = .550$], keinen Effekt für den Faktor „Bedingung“ [$F(1, 15) = .166; p = .689; \eta_p^2 = .011$], und keine Interaktion beider Faktoren [$F(2, 30) = 0.75; p = .928; \eta_p^2 = .005$]. Die Länge der ersten Sakkade im Testblock „Hüfte“ ($M = 62$ Pixel; $SD = 31.8$ Pixel) unterschied sich signifikant von der im Testblock „Fuß“ ($M = 165$ Pixel; $SD = 71.9$ Pixel) und von der im Testblock „Kopf“ ($M = 106$ Pixel; $SD = 41.2$ Pixel). Im Testblock „Hüfte“ war die Länge der ersten Sakkade 103 Pixel kürzer als im Testblock „Füße“ [$t(15) = 6.563; p = .000; d = .1.649$] und 44 Pixel kürzer als im Testblock „Kopf“ [$t(15) = -3.419; p = .004; d = -1.191$]. Die Sakkadenamplitude im Testblock „Kopf“ war 60 Pixel kürzer als im Testblock „Füße“ [$t(15) = 2.779; p = .014; d = 1.009$] (siehe Abbildung 67).

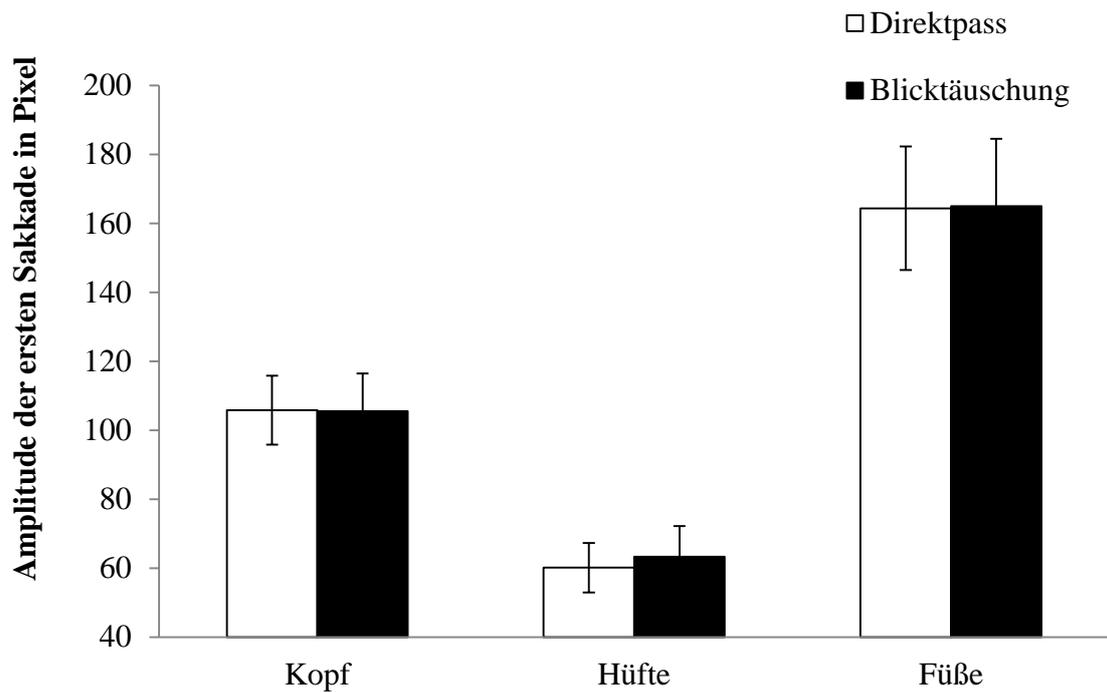


Abbildung 67: Amplitude der ersten Sakkaden (in Pixel) getrennt nach Testblöcken (\pm Standardfehler).

Gesamtamplitude der Sakkaden

Ein ähnliches Ergebnismuster ergab sich für die Gesamtamplitude der Sakkaden. Die ANOVA zeigte einen Haupteffekt für den Faktor „Block“ [$F(2, 30) = 17.801$; $p = .000$; $\eta_p^2 = .543$], keinen Effekt für den Faktor „Bedingung“ [$F(1, 15) = 1.524$; $p = .236$; $\eta_p^2 = .092$], und keine Interaktion beider Faktoren [$F(2, 30) = .857$; $p = .435$; $\eta_p^2 = .054$]. Die Gesamtamplitude der Sakkaden im Testblock „Hüfte“ ($M = 50$ Pixel; $SD = 17.5$ Pixel) unterschied sich signifikant von der im Testblock „Füße“ ($M = 93$ Pixel; $SD = 27.3$ Pixel) und von der im Testblock „Kopf“ ($M = 68$ Pixel; $SD = 20.6$ Pixel). Im Testblock „Hüfte“ waren die Sakkaden 43 Pixel kürzer als im Testblock „Füße“ [$t(15) = 7.348$; $p = .000$; $d = 1.775$] und 18 Pixel kürzer als im Testblock „Kopf“ [$t(15) = -2.820$; $p = .013$; $d = -0.933$]. Die gesamten Sakkadenamplituden im Testblock „Kopf“ waren 25 Pixel kürzer als im Testblock „Füße“ [$t(15) = 2.788$; $p = .014$; $d = 1.033$] (siehe Abbildung 68).

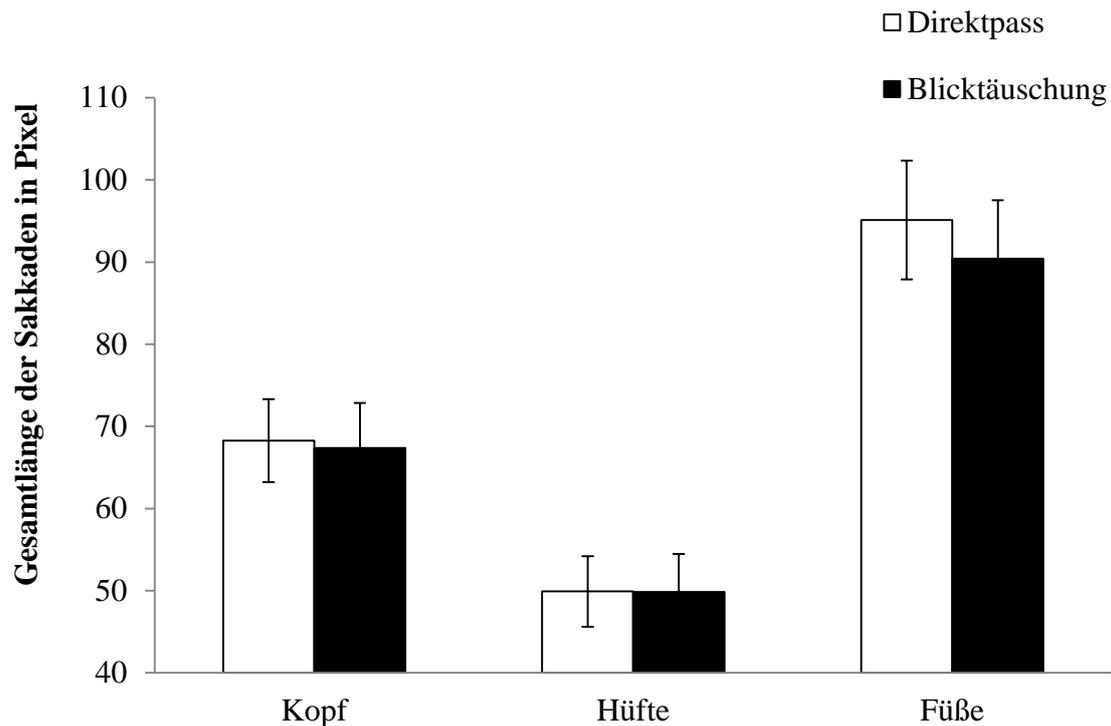


Abbildung 68: Die Gesamtamplitude der Sakkaden in Pixel getrennt nach Testblöcken (\pm Standardfehler).

10.2.5.10 Analyse der Verlagerung der Aufmerksamkeit

Die Analyse der Verlagerung der Aufmerksamkeit prüft, ob es bei der Betrachtung einer Blicktäuschung zur Verschiebung der Aufmerksamkeit kommt und ob diese Verschiebung beobachtbar ist. Basierend auf der Tatsache, dass Bewegungen die Aufmerksamkeit auf sich ziehen (Gervais et al., 2010), ist es sehr interessant zu untersuchen, ob die Bewegungselemente der in diesem Experiment präsentierten Videos (z. B. Änderung der Kopforientierung oder Verlagerung des Balls von der Mitte auf die linke oder rechte Seite) eine Verlagerung der Aufmerksamkeit herbeiführen. Außerdem ist es auch wichtig zu überprüfen, ob eine mögliche Verlagerung offen ist, und ob sie abhängig von der Blicktäuschung stattfindet (siehe Abbildung 69).

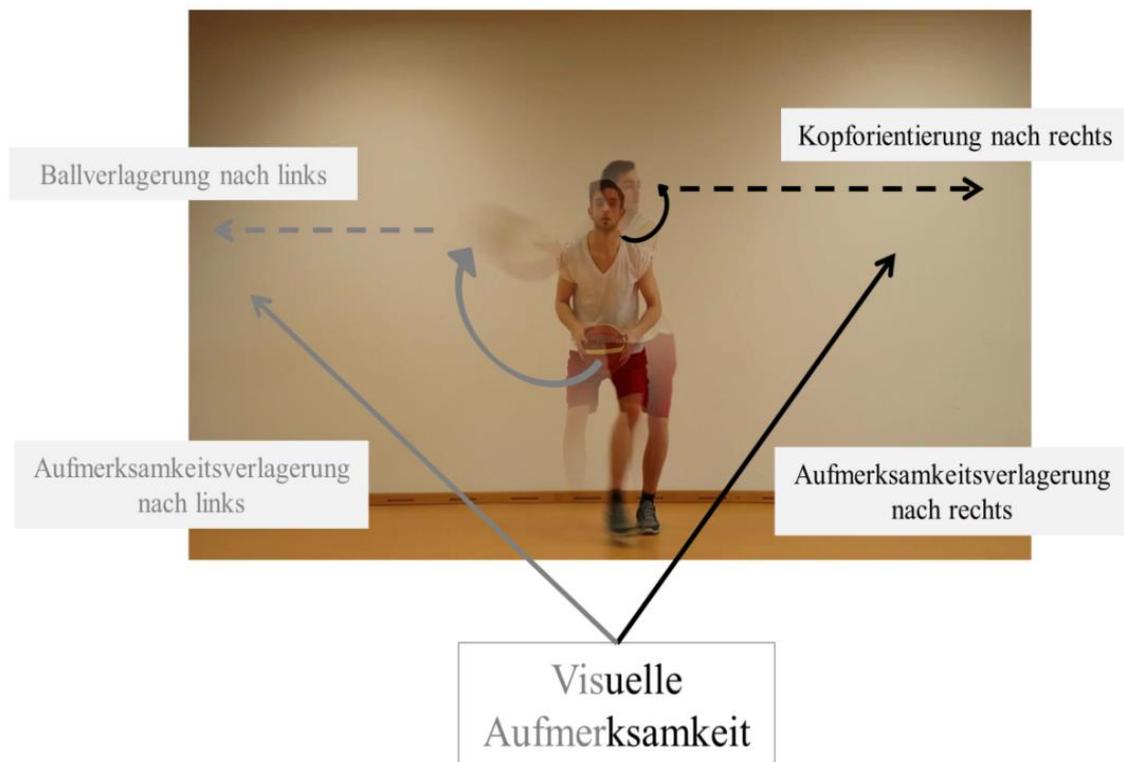


Abbildung 69: Eine mögliche Aufmerksamkeitsverlagerung in Abhängigkeit von einer Blicktäuschung: Eine Orientierung des Kopfs nach rechts könnte die visuelle Aufmerksamkeit des Betrachters nach rechts ablenken. Eine Verlagerung des Balls nach links könnte hingegen eine Verschiebung der Aufmerksamkeit nach links bewirken.

Dafür wurde die Aufmerksamkeitsverschiebung für die erste, zweite und dritte Sakkade analysiert. Zur Überprüfung, ob sich die Aufmerksamkeit nach links oder nach rechts verschiebt, wurden die Werte auf der x-Achse des End- und Startpunktes einer Sakkade miteinander verglichen. Eine Verschiebung der Aufmerksamkeit nach links liegt vor, wenn die Werte des Endpunktes kleiner sind als die Werte des Startpunktes. Hingegen ist die Aufmerksamkeit nach rechts verschoben, wenn die Werte des Endpunktes größer sind als die Werte des Startpunktes. Danach wurde die Aufmerksamkeitsverschiebung in die Passrichtung in % berechnet.

Es wurde eine drei-faktorielle Varianzanalyse für die Verlagerung der Aufmerksamkeit in die Passrichtung (in %) für die Innersubjekt-Faktoren „Pass-Blick-Kompatibilität“ (kompatibel vs. inkompatibel), Passseite (links vs. rechts) und „Sakkade“ (1, 2 vs. 3 Sakkade) berechnet. Die berechnete ANOVA zeigte einen Haupteffekt für den Faktor „Pass-Blick-Kompatibilität“ [$F(1, 15) = 24.172$, $p = .000$; $\eta_p^2 = .617$], einen Haupteffekt für den Faktor „Sakkade“ [$F(2, 30) = 7.846$; $p = .002$; $\eta_p^2 = .343$] und eine signifikante Interaktion der Faktoren „Sakkade“ x „Pass-Blick-Kompatibilität“

[$F(2, 30) = 25.024$; $p = .000$; $\eta_p^2 = .625$]. Die ANOVA zeigte außerdem keinen Effekt für den Faktor „Passseite“ [$F(1, 15) = .249$; $p = .625$; $\eta_p^2 = .016$]. Alle anderen Interaktionen wurden nicht signifikant.

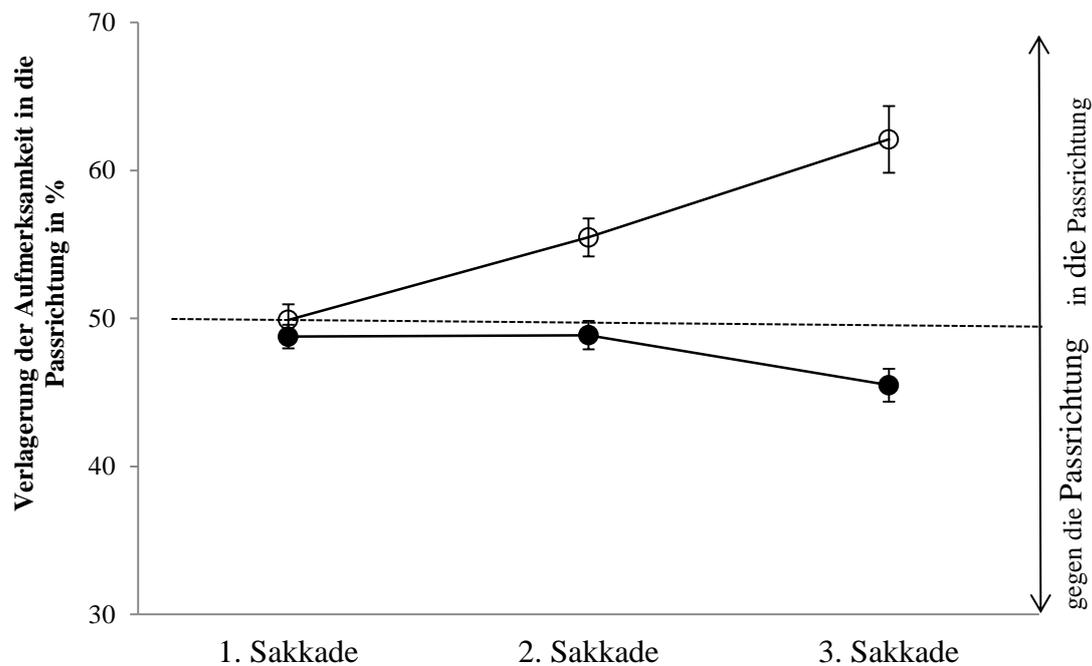


Abbildung 70: Die Verlagerung der Aufmerksamkeit in die Passrichtung in %. Leere Kreise stellen eine kompatible Pass-Blick-Bedingung (direkter Pass) und volle Kreise eine inkompatible Pass-Blick-Bedingung (Blicktäuschung) dar.

Ein zweiseitiger t -Test ergab keinen Unterschied in der Verlagerung der Aufmerksamkeit für die erste Sakkade [$t(15) = .802$; $p = .435$; $d = .303$] (siehe Abbildung 70). Die Verlagerung der Aufmerksamkeit erfolgte um 49.9% ($SD = 4.2\%$) in die Passrichtung beim Direktpass (Der Blick ist kompatibel zur Passrichtung) und um 48.8% ($SD = 3.2\%$) bei einer Blicktäuschung (Der Blick ist inkompatibel zur Passrichtung). Für die zweite Sakkade ergab sich dennoch einen Unterschied. Beim Direktpass wurde die Aufmerksamkeit um 6.6% ($SD = 8.1\%$) mehr in die Passrichtung ($M = 55.5$; $SD = 5.1\%$) verlagert im Vergleich zu einer Blicktäuschung ($M = 48.9$; $SD = 3.9\%$). Dieser Unterschied ist signifikant [$t(15) = 3.265$; $p = .005$; $d = 1.469$]. Für die dritte Sakkade ergab sich auch einen Unterschied. Beim Direktpass wurde die Aufmerksamkeit um 16.6% ($SD = 10.6\%$) mehr in die Passrichtung ($M = 62.1$; $SD = 9.0\%$) verlagert im Vergleich zu einer Blicktäuschung ($M = 45.5$; $SD = 4.4\%$). Dieser Unterschied ist signifikant [$t(15) = 6.265$; $p = .000$; $d = 2.363$].

10.2.5.11 Area of interest (AOIs) für die Fixationen

Es wurden zunächst die Anzahl der Fixationen in allen AOIs berechnet. Danach wurde der Prozentsatz der Fixationen in der AOIs und außerhalb der AOIs ermittelt. Nicht betrachtet wurden die Fixationen in den Toleranzbereichen des Fixationskreuzes und diejenigen Fixationen, welche außerhalb der AOIs lagen. Es wurde eine dreifaktorielle Varianzanalyse mit Messwiederholung für die Innersubjekt-Faktoren „Stimulus“ (Pass nach links ohne Blicktäuschung, Pass nach links mit Blicktäuschung, Pass nach rechts ohne Blicktäuschung, Pass nach rechts mit Blicktäuschung) und „Ausgangsfixation“ (Kopf, Hüfte und Füße) und AOIs (1, 2, 3, 4 und 5) für die zweite und dritte Fixation berechnet.

Für die zweite Fixation ergab die ANOVA einen Haupteffekt für den Faktor „Ausgangsfixation“ [$F(2, 30) = 10.137$; $p = .000$; $\eta_p^2 = .403$] und einen Haupteffekt für den Faktor „AOI“ [$F(4, 60) = 8.795$; $p = .000$; $\eta_p^2 = .370$], eine signifikante Interaktion zwischen den Faktoren „Ausgangsfixation“ x „AOI“ [$F(8, 120) = 10.623$; $p = .000$; $\eta_p^2 = .415$], jedoch keinen Effekt für den Faktor „Stimulus“ [$F(3, 45) = .270$; $p = .847$; $\eta_p^2 = .018$] (siehe Abbildung 71). Ein zweiseitiger t -Test zeigte, dass das AOI (1) bei der Ausgangsfixation „Füße“ ($M = 5.6\%$; $SD = 6.2\%$) öfter fixiert wurde als bei der Ausgangsfixation „Hüfte“ ($M = 16.5\%$; $SD = 15.0\%$) [$t(15) = 3.549$; $p = .003$; $d = 1.19$] und als bei der Ausgangsfixation „Kopf“ ($M = 1.9\%$; $SD = 3.3\%$) [$t(15) = 3.884$; $p = .001$; $d = 1.319$]. Das AOI (4) wurde bei der Ausgangsfixation „Kopf“ ($M = 19.3\%$; $SD = 13.7\%$) mehr fixiert als bei der Ausgangsfixation „Füße“ ($M = 3.6\%$; $SD = 6.7\%$) [$t(15) = -4.141$; $p = .000$; $d = -1.087$] und als bei der Ausgangsfixation „Hüfte“ ($M = 8.6\%$; $SD = 16.8\%$) [$t(15) = -2.601$; $p = .020$; $d = -.694$]. Das AOI (5) wurde auch bei der Ausgangsfixation „Kopf“ ($M = 28.5\%$; $SD = 17.6\%$) mehr fixiert als bei der Ausgangsfixation „Füße“ ($M = 7.6\%$; $SD = 9.8\%$) [$t(15) = -4.913$; $p = .000$; $d = -1.321$] und als bei der Ausgangsfixation „Hüfte“ ($M = 11.7\%$; $SD = 17.6\%$) [$t(15) = -2.890$; $p = .011$; $d = -0.917$].

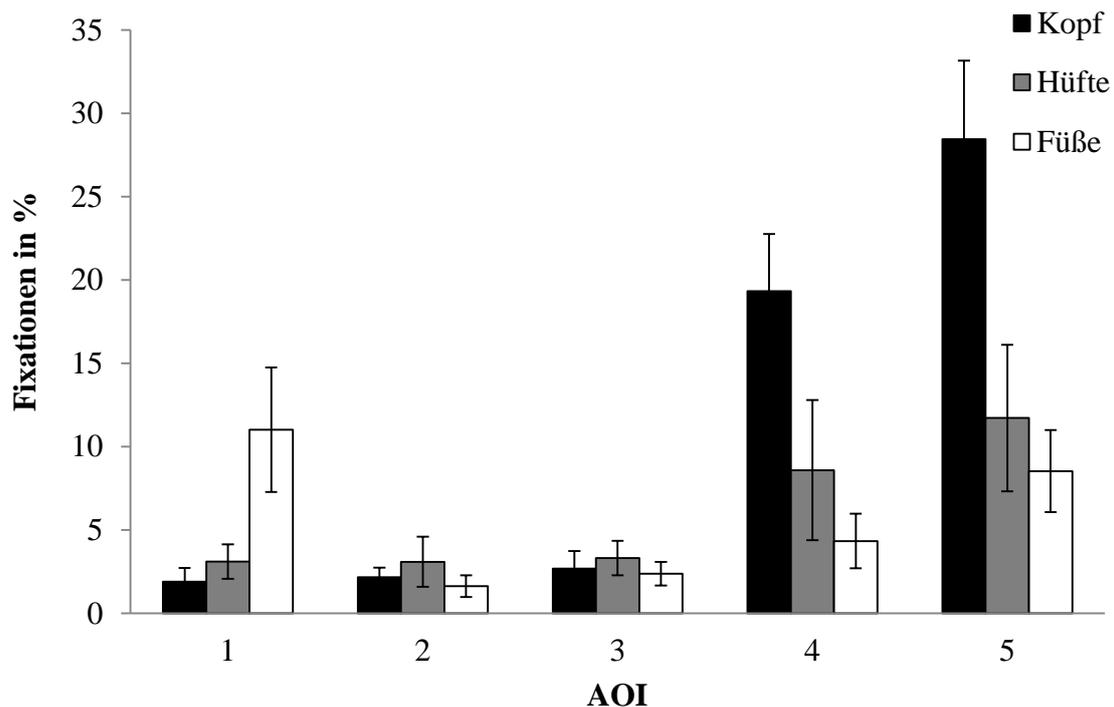


Abbildung 71: AOIs für die zweite Fixation. Auf der x-Achse sind die fünf AOIs dargestellt. AOI (1) stellt die Zeit von 0 bis 400 ms dar, wo sich der Ball immer noch in der Ausgangsposition (etwa für der Hüfte) befand. AOI (2) beschreibt die Verlagerung des Balls von der Ausgangsposition (AOI (1)) nach rechts. AOI (3) beschreibt die Verlagerung des Balles von der Ausgangsposition nach links. AOI (4) beschreibt die Verlagerung des Kopfs aus dem Punkt (0,0) nach links. AOI (5) beschreibt die Verlagerung des Kopfs aus dem Punkt (0,0) nach rechts.

Für die dritte Fixation ergaben sich die gleichen Ergebnisse. Die ANOVA zeigte keinen Effekt für den Faktor „Bild“ [$F(3, 45) = 1.948$; $p = .135$; $\eta_p^2 = .115$], einen Haupteffekt für den Faktor „Block“ [$F(2, 30) = 12.123$; $p = .000$; $\eta_p^2 = .447$] und einen Haupteffekt für den Faktor „AOI“ [$F(4, 60) = 7.904$; $p = .000$; $\eta_p^2 = .345$]. Es wurde auch nur eine signifikante Interaktion zwischen den Faktoren „Block x AOIs“ gefunden [$F(8, 120) = 9.000$; $p = .000$; $\eta_p^2 = .375$] (siehe Abbildung 72). Ein zweiseitiger t -Test zeigte, dass das AOI (1) bei der Ausgangsfixation „Füße“ ($M = 17.8\%$; $SD = 15.6\%$) öfter fixiert wurde als bei der Ausgangsfixation „Hüfte“ ($M = 4.0\%$; $SD = 5.1\%$) [$t(15) = 4.116$; $p = .001$; $d = .959$] und als bei der Ausgangsfixation „Kopf“ ($M = 3.1\%$; $SD = 4.2\%$) [$t(15) = 4.050$; $p = .001$; $d = 1.13$]. Das AOI (4) wurde bei der Ausgangsfixation „Kopf“ ($M = 19.2\%$; $SD = 18.2\%$) mehr fixiert als bei der Ausgangsfixation „Füße“ ($M = 5.5\%$; $SD = 9.9\%$) [$t(15) = -3.647$; $p = .002$; $d = -.847$] und als bei der Ausgangsfixation „Hüfte“ ($M = 7.8\%$; $SD = 16.4\%$) [$t(15) = -2.724$; $p = .016$; $d = -.655$].

Das AOI (5) wurde auch bei der Ausgangsfixation „Kopf“ ($M = 29.6\%$; $SD = 22.6\%$) mehr fixiert als bei der Ausgangsfixation „Füße“ ($M = 8.7\%$; $SD = 11.5\%$) [$t(15) = -4.312$; $p = .001$; $d = -1.065$] und als bei der Ausgangsfixation „Hüfte“ ($M = 13.7\%$; $SD = 20.1\%$) [$t(15) = -2.486$; $p = .025$; $d = -0.746$].

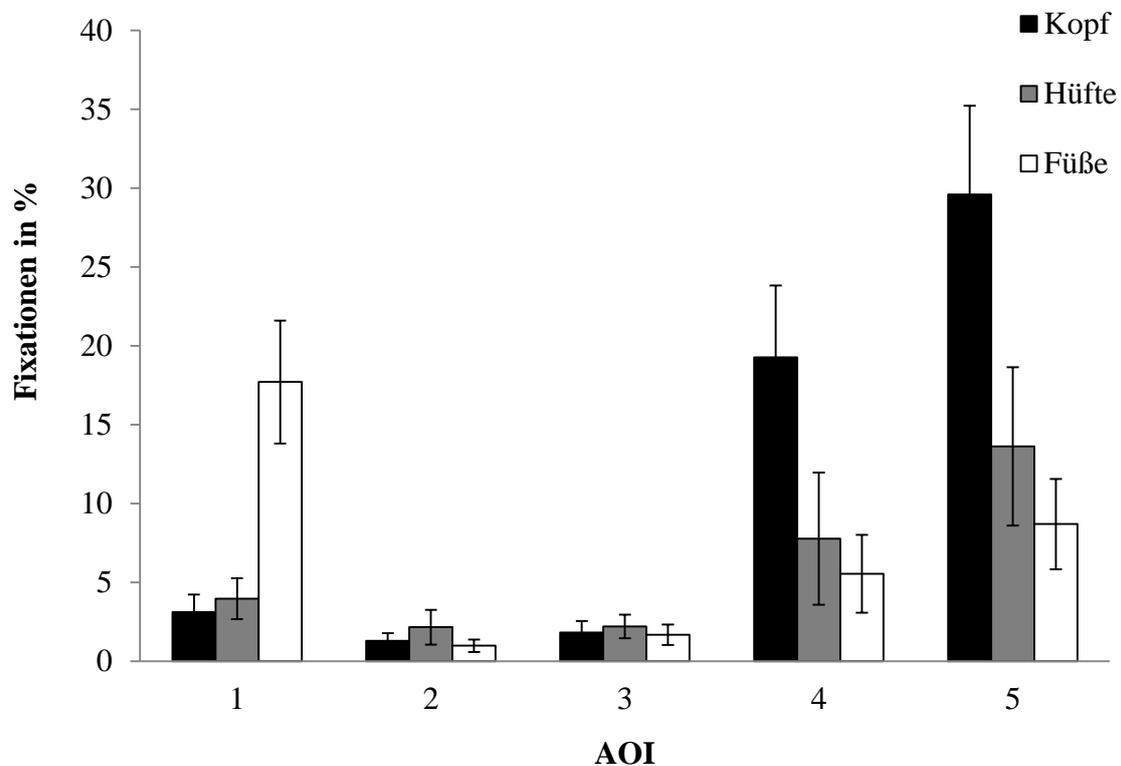


Abbildung 72: AOIs für die dritte Fixation. Auf der x-Achse sind die fünf AOIs dargestellt. AOI (1) stellt die Zeit von 0 bis 400 ms dar, wo sich der Ball immer noch in der Ausgangsposition (etwa für der Hüfte) befand. AOI (2) beschreibt die Verlagerung des Balls von der Ausgangsposition (AOI (1)) nach rechts. AOI (3) beschreibt die Verlagerung des Balles von der Ausgangsposition nach links. AOI (4) beschreibt die Verlagerung des Kopfs aus dem Punkt (0,0) nach links. AOI (5) beschreibt die Verlagerung des Kopfs aus dem Punkt (0,0) nach rechts.

Zusammenfassung der Ergebnisse der Fixationen und Sakkaden

Die Anzahl der Fixationen bei der Ausgangsfixation „Hüfte“ war größer als bei der Ausgangsfixation „Füße“ und „Kopf“. Ebenso dauerte die erste Fixation bei der Ausgangsfixation „Hüfte“ länger als in den anderen Ausgangsfixationen. Für die Anzahl der Fixationen und die Dauer der ersten Fixation ergab sich kein Unterschied zwischen einer Blicktäuschung und einem Direktpass. Die Ergebnisse der Gesamtdauer der Fixationen zeigten dennoch einen Unterschied in der Fixationsdauer zwischen einer Blicktäuschung und einem Direktpass. Die Vpn fixierten nur bei der Ausgangsfixation „Hüfte“ eine Blicktäuschung länger im Vergleich zu anderen Ausgangsfixationen. Bei

der Ausgangsfixation „Hüfte“ waren die Anzahl der Sakkaden, die Dauer der ersten Sakkade, die Gesamtdauer der Sakkaden, die Länge der ersten Sakkade und die Gesamtlänge der Sakkaden signifikant kürzer als in anderen Ausgangsfixationen. Die Ergebnisse zeigten außerdem eine deutliche Verlagerung der Aufmerksamkeit, denn mit der Zunahme der Anzahl der Sakkaden wurde die Aufmerksamkeit bei einem Direktpass mehr in die Passrichtung verlagert als bei einer Blicktäuschung. Die Ergebnisse der AOIs für die zweite und dritte Fixation zeigten, dass der Kopf-Bereich (AIO 4 und 5) öfter fixiert wurde, wenn das Fixationskreuz auf den Erscheinungsort des Kopfs verschoben wurde. Bei der Verschiebung des Fixationskreuzes auf die Füße wurde die AOI (1), d. h. der Ball befindet sich immer noch in der Ausgangsposition, öfter fixiert als bei der Verschiebung des Fixationskreuzes auf die Hüfte und auf den Kopf.

10.2.6 Diskussion

Die Ergebnisse der RT und der RE zeigten, dass die Vpn auf eine Blicktäuschung langsamer reagierten und mehr Fehler begingen als auf einen Direktpass. Die Verschiebung des Fixationskreuzes auf der y-Achse konnte den BTE nicht modulieren, jedoch die Fehlerrate beeinflussen. Dieses Ergebnis bestätigt den Befund von Alhaj Ahmad Alaboud et al. (2012) und Kunde et al. (2011), dass die Blickrichtung mitverarbeitet wird und vom Betrachter nicht zu unterdrücken ist. Die Blickrichtung erschwert die Verarbeitung von Pässen mit Blicktäuschungen und führt zur Verlangsamung der RT (siehe z. B. Kunde et al., 2011; Alhaj Ahmad Alaboud et al., 2012). Erklärungsansätze zum BTE bei der Präsentation dynamischer Reize wurden in Experiment 2.2 und 3.2 diskutiert. Die Analyse der Sequenzeffekte zeigte, dass der BTE nach einem Direktpass größer war als nach einer Blicktäuschung. Die Abnahme des BTEs nach einer Blicktäuschung lässt sich durch die Annahme von Gratton et al. (1992) und Botvinick et al. (2001) erklären (siehe Diskussion des Experiments 2.2). Die Ergebnisse der Übungseffekte zeigten, dass der BTE übungsresistent ist, d. h. der Effekt im Laufe des Experimentes stabil blieb (zur weiteren Diskussion siehe das Experiment 2.2). Die beobachtete hohe Anzahl an Reaktionsfehlern in diesem Experiment lässt zwei Erklärungsansätze zu: Zum einen könnte die Präsentation von Videos aufgrund der dynamischen Aspekte der Bewegungsausführung, wie die Änderung der Fuß-, Arm- und Beinposition, zur Zunahme der Verarbeitung der irrelevanten Reizmerkmale geführt haben. Um die richtige Reaktion auszuwählen, mussten die Vpn relevante Information kontinuierlich se-

lektieren und irrelevante Informationen kontinuierlich unterdrücken. Diese Kontinuität der Verarbeitung eingehender Informationen führte zu einem „Informationsstau“ im Arbeitsgedächtnis und zu einem Konflikt mit begrenzten Ressourcen der verfügbaren Verarbeitungskapazität (Gegenfurtner et al., 2011; Mayer, 2009; Sweller, 1994). Stehen keine ausreichende Verarbeitungskapazität zur Hemmung eines irrelevanten Reizmerkmals zur Verfügung, setzt sich dieses durch, aktiviert eine falsche Reaktion und erhöht die Reaktionsfehler (Wühr & Kunde, 2008; Kunde & Wühr, 2006). Zum anderen muss die aktivierte falsche Reaktion unter Zeitdruck durchgeführt werden. So haben die Vpn keine Zeit die falsche Reaktion zu revidieren und die richtige Reaktion „neu“ zu initiieren (Henry et al., 2012). Dies führt auch zur Zunahme der Reaktionsfehler. Der erhöhte Reaktionsfehler bei der Ausgangsfixation „Füße“ lässt sich dadurch erklären, dass die Fußstellung bzw. die Bewegung des Beines bei einer Blicktäuschung immer inkongruent zu der Passrichtung ist. Wird nun die Aufmerksamkeit der Vpn auf die Füße durch die Verschiebung des Fixationskreuzes gerichtet, zieht die Bewegung des Beines die Aufmerksamkeit auf sich (vgl. Gervais et al., 2010) und erschwert die Selektion der relevanten Information (Passrichtung), was zu höheren Reaktionsfehlern im Vergleich zu anderen Ausgangsfixationen führt.

Die Ergebnisse der Fixationsanzahl ergaben keinen signifikanten Unterschied zwischen einer Blicktäuschung und einem Direktpass. Dennoch zeigten sie, dass die Fixationsanzahl bei der Ausgangsfixation „Hüfte“ kleiner war als bei den Ausgangsfixationen „Füße“ und „Kopf“. Da die geringe Fixationsanzahl bei gleichzeitig längerer Fixationsdauer auf den Ort der relevanten Reize hindeutet (*information-reduction hypothesis*, Haider & Frensch, 1999), kann basierend auf den Ergebnissen der Fixationsanzahl angenommen werden, dass der Hüftbereich eine wichtige Quelle der relevanten Informationen bei der Verarbeitung einer Blicktäuschung ist, worauf sich die Vpn bei ihrer Entscheidung verlassen. Wird das Fixationskreuz auf der Hüfte gezeigt, nimmt die Fixationsanzahl ab. Wird es aber auf der Position des Kopfes oder der Füße gezeigt, wird eine höhere Anzahl an Fixationen benötigt, da man relevante Informationen sucht. Ein weiterer Hinweis auf die Bestätigung dieser Annahme konnten die Ergebnisse der Fixationsdauer liefern. Sollten die Vpn die Quelle der relevanten Information finden, sollten sie dort länger fixieren. Die Ergebnisse sowohl der ersten Fixationen als auch die Gesamtdauer der Fixationen zeigten tatsächlich, dass die Vpn den Hüftenbereich länger fixierten als den Kopf und die Füße. Auch die Anzahl, Dauer und Länge der Sakkaden unterstützen ihrerseits die Relevanz des Hüftenbereiches bei Verarbeitung einer

Blicktäuschung. Bei der Verschiebung des Fixationskreuzes auf die Hüfte, fanden weniger Sakkaden von kürzerer Länge und Dauer statt. Diese bestätigt, dass die Vpn den Ort der relevanten Informationen gefunden haben (Williams et al., 1999; Williams, 2002; Savelsbergh et al., 2005). Es deutet außerdem darauf hin, dass das Fixationskreuz wie ein *Cue* funktionieren kann.

Die hohe Fixationsdauer bei der Ausgangsfixation „Hüfte“ lässt somit mehrere Erklärungsansätze zu: Zum einen stellt der Hüftbereich einen wichtigen Ort der relevanten Information dar, was mit der Annahme übereinstimmt, dass die selektive Aufmerksamkeit ortsbezogen ist (z. B. Müller et al., 2015). D. h. Vpn richten ihre Aufmerksamkeit auf einen bestimmten Ort (hier Hüftbereich) und fixieren ihn länger. Zum zweiten kann es sein, dass die Verarbeitung des irrelevanten Reizmerkmals beim Ausgangspunkt der Fixation „Hüfte“ länger dauert als bei der Ausgangsfixation „Füße“ und „Kopf“ (Williams, 2002). Um die relevanten Informationen bei der Ausgangsfixation der Fixation „Hüfte“ zu selektieren, müssen die visuelle Information (relevante und irrelevante) intensiver verarbeitet werden, was mit einer längeren Fixationsdauer einhergeht (Velichkovsky, 1999). Zum dritten kann es auch möglich sein, dass die Hüfte in der Körpermitte liegt und die Informationen peripher verarbeitet werden. D. h. so lange die Fixation auf der Hüfte liegt, können die relevanten Informationen über die Passrichtung und die irrelevanten Informationen über die Kopforientierung und die Fußstellung peripher verarbeitet werden. Danach wäre die Hüfte kein Ort der relevanten Informationen, sondern eher der Ort in der Körpermitte, von wo aus die meisten Informationen peripher verfügbar sind. In diesem Experiment wurde auch eine offene Verschiebung der Aufmerksamkeit in Abhängigkeit von einer Blicktäuschung beobachtet. Diese Beobachtung wird in der Gesamtdiskussion der Experimentalreihe ausführlich diskutiert.

10.3 Diskussion der Experimentalreihe 4

Die vierte Experimentalreihe hatte zum Ziel, das Blickverhalten bei der Verarbeitung einer Blicktäuschung im Basketball zu untersuchen. Es wurden im Experiment 4.1 statische Bilder und im Experiment 4.2 dynamische Reize präsentiert. Die Vpn sollten in beiden Experimenten schnellstmöglich auf die Passrichtung reagieren und so gut wie möglich die Blickrichtung ignorieren. Dabei wurden Augenbewegungen mittels eines Eye-Tracking Systems erfasst. Analysiert wurden die RT, RE, Fixationen und Sakkaden. Die Ergebnisse der RT und RE sowohl für die Präsentation von statischen als

auch von dynamischen Reizen zeigten, dass Vpn auf eine Blicktäuschung langsamer reagierten und mehr Fehler begingen als auf einen Direktpass. Diese Ergebnisse stehen im Einklang mit den anderen Befunden zur Blicktäuschung im Basketball (Alhaj Ahmad Alaboud et al., 2012; Weigelt et al., 2017; Kunde et al., 2011) und mit den Befunden zu Konfliktaufgaben wie Stroop-, und Simon-Aufgabe (Kerns et al., 2004; Stürmer et al., 2002). Der BTE blieb im Laufe des Experimentes stabil. Dennoch nahm er nach einer Blicktäuschung sowohl bei statischen als auch bei dynamischen Bildern ab. Diese Abnahme könnte für das Unterdrücken (Cohen et al., 1990; Kerns et al., 2004; Sommer, Leuthold & Heemanutz, 1993) der irrelevanten Information (d. h. die Blickrichtung) oder für die höhere Gewichtung der relevanten Information (d. h. die Passrichtung) sprechen (Wühr & Kunde, 2008; Rösler, 2011; Alhaj Ahmad Alaboud et al., 2012; Weigelt et al., 2017).

Im Vergleich zu statischen Bildern führte die Präsentation dynamischer Reize zu einem größeren BTE und einer erhöhten Fehlerrate. Diese Zunahmen könnten auf die Steigerung der Komplexität des Stimulus zurückgeführt werden. Videos müssen intensiver verarbeitet werden (Velichkovsky, 1999) und erfordern eine kontinuierliche Selektion der relevanten Informationen und das Unterdrücken der irrelevanten Information (Gegenfurtner et al., 2011; Mayer, 2009; Sweller, 1994).

Bei der Präsentation von statischen Bildern scheint der Kopf (und bei dynamischer Reizen die Hüfte) der wichtigste Ort der relevanten Information zu sein, denn bei der Verschiebung des Fixationskreuzes auf den Kopf nahm die Dauer der Fixationen zu und ihre Anzahl ab. Dies stimmt mit der Hypothese der Information-Reduktion (*information-reduction hypothesis*: Haider & Frensch, 1999) überein, wonach eine geringe Fixationsanzahl auf den Ort der relevanten Reize hindeutet (Haider & Frensch, 1999; Williams, 2002). Diese Annahme wurde durch die geringe Anzahl an Sakkaden im Testblock „Kopf“ im Vergleich zu Testblock „Fuß“ und „Hüfte“ unterstützt. Die Ergebnisse des Blickverhaltens zeigten keine offene Verschiebung der Aufmerksamkeit, sondern die Vpn fixierten einen zentralen Punkt (hier das Fixationskreuz) und blieben fixiert, bis sie die Reaktion abgaben. Dieses Muster des Blickerhaltens kann entweder für eine verdeckte Verschiebung der Aufmerksamkeit (Rösler, 2011; Hagendorf et al., 2011), d. h. eine Aufmerksamkeitsverschiebung von einer irrelevanten Information (Blickrichtung) zu einer relevanten Information (Passrichtung) oder für die automati-

sche Mitverarbeitung der irrelevanten Information (Kunde et al., 2011; Langton, 2000) sprechen.

Bei der Präsentation dynamischer Reize wurde hingegen eine offene Aufmerksamkeitsverschiebung in Abhängigkeit von der Passrichtung beobachtet. Bei der Einblendung eines Videos verteilt sich die Aufmerksamkeit erst fast gleich nach links und nach rechts. Mit der Zunahme der Anzahl der Sakkaden wird danach eine offene Verlagerung der Aufmerksamkeit deutlich. Betrachtet man die zweite und die dritte Sakkade, findet sich, dass bei einer kongruenten Bedingung, d. h. bei einer Pass-Blick-Kompatibilität, mehr Sakkaden in die Passrichtung gehen. Dies spricht für die Verlagerung der Aufmerksamkeit auf die Richtung des relevanten Reizmerkmals. Das bedeutet, dass die Aufmerksamkeit bei einem Direktpass mehr auf die Passrichtung verlagert wird. Diese Verlagerung der Aufmerksamkeit auf die Passrichtung erleichtert die Reaktion. Folglich nehmen die RT bei Direktpassen ab. Beim Ausbleiben der Pass-Blick-Kompatibilität gehen hingegen weniger Sakkaden in die Passrichtung. Dies spricht für die Ablenkung der Aufmerksamkeit in die Richtung des irrelevanten Reizmerkmals, d. h. in die Blickrichtung. Das bedeutet, dass die Aufmerksamkeit bei einer Blicktäuschung mehr in die Blickrichtung verlagert wird. Diese Verlagerung in die Blickrichtung erschwert die Reaktion auf das relevante Reizmerkmal und ist mit zwei Konsequenzen verbunden: Versucht die Vpn die Antwort so schnell wie möglich abzugeben, veranlasst die Verlagerung der Aufmerksamkeit auf das irrelevante Reizmerkmal die Vpn zu falschen Reaktionen, was zu einer Zunahme der Reaktionsfehler führt. Versucht die Vpn die Aufmerksamkeit bewusst auf das relevante Reizmerkmal, d. h. auf die Passrichtung zu „re“-orientieren, kostet diese „Re“-orientierung Zeit. Deswegen nehmen die RT auf eine Blicktäuschung im Vergleich zu einem Direktpass zu. Dieses Blickverhalten bei der Verarbeitung einer Blicktäuschung liefert den ersten Hinweis auf die Bestätigung der Annahme von Kunde et al. (2011), dass die Blickrichtung bei einer Blicktäuschung eine Ablenkung der Aufmerksamkeit auf die irrelevante Information bewirken und zu einer Verlangsamung der RT führen kann (Kunde et al., 2011).

Zusammenfassend lässt sich das Blickverhalten bei der Verarbeitung einer Blicktäuschung je nach dem Stimulus unterscheiden. Im Vergleich zu statischen Stimuli benötigen Vpn mehr Anzahl an Fixationen bei der Präsentation dynamischer Reize. Dies deutet auf die Komplexität der dynamischeren Reize und auf den Bedarf an der kontinuierlichen Verarbeitung relevanten Informationen und das Unterdrücken von irre-

levanten Informationen hin. Diese kontinuierliche Verarbeitung ist mit einer Zunahme der Gesamtreaktionszeiten und Fehlerraten verbunden. Daher steigen die Reaktionszeiten und Fehlerrate bei der Präsentation dynamischer Reize im Vergleich zu statischen Stimuli. Es konnten außerdem zwei unterschiedliche Strategien im Blickverhalten beobachtet werden. Bei statischen Stimuli fixierten die Vpn einen zentralen Punkt und lösten die Aufgabe ohne eine weitere Augenbewegung auszuführen. Offensichtlich sind die statischen Stimuli nicht ausreichend, die Aufmerksamkeit *offen* zu lenken. Hingegen können dynamische Stimuli eine beobachtbare Aufmerksamkeitsverlagerung verursachen. Bei einer Blicktäuschung kann die Blickrichtung die Aufmerksamkeit auf sich ziehen. Diese Ablenkung der Aufmerksamkeit kann als eine Bestätigung der Annahme von Kunde et al. (2011) gelten, wonach die Blickrichtung zu einer Ablenkung der Aufmerksamkeit führen kann.

11 Zusammenfassende Diskussion

Blicktäuschungen sind ein unverzichtbares Mittel zur erfolgreichen Lösung der eins-gegen-eins-Situation, denn sie verlangsamen die Reaktion des Gegners auf die beabsichtigte Handlung (Kunde et al., 2011). Diese verlangsamte Reaktion ist für die Angreifer von Vorteil aber für die Verteidiger von Nachteil. Trotz ihrer Bedeutsamkeit für die Sportpraxis ist die Blicktäuschung im Basketball nicht ausreichend erforscht. Erste Untersuchungen stammen von Kunde et al. (2011), Alhaj Ahmad Alaboud et al. (2012) und Weigelt et al. (2017). Kunde et al. (2011) beschäftigten sich mit der Frage, welche kognitiven Prozesse einer Blicktäuschung zugrunde liegen. In einer Reihe von sechs Experimenten konnten sie zeigen, dass RTs auf Blicktäuschungen langsamer sind als auf Direktpässe. Den Unterschied in den RTs definierten sie als Blicktäuschungseffekt (BTE). Die Autoren führten den BTE auf die automatische Mitverarbeitung der irrelevanten Information (die Blickrichtung) in einer frühen perzeptuellen Verarbeitungsphase zurück. Sie konnten zwar den Grund und den Ort der Wirkung einer Blicktäuschung bestimmen, sie ließen aber die Frage offen, ob der BTE aufgrund der Verlagerung der Aufmerksamkeit in die Richtung der irrelevanten Information zustande kommt oder auf einem Input-Selection-Problem basiert, also auf dem Problem der Diskriminierung zwischen Blickrichtung und Passrichtung. Die Lösung dieses Stimulus-Stimulus-Diskriminierungsproblems kostet Zeit. Daher nehmen die RT bei einer Blicktäuschung im Vergleich zu einem Direktpass zu (Weigelt et al., 2017). In der Studie von Alhaj Ahmad Alaboud et al. (2012) lag der Fokus auf dem Einfluss der Häufigkeit, mit der eine Blicktäuschung auftritt. Die Studie zeigte, dass eine Blicktäuschung nicht mehr wirksam ist, wenn sie sehr häufig (75%) eingesetzt wird. Hingegen vergrößerte sich der BTE, wenn die Blicktäuschung selten (25%) auftrat. Alhaj Ahmad Alaboud et al. (2012) untersuchten jedoch nicht die Frage, ob eine *extreme* Häufigkeitsverteilung (10% und 90%) den BTE weiter modulieren kann. Weigelt et al. (2017) überprüften die Fragestellung, ob der BTE von der sportspezifischen Expertise abhängig ist. Sie fanden zwar einen vergleichbaren BTE bei absoluten Sport-Laien, Fußballspielern und Basketball-Experten, jedoch konnten Basketballspieler die Verarbeitung der Blickrichtung in Abhängigkeit vom vorangegangenen Versuch unterdrücken. Nach dem Erleben einer Blicktäuschung im vorangehenden Versuch (n-1) verlor die Blicktäuschung ihre Wirksamkeit bei den Basketballern.

Keine der bisher durchgeführten Studien untersuchte die Fragestellung, ob der BTE auch unter quasi-realistischen Rahmenbedingungen auftritt. Zwar entspricht das Vorgehen in den bisherigen Studien aus methodischer Sicht einer hochkontrollierten experimentellen Untersuchung, es spiegelt aber die realen Rahmenbedingungen der Blicktäuschung nur unzureichend wider. Daher verfolgte die vorliegende Arbeit das Ziel, diejenigen Faktoren experimentell zu manipulieren, die sich zwischen einem klassischen Laborsetting und einer realitätsnahen Situation im Basketball unterscheiden. Entsprechend wurden die Experimentalreihe 1 (Manipulation der Bildgröße und des Schwinkels) und die Experimentalreihe 2 (Manipulation des Bildmaterials und der Antwortkomplexität) konzipiert. Weiterhin wurde der Einfluss einer extremen Häufigkeitsverteilung auf den BTE in der Experimentalreihe 3 und der Einfluss der Häufigkeitsverteilung in einem realitätsnahen Setting untersucht. Abschließend, und um der Frage des Mechanismus der Entstehung des Blicktäuschungseffektes nachzugehen, wurde in der Experimentalreihe 4 das Blickverhalten bei der Betrachtung einer Blicktäuschung analysiert.

Die durchgeführten Studien aller Experimentalreihen zeigten, dass die Reaktionen auf eine Blicktäuschung langsamer sind als auf einen Direktpass. Diese Ergebnisse bestätigen den Befund von Kunde et al. (2011), Alhaj Ahmad Alaboud et al. (2012) und Weigelt et al. (2017). Die verlangsamten RTs auf die Blicktäuschung lassen sich dadurch erklären, dass das irrelevante Reizmerkmal (hier die Blickrichtung) automatisch mitverarbeitet wird und die Reaktion auf das relevante Reizmerkmal (hier die Passrichtung) erschwert wird (siehe z. B. Wühr und Kunde, 2008; Kunde et al., 2011). Analog zu Kunde et al. (2011) kann es sein, dass das irrelevante Reizmerkmal (Blickrichtung) die Wahrnehmung des relevanten Reizmerkmals (Passrichtung) erschwert, wenn die Passrichtung mit der Blickrichtung nicht übereinstimmt, d. h., wenn eine Blicktäuschung gezeigt wird. Dadurch nehmen die RTs auf eine Blicktäuschung im Vergleich zu einem Direktpass zu (Kunde et al., 2011). Bei einer Blicktäuschung können die Vpn demnach die Blickrichtung nicht unterdrücken. Studien zu sozialen Hinweisreizen, wie die Blickrichtung, zeigen, dass die Richtungsinformation des Blickes die Aufmerksamkeit des Betrachters lenken kann, obwohl sie für die Aufgabe irrelevant ist (siehe z. B. Langton & Bruce, 1999; Friesen & Kingstone, 1998; Driver et al., 1999). Es kann daher sein, dass die Richtungsinformation der Blickrichtung bei einer Blicktäuschung die Aufmerksamkeit der Vpn in die falsche Richtung lenkt, d. h. in Richtung des Blickes. Um richtig auf die Passrichtung zu reagieren, müssen die Vpn ihre Auf-

merksamkeit auf die Passrichtung re-orientieren. Diese Re-Orientierung kostet Zeit. Daher nehmen die RTs bei einer Blicktäuschung im Vergleich zu einem Direktpass zu. Diese Hypothese wurde für statische und dynamische Reize in der vierten Experimentaltreihe untersucht. Ähnliche Ergebnisse zur automatischen Mitverarbeitung von sozialen Hinweisreizen wie Blickrichtung und Kopforientierung zeigten Langton (2000) und Langton et al. (1996, 2000).

Außerdem stehen die Ergebnisse der RTs der vorliegenden Arbeit im Einklang mit den Befunden zu anderen Konfliktaufgaben wie der Stroop- und der Simon-Aufgabe (siehe z. B. Wühr & Kunde, 2008; Verguts et al., 2011). Die Blickrichtung bei einer Blicktäuschung verursacht einen Reaktionskonflikt und scheint vergleichbar wie ein reaktions-inkongruenter Erscheinungsort eines Reizes bei einer Simon-Aufgabe (S-R-Konflikt) und eine inkongruente Druckfarbe (z. B. rot) eines Farbwortes (z. B. grün) bei einer Stroop-Aufgabe (S-S-Konflikt) zu funktionieren. Wie aber können die Vpn den Reaktionskonflikt grundsätzlich lösen und richtig auf die Passrichtung reagieren? Diese Frage lässt sich durch das konnektionistische Modell nach Cohen et al. (1990) erklären. Cohen et al. (1990) vermuten, dass es verschiedene Netzwerkknoten gibt, welche verschiedene Merkmale bei der Verarbeitung einer Konflikt-Aufgabe repräsentieren. Diese Netzwerkknoten wären im Falle einer Blicktäuschung im Basketball: (1) Inputknoten, (2) Outputknoten, (3) verborgene Schicht von Knoten und (4) Kontextknoten. Die Inputknoten bei einer Blicktäuschung repräsentieren die Informationen aus der Pass- und Blickrichtung (siehe Abbildung 73). Die Outputknoten repräsentieren die möglichen Reaktionen auf die Blicktäuschung, d. h. eine linke oder eine rechte Reaktion. Die verborgene Schicht von Knoten verbindet die Input- und Outputknoten miteinander. Die Input- und Outputknoten sind durch Assoziationsbahnen verknüpft, welche die Verbindungsstärke zwischen den Input- und Outputknoten bestimmen (Müller et al., 2015). Der Blick bei einer Blicktäuschung (z. B. Blick nach links und Pass nach rechts) ist eher mit einer Reaktion in die Blickrichtung (d. h. nach links) assoziiert, da die Informationen aus der Blickrichtung automatisch und schneller verarbeitet werden als die Informationen aus der Passrichtung (siehe z. B. Langton & Bruce, 1999). Daher ist die Verbindungsstärke zwischen Inputknoten (d. h. der Blick nach links) und Outputpunkten (d. h. Reaktion nach links), welche die Blickrichtung repräsentiert, stärker als die Verbindungsstärke zwischen Inputknoten (d. h. der Pass nach rechts) und Outputpunkten (d. h. Reaktion nach rechts), welche die Passrichtung repräsentiert. Folglich würde bei der Präsentation einer Blicktäuschung (z. B. Blick nach links und Pass nach rechts) der

Outputknoten der Blickrichtung (d. h. die Reaktion in die Blickrichtung) schneller und stärker aktiviert als der Outputknoten der Passrichtung. Dies könnte normalerweise dazu führen, dass die Vpn fälschlicherweise auf die Blickrichtung (d. h. z. B. nach links) und nicht auf die Passrichtung (d. h. z. B. nach rechts) reagieren. Damit die Vpn richtig auf die Passrichtung (nach rechts) reagieren können, nehmen Cohen et al. (1999) die Kontextknoten an. Diese Knoten repräsentieren die Aufgabestellung, d. h. die Reaktion auf die Passrichtung, und regulieren abhängig von der Aufgabestellung die Aktivationswerte (Müller et al., 2015). Müssen die Vpn auf die Passrichtung (z. B. nach rechts im Falle einer Blicktäuschung nach links, d. h. der Blick nach links und der Pass nach rechts) reagieren, heben die Kontextknoten die Aktivationswerte der Knoten der Passrichtung an. So werden die Informationen aus der Passrichtung gegenüber Informationen aus der Blickrichtung bevorzugt und mehr beachtet. Aufgrund dieses Aufmerksamkeitsmechanismus können die Vpn eine Blicktäuschung besser verarbeiten und richtig auf die Passrichtung reagieren. Dennoch kostet dieser Aufmerksamkeitsmechanismus bei der Verarbeitung von Blicktäuschungen aufgrund der vermehrten Anzahl an Operationen mehr Zeit (Fitts & Deininger, 1954) als bei der Verarbeitung von Direktpässen. Daher nehmen die RTs bei einer Blicktäuschung im Vergleich zu Direktpässen zu.

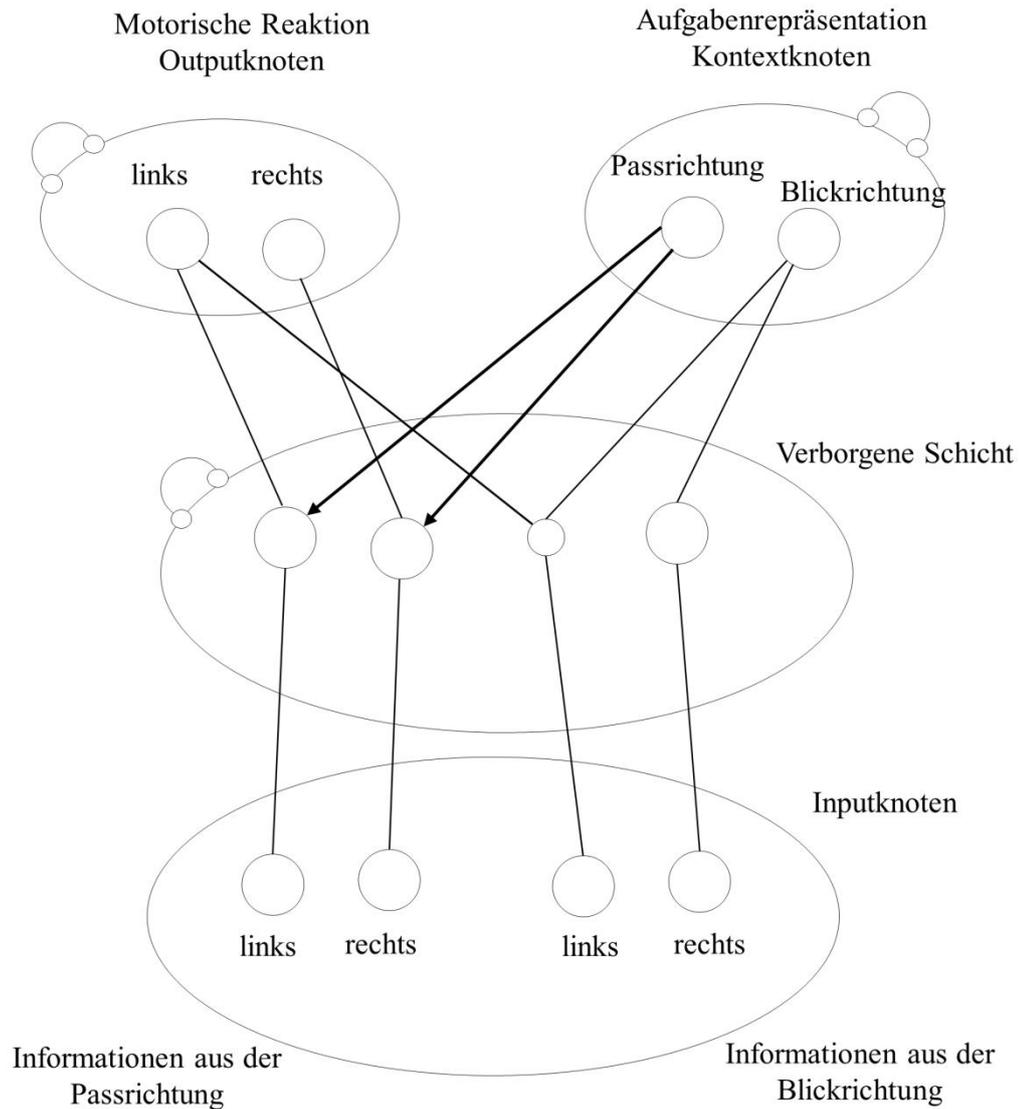


Abbildung 73: Das konnektionistische Modell bei einer Blicktäuschung im Basketball nach Cohen et al. (1990) adaptiert nach Müller et al. (2015, S. 163). Unten sind die Inputknoten, d. h. Informationen aus der Passrichtung (links) und aus der Blickrichtung (rechts) dargestellt. In der Mitte ist die verborgene Schicht von Knoten beschrieben. Oben sind die Outputknoten (links) und die Kontextknoten (rechts) dargestellt. Um die richtige Antwort auf die Passrichtung zu geben, heben die Kontextknoten (oben rechts) die Aktivationswerte für die Passrichtung.

Ein weiteres über die Arbeit hinweg fast konstantes Ergebnismuster zeigt die Analyse der Sequenzeffekte. Der BTE nahm nach einer Blicktäuschung im Vergleich zu einem Direktpass stets ab. Die Abnahme des Effektes steht auf der einen Seite im Widerspruch zu den Ergebnissen von Kunde et al. (2011) und Weigelt et al. (2017) (zumindest bei Fußballspielern und Novizen). Kunde et al. (2011) interpretieren das Ausbleiben von Sequenzeffekten so, dass die Blickrichtung als entscheidender sozialer Hinweisreiz zu keinem Zeitpunkt unterdrückt werden kann. Demnach ist eine Blicktä-

schung immer wirksam, auch wenn zuvor eine Blicktäuschung präsentiert wurde (Kunde et al., 2011). Die Abnahme des Effekts nach einer Blicktäuschung steht jedoch auf der anderen Seite im Einklang mit Befunden anderer Konfliktaufgaben (für *Eriksen-Aufgabe* siehe Gratton, Coles & Donchin, 1992; für *Stroop-Aufgabe* siehe Kerns et al., 2004; für *Simon-Aufgabe* siehe Stürmer et al., 2002) und der Untersuchung von Alhaj Ahmad Alaboud et al. (2012). Diese Abnahme des BTEs spricht für eine mögliche Konfliktadaptation (vgl. Wühr & Kunde, 2008) und lässt sich durch das Konflikt-Überwachung-Modell nach Botvinick et al. (2001) erklären.

Das Modell von Botvinick et al. (2001) nimmt an, dass die Abnahme des Kongruenz-Effektes nach einer inkongruenten Bedingung auf eine Anpassung in der kognitiven Kontrolle zurückzuführen ist. Diese Anpassung der kognitiven Kontrolle erfolgt durch die Ausrichtung der Aufmerksamkeit auf die relevante Information, was dazu führt, dass die relevante Information besser verarbeitet wird als die irrelevante Information. Dadurch nimmt die Wirkung der irrelevanten Information ab und folglich ist der Kongruenz-Effekt nach einer inkongruenten Bedingung kleiner als nach einer kongruenten Bedingung (Egner, 2007). Unmittelbar nach dem Erleben einer Blicktäuschung wird die kognitive Kontrolle erhöht und im aktuellen Versuch mehr Aufmerksamkeit auf die relevante Information (die Passrichtung) gerichtet. Dies führt dazu, dass Reaktionen auf eine Blicktäuschung schneller erfolgen als nach einem vorangehenden Direktpass. Reaktionen auf einen Direktpass hingegen erfolgen langsamer nach einer Blicktäuschung als nach einem Direktpass. Wird jedoch im vorangehenden Versuch ein Direktpass dargeboten, so erfolgt keine erhöhte Aufmerksamkeit auf die Passrichtung, da sowohl die Passrichtung als auch die Blickrichtung antwort-kompatible Reizmerkmale darstellen. In diesem Fall erfolgen Reaktionen auf eine Blicktäuschung langsamer nach einem Direktpass als nach einer Blicktäuschung. Reaktionen auf einen Direktpass hingegen erfolgen schneller nach einem Direktpass als nach einer Blicktäuschung. Folglich ist der BTE nach einer Blicktäuschung kleiner als nach einem Direktpass. Deshalb könnte angenommen werden, dass die Sequenzeffekte abhängig von der Stärke der kognitiven Kontrolle sind. Typischerweise ist die kognitive Kontrolle bei der Präsentation einer inkongruenten Bedingung hoch und bei der Präsentation einer kongruenten Bedingung niedrig (Egner, 2007). Diese typische Art der Konfliktüberwachung verursacht eine Abnahme des Kongruenz-Effektes. Der Effekt bleibt aber typischerweise vorhanden. Das bedeutet im Falle einer Blicktäuschung, dass der BTE nach einer Blicktäuschung abfällt.

11.1 Der Einfluss vom Präsentationskontext und den Sehwinkel auf den Blicktäuschungseffekt

Die Ergebnisse des Experimentes 1.1 zeigen, dass die Manipulation des Präsentationskontextes - beim konstanten Sehwinkel - den BTE nicht beeinflussen kann. So tritt der BTE bei unterschiedlichen Präsentationskontexten auf. Dies lässt sich durch die Größenkonstanz erklären, wonach Objekte als gleichgroß wahrgenommen werden, wenn man sie aus unterschiedlichen Entfernungen betrachtet (Myers, 2014; Holway & Boring, 1941). Das führt zur Annahme, dass Vpn die Stimuli im Experiment 1.1 unter unterschiedlichen Präsentationskontexten als gleichgroß wahrnahmen. Die Wahrnehmung der Stimuli als gleichgroß lässt sich durch die Formel der Größen-Distanz-Skalierung nach Gregory (2015) erklären.

$$G_w = K \times (G_R \times D_w)$$

„ G_w “ definiert die wahrgenommene Größe der Stimuli. „ K “ stellt eine Konstante dar und ist bei allen Präsentationskontexten gleich. „ G_R “ ist die Größe des Stimulus (Ø 33,6, 67,2 & 100,8 cm). „ D_w “ ist die Entfernung zwischen dem Stimulus und der Vpn (70 cm, 140 cm & 210 cm). Da die Größe des Stimulus und der Entfernung zwischen dem Stimulus der Vpn geblockt manipuliert wurden, blieb die wahrgenommene Größe der Stimuli gleich. So kam es zu einer Größenkonstanz. Aufgrund der Tatsache, dass die Blickrichtung automatisch mitverarbeitet wird und die Manipulation des Präsentationskontextes keinen Einfluss auf deren Wahrnehmung hat, blieb auch die Größe des BTE gleich. Die Manipulation des Sehwinkels konnte den BTE außerdem nicht beeinflussen (Experiment 1.2). Dieses Ergebnis lässt sich dadurch erklären, dass die reale Größe des Basketballspielers (d. h. die Größe, die der Spieler in Wirklichkeit hat) automatisch mitverarbeitet wird und nicht auf der visuellen Größe (d. h. die Größe, in der der Spieler abgebildet ist) beruht (die Hypothese der kanonischen visuellen Größen nach Konkle und Oliva, 2012a). Diese Hypothese der kanonischen visuellen Größen bestätigt die Untersuchung von Konkle und Oliva (2012a), wonach die reale Objektgröße wie die irrelevante Information bei der Stroop-Aufgabe funktioniert. Werden die Vpn gebeten, eine Entscheidung über die Objektgröße zu geben, dann geben sie ihre Entscheidung schneller und genauer, wenn die visuelle Objektgröße mit der realen Objektgröße übereinstimmt (Konkle & Oliva, 2012a). Stimmt die visuelle Größe mit der realen Größe nicht überein, kommt es zu einem Konflikt zwischen der visuellen Größe (relevante Information) und der realen Größe (irrelevante Information). Die Lösung

dieses Konflikts kostet Zeit. Daher nehmen die RTs bei Nicht-Übereinstimmung beider Größen zu. Außerdem zeigen neuronale Studien, dass die Repräsentationen von Objektgrößen objektsbasiert und unabhängig von der retinalen Größe sind (Konkle & Oliva, 2012b). Da die Vpn in Experiment 1.2 keine Entscheidung über die Größe des präsentierten Basketballers geben sollten und da die Repräsentationen seiner Größe unabhängig von der retinalen Größe ist, konnte der Sehwinkel den BTE nicht beeinflussen.

Die Ergebnisse der ersten Experimentalreihe verdeutlichen den Zusammenhang zwischen Wahrnehmung und Handlung im Sport. Dass der Präsentationkontext und der Sehwinkel keinen Einfluss auf den BTE haben, unterstützt die traditionelle Annahme zur visuellen Wahrnehmung, wonach der Wahrnehmungsprozess als ein in sich geschlossener Prozess verstanden wird (Fodor & Pylyshyn, 1981). Demnach läuft die Verarbeitung aller Stimuli in der gleichen Art und Weise ab. Die Stimuli können den Wahrnehmungsprozess nicht beeinflussen, auch wenn sie in unterschiedlichen Präsentationskontexten präsentiert werden, oder wenn sie unter unterschiedlichen Sehwinkeln betrachtet werden. Diese Annahme zum Zusammenhang zwischen Wahrnehmung und Handlung, dass der Wahrnehmungsprozess nicht beeinflussbar ist, ist nicht mehr annehmbar, denn viele Untersuchungen zeigen, dass z. B. die Expertise die Wahrnehmung von Spielsituation verbessert. Die Experten können Spielsituationen und Bewegungen besser als Novizen antizipieren (siehe z. B. Abernethy, 1990a). Ein Teil dieser Überlegenheit der Experten ist das Resultat langjährigen perzeptuellen Lernens, welches durch Beobachtungen von Spielsituationen und Bewegungen in der Vergangenheit gebildet wurde (Shiffrar & Heinen, 2010). Die Beeinflussbarkeit der Wahrnehmung durch andere Faktoren, wie motorische Expertise, lässt sich durch die Theorien der *embodied perception* erklären. Diese Theorien gehen davon aus, dass die Wahrnehmungsfähigkeit von der motorischen Fähigkeit abhängt und dass die Wahrnehmung eng mit der Handlung verknüpft ist (Prinz, 2010). Demnach können Basketballspieler Bewegungen anderer Basketballspieler besser als Nicht-Basketballspieler wahrnehmen und antizipieren, weil sie ein motorisches System haben, welches ihnen die Reproduktion und die Imitation von den gleichen Bewegungen ermöglicht (Shiffrar & Heinen, 2010). So können die gespeicherten Informationen im motorischen System die Wahrnehmung von denjenigen Bewegungen beeinflussen, welche der Beobachter ausführen kann (Shiffrar & Heinen, 2010). In einer Untersuchung von Hohmann, Troje, Olmos und Munzert (2011) wurde die Fragestellung geprüft, ob die motorische und visuelle Expertise die Bewegungswahrnehmung im Sport beeinflussen können. Mithilfe von der point-light-Technik

wurden den Vpn (10 Experten und 19 Novizen) verschiedene Dribblings aus dem Basketball präsentiert. In Experiment 1 hatten die Vpn die Aufgabe, die einzelnen Dribblings zu identifizieren. Im Vergleich zu Novizen zeigten die Basketball-Experten eine bessere Wahrnehmungsleistung. Sie konnten die einzelnen Dribblings besser, d. h. schneller und genauer als Novizen identifizieren. Sie zeigten aber die gleiche Wahrnehmungsleistung unabhängig davon, ob sie ihre eigene Dribblings oder die von Mitspielern oder fremden Personen dargebotenen Dribblings beobachteten. In Experiment 2 sollten die Vpn die handelnde Person und nicht die Handlung erkennen. Die Experten zeigten einen kleinen Unterschied in der Identifikation von Mitspielern und Fremdspielern. Sie konnten dennoch ihre eigenen Bewegungen von den Bewegungen der Mitspieler sehr gut unterscheiden. Die Ergebnisse von Hohmann et al. (2011) unterstützen die Annahme, dass sich die motorische Expertise auf die Handlungswahrnehmung auswirken kann.

Die Befunde aus den neurophysiologischen Studien unterstützen die Theorien der *embodied perception* und den Zusammenhang zwischen Wahrnehmung und Handlung. Saygin, Wilson, Hagler, Bates und Sereno (2004) zeigten eine erhöhte Aktivität im prämotorischen Kortex bei der Beobachtung von Bewegungen, welche von anderen Menschen ausgeführt werden. Die Entdeckung von Spiegelneuronen liefert ebenfalls weitere Hinweise für den Zusammenhang zwischen Wahrnehmung und der Handlung. So sind diese Neurone sowohl bei der Ausführung einer Bewegung als auch bei der Beobachtung der gleichen Bewegung aktiviert (Rizzolatti, Fogassi & Gallese, 2001). Andere Studien zeigten, dass sich die Wahrnehmung einer Bewegung verschlechtert, wenn sie gleichzeitig ausgeführt und wahrgenommen wird (Jacobs & Shiffrar, 2005). Dies bestätigt die Annahme, dass die Wahrnehmung und die Handlung eine gemeinsame Repräsentationsebene, nämlich die *common-coding*-Ebene teilen (Prinz, 2010). Das könnte im Falle der Wahrnehmung von Täuschungshandlungen im Sport bedeuten, dass das motorische Training von Täuschungen ihre Wahrnehmung verbessern sollte.

11.2 Der Einfluss der Steigerung der Antwortkomplexität auf den Blicktäuschungseffekt

Das Verfahren in der zweiten Experimentalreihe ermöglicht sowohl die Reaktionszeiten (RT) als auch die Bewegungszeiten (BZ) zu messen. Dieses Verfahren entspricht weitestgehend den realen Rahmenbedingungen der Blicktäuschung im Basket-

ball aus zwei Aspekten. Zum einen gaben die Vpn ihre Antwort durch eine Ganzkörperbewegung. Die Vpn mussten einen seitlichen Ausfallschritt ausführen, um auf die Passrichtung zu reagieren. Diese Bewegung entspricht der Imitation einer Abwehrbewegung und ist deutlich komplexer als ein Tatendruck. Zum anderen wurden die statischen Bilder durch dynamische Reize, also durch Videosequenzen, ersetzt. Der Vorteil von dynamischen Reizen besteht darin, dass sie Informationen über die Bewegungsrichtung, Trajektorien, Geschwindigkeit und Beschleunigung von Körperteilbewegungen liefern können.

Es konnte gezeigt werden, dass sich die Steigerung der Antwortkomplexität auf den BTE nicht auswirkt. Der BTE trat sowohl bei der einfachen als auch bei der komplexen Antwort auf. Außerdem wurde der BTE in den Bewegungszeiten (BZ) bei der Präsentation dynamischer Stimuli beobachtet. Die Vpn brauchten im Falle einer Blicktäuschung mehr Zeit zur Ausführung der Abwehrbewegung als im Falle eines Direktpasses. Der BTE bei den Bewegungszeiten lässt sich auf die Videosequenzen zurückführen. Bei der Präsentation von Videosequenzen könnte es sein, dass das irrelevante Reizmerkmal eine Handlung in die gleiche Richtung (in die Blickrichtung) bahnte. Im Falle eines Direktpass bahnte der Blick eine Handlung in die richtige Richtung, da die Blickrichtung mit der Passrichtung übereinstimmte. Folglich kann die gebahnte Handlung schnell ausgeführt werden. So nehmen die BZ ab. Im Falle einer Blicktäuschung bahnte der Blick eine Handlung in die falsche Richtung.

Der Blicktäuschungseffekt bei der RT und BZ (bei dynamischen Reizen) lässt sich durch das Modell der dimensionalen Überlappung nach Kornblum et al. (1990) und die Modellerweiterung nach Kornblum und Lee (1995) erklären. Das Modell geht von drei Stufen aus. Diese sind 1) die Reizverarbeitungsstufe, 2) die Reaktionsauswahlstufe und 3) die Reaktionsausführung. In der ersten Stufe wird zunächst der Reiz, d. h. die Blicktäuschung, identifiziert. Dabei werden alle Reizmerkmale, d. h. der Blick und der Pass, verarbeitet und enkodiert. Im Falle einer Blicktäuschung werden die Informationen aus dem Blick in „Blick-Kode“ und die Informationen aus dem Pass in „Pass-Kode“ in einem Stimulus-Vektor (S.V.) gespeichert. Der Stimulus-Vektor stellt das Ende der ersten Stufe, d. h. der Reizverarbeitungsstufe und den Beginn der zweiten Stufe, d. h. der Reaktionsauswahlstufe, dar. Da bei einem Direktpass keine Überlappung zwischen den Informationen aus dem Blick und den Informationen aus dem Pass besteht, wird nur ein gemeinsamer Kode im Stimulus-Vektor gebildet und an die zweite

Stufe weitergeleitet. Bei einer Blicktäuschung stimmen die Informationen aus dem Blick mit den Informationen (irrelevante Informationen) aus dem Pass (relevante Informationen) nicht überein. Daher kommt es zu einem Stimulus-Stimulus-Konflikt. Es wird sowohl für die irrelevante Information „Blick-Kode“ als auch für die relevante Information „Pass-Kode“ jeweils ein eigener Kode gebildet. Zur Lösung des Konfliktes muss überprüft werden, ob die beiden Kodes identisch sind. Weisen die beiden Kodes die gleiche Identität auf, wie es bei einem Direktpass der Fall ist, wird ein gemeinsamer Kode im Stimulus-Vektor gespeichert und an die zweite Stufe weitergeleitet. Weisen sie hingegen verschiedene Identitäten auf, muss zunächst der relevante Kode, d. h. der „Pass-Kode“ identifiziert werden. Dieser zusätzliche Identifizierungsschritt kostet Zeit. Daher nehmen die RT bei einer Blicktäuschung im Vergleich zu einem Direktpass zu (siehe Abbildung 74)

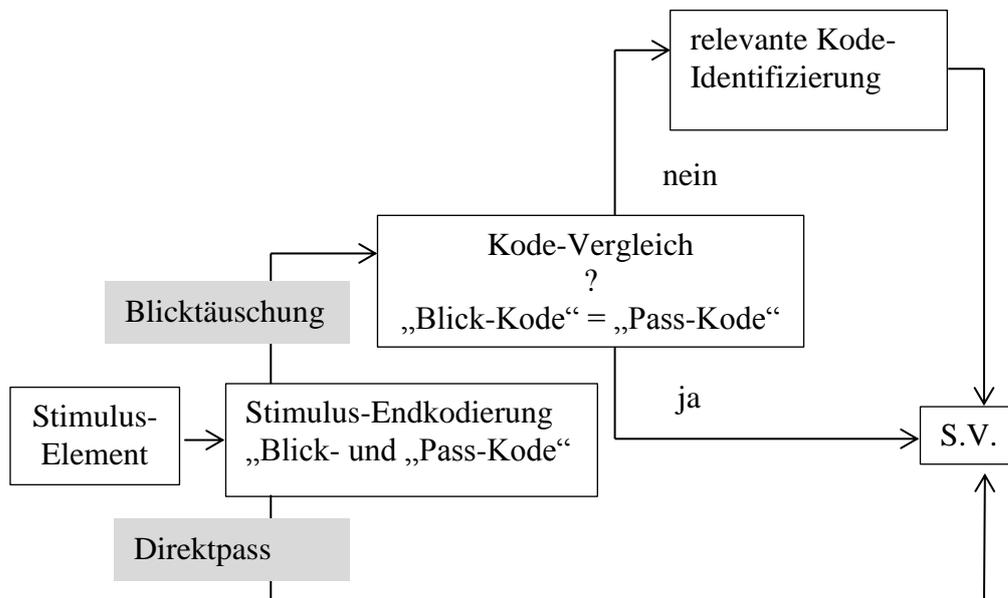


Abbildung 74. Der Prozess der Reidentifizierung am Beispiel einer Blicktäuschung bzw. einem Direktpass in Basketball. Stimulus-Vektor umfasst Blick- und Pass-Kode (modifiziert nach Kornblum und Lee, 1995, S. 858).

Nach der Reizverarbeitungsstufe beginnt die Bewegungsausführung. Aufgrund der neuen eingehenden Informationen (d. h. den weiterlaufenden Videosequenzen) kann es sein, dass der Blick eine Handlung in dieselbe Richtung bahnt (d. h. Bewegung in Blickrichtung). Die Verarbeitung des Blicks erfolgt auf einer automatischen Route. Dabei wird eine Handlung (d. h. Bewegung in Blickrichtung) ausgewählt und programmiert. Danach wird diese Handlung verifiziert, ob sie mit der intendierten Handlung (d. h. Bewegung in die Passrichtung) übereingestimmt. Stimmen die automatische aktivierete Handlung (d. h. Bewegung in Blickrichtung) und die intendierte aktivierte Handlung

(d. h. Bewegung in die Passrichtung) überein, wird die Handlung durchgeführt. Diese Übereinstimmung tritt im Falle eines Direktpasses auf. Daher wird die Abwehrbewegung bei einem Direktpass schnell durchgeführt. Liegt aber die Übereinstimmung nicht vor, d. h. fällt der Verifikationsprozess negativ aus, wie es bei einer Blicktäuschung der Fall ist, kommt es zu einem Konflikt zwischen der geplanten Handlung (Bewegung in Blickrichtung) und der intendierten Handlung (Bewegung in Passrichtung). Die automatisch aktivierte Handlung (d. h. Bewegung in Blickrichtung) muss abgebrochen bzw. revidiert und die intendierte Handlung durchgeführt werden. Die Bewegungsausführung nimmt mehr Zeit in Anspruch, da vermutlich eine initiale Verlagerung des Körperschwerpunkts zur falschen Seite korrigiert werden muss (vgl. Schütz et al., 2013). Daher nehmen die BZ bei einer Blicktäuschung im Vergleich zu einem Direktpass zu (siehe Abbildung 75).

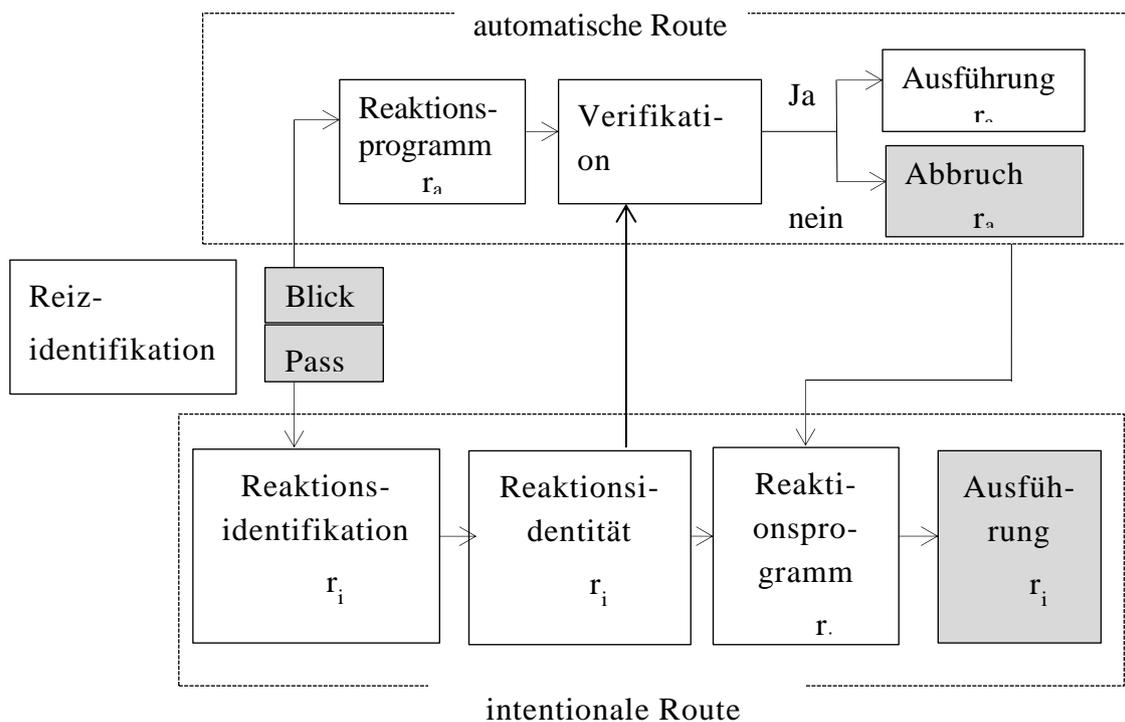


Abbildung 75: Die Entstehung eines Konflikts zwischen der automatischen aktivierten Handlung auf der automatischen Route aufgrund der Blickrichtung und zwischen der intentionalen Handlung aufgrund der Passrichtung bei einer Blicktäuschungen (modifiziert nach Hommel & Nattkemper, 2011, S. 80).

11.3 Der Einfluss der Häufigkeitsverteilung auf den Blicktäuschungseffekt

Die Ergebnisse der dritten Experimentalreihe zeigen, dass die Häufigkeitsverteilung, mit der eine Blicktäuschung auftritt, den BTE und seine Größe moduliert. Diese Modulation lässt sich auf die RTs und die BZ sowie bei der Präsentation von statischen und dynamischen Stimuli finden. Bei der Präsentation statischer Stimuli verschwand der BTE mit der Zunahme der Häufigkeitsverteilung (75% und 90%). Mit der Abnahme der Häufigkeitsverteilung (10% und 25%) nahm der BTE zu. Bei dynamischen Stimuli wurde hingegen nur eine Modulation der Effektgröße beobachtet. D. h. die Blicktäuschung war in allen Gruppen wirksam, jedoch in unterschiedlichen Größen. Demnach war der BTE bei 20% Blicktäuschungen größer als bei 50% und bei 80% Blicktäuschungen. Die Ergebnisse der dritten Experimentalreihe replizieren den Befund von Alhaj Ahmad Alaboud et al. (2012) und stimmen mit anderen Befunden aus der kognitionspsychologischen Forschung überein (siehe z. B. Gratton et al., 1992).

Die Abnahme des BTEs bei hohen Häufigkeitsverteilungen könnte auf die strategische Anpassung der Vpn an die globalen Kontextinformationen (die Häufigkeitsverteilungen) der Blicktäuschung hindeuten, denn die Vpn tendieren dazu, beim seltenen Vorkommen einer Blicktäuschung (z. B. 10% oder 20%) die relevante und irrelevante Information parallel zu verarbeiten. D. h. die Vpn bemühen sich nicht die irrelevante Information (die Blickrichtung) zu unterdrücken, da die irrelevante Information meistens mit der richtigen Reaktion assoziiert ist. Dieses Reaktionsverhalten führt zu schnellen RTs und einem großen BTE. Werden hingegen Blicktäuschungen häufiger präsentiert (z. B. 80% und 90%), versuchen die Vpn, sich auf die relevante Information (die Passrichtung) zu fokussieren, da die irrelevante Information bei einem hohen Anteil an Blicktäuschungen häufig mit der falschen Reaktion assoziiert ist. Die Vpn versuchen daher sie zu unterdrücken. Dieses Reaktionsverhalten führt zu langsameren RTs aber zu einem kleinen BTE. Es scheint daher, dass die globale Kontextinformation, d. h. die Häufigkeitsverteilung von Blicktäuschungen, die Verarbeitungsstrategie der Vpn beeinflusst. Wissen die Vpn, dass eine Blicktäuschung selten vorkommt, wird die parallele Verarbeitung der relevanten und irrelevanten Information aktiviert. Bei der parallelen Verarbeitung reagieren die Vpn auf das „erstbeste“ Reizmerkmal. Dies kann im Falle einer Blicktäuschung die Blick- oder Passrichtung sein. Werden Blicktäuschungen selten präsentiert (z. B. 10% oder 20%), erleichtert die parallele Verarbeitung die Reakti-

onsauswahl bei einem Direktpass, da die Blickrichtung mit der Passrichtung häufig übereinstimmt (bei 10% Blicktäuschungen stimmen die Blick- und Passrichtung in 90% der Fälle überein). Bei einer Blicktäuschung erschwert die parallele Verarbeitung die Reaktionsauswahl, da die Blick- und Passrichtung nicht übereinstimmend sind (vgl. Wühr & Kunde, 2008). Daher führt die parallele Verarbeitung zu einem großen BTE. Wissen die Vpn aber, dass die Blicktäuschung häufiger vorkommt, wird die fokussierte Verarbeitung der relevanten Information aktiv. Bei der fokussierten Verarbeitung fokussieren die Vpn ihre Aufmerksamkeit auf das relevante Reizmerkmal (die Passrichtung). Dieser Wechselung auf die fokussierte Verarbeitung erleichtert die Reaktionsauswahl, wenn eine Blicktäuschung sehr häufig gezeigt wird. Der BTE nimmt daher bei hohen Häufigkeitsverteilungen ab.

Außerdem könnten die Vpn implizit „Regeln“ zwischen den irrelevanten Reizinformationen und Antworten entwickeln (*contingency hypothesis*, Schmidt & Besner, 2008). Werden wenige Durchgänge mit Blicktäuschungen, also nur wenige inkongruente Durchgänge präsentiert, so bedeutet dies, dass beispielsweise ein Blick nach links häufig auch mit einem Pass in die gleiche Richtung einhergeht. Benutzen nun die Vpn die Blickrichtung, um die (kongruente) Passrichtung vorauszusagen, verbessert das die Leistung in kongruenten Durchgängen und verschlechtert das Antwortverhalten in inkongruenten Durchgängen (d. h., der Täuschungseffekt ist groß). Ist der Anteil der Blicktäuschungen sehr hoch, geht beispielsweise ein Blick nach rechts häufiger mit einem Pass nach links einher als mit einem Pass nach rechts. Wird nun die Blickrichtung zur Vorhersage der (inkongruenten) Passrichtung benutzt, verschlechtert sich die Leistung bei kongruenten Durchgängen, erleichtert jedoch die Antwort auf inkongruente Durchgänge. Dadurch fällt der Kongruenzeffekt (BTE) geringer aus.

Der gefundene Sequenz-Effekt, sowohl bei der Präsentation von statischen als auch von dynamischen Stimuli, könnte auch die Abnahme des BTEs bei einer hohen Häufigkeitsverteilung von Blicktäuschung erklären. Der Sequenz-Effekt beschreibt die Abnahme des BTEs nach einer wiederholten Blicktäuschung. Die Modulation des BTEs kann demnach dadurch erklärt werden, dass die Konstellation von zwei aufeinanderfolgenden inkongruenten Durchgängen entsprechend häufiger vorkommt, wenn in einem Block viele inkongruente Bedingungen präsentiert werden. Die Abnahme der RT bei einer niedrigen Häufigkeitsverteilung (20%) bei dynamischen Reizen im Vergleich zu 50% und 80% Blicktäuschungen lässt vermuten, dass die Modulation des BTEs an der

strategischen Anpassung der Vpn an die verfügbaren globalen Kontextinformationen (d. h. die Häufigkeitsverteilung) liegt. Die globale Kontextinformation beeinflusst die RT und auch die Verarbeitungsstrategien der relevanten und irrelevanten Information in einer Art der Aufmerksamkeitsgewichtung (vgl. Alhaj Ahmad Alaboud et al., 2012). Bei niedriger Häufigkeitsverteilung von Blicktäuschung schenken die Vpn der selten dargebotenen irrelevanten Information (die Blickrichtung) mehr Aufmerksamkeit als üblich. Daher nimmt der BTE zu. Bei einer hohen Häufigkeitsverteilung von Blicktäuschungen schenken die Vpn der relevanten Information mehr Aufmerksamkeit. Daher nimmt der BTE ab.

11.4 Das Blickverhalten bei der Betrachtung einer Blicktäuschung

Bei der Präsentation statischer Stimuli unterscheiden sich die Anzahl und die Dauer der Fixationen bei einer Blicktäuschung nicht von der Fixationsanzahl und -dauer bei einem Direktpass. Die Vpn fixierten eine Blicktäuschung gleich lang und gleich häufig wie einen Direktpass. Bei der Ausgangsfixation „Kopf“ nahm die Gesamtdauer der Fixationen zu. Die Fixationsanzahl und die Amplitude der Sakkaden nahmen aber ab. Dies ist ein Hinweis für die Bedeutsamkeit des Kopfes als wichtige Quelle der relevanten Informationen bei der Verarbeitung einer Blicktäuschung. Zwar sind die Informationen über die Kopforientierung für die Aufgabe irrelevant. Der Ball (die relevante Information) wurde aber auf der gleichen Höhe des Kopfes präsentiert. Die Analyse der Blickpfade zeigt, dass die Vpn einen Punkt im Toleranzbereich fixieren, wo das Fixationskreuz gezeigt wird. Sie halten diese Fixation aufrecht, bis sie ihre Antwort geben. Diese Analyse zeigt keine *offene* Aufmerksamkeitsverschiebung. Das Ausbleiben einer Aufmerksamkeitsverschiebung bei statischen Stimuli lässt mehrere Erklärungsansätze zu.

Zum einen kann das Ausbleiben einer Aufmerksamkeitsverschiebung aufgrund der Stimuli erklärt werden, denn nur die Darbietung von Stimuli mit komplexen Informationen können zur Verschiebung der Aufmerksamkeit führen (Gervais et al., 2010). Es könnte daher sein, dass die Blickrichtung bzw. die Passrichtung bei der Präsentation statischer Stimuli keine komplexen Informationen beinhalten, um eine offene Aufmerksamkeitsverschiebung herbeizuführen, denn die Vpn sollten nur entscheiden, ob der Pass nach links oder nach rechts erfolgte. Zum zweiten kann die Stelle, wo die Stimuli

präsentiert werden, eine wichtige Rolle beim Ausbleiben der Aufmerksamkeitsverschiebung spielen. Bei der Untersuchung von Blicktäuschungen im Basketball werden die Stimuli in jedem Durchgang an derselben Stelle (immer mittig) dargeboten. So wird die relevante Information bei einem Pass nach links mit oder ohne Blicktäuschung immer auf der gleichen Stelle (d. h. links) präsentiert. Auch bei einem Pass nach rechts mit oder ohne Blicktäuschung wird die relevante Information immer auf der gleichen Stelle (d. h. rechts) präsentiert. Da die Vpn den Erscheinungsort der relevanten Information schon vor Erscheinen des Stimulus vorhersagen können (50% nach links 50% nach rechts), tendieren sie dazu einen Punkt zu fixieren, von dem aus sie beide möglichen Erscheinungsorte der relevanten Information „im Blick“ haben können. In diesem Fall fixieren die Vpn einen Punkt im Toleranzbereich. So können sie die relevante Information peripher wahrnehmen. Daher wird bei diesem Blickverhalten keine Verlagerung der Aufmerksamkeit beobachtet.

Ein solches Blickverhalten bei der Verarbeitung einer Blicktäuschung unter der Präsentation statischer Bilder kann durch das „*Gummilinsen-Modell*“ (engl. „*zoom lens model*“) der Aufmerksamkeit nach Eriksen und St. James (1986) erklärt werden. Das Modell geht davon aus, dass die Aufmerksamkeit wie eine variable Gummilinse (*zoom lens*) funktioniert. So kann die Aufmerksamkeit entweder auf einen kleinen Bereich verengt (fokussierte Einstellung) oder auf einen weiten Bereich (unfokussierte Einstellung) eingestellt werden (Müller et al., 2015; Ansorge & Leder, 2017; Eriksen & St. James, 1986). Da die Vpn die Aufgabe haben, eine Entscheidung über die Passrichtung unter Zeitdruck abzugeben, nutzen sie vermutlich die unfokussierte Einstellung und erweitern ihre Aufmerksamkeit, sodass sie die beiden Passrichtungen, d. h. der Pass nach rechts und Pass nach links, gleichzeitig „im Blick“ haben. Führt die unfokussierte Einstellung der Aufmerksamkeit zur richtigen Antwort, d. h., reagieren die Vpn richtig auf die Passrichtung, nutzen sie die unfokussierte Einstellung in jedem Durchgang. Sie müssen demnach ihre Aufmerksamkeit nicht auf einen kleinen Bereich (d. h. direkt auf die Passrichtung) fokussieren (fokussierte Einstellung). So bleibt der Übergang von einer unfokussierten auf eine fokussierte Einstellung der Aufmerksamkeit aus. Dementsprechend kann eine Verschiebung der Aufmerksamkeit bei der Verarbeitung einer Blicktäuschung unter der Verwendung von statischen Bildern nicht beobachtet werden. Das Gummilinsen-Modell der Aufmerksamkeit wurde auch zur Erklärung der Sequenzeffekte bei der Erikson-Aufgabe diskutiert (siehe z. B. Eriksen & Eriksen, 1974; Eriksen & Yeh, 1985; Eriksen und St. James, 1986).

Bei der Präsentation dynamischer Stimuli konnte hingegen eine Verschiebung der Aufmerksamkeit festgestellt werden, denn die Anzahl der Sakkaden auf die Passrichtung (den relevanten Reiz) nahm mit der Zunahme der gesamten Anzahl der Sakkaden zu. Diese Verschiebung kann auf die Komplexität der Stimuli zurückgeführt werden. Bei der Präsentation von dynamischen Stimuli müssen die Vpn ständig relevante Informationen verarbeiten und irrelevante Informationen ignorieren. Diese Selektion der Informationen erfordert vermutlich eine fokussierte Einstellung der Aufmerksamkeit auf die relevante Information (die Passrichtung). Um auf die Passrichtung richtig zu reagieren, müssen die Vpn die Ballverlagerung vom Hüftbereich (Ausgangsposition) bis auf die Schulterhöhe nach links oder nach rechts verfolgen. Da sich die Position des Balls währenddessen von einem zu dem anderen Zeitpunkt ändert, ändert sich auch die Stelle der fokussierten Einstellung der Aufmerksamkeit. Demnach müssen die Vpn mehrere Stellen fixieren, bevor sie auf die Passrichtung reagieren. Im Vergleich zum Gummilinsen-Modell funktioniert die Aufmerksamkeit bei der Präsentation dynamischer Reize wie ein *Lichtkegel* (engl. „spotlight“), dessen Durchmesser fest ist (Krummenacher & Müller, 2016). Demnach kann der Fokus der Aufmerksamkeit über die visuellen Umgebungsreize verschoben werden. Im Falle einer Blicktäuschung hebt der Fokus der Aufmerksamkeit die Ballposition bzw. die Passrichtung von einem zu dem anderen Zeitpunkt gegenüber nicht beachteten Bereichen, wie z. B. die Blickrichtung, hervor (Norman, 1968).

11.5 Ursprung der Blicktäuschungseffekt im Basketball

Die bisherigen Befunde zum Blicktäuschungseffekt bestätigen die Annahme, dass der BTE aufgrund der automatischen Mitverarbeitung eines irrelevanten Reizmerkmals (die Blicktäuschung) in einer frühen perzeptuellen Informationsverarbeitungsstufe entsteht (Kunde et al., 2011; Alhaj Ahmad Alaboud et al., 2012; Weigelt et al., 2017; Güldenpenning et al., 2017). Das irrelevante Reizmerkmal (die Blickrichtung) aktiviert demnach eine entsprechende Reaktion (in die Blickrichtung). Bei einem Direktpass stellt die aktivierte Reaktion aufgrund des irrelevanten Reizmerkmals kein Problem dar, da das irrelevante Reizmerkmal (die Blickrichtung) mit dem relevanten Reizmerkmal (die Passrichtung) übereinstimmt. Die Blickrichtung aktiviert eine kompatible Reaktion mit dem relevanten Reizmerkmal. Daher erfolgen die Reaktionen auf einen Direktpass schneller und genauer. Bei einer Blicktäuschung aktiviert die Blick-

richtung eine inkompatible Reaktion. Daher entsteht ein Reaktionskonflikt zwischen dem relevanten Reizmerkmal (die Passrichtung) und dem irrelevanten Reizmerkmal (die Blickrichtung). Um richtig auf die Passrichtung zu reagieren, muss der Reaktionskonflikt gelöst werden. Die Lösung des Konfliktes kostet Zeit, daher erfolgen RT auf eine Blicktäuschung langsamer und fehleranfälliger (Wühr & Kunde, 2008). Die automatische Mitverarbeitung des irrelevanten Reizmerkmals erklärt auch andere Kongruenz-Effekte. Der Stroop-Effekt wird dadurch erklärt, dass die irrelevante Bedeutung des Farbwortes automatisch mitverarbeitet und die relevante Benennung der Farbe des Farbwortes erschwert (Stroop, 1935). Bei der Simon-Aufgabe erschwert der irrelevante Erscheinungsort die Reaktion auf die relevante Information, wenn die Reizposition mit der Reaktionsposition *räumlich* nicht übereinstimmt (z. B. Hommel et al., 2004).

Die Ergebnisse des Experimentes 4.2 liefern aber einen alternativen Erklärungsansatz zum Kongruenz-Effekt bzw. zum Blicktäuschungseffekt im Basketball. Es wurde eine offene Verlagerung der Aufmerksamkeit beobachtet. Bei einem Direktpass wird die Aufmerksamkeit aufgrund der Blick-Pass-Kompatibilität mehr in die Passrichtung verlagert. Diese Verlagerung erleichtert die Reaktion auf die Passrichtung. Deswegen erfolgen die Reaktionen auf einen Direktpass schnell. Bei einer Blicktäuschung wird die Aufmerksamkeit aufgrund der Blick-Pass-Inkompatibilität mehr in die Blickrichtung verlagert. Dies spricht für die Ablenkung der Aufmerksamkeit in die Richtung des irrelevanten Reizmerkmals. Diese Verlagerung der Aufmerksamkeit erschwert die Reaktionen auf die Passrichtung. Daher reagieren die Vpn auf eine Blicktäuschung langsam. Der Unterschied in den RT bildet den Blicktäuschungseffekt.

Die beobachtete Aufmerksamkeitsverlagerung in die Blickrichtung steht zum einen im Einklang mit den Befunden der Untersuchungen aus der Sozialpsychologie, dass die Blickrichtung als ein starker sozialer Hinweisreiz die Aufmerksamkeit des Betrachters ablenken kann (Langton, 2000; Langton & Bruce, 1999; Langton et al., 1996). Zum anderen wirft diese Beobachtung die folgende Frage auf: Entsteht der Blicktäuschungseffekt aufgrund der automatischen Mitverarbeitung der Blickrichtung? oder eher aufgrund der Aufmerksamkeitsverlagerung in die Blickrichtung? Die Ergebnisse des Experimentes 4.2 lassen vermuten, dass sich der BTE bei dynamischen Reizen (z. B. Videos) aufgrund der Aufmerksamkeitsverlagerung in die Blickrichtung erklären lässt. Diese Verlagerung ist beobachtbar, denn sie ist mit Augenbewegungen und dem Fixationsort verbunden. Der Fixationsort deutet demnach auf den Aufmerksamkeitsort hin. Bei den sta-

tischen Bildern sind zwei Hypothesen annehmbar. Die Blickrichtung kann zum einen automatisch mitverarbeitet werden und zur Verlangsamung der Reaktionen auf eine Blicktäuschung führen. Die Blickrichtung bei einer Blicktäuschung kann wie andere irrelevanten Informationen bei den Konfliktaufgaben funktionieren. Zum andern kann die Blickrichtung eine *verdeckte* Aufmerksamkeitsverlagerung herbeiführen, denn der Fixationsort deutet nicht immer auf den Aufmerksamkeitsort hin (Bellebaum et al., 2012). Daher ist es möglich, dass die Blickrichtung zu einer *verdickten* Aufmerksamkeitsverlagerung führen kann.

11.6 Kritik an der vorliegenden Arbeit

Das Vorgehen in der vorliegenden Arbeit lässt sich dadurch kritisieren, dass man den Übergang von den üblichen Experimenten am PC (statische Stimuli und einfache Reaktion) auf eine quasi-realistischen Rahmenbedingung der Blicktäuschung (dynamische Stimuli und komplexe Reaktionen) optimieren könnte. Man hätte den Einfluss der Steigerung der Antwortkomplexität auf den BTE bei der Präsentation dynamischer Stimuli untersuchen können. Wie in Experiment 2.1, wo statische Stimuli auf einer Leinwand präsentiert und die Antwortkomplexität (einfach vs. komplex) moduliert wurde, hätte man den Einfluss der Steigerung der Antwortkomplexität bei der Präsentation dynamischer Stimuli untersuchen können. Durch einen Innersubjektvergleich der Antwortkomplexität (einfach vs. komplex) unter Verwendung dynamischen Bildmaterials hätte man so in Kombination mit Experiment 2.1 ein vollständiges Versuchsdesign realisieren können.

Ein weiterer Kritikpunkt stellen die in dieser Arbeit verwendeten dynamischen Stimuli (Videos) dar. Trotz einer strengen Kontrolle des zeitlichen Verlaufs der Videos von Blicktäuschungen und Direktpassen, welche sich auf die RT auswirken können, lässt sich das Videomaterial kritisieren. Zum einen zeigt die Frisur des Basketballspielers, welcher auf den Videos zu sehen ist, zum Zeitpunkt 0 (d. h. vor der Ausführung des Passes) immer in die Passrichtung. Die Vpn hätten die Frisur als Hinweisreiz auf die Passrichtung nutzen können, um ihre Entscheidung über die Passrichtung abzugeben, da die „Frisur-Richtung“ mit der Passrichtung immer übereinstimmt. Hätten die Vpn die Frisur als Hinweisreiz auf die Passrichtung tatsächlich genutzt, hätten die RTs insgesamt abgenommen, dann hätten die Vpn sowohl auf eine Blicktäuschung als auch auf einen Direktpass gleich schnell reagiert und der BTE wäre deswegen ausgeblieben oder

zumindest deutlich verringert. Zum anderen überkreuzt sich das freie Bein mit dem Standbein bei der Ausführung einer Blicktäuschung, sodass die Fußstellung bzw. die Bewegung des freien Beines bei einer Blicktäuschung immer inkongruent zu der Passrichtung ist. Diese Bewegung könnte eine Reaktion in die falsche Richtung bahnen (Gervais et al., 2010; Güldenpenning et al., 2013). Gelingt den Vpn nun die gebahnte Reaktion aufgrund der Beinbewegung zu unterdrücken bzw. zu hemmen, steigen die RTs. Gelingt es den Vpn nicht die gebahnte Reaktion zu unterdrücken, setzt sich sie durch. Daher nehmen die Reaktionsfehler und der BTE zu, wenn die Ausgangsfixation „Füße“ ist. Ein weiterer Kritikpunkt bezüglich der Stimuli ist, dass nur ein männlicher Basketballspieler dargestellt wurde. Blicktäuschungen werden jedoch von männlichen und weiblichen Basketballspielern ausgeführt, genauso wie weibliche und männliche Vpn getestet werden. Daher könnte man auch Blicktäuschungen von Basketballspielerinnen präsentieren. Außerdem stellt die abgebildete Blicktäuschungssituation eine sehr abstrakte Situation dar, in welcher nur der ausführende Spieler zu sehen ist. In der realen Spielsituation sind meist mehrere Spieler zumindest indirekt beteiligt. Es könnten daher Mit- und Gegenspieler neben dem ausführenden Spieler stehen. Diese könnten wie Flankierreize funktionieren, welche die Reaktionen auf die Passrichtung begünstigen oder beeinträchtigen.

Die Verschiebung des Fixationskreuzes auf der y-Achse in Experiment 4.1 und 4.2 kann auch kritisiert werden. Diese Verschiebung hat den Vorteil, dass man die Ausgangsfixation kontrollieren kann. Dennoch hat das Vorgehen den Nachteil, dass das Fixationskreuz wie ein *Cue* funktionieren könnte. Wird das Fixationskreuz auf dem Kopf bei der Präsentation von statischen Bildern bzw. auf dem Hüftbereich bei dynamischen Stimuli (relevante Bereiche zur Verarbeitung einer Blicktäuschung) präsentiert, ist das Fixationskreuz ein valider Cue, da er mit einer großen Wahrscheinlichkeit auf den Ort des relevanten Reizmerkmals hindeutet. Wird das Fixationskreuz hingegen auf andere Bereiche, wie z. B. die Füße eingeblendet, stellt das Fixationskreuz einen invaliden Cue dar, da er mit einer großen Wahrscheinlichkeit nicht auf den Ort der relevanten Information hindeutet. Diese Verschiebung könnte die RTs beeinflussen, denn die Vpn reagieren bei validen Durchgängen (valide Cues) auf den Zielreiz (hier die Passrichtung) schneller als bei invaliden Durchgängen (invalide Cues) (Ansorge & Leder, 2011; Krummenacher & Müller, 2017; Wentura & Frings, 2013). Man hätte diese mögliche Beeinflussung der RTs vermeiden können, indem man das Fixationskreuz auf einer neutralen Position präsentiert. Man könnte z. B. das Fixationskreuz immer mittig ($x = 0$,

y = 0) präsentieren und die Stimuli selbst oben, unten, links und rechts vom Fixationskreuz zeigen. Diese Vorgehensweise hat zwei Vorteile. Zum einen ist das Fixationskreuz immer ein neutraler Cue, denn er deutet nicht auf den Erscheinungsort der relevanten Information hin. Zum anderen könnte der ungewisse Erscheinungsort der Stimuli zu einer Verlagerung der Aufmerksamkeit führen, da die Vpn die relevanten Informationen suchen müssen.

Außerdem wurde in der vorliegenden Arbeit nur eine Art der Täuschung (d. h. die Blicktäuschung im Basketball) untersucht. Dies hat auf der einen Seite den Vorteil, dass die untersuchte Situation über die Arbeit hinweg konstant blieb. Auf der anderen Seite stellt sich die Frage, ob die gleichen Effekte bei anderen Täuschungen oder Sportarten auftreten. Man könnte daher die Blicktäuschung in andern Sportarten, wie im Fußball oder im Handball, untersuchen, um zu überprüfen, ob der BTE basketballspezifisch ist und ob er sich auf andere Sportarten generalisieren lässt. Darüber hinaus könnte man auch andere Täuschungsarten wie z. B. die Wurfäuschung im Basketball untersuchen.

11.7 Ausblick für zukünftige Studien

Aufbauend auf den Ergebnissen der ersten Experimentalreihe, dass der BTE unabhängig vom Präsentationskontext und dem Schwinkel ist, wäre es für weitere Studien und die Sportpraxis wissenswert den Einfluss des Schwinkels unter einer Fixierung der Größe des Stimulus und der Manipulation des Abstandes zum Stimulus zu untersuchen. Die Ergebnisse könnten Hinweise darauf liefern, ab welchem Abstand zum Gegenspieler eine Blicktäuschung wirksam bzw. unwirksam ist. Basierend auf den Ergebnissen der zweiten Experimentalreihe, dass der BTE in den BZ auftritt, wäre es auch lohnend für zukünftige Studien zu überprüfen, ob der BTE aufgrund eines zweiten Entscheidungsprozesses (d. h. die erste Entscheidung muss revidiert werden) oder aufgrund der Verlagerung der Handlungsplanung auf die Bewegungsausführung zustande kommt. Dabei könnten die Vpn zwei unterschiedliche Strategien verwenden (vgl. Henry et al., 2012). Sie könnten entweder schneller reagieren und ihre Entscheidung über die Passrichtung während der Ausführung der Bewegung geben. Daher nehmen die RT ab und es wird ein großer BTE in den BZ erwartet. Oder sie warten länger, um mehr reliabel Information zu verarbeiten. Dann reagieren sie auf die Passrichtung und führen die Bewegung schnell aus. Daher nehmen die RTs zu und es würde folglich kein BTE in den

BZ erwartet. Daher wäre es interessant zu prüfen, welche der beiden Strategien effizienter ist.

Die Ergebnisse der dritten Experimentalreihe zeigen, dass der BTE bei der Präsentation statischer Bilder in Abhängigkeit von der Häufigkeitsverteilung, mit der eine Blicktäuschung auftritt, abnimmt. Desweiteren wurde nur eine Abnahme der Größe des BTEs bei der Präsentation von dynamischen Reizen beobachtet. Eine Blicktäuschung war bei 20%, 50% und 80% Blicktäuschungen wirksam. Die Ergebnisse stammen allesamt von Basketballnovizen. Eine mögliche Untersuchung für die Zukunft wäre es demnach zu fragen, ob erfahrene Basketballspieler aufgrund ihrer visuellen und/oder motorischen Expertise in der Lage sind, die Blickrichtung bei einer häufigeren Anwendung der Täuschungshandlung zu unterdrücken. In diesem Zusammenhang könnten zukünftige Untersuchungen weiterhin prüfen, ob erfahrene Basketballspieler unterschiedliches Blickverhalten bei der Verarbeitung einer Blicktäuschung unter der Verwendung von statischen bzw. dynamischen Stimuli zeigen, und ob sich ihr Blickverhalten vom dem der Novizen unterscheidet. Eine sehr interessante Frage für zukünftige Untersuchungen bezieht sich auf die Quelle, aus welcher erfahrene Basketballspieler ihre Informationen bei der Verarbeitung der Blicktäuschung extrahieren.

Aufbauend auf der Handlungssimulations-Theorie (Schutz-Bosbach & Prinz, 2007), die besagt, dass die beobachtete Handlung beim Beobachter intern mitsimuliert wird und zur Aktivierung jener Gehirnareale führt, die tatsächlich bei der Ausführung der Handlung aktiviert sind, könnten zukünftige Studien die Fragestellung untersuchen, ob das visuelle und motorische Training einen Einfluss auf den Blicktäuschungseffekt haben könnte. Solche Untersuchungen könnten weitere Erkenntnisse über den Zusammenhang zwischen Wahrnehmung und Handlung liefern. Außerdem könnten sie weitere Indizien für den common-coding-Ansatz (z. B. Prinz, 2010) aus dem sportlichen Kontext liefern, dass sowohl die wahrgenommene, als auch die geplante Handlung auf einer gemeinsamen Ebene repräsentiert werden. Die Untersuchung dieser Fragestellung könnte wie folgt umgesetzt werden: Es könnte eine Interventionsstudie über einen Zeitraum von zwei Wochen durchgeführt werden. Die Vpn werden in eine Beobachter- und eine Ausfühler-Gruppe eingeteilt. Die Beobachter-Gruppe soll Blicktäuschungen nur beobachten (visuelles Training). Die Ausfühler-Gruppe führt hingegen die Blicktäuschungen aus (motorisches Training). Die Vpn beider Gruppen absolvieren zunächst einen Pretest, in dem die Reaktions- und Bewegungszeiten bei der Verarbeitung einer

Blicktäuschung bzw. eines Direktpasses in einem quasi-realistischen Setting (wie im Experiment 2.2) erfasst werden. In der Interventionsphase werden Vpn-Paare (eine Vpn aus der Beobachter-Gruppe und eine Vpn aus der Ausfühler-Gruppe) gebildet, wobei eine Vpn Blicktäuschungen ausführt und die andere Vpn sie beobachtet. Nach der Interventionsphase absolvieren die Vpn einen Posttest. Die Ergebnisse des Pretests und Posttests werden verglichen, um den Einfluss des visuellen und motorischen Trainings auf den BTE zu zeigen. Die Ergebnisse dieser Untersuchung können Empfehlungen für mögliche motorische und/oder visuelle Trainingsprogramme einer Blicktäuschung im Basketball geben.

Außerdem könnten zukünftige Studien die Motorhypothese (Kunde et al., 2011) zur Wirkung von der Blicktäuschung untersuchen. Dabei könnten Hinweise dafür geliefert werden, dass der Blicktäuschungseffekt nicht nur einen perpetuellen, sondern auch einen motorischen Ursprung haben könnte. Zur Untersuchung dieser Fragestellung könnte z. B. eine Kraftmessplatte zum Einsatz kommen, wo die Verlagerung des Körperschwerpunktes bei der Verarbeitung einer Blicktäuschung bzw. eines Direktpasses analysiert werden kann. Sollte der BTE einen motorischen Ursprung haben, könnte die irrelevante Information (die Blickrichtung) den Körperschwerpunkt der Vpn bei einer Blicktäuschung in die falsche Richtung verlagern. Die Vpn müssten dann die falsche Verlagerung des Körperschwerpunktes während der Handlungsausführung korrigieren. Demnach würden sie die Verlagerung des Körperschwerpunktes in die falsche Richtung abbrechen und eine neue Reaktion in die richtige Passrichtung einleiten. Eine solche „motorische Konfliktlösung“ kostet Zeit. Deshalb könnten die Bewegungszeiten aufgrund dieses Konfliktes bei einer Blicktäuschung im Vergleich zu einem Direktpass steigen.

Zukünftige Studien könnten darüber hinaus die Blicktäuschung in anderen Sportarten, wie z. B. im Fußball oder im Handball, untersuchen. Dabei könnten die Wirkmechanismen der Blicktäuschung im Basketball auf andere Sportarten in einem anderen sportlichen Kontext generalisiert werden. Im Vergleich zum Basketball werden die relevanten (die Ballrichtung) und irrelevanten Informationen (die Blickrichtung) z. B. im Fußball in zwei gegensätzlichen Körperregionen (Kopf vs. Fuß) dargeboten. Dabei stellt sich die Frage, ob Vpn andere Strategien bzw. ein anderes Blickverhalten bei der Verarbeitung einer solchen Blicktäuschung nutzen, um richtig auf die Passrichtung zu reagieren. Abschließend kann man in zukünftigen Studien andere Täuschungen, wie

z. B. die Wurffinte im Basketball, untersuchen, um die Fragestellung zu überprüfen, ob diesen Täuschungsarten die gleichen Wirkmechanismen wie bei der Blicktäuschung unterliegen, oder ob sich die kognitive Verarbeitung unterscheidet.

11.8 Implikationen für die Sportpraxis

Die Experimente der vorliegenden Arbeit liefern viele Implikationen für die Sportpraxis. Die Befunde der ersten Experimentalreihe können so für die Sportpraxis von hoher Bedeutung und ein Hinweis auf die *Flexibilität des Einsatzes einer Blicktäuschung* sein. Die Blicktäuschung ist somit unter unterschiedlichen Entfernungen zum Gegner und bei unterschiedlichem Sehwinkel wirksam. Dies gewährleistet den Erfolg der Blicktäuschung in Spielsituationen unter sich ständig wechselnden Bedingungen. Sowohl bei einer geringen (70 cm) als auch bei einer großen (210 cm) Entfernung bleibt die Blicktäuschung wirksam. Auch unter unterschiedlichen Sehwinkeln sind die Reaktionen auf eine Blicktäuschung langsamer als auf einen Direktpass. Diese Flexibilität des Einsatzes einer Blicktäuschung ist für die Täuschenden von Vorteil und für die zu Täuschenden von Nachteil, welche immer für eine Blicktäuschung unter unterschiedlichen Präsentationskontexten und Sehwinkeln anfällig sind.

Die Befunde der zweiten Experimentalreihe liefern zum einen Hinweise für die Übertragbarkeit der Ergebnisse (unter quasi-realistischen Rahmenbedingungen: dynamische Reize und komplexe Antwortmodalität) der Blicktäuschung auf die Sportpraxis und zum anderen bergen sie bedeutende Implikationen für die Sportpraxis. Blicktäuschungen im Sport sind wirkungsvoll und führen beim Beobachter zu verlangsamten Reaktionen, weil sowohl die Identifikation der Passrichtung als auch die Bewegungsausführung negativ beeinflusst wird. Die Blicktäuschung scheint demnach ein wichtiges Mittel zu sein, um die Erfolgswahrscheinlichkeit in einer 1:1 Situation zu erhöhen. Blicktäuschungen erschweren die Abwehrreaktion des Gegenspielers und verschaffen dem Führenden einen zeitlichen Vorsprung. Übereinstimmend mit den Befunden der zweiten Experimentalreihe weisen die Ergebnisse der dritten Experimentalreihe auf eine mögliche Unterdrückung der Blicktäuschung auf. Mit der Zunahme der Anzahl der Blicktäuschung (75% und 90% bei der Präsentation statischer Bilder) blieb der BTE aus. Auch bei dynamischen Reizen nahm die Größe des BTEs mit der Zunahme der Blicktäuschungsanteile ab. Dieses Ergebnismuster ist für die Sportpraxis aus zwei Gründen von einer großen Bedeutung: Zum einen nimmt der BTE ab, je häufiger eine

Blicktäuschung eingesetzt wird. Demnach sollten Trainer ihre Schützlinge instruieren, dass sie die Blicktäuschung im Wettkampf nicht so häufig einsetzen, damit sie erfolgreich bleibt. Zum andern deuten die Ergebnisse auf eine mögliche „Abwehrtraining“ gegen die Blicktäuschung hin. Ein videobasiertes Wahrnehmungstraining könnte die Wahrnehmung und damit die Verarbeitung einer Blicktäuschung verbessern und die Anfälligkeit für sie reduzieren. Dieses Wahrnehmungstraining könnte in den Trainingsplan integriert werden.

Gemäß der Simulationstheorie (Jeannerod, 2001), wonach sowohl bei der mentalen Vorstellung eigener Handlung als auch bei der Beobachtung von fremden Handlungen die gleichen motorischen Repräsentationen auf der neuronalen Ebene gebraucht wird, wie bei der tatsächlichen Ausführung dieser Handlung, lässt sich vermuten, dass das motorische Training einer Handlung zur Verbesserung der Wahrnehmung dieser Handlung führen könnte, wenn sie von fremden Akteuren ausgeführt wird. Daher ist aus der sportpraktischen Sicht sinnvoll, dass Athleten Täuschungen motorisch trainieren, um ihre Antizipation zu den gleichen Täuschungen zu verbessern, wenn sie von anderen Athleten ausgeführt werden. Die verbesserte Antizipation der Täuschungshandlungen könnte die gesamte Abwehrleistung verbessern, was für das Spielgeschehen entscheidend sein kann.

Die vierte Experimentalreihe liefert den Trainern einen wichtigen Hinweis zur Instruktion der Basketballspieler bei der Verteidigung gegen eine Blicktäuschung. Basketballspieler sollen demnach ihre Aufmerksamkeit auf einen Punkt fixieren, von dem aus sie sowohl relevante als auch irrelevante Information gleichzeitig beobachten können. Dieser Punkt könnte auf dem Hüftenbereich liegen, da dieser Punkt viele Informationen über die Passrichtung verrät. Außerdem sollen Basketballspieler die Information aus der Kopfrichtung des Täuschenden möglichst unterdrücken und ihre Aufmerksamkeit auf die Passrichtung lenken. Dieses Blickverhalten erleichtert ihnen die Antizipation der Blicktäuschung. Darüber hinaus sollen die Basketballspieler ihre Aufmerksamkeit nicht auf den Kopfbereich bei der Verarbeitung einer Blicktäuschung richten, da dieser Bereich vielen irritierenden Informationen zeigt.

11.9 Fazit

In der vorliegenden Arbeit wurden drei Ziele verfolgt: Das erste Ziel war von methodischer Natur und bestand in der Untersuchung der Blicktäuschung im Basketball unter quasi-realistischen Rahmenbedingungen. Das zweite Ziel war sehr praxisrelevant und bestand in der Überprüfung der Wirkung von unterschiedlichen Häufigkeitsverteilungen, mit der eine Blicktäuschung auftritt, auf den BTE. Das dritte Ziel diente zur Prüfung, ob die Blickrichtung bei einer Blicktäuschung zur Verlagerung der Aufmerksamkeit führt und somit zur Verlangsamung der RT bei einer Blicktäuschung.

Die Ergebnisse der Arbeit zeigten insgesamt, dass RTs auf eine Blicktäuschung langsamer sind als auf einen Direktpass. Die verlangsamten RTs sind auf die automatische Mitverarbeitung des irrelevanten Reizmerkmals (die Blicktäuschung) zurückzuführen (Kunde et al., 2011). Der Blicktäuschungseffekt, d. h. die RTs auf eine Blicktäuschung minus RTs auf Direktpässe, ist gegen viele Faktoren robust. Der Präsentationskontext (Bildgröße und der Abstand zum Bild) konnte den Blicktäuschungseffekt (BTE) nicht beeinflussen. Der BTE trat in unterschieden Präsentationskontexten auf. Auch der Schwinkel, unter dem die Vpn die Blicktäuschung bzw. die Direktpässe beobachteten, hatte keinen Einfluss auf den BTE. Der BTE war unter allen Schwielen gleichgroß. Die Frage, ob sich die Steigerung der Antwortkomplexität auf den BTE auswirken und ob sich auf die Präsentation dynamischer Reize erweitern kann, wurde in Experiment 2.1 und 2.2 beantwortet. Die Ergebnisse dieser Experimente zeigten, dass der BTE sowohl bei einfachem (Tastendruck) als auch bei komplexen Antwortkomplexitäten (Ganzkörperbewegung) auftrat. Außerdem ließ sich der BTE sowohl in den Reaktionszeiten als in den Bewegungszeiten beobachten und auf die Präsentation von dynamischen Reizen erweitern. Die dritte Experimentalreihe konnte zeigen, dass die Häufigkeitsverteilung den BTE modulieren kann. Wenn eine Blicktäuschung sehr selten präsentiert, nimmt der BTE zu. Wenn sie aber sehr häufig vorkommt, nimmt der BTE ab. Die Hypothese von Kunde et al. (2011), wonach die Blickrichtung bei einer Blicktäuschung zur Verlagerung der Aufmerksamkeit in die Richtung des irrelevanten Reizmerkmals und zur Verlangsamung der RT auf eine Blicktäuschung führen könnte, wurde schließlich in der vierten Experimentalreihe bestätigt. Damit liefert die vorliegende Arbeit wichtige Erkenntnisse über den Einsatz und die Wirksamkeit von Täuschungshandlungen im Sport.

Eidesstattliche Erklärung

Ich erkläre hiermit, dass ich diese Dissertation selbstständig ohne Hilfe Dritter und ohne Benutzung anderer als der angegebenen Quellen und Hilfsmittel verfasst habe. Alle den benutzten Quellen wörtlich oder sinngemäß entnommenen Stellen sind als solche einzeln kenntlich gemacht.

Diese Arbeit ist bislang keiner anderen Prüfungsbehörde vorgelegt worden und auch nicht veröffentlicht worden.

Ich bin mir bewusst, dass eine falsche Erklärung rechtliche Folgen haben wird.

Ort, Datum, Unterschrift

Literatur

- Abernethy, B. (1990a). Anticipation in squash: Differences in advance cue utilization between expert and novice players. *Journal of Sports Sciences*, *8*, 17–34.
- Abernethy, B. (1990b). Expertise, visual search, and information pick-up in squash. *Perception*, *19*, 63–77.
- Aglioti, S. M., Cesari, P., Romani, M. & Urgesi, C. (2008). Action anticipation and motor resonance in elite basketball players. *Nature Neuroscience*, *11*, 1109–1116.
- Alhaj Ahmad Alaboud, M., Steggemann, Y., Klein-Soetebier, T., Kunde, W. & Weigelt, M. (2012). Täuschungshandlungen im Sport: Eine experimentelle Untersuchung zur Wirkung der Häufigkeitsverteilung auf die Blicktäuschung im Basketball. *Zeitschrift für Sportpsychologie*, *19*, 110–121.
- Ansorge, U. (2006). Die Rolle von Absichten bei der automatischen Verarbeitung visuell-räumlicher Reizinformation. *Psychologische Rundschau*, *57*, 2–12.
- Ansorge, U., Kunde, W. & Kiefer, M. (2014). Unconscious vision and executive control: How unconscious processing and conscious action control interact. *Consciousness and cognition*, *27*, 268–287.
- Ansorge, U. & Leder, H. (2011). *Wahrnehmung und Aufmerksamkeit*. Wiesbaden: VS-Verl. für Sozialwiss.
- Ansorge, U. & Leder, H. (2017). Wahrnehmung und Aufmerksamkeit. In: Ansorge, U. & Leder, H., *Wahrnehmung und Aufmerksamkeit*, 1–17. Wiesbaden, s.l.: Springer Fachmedien Wiesbaden.
- Argyle, M., Ingham, R., Alkema, F. & Mccallin, M. (1973). The Different Functions of Gaze. *Semiotica*, *7*.
- Aschersleben, G. (2008). Wahrnehmung und Handlung. In: Müsseler, J., *Allgemeine Psychologie*, 767–793. Berlin, Heidelberg: Springer.

- Batki, A., Baron-Cohen, S., Wheelwright, S., Connellan, J. & Ahluwalia, J. (2000). Is there an innate gaze module? *Infant Behavior and Development*, 23, 223–229.
- Bellebaum, C., Thoma, P. & Daum, I. (2012). *Neuropsychologie*. Wiesbaden: VS Verl. für Sozialwiss.
- Bennis, W. M. & Pachur, T. (2006). Fast and frugal heuristics in sports. *Psychology of Sport and Exercise*, 7, 611–629.
- Bergstrom, C. T. (2009). Dealing with deception in biology. In: Harrington, B., *Deception: From ancient empires to Internet dating*. Stanford Calif.: Stanford University Press.
- Birbaumer, N. & Schmidt, R. Franz (2006). *Biologische Psychologie*. Heidelberg: Springer Medizin.
- Birbaumer, N. & Schmidt, R. F. (2010). *Biologische Psychologie*. Berlin, Heidelberg, s.l.: Springer Berlin Heidelberg.
- Bishop, D. T., Wright, M. J., Jackson, R. C. & Abernethy, B. (2013). Neural bases for anticipation skill in soccer: an fMRI study. *Journal of Sport & Exercise*, 35, 98–109.
- Botvinick, M. M., Braver, T. S., Barch, D. M., Carter, C. S. & Cohen, J. D. (2001). Conflict monitoring and cognitive control. *Psychological Review*, 108, 624–652.
- Brault, S., Bideau, B., Kulpa, R. & Craig, C. M. (2012). Detecting deception in movement: The case of the side-step in rugby. *PLoS ONE*, 7, e37494.
- Broadbent, D. E. (1954). The role of auditory localization in attention and memory span. *Journal of Experimental Psychology*, 47, 191–196.
- Bushneil, I. W. R., Sai, F. & Mullin, J. T. (1989). Neonatal recognition of the mother's face. *British Journal of Developmental Psychology*, 7, 3–15.
- Butterworth, G. & Jarrett, N. (1991). What minds have in common is space. *British Journal of Developmental Psychology*, 9, 55–72.

- Calvo-Merino, B., Glaser, D. E., Grezes, J., Passingham, R. E. & Haggard, P. (2005). Action observation and acquired motor skills: An fMRI study with expert dancers. *Cerebral cortex*, *15*, 1243–1249.
- Calvo-Merino, B., Grezes, 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*, 1905–1910.
- Campbell, D. J. (1988). Task Complexity. *Academy of Management Review*, *13*, 40–52.
- Cañal-Bruland, R. & Schmidt, M. (2009). Response bias in judging deceptive movements. *Acta Psychologica*, *130*, 235–240.
- Cañal-Bruland, R., van der Kamp, J. & van Kesteren, J. (2010). An examination of motor and perceptual contributions to the recognition of deception from others' actions. *Human Movement Science*, *29*, 94–102.
- Carlson, N. R. (2004). *Physiologische Psychologie*. München: Pearson Studium.
- Carson, T. L. (2010). *Lying and deception*. Oxford, New York: Oxford University Press.
- Cherry, E. C. (1953). Some experiments on the recognition of speech, with one and with Two Ears. *The Journal of the Acoustical Society of America*, *25*, 975.
- Cohen, J. D., Dunbar, K. & McClelland, J. L. (1990). On the control of automatic processes: A parallel distributed processing account of the Stroop effect. *Psychological Review*, *97*, 332–361.
- Cohen, L., Dehaene, S., Naccache, L., Lehericy, S., Dehaene-Lambertz, G., Henaff, M.-A. & Michel, F. (2000). The visual word form area. *Brain*, *123*, 291–307.
- 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 of the United States of America*, *95*, 831–838.
- Davelaar, E. J. (2012). When the ignored gets bound. *Frontiers in Psychology*, *3*, 552.

- Deubel, H. & Schneider, W. X. (1996). Saccade target selection and object recognition: Evidence for a common attentional mechanism. *Vision Research*, *36*, 1827–1837.
- Dicks, M., Button, C. & Davids, K. (2010). Availability of advance visual information constrains association-football goalkeeping performance during penalty kicks. *Perception*, *39*, 1111–1124.
- Dietz, S. (2002). *Der Wert der Lüge*. Paderborn: Mentis.
- Downing, P. E., Jiang, Y., Shuman, M. & Kanwisher, N. (2001). A cortical area selective for visual processing of the human body. *Science*, *293*, 2470–2473.
- Driver, J., Davis, G., Ricciardelli, P., Kidd, P., Maxwell, E. & Baron-Cohen, S. (1999). Gaze perception triggers reflexive visuospatial orienting. *Visual Cognition*, *6*, 509–540.
- Egner, T. (2007). Congruency sequence effects and cognitive control. *Cognitive, Affective, & Behavioral Neuroscience*, *7*, 380–390.
- Elsner, B. & Prinz, W. (2006). Psychologische Modelle der Handlungssteuerung. In: Karnath, H.-O. & Thier, P., *Neuropsychologie*, 286–295. Berlin/Heidelberg: Springer-Verlag.
- Elsner, B. & Prinz, W. (2012). Psychologische Modelle der Handlungssteuerung. In: Karnath, H.-O. & Ackermann, H., *Kognitive Neurowissenschaften*, 367–375. Berlin: Springer.
- Eriksen, B. A. & Eriksen, C. W. (1974). Effects of noise letters upon the identification of a target letter in a nonsearch task. *Perception & Psychophysics*, *16*, 143–149.
- Eriksen, C. W. (1995). The flankers task and response competition. *Visual Cognition*, *2*, 101–118.
- Eriksen, C. W., Goettl, B., St. James, J. D. & Fournier, L. R. (1989). Processing redundant signals. *Perception & Psychophysics*, *45*, 356–370.

- Eriksen, C. W. & Schultz, D. W. (1979). Information processing in visual search: a continuous flow conception and experimental results. *Perception & Psychophysics*, *25*, 249–263.
- Eriksen, C. W. & St. James, J. D. (1986). Visual attention within and around the field of focal attention. *Perception & Psychophysics*, *40*, 225–240.
- Farrow, D. & Abernethy, B. (2003). Do expertise and the degree of perception-action coupling affect natural anticipatory performance? *Perception*, *32*, 1127–1139.
- Findlay, J. M. & Walker, R. (1999). A model of saccade generation based on parallel processing and competitive inhibition. *Behavioral and Brain Sciences*, *22*.
- Fitts, P. M. (1954). The information capacity of the human motor system in controlling the amplitude of movement. *Journal of Experimental Psychology*, *47*, 381–391.
- Fitts, P. M. & Deininger, R. L. (1954). S-R compatibility. *Journal of Experimental Psychology*, *48*, 483–492.
- Fitts, P. M. & Seeger, C. M. (1953). S-R compatibility. *Journal of Experimental Psychology*, *46*, 199–210.
- Fodor, J. A. & Pylyshyn, Z. W. (1981). How direct is visual perception? *Cognition*, *9*, 139–196.
- Friesen, C. K. & Kingstone, A. (1998). The eyes have it! *Psychonomic Bulletin & Review*, *5*, 490–495.
- Frisch, O. v. (1979). *1000 Tricks der Tarnung*. Ravensburg: Maier.
- Frischen, A., Bayliss, A. P. & Tipper, S. P. (2007). Gaze cueing of attention: Visual attention, social cognition, and individual differences. *Psychological Bulletin*, *133*, 694–724.
- Gabler, H., Nitsch, J. R. & Singer, R. (2000). *Einführung in die Sportpsychologie*. Schorndorf: Hofmann.

- Garcia-Diaz, A., Leboran, V., Fdez-Vidal, X. R. & Pardo, X. M. (2012). On the relationship between optical variability, visual saliency, and eye fixations: A computational approach. *Journal of Vision*, 12, 17.
- Gegenfurtner, A., Lehtinen, E. & Säljö, R. (2011). Expertise Differences in the Comprehension of Visualizations. *Educational Psychology Review*, 23, 523–552.
- Gervais, W. M., Reed, C. L., Beall, P. M. & Roberts, R. J. (2010). Implied body action directs spatial attention. *Attention, Perception, & Psychophysics*, 72, 1437–1443.
- Goldberg, J. H. & Kotval, X. P. (1998). Eye movement-based evaluation of the human-computer interface. In: Kumar, S., *Advances in occupational ergonomics and safety: Proceedings of the XIIIth Annual International Occupational Ergonomics and Safety Conference 1998*, 529–532. Burke, VA: IOS Press.
- Goldstein, E. B., Gegenfurtner, K. & Neuser-von Oettingen, K. (Hrsg.). (2015). *Wahrnehmungspsychologie*. Berlin: Springer.
- Goodale, M. A. & Milner, A.D. (1992). Separate visual pathways for perception and action. *Trends in Neurosciences*, 15, 20–25.
- Goodman, D. & Kelso, J. Scott (1980). Are movements prepared in parts? *Journal of Experimental Psychology: General*, 109, 475–495.
- Gratton, G., Coles, M. G. H. & Donchin, E. (1992). Optimizing the use of information. *Journal of Experimental Psychology: General*, 121, 480–506.
- Gregory, R. L. (2015). *Eye and brain*. Princeton, New Jersey: Princeton University Press.
- Grèzes, Frith, & Passingham (2004). Brain mechanisms for inferring deceit in the actions of others. *Journal of Neuroscience*, 24, 5500–5505.
- Grill-Spector, K. & Malach, R. (2004). The human visual cortex. *Annual Review of Neuroscience*, 27, 649–677.

- Güldenpenning, I., Kunde, W. & Weigelt, M. (2017). How to trick your opponent: A review article on deceptive actions in interactive sports. *Frontiers in Psychology*, 8, 917.
- Güldenpenning, I., Kunde, W., Weigelt, M. & Schack, T. (2012). Priming of future states in complex motor skills. *Experimental Psychology*, 59, 286–294.
- Güldenpenning, I., Steinke, A., Koester, D. & Schack, T. (2013). Athletes and novices are differently capable to recognize feint and non-feint actions. *Experimental Brain Research*, 230, 333–343.
- Hagemann, N., Schorer, J., Cañal-Bruland, R., Lotz, S. & Strauss, B. (2010). Visual perception in fencing. *Attention, Perception, & Psychophysics*, 72, 2204–2214.
- Hagendorf, H., Krummenacher, J., Müller, H.-J. & Schubert, T. (2011). *Wahrnehmung und Aufmerksamkeit*. Berlin: Springer.
- Haider, H. & Frensch, P. A. (1999). Eye movement during skill acquisition. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*, 25, 172–190.
- Haxby, J. V., Gobbini, M. I., Furey, M. L., Ishai, A., Schouten, J. L. & Pietrini, P. (2001). Distributed and overlapping representations of faces and objects in ventral temporal cortex. *Science*, 293, 2425–2430.
- Helsen, W. & Pauwels, J. M. (1990). Analysis of visual search activity in solving tactical game problems. In: Brogan, D., *Visual search: Proceedings of the First International Conference on Visual Search, University of Durham, England, September 5 - 9, 1988*, 177–184. London: Taylor & Francis.
- Helsen, W. F. & Starkes, J. L. (1999). A multidimensional approach to skilled perception and performance in sport. *Applied Cognitive Psychology*, 13, 1–27.
- Henry, F. M. & Rogers, D. E. (1960). Increased response latency for complicated movements and a “memory drum” theory of neuromotor reaction. *Research Quarterly. American Association for Health, Physical Education and Recreation*, 31, 448–458.
- Henry, G., Dawson, B., Lay, B. & Young, W. (2012). Effects of a feint on reactive agility performance. *Journal of Sports Sciences*, 30, 787–795.

- Herwig, A. (2014). Experimentelle Handlungsforschung: Die individuelle Perspektive. In: Prinz, W., *Experimentelle Handlungsforschung: Kognitive Grundlagen der Wahrnehmung und Steuerung von Handlungen*. Stuttgart: Kohlhammer Verlag.
- Heyes, C. (2009). Evolution, development and intentional control of imitation. *Philosophical Transactions of the Royal Society of London. Series B, Biological Sciences*, 364, 2293–2298.
- Hick, W. E. (1952). On the rate of gain of information. *Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 4, 11–26.
- Hofer, N. & Mayerhofer, W. (2010). Die Blickregistrierung in der Werbewirkungsforschung. *der markt*, 49, 143–169.
- Hoffman, J. E. & Subramaniam, B. (1995). The role of visual attention in saccadic eye movements. *Perception & Psychophysics*, 57, 787–795.
- Hoffmann, J. (2003). Anticipatory Behavioral Control. In: Butz, M. V., Sigaud, O. & Gérard, P., *Anticipatory Behavior in Adaptive Learning Systems: Foundations, Theories, and Systems*, 44–65. Berlin, Heidelberg: Springer.
- Hoffmann, J. (2009). ABC: A psychological theory of anticipative behavioral control. In: Pezzulo, G., Butz, M. V., Sigaud, O. & Baldassarre, G., *Anticipatory behavior in adaptive learning systems: From psychological theories to artificial cognitive systems*, 10–30. Berlin, Heidelberg: Springer.
- Hoffmann, J. (2017). Erwerb willkürlichen, zielgerichteten Verhaltens beim Menschen. In: Hoffmann, J. & Engelkamp, J., *Lern- und Gedächtnispsychologie*, 41–75. Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg.
- Hoffmann, J., Butz, M. V., Herbort, O., Kiesel, A. & Lenhard, A. (2007). Spekulationen zur Strukturideo-motorischer Beziehungen. *Zeitschrift für Sportpsychologie*, 14, 95–103.
- Hoffmann, J. & Engelkamp, J. (2013). *Lern- und Gedächtnispsychologie*. Berlin, Heidelberg: Springer.
- Hoffmann, J. & Engelkamp, J. (Hrsg.). (2017). *Lern- und Gedächtnispsychologie*. Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg.

- Hohmann, T., Troje, N. F., Olmos, A. & Munzert, J. (2011). The influence of motor expertise and motor experience on action and actor recognition. *Journal of Cognitive Psychology*, *23*, 403–415.
- Holway, A. H. & Boring, E. G. (1941). Determinants of apparent visual size with distance variant. *The American Journal of Psychology*, *54*, 21.
- Hommel, B. (1994). Spontaneous decay of response-code activation. *Psychological Research*, *56*, 261–268.
- Hommel, B. (1995). Stimulus-response compatibility and the Simon effect. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, *21*, 764–775.
- Hommel, B. (2011). The Simon effect as tool and heuristic. *Acta Psychologica*, *136*, 189–202.
- Hommel, B. (2017). Planung und exekutive Kontrolle von Handlungen. In: Müsseler, J. & Rieger, M., *Allgemeine Psychologie*, 663–706. Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg.
- 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*, 849-78; discussion 878-937.
- Hommel, B. & Nattkemper, D. (2011). *Handlungspsychologie*. Berlin, Heidelberg: Springer-Verlag Berlin Heidelberg.
- Hommel, B., Proctor, R. W. & Vu, K.-P. L. (2004). A feature-integration account of sequential effects in the Simon task. *Psychological Research*, *68*, 1–17.
- Hüttermann, S. & Memmert, D. (2017). The attention window: A narrative review of limitations and opportunities influencing the focus of attention. *Research Quarterly for Exercise and Sport*, 1–15.
- Huys, R., Canal-Bruland, R., Hagemann, N., Beek, P. J., Smeeton, N. J. & Williams, A. Mark (2009). Global information pickup underpins anticipation of tennis shot direction. *Journal of Motor Behavior*, *41*, 158–171.

- Iannaccone, R., Hauser, T. U., Staempfli, P., Walitza, S., Brandeis, D. & Brem, S. (2015). Conflict monitoring and error processing: New insights from simultaneous EEG-fMRI. *NeuroImage*, *105*, 395–407.
- Jackson, R. C., Warren, S. & Abernethy, B. (2006). Anticipation skill and susceptibility to deceptive movement. *Acta Psychologica*, *123*, 355–371.
- Jacobs, A. & Shiffrar, M. (2005). Walking perception by walking observers. *Journal of Experimental Psychology. Human Perception and Performance*, *31*, 157–169.
- Janczyk, M. & Kunde, W. (2010). Does dorsal processing require central capacity? More evidence from the PRP paradigm. *Experimental Brain Research*, *203*, 89–100.
- Jeannerod, M. (2001). Neural simulation of action. *NeuroImage*, *14*, S103-9.
- Joos, M., Rötting, M. & Velichkovsky, B. M. (2003). Die Bewegungen des menschlichen auges: Fakten, Methoden, innovative Anwendungen. In: Rickheit, G., Herrmann, T. & Deutsch, W., *Psycholinguistik: Ein internationales Handbuch*, 142–168.
- Just, M. A. & Carpenter, P. A. (1976). Eye fixations and cognitive processes. *Cognitive Psychology*, *8*, 441–480.
- Kanwisher, N., McDermott, J. & Chun, M. M. (1997). The fusiform face area. *Journal of Neuroscience*, *17*, 4302–4311.
- Kerns, J. G., Cohen, J. D., MacDonald, A. W., Cho, R. Y., Stenger, V. A. & Carter, C. S. (2004). Anterior cingulate conflict monitoring and adjustments in control. *Science*, *303*, 1023–1026.
- Konkle, T. & Oliva, A. (2011). Canonical visual size for real-world objects. *Journal of Experimental Psychology. Human Perception and Performance*, *37*, 23–37.
- Konkle, T. & Oliva, A. (2012a). A familiar-size stroop effect: Real-world size is an automatic property of object representation. *Journal of Experimental Psychology. Human Perception and Performance*, *38*, 561–569.

- Konkle, T. & Oliva, A. (2012b). A real-world size organization of object responses in occipitotemporal cortex. *Neuron*, *74*, 1114–1124.
- Kornblum, S. (1994). The way irrelevant dimensions are processed depends on what they overlap with: The case of stroop- and simon-like stimuli. *Psychological Research*, *56*, 130–135.
- Kornblum, S., Hasbroucq, T. & Osman, A. (1990). Dimensional overlap. *Psychological Review*, *97*, 253–270.
- Kornblum, S. & Lee, J. W. (1995). Stimulus-response compatibility with relevant and irrelevant stimulus dimensions that do and do not overlap with the response. *Journal of Experimental Psychology. Human Perception and Performance*, *21*, 855–875.
- Kowler, E., Anderson, E., Doshier, B. & Blaser, E. (1995). The role of attention in the programming of saccades. *Vision Research*, *35*, 1897–1916.
- Krummenacher, J. & Müller, H. (2017). Aufmerksamkeit. In: Müsseler, J. & Rieger, M., *Allgemeine Psychologie*, 103–151. Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg.
- Kunde, W. (2017). Handlung und Wahrnehmung. In: Müsseler, J. & Rieger, M., *Allgemeine Psychologie*, 821–837. Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg.
- Kunde, W., Skirde, S. & Weigelt, M. (2011). Trust my face: cognitive factors of head fakes in sports. *Journal of Experimental Psychology. Applied*, *17*, 110–127.
- Kunde, W. & Wühr, P. (2006). Sequential modulations of correspondence effects across spatial dimensions and tasks. *Memory & Cognition*, *34*, 356–367.
- Kundel, H. L., Nodine, C. F., Conant, E. F. & Weinstein, S. P. (2007). Holistic component of image perception in mammogram interpretation: Gaze-tracking study. *Radiology*, *242*, 396–402.
- LaBerge, D. (1983). Spatial extent of attention to letters and words. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, *9*, 371–379.

- Lang, F. & Lang, P. (2007). *Basiswissen Physiologie*. Berlin, Heidelberg: Springer Medizin Verlag Heidelberg.
- Langton, S. R. (2000). The mutual influence of gaze and head orientation in the analysis of social attention direction. *The Quarterly Journal of Experimental Psychology, A, Human Experimental Psychology*, 53, 825–845.
- Langton, S. R. H. & Bruce, V. (2000). You must see the point. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 26, 747–757.
- Langton, S. R. H., O'Malley, C. & Bruce, V. (1996). Actions speak no louder than words. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 22, 1357–1375.
- Langton, S. R.H. & Bruce, V. (1999). Reflexive visual orienting in response to the social attention of others. *Visual Cognition*, 6, 541–567.
- Langton, S. R.H., Watt, R. J. & Bruce, V. (2000). Do the eyes have it? *Trends in Cognitive Sciences*, 4, 50–59.
- Laurent, E., Ward, P., Mark Williams, A. & Ripoll, H. (2006). Expertise in basketball modifies perceptual discrimination abilities, underlying cognitive processes, and visual behaviours. *Visual Cognition*, 13, 247–271.
- Lees, A. & Owens, L. (2011). Early visual cues associated with a directional place kick in soccer. *Sports Biomechanics*, 10, 125–134.
- Leven, W. (1983). Der Zusammenhang zwischen Informationsaufnahme und Informationsspeicherung bei Betrachten von Werbeanzeigen. *Marketing ZFP*, 1, 13–28.
- Leven, W. (1991). *Blickverhalten von Konsumenten*. Heidelberg: Physica-Verlag HD.
- Li, Q., Wang, K., Nan, W., Zheng, Y., Wu, H., Wang, H. & Liu, X. (2015). Electrophysiological dynamics reveal distinct processing of stimulus-stimulus and stimulus-response conflicts. *Psychophysiology*, 52, 562–571.

- Lien, M.-C. & Proctor, R. W. (2000). Multiple spatial correspondence effects on dual-task performance. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 26, 1260–1280.
- Linsen, S., Leyssen, M. H. R., Sammartino, J. & Palmer, S. E. (2011). Aesthetic preferences in the size of images of real-world objects. *Perception*, 40, 291–298.
- Logan, G. D. (1980). Attention and automaticity in Stroop and priming tasks. *Cognitive Psychology*, 12, 523–553.
- Lowe, D. G. & Mitterer, J. O. (1982). Selective and divided attention in a stroop task. *Canadian Journal of Psychology/Revue Canadienne de Psychologie*, 36, 684–700.
- Lunau, K. (2002). *Warnen, Tarnen, Täuschen*. Darmstadt: Wiss. Buchges.
- Lynch, M. P. (2009). Deception and the nature of truth. In: Martin, C. W., *The philosophy of deception*, 188–200. Oxford: Oxford Univ. Press.
- MacLeod, C. M. (1991). Half a century of research on the Stroop effect: An integrative review. *Psychological Bulletin*, 109, 163–203.
- Mann, D. T. Y., Williams, A. M., Ward, P. & Janelle, C. M. (2007). Perceptual-cognitive expertise in sport: A meta-analysis. *Journal of Sport & Exercise Psychology*, 29, 457–478.
- Maurer, D. (1985). Infants' perception of facedness. In: Field, T. M., *Social perception in infants*. Norwood, NJ: Ablex Publ. Corp.
- Mayer, R. E. (2009). *Multimedia learning*. Cambridge, New York: Cambridge University Press.
- McCarthy, G., Puce, A., Gore, J. C. & Allison, T. (1997). Face-specific processing in the human fusiform gyrus. *Journal of Cognitive Neuroscience*, 9, 605–610.
- McConkie, G. W. (1983). Eye movements and perception during reading. In: Rayner, K., *Eye movements in reading: Perceptual and language processes*, 65–96. New York: Academic Press.

- Meinel, K. & Schnabel, G. (2007). *Bewegungslehre - Sportmotorik*. Aachen: Meyer & Meyer.
- Memmert, D. (2006). "Ich sehe was, was du nicht siehst!": Inattention Blindness: Forschungsüberblick und Perspektiven zur Fokussierung der Aufmerksamkeit im Sportspiel. In: Kibele, A., *Nicht-bewusste Handlungssteuerung im Sport: [Beiträge zum Symposium, Univ. Kassel 2005]*, 145–160. Schorndorf: Hofmann.
- Memmert, D. (2014). Training der Aufmerksamkeitsausrichtung und -lenkung im Sportspiel. In: Zentgraf, K. & Munzert, J., *Kognitives Training im Sport*. Göttingen: Hogrefe.
- Merten, K. (2010). Ethik der PR: Ethik oder PR für PR. In: Hömberg, W., Hahn, D. & Schaffer, T. B., *Kommunikation und Verständigung: Theorie - Empirie - Praxis ; Festschrift für Roland Burkart*, 95–118. Wiesbaden: VS Verl. für Sozialwiss.
- Miller, J. (1988). Response-compatibility effects in focused-attention tasks. *Perception & Psychophysics*, 43, 83–89.
- Moore, C. & Corkum, V. (1998). Infant gaze following based on eye direction. *British Journal of Developmental Psychology*, 16, 495–503.
- Moreno, F. J., Saavedra, J. M., Sabido, R., Luis, V. & Reina, R. (2006). Visual search strategies of experienced and nonexperienced swimming coaches. *Perceptual and Motor Skills*, 103, 861–872.
- Mori, S. & Shimada, T. (2013). Expert anticipation from deceptive action. *Attention, Perception & Psychophysics*, 75, 751–770.
- Müller, H. & Krummenacher, J. (2006). Funktionen und Modelle der selektiven Aufmerksamkeit. In: Karnath, H.-O. & Thier, P., *Neuropsychologie*, 239–253. Berlin/Heidelberg: Springer-Verlag.
- Müller, H. & Krummenacher, J. (2012). Funktionen und Modelle der selektiven Aufmerksamkeit. In: Karnath, H.-O. & Ackermann, H., *Kognitive Neurowissenschaften*, 307–321. Berlin: Springer.
- Müller, H. J., Krummenacher, J. & Schubert, T. (2015). *Aufmerksamkeit und Handlungssteuerung*. Berlin: Springer.

- Müller, H. J. & Rabbitt, P. M. (1989). Reflexive and voluntary orienting of visual attention. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, *15*, 315–330.
- Müller, S. & Abernethy, B. (2006). Batting with occluded vision: 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 / Sports Medicine Australia*, *9*, 446–458.
- Myers, D. G. (2014). *Psychologie*. Berlin Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg.
- Nobre, A. C., Gitelman, D. R., Dias, E. C. & Mesulam, M. M. (2000). Covert visual spatial orienting and saccades: Overlapping neural systems. *NeuroImage*, *11*, 210–216.
- Norman, D. A. (1968). Toward a theory of memory and attention. *Psychological Review*, *75*, 522–536.
- Notebaert, W. & Verguts, T. (2008). Cognitive control acts locally. *Cognition*, *106*, 1071–1080.
- Okonek, C. C. (1987). *Täuschungshandlungen im Sport. Theoretische Analyse von Täuschungssituationen*. Göttingen: Universität Göttingen.
- Paelecke, M. & Kunde, W. (2007). Action-effect codes in and before the central bottleneck. *Journal of Experimental Psychology. Human Perception and Performance*, *33*, 627–644.
- Pfister, R. & Kunde, W. (2013). Dissecting the response in response-effect compatibility. *Experimental Brain Research*, *224*, 647–655.
- Pieters, R. & Wedel, M. (2008). Informativeness of eye movements for visual marketing: Six cornerstones. In: Wedel, M. & Pieters, R., *Visual marketing: From attention to action ; [outgrowth of the Visual Marketing Conference that was organized at the University of Michigan in May 2005]*, 43–71. New York, NY: Psychology Press.
- Piras, A., Lobiatti, R. & Squatrito, S. (2010). A study of saccadic eye movement dynamics in volleyball: Comparison between athletes and non-athletes. *The Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*, *50*, 99–108.

- Piras, A., Lobiatti, R. & Squatrito, S. (2014). Response time, visual search strategy, and anticipatory skills in volleyball players. *Journal of Ophthalmology*, 2014, 189268.
- Posner, M. I. (1980). Orienting of attention. *The Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 32, 3–25.
- Posner, M. I. & Snyder, C. R. R. (1975). Attention and cognitive control. In: Solso, R. L., *Information processing and cognition: The Loyola Symposium ; [based on the third Loyola Symposium on Cognitive Psychology held on April 30 and May 1, 1974 in Chicago]*. Hillsdale NJ: Erlbaum.
- Prinz, W. (1990). Wahrnehmung. In: H. Spada (Ed.), *Lehrbuch Allgemeine Psychologie*, 25–114.
- Prinz, W. (2010). Perception and action planning. *European Journal of Cognitive Psychology*, 9, 129–154.
- Prinz, W. (Hrsg.). (2014). *Experimentelle Handlungsforschung*. Stuttgart: Kohlhammer Verlag.
- Proctor, R. W. & Reeve, T. Gilmour (1986). A caution regarding use of the hint procedure to determine whether partial stimulus information activates responses. *Perception & Psychophysics*, 40, 110–118.
- Proctor, R. W. & Vu, K.-P. L. (2006). *Stimulus-response compatibility principles*. Boca Raton, FL: CRC/Taylor & Francis.
- Reingold, E. M., Charness, N., Pomplun, M. & Stampe, D. M. (2001). Visual span in expert chess players. *Psychological Science*, 12, 48–55.
- Ridderinkhof, K. R. (2002). Activation and suppression in conflict tasks: Empirical clarification through distributional analyses. In: Prinz, W. & Hommel, B., *Attention and performance XIX: Common Mechanisms in Perception and Action*, 494–519. Oxford: Oxford Univ. Press.
- 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, 325–349.

- Rizzolatti, G., Fogassi, L. & Gallese, V. (2001). Neurophysiological mechanisms underlying the understanding and imitation of action. *Nature Reviews. Neuroscience*, 2, 661–670.
- Rosenbaum, D. A. (1980). Human movement initiation. *Journal of Experimental Psychology: General*, 109, 444–474.
- Rösler, F. (2011). *Psychophysiologie der Kognition*. Heidelberg: Spektrum Akademischer Verlag.
- 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, 178–185.
- Rubinsten, O. & Henik, A. (2002). Is an ant larger than a lion? *Acta Psychologica*, 111, 141–154.
- Runeson, S. & Frykholm, G. (1983). Kinematic specification of dynamics as an informational basis for person-and-action perception. *Journal of Experimental Psychology: General*, 112, 585–615.
- Russo, J. E. (1978). Eye fixations can Save the world: A critical evaluation and a comparison between eye fixations and other information processing methodologies. *Advances in Consumer Research*, 21, 561–570.
- 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, 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, 279–287.
- Saygin, A. P., Wilson, S. M., Hagler, D. J., Bates, E. & Sereno, M. I. (2004). Point-light biological motion perception activates human premotor cortex. *The Journal of Neuroscience*, 24, 6181–6188.
- Scaife, M. & Bruner, J. S. (1975). The capacity for joint visual attention in the infant. *Nature*, 253, 265–266.

- Schmidt, J. R. & Besner, D. (2008). The Stroop effect: Why proportion congruent has nothing to do with congruency and everything to do with contingency. *Journal of Experimental Psychology. Learning, Memory, and Cognition*, *34*, 514–523.
- Schmidt, R. A. & Wrisberg, C. A. (2008). *Motor learning and performance*. Champaign, Ill.: Human Kinetics.
- Schub von Bossiazky, G. (1992). *Psychologische Marketingforschung*. München: Vahlen.
- Schütz, C., Güldenpenning, I. & Schack, T. (2013). Inkongruente, unbewusste Primes können Fehlhandlungen initiieren. In: Stoll, O., Lau, A. & Moczall, S., *Angewandte Sportpsychologie*, 108. Hamburg: FeldhausVerlag.
- Schutz-Bosbach, S. & Prinz, W. (2007). Perceptual resonance: Action-induced modulation of perception. *Trends in Cognitive Sciences*, *11*, 349–355.
- Szczepek, J. (2011). *Visuelle Wahrnehmung: Eine Einführung in die Konzepte Bildentstehung, Helligkeit und Farbe, Raumtiefe, Größe, Kontrast und Schärfe*. Norderstedt: Books on Demand.
- Sebanz, N. & Shiffrar, M. (2009). Detecting deception in a bluffing body. *Psychonomic Bulletin & Review*, *16*, 170–175.
- Shaffer, W. O. & LaBerge, D. (1979). Automatic semantic processing of unattended words. *Journal of Verbal Learning and Verbal Behavior*, *18*, 413–426.
- Shepherd, M., Findlay, J. M. & Hockey, R. J. (1986). The relationship between eye movements and spatial attention. *The Quarterly Journal of Experimental Psychology Section A*, *38*, 475–491.
- Shiffrar, M. & Heinen, T. (2010). Die Fähigkeiten von Athleten verändern deren Wahrnehmung von Handlungen. *Zeitschrift für Sportpsychologie*, *17*, 130–142.
- Simion, F., Valenza, E., Cassia, V. M., Turati, C. & Umiltà, C. (2002). Newborns' preference for up-down asymmetrical configurations. *Developmental Science*, *5*, 427–434.

- Simon, J. R. (1969). Reactions toward the source of stimulation. *Journal of Experimental Psychology*, *81*, 174–176.
- Smeeton, N. J. & Williams, A. M. (2012). The role of movement exaggeration in the anticipation of deceptive soccer penalty kicks. *British Journal of Psychology*, *103*, 539–555.
- Sommer, W., Leuthold, H. & Heemanutz, M. (1993). Covert effects of alcohol revealed by event-related potentials. *Perception & Psychophysics*, *54*, 127–135.
- Sternberg, S. (1969). The discovery of processing stages. *Acta Psychologica*, *30*, 276–315.
- Stroop, J. R. (1935). Studies of interference in serial verbal reactions. *Journal of Experimental Psychology*, *18*, 643–662.
- Stürmer, B., Leuthold, H., Soetens, E., Schröter, H. & Sommer, W. (2002). Control over location-based response activation in the Simon task. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, *28*, 1345–1363.
- Sweller, J. (1994). Cognitive load theory, learning difficulty, and instructional design. *Learning and Instruction*, *4*, 295–312.
- Tay, C. S., Chow, J. Y., Koh, M. & Button, C. (2012). The effectiveness of keeper-independent penalty kicks using fake visual cues from penalty takers. *International Journal of Sport Psychology*, *43*, 403–419.
- Thummes, K. (2013). *Täuschung in der strategischen Kommunikation*. Wiesbaden: Springer Fachmedien Wiesbaden.
- Unema, P. J. A. (1995). *Eye movements and mental effort*. Aachen: Shaker.
- Valenza, E., Simion, F., Cassia, V. M. & Umiltà, C. (1996). Face preference at birth. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, *22*, 892–903.

- van Lierde, E., Desender, K. & van den Bussche, E. (2014). Is conflict adaptation triggered by feature repetitions? An unexpected finding. *Frontiers in Psychology*, 5, 1358.
- Velichkovsky, B. M. (1999). From levels of processing to stratification of cognition. In: Challis, B. H. & Velichkovsky, B. M., *Stratification in Cognition and Consciousness*, 203–235. Amsterdam: John Benjamins Publishing Company.
- Verguts, T. & Notebaert, W. (2008). Hebbian learning of cognitive control: dealing with specific and nonspecific adaptation. *Psychological Review*, 115, 518–525.
- Verguts, T., Notebaert, W., Kunde, W. & Wühr, P. (2011). Post-conflict slowing: Cognitive adaptation after conflict processing. *Psychonomic Bulletin & Review*, 18, 76–82.
- Vickers, J. N. (1988). Knowledge structures of expert-novice gymnasts. *Human Movement Science*, 7, 47–72.
- Wallace, R. J. (1971). S-R compatibility and the idea of a response code. *Journal of Experimental Psychology*, 88, 354–360.
- Wallace, R. J. (1972). Spatial S-R compatibility effects involving kinesthetic cues. *Journal of Experimental Psychology*, 93, 163–168.
- Weigelt, M., Güldenpenning, I., Steggemann-Weinrich, Y., Alhaj Ahmad Alaboud, M. & Kunde, W. (2017). Control over the processing of the opponent's gaze direction in basketball experts. *Psychonomic Bulletin & Review*, 24, 828–834.
- Welford, A. T. (1952). The 'psychological refractory period' and the timing of high-speed performance—a review and a theory. *British Journal of Psychology. General Section*, 43, 2–19.
- Wendt, M. & Luna-Rodriguez, A. (2009). Conflict-frequency affects flanker interference: Role of stimulus-ensemble-specific practice and flanker-response contingencies. *Experimental Psychology*, 56, 206–217.
- Wentura, D. & Frings, C. (2013). *Kognitive Psychologie*. Wiesbaden: Springer VS.

- Westerbarkey, J. (2007). Illusionsexperten. Die Verschleierung von Macht durch PR und Medien. In: Müller, J., *Die Lüge: Ein Alltagsphänomen aus wissenschaftlicher Sicht*, 129–139. Darmstadt: Wiss. Buchges.
- Williams, A. M. (2002). Visual search behaviour in sport. *Journal of Sports Sciences*, 20, 169–170.
- Williams, A. M. (2009). Perceiving the intentions of others: How do skilled performers make anticipation judgments? In: Raab, M., Johnson, J. & Heekeren, H., *Mind and Motion: The Bidirectional Link between Thought and Action*, 73–83: Elsevier.
- Williams, A. M., Davids, K. & Williams, J. G. P. (1999). *Visual perception and action in sport*. London, New York: E & FN Spon.
- Williams, M., Davids, K., Burwitz, L. & Williams, J. (1993). Cognitive knowledge and soccer performance. *Perceptual and Motor Skills*, 76, 579–593.
- Wohlschläger, A. (2000). Visual motion priming by invisible actions. *Vision Research*, 40, 925–930.
- Wohlschläger, A. & Prinz, W. (2003). Handlungssteuerung, Handlungsauswahl und Handlungswahrnehmung. *e-Neuroforum*, 11–16.
- Wood, R. E. (1986). Task complexity. *Organizational Behavior and Human Decision Processes*, 37, 60–82.
- Wright, M. J., Bishop, D. T., Jackson, R. C. & Abernethy, B. (2013). Brain regions concerned with the identification of deceptive soccer moves by higher-skilled and lower-skilled players. *Frontiers in Human Neuroscience*, 7, 851.
- Wühr, P. & Kunde, W. (2008). Die kognitive Regulation von Handlungskonflikten. *Psychologische Rundschau*, 59, 207–216.
- Zeki, S. (1993). *A vision of the brain*. Oxford: Blackwell Scientific Publications.

Anhang

Anhang (1): Einverständniserklärung-----	252
Anhang (2): Fragebogen zur Händigkeit, Sehhilfe und sportlichen Erfahrung-----	253
Anhang (3): Instruktion Experiment 1.1-----	254
Anhang (4): Instruktion Experiment 1.2-----	255
Anhang (5): Instruktion Experiment 2.1 (einfache Antwort)-----	256
Anhang (6): Instruktion Experiment 2.1 (komplexe Antwort)-----	257
Anhang (7): Instruktion Experiment 3.1-----	258
Anhang (8): Instruktion Experiment 3.2-----	259
Anhang (9): Instruktion Experiment 4.1-----	260
Anhang (10): Instruktion Experiment 4.2-----	261

Anhang (1): Einverständniserklärung



Universität Paderborn
Warburger Str. 100
33098 Paderborn, Germany

Fakultät für Naturwissenschaft
Department Sport und Gesundheit
Arbeitsbereich; Sportpsychologie

Ansprechpartner: Prof. Dr. Matthias Weigelt
Telefon: 0049 (0) 5251 60 3200

Einverständniserklärung

Bitte beachten Sie, dass Ihre Informationen nur in anonymisierter Form weiterverarbeitet werden. Der/die Versuchsleiter/in garantiert den Schutz Ihrer Daten. Nach unserem Kenntnisstand besteht kein körperliches oder geistiges Risiko. Für die Teilnahme gibt es keine finanzielle Entlohnung. Die Teilnahme geschieht freiwillig und kann zu jedem Zeitpunkt von dem/der Teilnehmenden abgebrochen werden. Dadurch entsteht Ihnen kein Nachteil.

- **Ich bin damit einverstanden, an einer wissenschaftlichen Untersuchung zum Thema**

Reaktionszeiten im Basketball

teilzunehmen.

- **Ich bin ausreichend über den Zweck und Ablauf der Untersuchung informiert worden.**

Name: _____

Straße: _____

PLZ: _____ Ort: _____

Tel./Fax: _____

E-Mail: _____

Ort/Datum

Unterschrift

Hinweise zum Datenschutz:

Die Erfassung, Speicherung und Verarbeitung personenbezogener Daten insbesondere medizinischer Daten ist laut Bundesdatenschutzgesetz dann erlaubt, wenn der Betroffene dazu schriftlich sein Einverständnis gibt und dieses mit seiner Unterschrift bekundet. Dieses muss nach dessen freien Willen geschehen, wobei der Verwendungszweck der Daten eindeutig bekannt sein muss.

Ferner hat der Betroffene jeder Zeit das Recht, seine personenbezogenen Daten einzusehen, zu ändern oder ohne Angabe von Gründen ganz oder teilweise löschen zu lassen.

Bitte wenden Sie sich dazu an obige Adresse.

Anhang (2): Fragebogen zur Händigkeit, Sehhilfe und sportlichen Erfahrung

Nr.: _____ (wie in Presentation)

Datum: _____ (wie in Presentation)

Name: _____ Vorname: _____

Alter: _____

Geschlecht: () weiblich () männlich

Gewicht in kg: _____

Körpergröße in cm: _____

Händigkeit: () rechts () links

Sehhilfe: () nein () ja

welche: () Brille () Kontaktlinsen

() Kurzsichtig () Weitsichtig

Sonstige Augenerkrankungen (Hornhautverkrümmung, grüner/grauer Star,...)

Ist die Fehlsichtigkeit zum Zeitpunkt des Experimentes korrigiert?

() nein () ja

Beruf: _____

Sportliche Erfahrungen (regelmäßig betreiben bzw. betrieben haben):

Sportart: _____ von (Jahr) _____ bis (Jahr) _____ Dauer: ____

Sportart: _____ von (Jahr) _____ bis (Jahr) _____ Dauer: ____

Sportart: _____ von (Jahr) _____ bis (Jahr) _____ Dauer: ____

Höchste Spielklasse im BB _____

Praxis pro Woche (Wettkampf & Training) _____

Nutzung Basketballspezifischer Medien pro Woche _____

Leiden Sie an einer psychischen Erkrankung? () nein () ja

Anhang (3): Instruktion Experiment 1.1

Instruktion

Dies ist ein Reaktionszeitexperiment!

Es geht also darum, so schnell wie möglich auf die Reizdarbietung zu reagieren. Im Folgenden wird ein Fixationskreuz in der Mitte des Bildschirmes gezeigt. Bitte achte darauf, denn es signalisiert Dir, dass es gleich losgeht. Kurz darauf erscheint eine Person, die einen Basketball nach links oder rechts wirft und dabei selbst auch nach links oder rechts schaut.

Du sollst in diesem Experiment schnellstmöglich auf die Passrichtung mit einem Tastendruck links oder rechts reagieren und dabei die Blickrichtung so gut wie möglich ignorieren.

Drücke die linke Taste
für „Pass nach links“



Drücke die rechte Taste
für „Pass nach rechts“



Zuerst kommt ein Übungsblock, in dem du Fragen stellen kannst, dann folgen insgesamt drei Testblöcke mit jeweils 160 Bildern. Zwischen jedem Testblock hast du die Möglichkeit eine kurze Pause zu machen.

Viel Spaß beim Experiment

Anhang (4): Instruktion Experiment 1.2

Instruktion

Dies ist ein Reaktionszeitexperiment!

Es geht also darum, so schnell wie möglich auf die Reizdarbietung zu reagieren. Im Folgenden wird ein Fixationskreuz in der Mitte des Bildschirmes gezeigt. Bitte achte darauf, denn es signalisiert Dir, dass es gleich losgeht. Kurz darauf erscheint eine Person, die einen Basketball nach links oder rechts wirft und dabei selbst auch nach links oder rechts schaut.

Du sollst in diesem Experiment schnellstmöglich auf die Passrichtung mit einem Tastendruck links oder rechts reagieren und dabei die Blickrichtung so gut wie möglich ignorieren.

Drücke die linke Taste
für „Pass nach links“



Drücke die rechte Taste
für „Pass nach rechts“



Zuerst kommt ein Übungsblock, in dem du Fragen stellen kannst, dann folgen insgesamt drei Testblöcke mit jeweils 160 Bildern. Zwischen jedem Testblock hast du die Möglichkeit eine kurze Pause zu machen.

Viel Spaß beim Experiment

Anhang (5): Instruktion Experiment 2.1 (einfache Antwort)

Instruktion

Dies ist ein Reaktionszeitexperiment!

Es geht also darum, so schnell wie möglich auf die Reizdarbietung zu reagieren. Im Folgenden wird ein Fixationskreuz in der Mitte des Bildschirmes gezeigt. Bitte achte darauf, denn es signalisiert Dir, dass es gleich losgeht. Kurz darauf erscheint eine Person, die einen Basketball nach links oder rechts wirft und dabei selbst auch nach links oder rechts schaut.

Du sollst in diesem Experiment schnellstmöglich auf die Passrichtung mit einem Tastendruck links oder rechts reagieren und dabei die Blickrichtung so gut wie möglich ignorieren.

Drücke die linke Taste
für „**Pass nach links**“



Drücke die rechte Taste
für „**Pass nach rechts**“



Zuerst kommt ein Übungsblock, in dem du Fragen stellen kannst, dann folgen insgesamt vier Testblöcke mit jeweils 40 Bildern. Zwischen jedem Testblock hast du die Möglichkeit eine kurze Pause zu machen.

Viel Spaß beim Experiment

Anhang (6): Instruktion Experiment 2.2 (komplexe Antwort)

Instruktion

Dies ist ein Reaktionszeitexperiment!

Es geht also darum, so schnell wie möglich auf die Reizdarbietung zu reagieren. Im Folgenden wird ein Fixationskreuz in der Mitte des Bildschirms gezeigt. Bitte achte darauf, denn es signalisiert Dir, dass es gleich losgeht. Kurz darauf erscheint eine Person, die einen Basketball nach links oder rechts wirft und dabei selbst auch nach links oder rechts schaut.

Du sollst in diesem Experiment schnellstmöglich auf die Passrichtung reagieren und so gut wie möglich die Blickrichtung ignorieren.

Drücke die Ausgangstaste, bis ein Bild erscheint.



Ausgangstaste

Drücke den linken Ball

für „Pass nach links“



Drücke den rechten Ball

für „Pass nach rechts“



Zuerst kommt ein Übungsblock, in dem du Fragen stellen kannst, dann folgen insgesamt 4 Testblöcke mit jeweils 40 Bildern. Zwischen jedem Testblock hast du die Möglichkeit eine kurze Pause zu machen.]

Viel Spaß beim Experiment

Anhang (7): Instruktion Experiment 3.1

Instruktion

Dies ist ein Reaktionszeitexperiment!

Es geht also darum, so schnell wie möglich auf die Reizdarbietung zu reagieren. Im Folgenden wird ein Fixationskreuz in der Mitte des Bildschirmes gezeigt. Bitte achte darauf, denn es signalisiert Dir, dass es gleich losgeht. Kurz darauf erscheint eine Person, die einen Basketball nach links oder rechts wirft und dabei selbst auch nach links oder rechts schaut.

Du sollst in diesem Experiment schnellstmöglich auf die Passrichtung mit einem Tastendruck links oder rechts reagieren und dabei die Blickrichtung so gut wie möglich ignorieren.

Drücke die linke Taste
für „**Pass nach links**“



Drücke die rechte Taste
für „**Pass nach rechts**“



Zuerst kommt ein Übungsblock, in dem du Fragen stellen kannst, dann folgen insgesamt fünf Testblöcke mit jeweils 120 Bildern. Zwischen jedem Testblock hast du die Möglichkeit eine kurze Pause zu machen.

Viel Spaß beim Experiment

Anhang (8): Instruktion Experiment 3.2

Instruktion

Dies ist ein Reaktionszeitexperiment!

Es geht also darum, so schnell wie möglich auf die Reizdarbietung zu reagieren. Im Folgenden wird ein Fixationskreuz in der Mitte des Bildschirmes gezeigt. Bitte achte darauf, denn es signalisiert Dir, dass es gleich losgeht. Kurz darauf erscheint eine Person, die einen Basketball nach links oder rechts wirft und dabei selbst auch nach links oder rechts schaut.

Du sollst in diesem Experiment schnellstmöglich auf die Passrichtung reagieren und so gut wie möglich die Blickrichtung ignorieren.

Drücke die Ausgangstaste, bis ein Video erscheint.

Ausgangstaste

Drücke den linken Ball

für „Pass nach links“



Drücke den rechten Ball

für „Pass nach rechts“



Zuerst kommt ein Übungsblock, in dem du Fragen stellen kannst, dann folgen insgesamt 3 Testblöcke mit jeweils 120 Videos. Zwischen jedem Testblock hast du die Möglichkeit eine kurze Pause zu machen.

Viel Spaß beim Experiment

Anhang (9): Instruktion Experiment 4.1

Instruktion

Dies ist ein Reaktionszeitexperiment!

Beim Beginn mit dem Experiment werden deine Augen kalibriert dabei solltest du den Basketball mit den Augen folgen. Danach wird ein Fixationskreuz in der Mitte des Bildschirms gezeigt, Bitte achte darauf, denn es signalisiert Dir, dass es gleich losgeht. Kurz darauf erscheint eine Person, die einen Basketball nach links oder rechts wirft und dabei selbst auch nach links oder rechts schaut.

Du sollst in diesem Experiment schnellstmöglich auf die Passrichtung mit einem Tastendruck links oder rechts reagieren und dabei die Blickrichtung so gut wie möglich ignorieren.

Drücke die linke Taste
für „Pass nach links“



Drücke die rechte Taste
für „Pass nach rechts“



Zuerst kommt ein Übungsblock, in dem du Fragen stellen kannst, dann folgen insgesamt 3 Testblöcke mit jeweils 160 Bildern. Zwischen jedem Testblock hast du die Möglichkeit eine kurze Pause zu machen.

Viel Spaß beim Experiment

Anhang (10): Instruktion Experiment 4.2

Instruktion

Dies ist ein Reaktionszeitexperiment!

Beim Beginn mit dem Experiment werden deine Augen kalibriert dabei solltest du den Basketball mit den Augen folgen. Danach wird ein Fixationskreuz in der Mitte des Bildschirms gezeigt, Bitte achte darauf, denn es signalisiert Dir, dass es gleich losgeht. Kurz darauf erscheint eine Person, die einen Basketball nach links oder rechts wirft und dabei selbst auch nach links oder rechts schaut.

Du sollst in diesem Experiment schnellstmöglich auf die Passrichtung mit einem Tastendruck links oder rechts reagieren und dabei die Blickrichtung so gut wie möglich ignorieren.

Drücke die linke Taste
für „Pass nach links“



Drücke die rechte Taste
für „Pass nach rechts“



Zuerst kommt ein Übungsblock, in dem du Fragen stellen kannst, dann folgen insgesamt 3 Testblöcke mit jeweils 168 Videos. Zwischen jedem Testblock hast du die Möglichkeit eine kurze Pause zu machen.

Viel Spaß beim Experiment