



universität
wien

DIPLOMARBEIT / DIPLOMA THESIS

Titel der Diplomarbeit / Title of the Diploma Thesis

„Exekutive Funktionen im Fußball“

verfasst von / submitted by

Andreas Leitgeb

angestrebter akademischer Grad / in partial fulfilment of the requirements for the degree of
Magister der Naturwissenschaften (Mag. rer. nat.)

Wien, 2018 / Vienna, 2018

Studienkennzahl lt. Studienblatt /
degree programme code as it appears on
the student record sheet:

A 190 482 338

Studienrichtung lt. Studienblatt /
degree programme as it appears on
the student record sheet:

Lehramtstudium
UF Bewegung und Sport
UF Latein

Betreut von / Supervisor:

Dr. Clemens Ley

Mitbetreut von / Co-Supervisor:

Mag. Dr. Björn Krenn

Eidesstattliche Erklärung

Ich erkläre, dass ich die vorliegende Arbeit selbständig verfasst und nur die ausgewiesenen Hilfsmittel verwendet habe. Diese Arbeit wurde weder an einer anderen Stelle eingereicht, noch von anderen Personen vorgelegt.

Andreas Leitgeb

Wien, Mai 2018

Danksagung

Zunächst möchte ich mich recht herzlich bei meinem Diplomarbeitsbetreuer Mag. Dr. Björn Krenn bedanken, der mich während des gesamten Entstehungsprozesses stets unterstützte und mir immer wieder durch seine konstruktive Kritik hilfreiche Anregungen für diverse Arbeitsschritte gab.

Ein herzliches Dankeschön gilt auch den Fußballtrainern der Vereine, die sich trotz zahlreicher anderer Termine während der Saison bereit erklärten, ihre Mannschaften an den Testungen teilnehmen zu lassen, sowie den Spielern, die die Testungen absolvierten, für ihre aktive Teilnahme.

Der größte Dank gebührt jedoch meiner Familie: meinen Eltern Klaus und Elisabeth, die mich während der Studienzzeit, aber auch schon davor bei allen meinen Entscheidungen unterstützten und maßgeblich dafür verantwortlich sind, dass ich heute da stehe, wo ich stehe; meiner Schwester Katrin und meinem Bruder Christoph dafür, dass wir ein tolles Team und immer füreinander da sind. Auch meinen kürzlich verstorbenen Großeltern möchte ich meinen Dank aussprechen, ganz besonders meiner Großmutter Theresia, die mit mir Latein quasi von daheim aus „mitstudierte“ und großen Anteil daran hatte, dass ich mein Latein-Studium in relativ kurzer Zeit abschließen konnte. Unsere Kolloquien werde ich für immer in Erinnerung behalten.

Außerdem möchte ich mich bei meiner Freundin Mirjam bedanken, die mir während des gesamten Entstehungsprozesses dieser Arbeit unterstützend zur Seite stand. Danke für dein Verständnis und deine Geduld!

Zusammenfassung (deutsch)

Unter dem Begriff der exekutiven Funktionen sind kognitive Fähigkeiten zu verstehen, die für die Steuerung des menschlichen Denkens und Handelns verantwortlich sind, insbesondere in nicht-alltäglichen Situationen. In den letzten zehn Jahren setzten sich mehrere Autoren/innen mit dem Konzept der exekutiven Funktionen und deren Bedeutung in verschiedenen Individual- und Mannschaftssportarten auseinander. Insbesondere im Jugendfußball, aber auch im schwedischen Profi- und Amateurfußball wurden bereits Untersuchungen im Bereich der exekutiven Funktionen durchgeführt. In jener schwedischen Studie konnte beispielsweise nachgewiesen werden, dass Profifußballspieler bei exekutiven Funktionstests signifikant bessere Ergebnisse als Amateurspieler erzielten und im Profibereich sogar ein signifikanter Zusammenhang zwischen den Toren und Assists, die ein Spieler in einer Saison erzielte, und seiner Leistungsfähigkeit im Bereich der exekutiven Funktionen festgestellt werden konnte.

Ziel dieser Arbeit ist es, ausgehend von einer Begriffserklärung der exekutiven Funktionen den aktuellen Forschungsstand wiederzugeben sowie zu untersuchen, ob ähnlich wie bei der Studie in Schweden auch in Österreich Unterschiede zwischen männlichen Profi- und Amateurfußballern hinsichtlich exekutiver Funktionen bestehen. 106 Fußballspieler (63 Bundesligaspieler und 43 Amateurspieler) absolvierten jeweils vier verschiedene exekutive Funktionstests (Design Fluency-Test, Trail Making-Test, Flanker-Test, N-Back-Test). Dabei konnte zwar festgestellt werden, dass Profis in den meisten untersuchten Variablen im Schnitt bessere Ergebnisse als Amateurspieler erzielten, diese sich jedoch nicht signifikant voneinander unterschieden. Signifikante Zusammenhänge zwischen erzielten Toren und Torvorlagen sowie einzelnen Testergebnissen konnten im österreichischen Amateur- und Profifußball ebenfalls nicht entdeckt werden. Die hier gefundenen Resultate stehen somit im Widerspruch zu den Ergebnissen, die im schwedischen Profi- und Amateurfußball nachgewiesen wurden.

Schlagwörter: Exekutive Funktionen / Fußball / Österreichische Bundesliga

Abstract (english)

The term 'executive functions' describes the cognitive abilities being responsible for the regulation of human thoughts and action, especially in non-routine situations. During the last ten years several studies have been carried out dealing with the concept of executive functions and their importance in different types of sport on an individual basis as well as with team games. Especially with young soccer players but also with players in Swedish amateur clubs and professional clubs studies focusing on executive functions were conducted. In the Swedish study it was found that players in the Swedish Premiere League had significantly better results relating to executive functions than their colleagues in lower divisions. Furthermore, there could be found a significant correlation between goals and assists gained by a player from the highest league in a season and the player`s ability regarding to executive functions.

This thesis' objective is to show the current state of research (starting with the definition of executive functions) and to ascertain whether the same differences dealing with executive functions between male amateur and professional soccer players in Swedish research can also be found in Austria. 106 soccer players (63 in the Austrian Premier League and 43 in amateur teams) were checked in four different executive function tests (Design Fluency-Test, Trail Making-Test, Flanker-Test, N-Back-Test). It was found, that on average professional Austrian soccer players achieved better results in most variables tested than non-professional players but the Austrian differences were not significant. Significant correlations between goals and assists, and single test results could not be found neither in Austrian professional soccer teams nor in amateur teams. Therefore, the Austrian results can be seen as being in conflict to the results achieved with soccer players in Swedish Premiere League and Amateur divisions.

Key words: executive functions / soccer / Austrian Bundesliga

Inhalt

1. Einleitung	9
1.1 Wissenschaftliche Ausgangslage und Forschungslücke.....	9
1.2 Forschungsziel	11
1.3 Aufbau der Arbeit	12
2. Theoretischer Hintergrund – Exekutive Funktionen	13
2.1 Definition „Exekutive Funktionen“	16
2.2 Komponenten exekutiver Funktionen (CEF vs. HEF)	18
2.2.1 Core executive functions.....	18
2.2.2 Higher level executive functions.....	23
2.3 Repräsentative psychologische Aufgaben zur Testung exekutiver Funktionen	27
2.3.1 Inhibition.....	27
2.3.2 Arbeitsgedächtnis.....	27
2.3.3 Kognitive Flexibilität	28
2.3.4 Testung von higher-level executive functions	28
2.4 Entwicklung exekutiver Funktionen.....	30
2.4.1 Faktoren, die die Entwicklung exekutiver Funktionen beeinflussen	31
2.5 Trainierbarkeit von exekutiven Funktionen	32
3. Bedeutung der exekutiven Funktionen im Fußball	33
3.1 Kognitives Anforderungsprofil eines Fußballspielers	35
3.2 Kognitive Profile auf unterschiedlichen Positionen (exemplarisch)	38
3.3 Exemplarische Trainingsübung zur Schulung exekutiver Funktionen.....	41
3.4 Exkurs: Talentsuche im Fußball	44
4. Forschungsfragen und Hypothesenbildung	46
4.1 Fragestellungen.....	46
4.2 Hypothesenbildung	49
5. Methodik der Studie	51

5.1 Teilnehmer.....	51
5.2 Materialien.....	54
5.3 Ablauf der Testungen	59
5.4 Statistische Analyse.....	60
6. Resultate der Datenauswertung.....	61
6.1 Design Fluency-Test – Unterschiede.....	61
6.1.1 Unterschiede Fußballspieler – Normstichprobe.....	61
6.1.2 Unterschiede Profis – Amateure	62
6.1.3 Unterschiede Profis – Amateure (nur österreichische Testpersonen).....	64
6.1.4 Korrelationen zwischen Scaled Score-Werten und Einsatzminuten hinsichtlich Kaderzugehörigkeit.....	65
6.2 Zahlenverbindungstest – Unterschiede.....	69
6.2.1 Unterschiede Profis – Amateure	69
6.2.2 Unterschiede Profis – Amateure (nur österreichische Spieler).....	69
6.2.3 Korrelation zwischen den Variablen Informationsverarbeitung und Einsatzminuten hinsichtlich Kaderzugehörigkeit	70
6.3 Flanker-Test – Unterschiede.....	72
6.3.1 Unterschiede Profis – Amateure	72
6.3.2 Unterschiede Profis – Amateure (nur österreichische Spieler).....	73
6.3.3 Korrelationen zwischen ausgewählten Variablen des Flanker-Tests und Einsatzminuten hinsichtlich Kaderzugehörigkeit	75
6.4 N-Back-Test – Unterschiede	77
6.4.1 Unterschiede Profis – Amateure	77
6.4.2 Unterschiede Profis – Amateure (nur österreichische Spieler).....	78
6.4.3 Korrelationen zwischen ausgewählten Variablen des N-Back-Tests und Einsatzminuten hinsichtlich Kaderzugehörigkeit	79
6.5 Positionsspezifische Unterschiede hinsichtlich ausgewählter Variablen	81
6.5.1 Positionsspezifische Unterschiede hinsichtlich der Variablen Informationsverarbeitung und Scaled_Score_Korrekte_Antworten.....	81

6.5.2 Positionsspezifische Unterschiede hinsichtlich der Variablen Reaktionszeit_inkongruent und Reaktionszeit_kognitives Switchen	82
6.5.3 Positionsspezifische Unterschiede hinsichtlich der Variablen Korrekte Antworten_AG und Fehler AG.....	83
6.6 Korrelationen zwischen ausgewählten Testergebnissen und Scorerpunkten unter Berücksichtigung der Kontrollvariable Einsatzminuten.....	85
7. Diskussion	88
7.1 Limitationen.....	91
7.2 Ausblick.....	92
8. Verzeichnisse	93
8.1 Literaturverzeichnis	93
8.2 Tabellenverzeichnis	103
8.3 Abbildungsverzeichnis	105
9. Anhang	106
9.1 Teilnehmerinformation und Einwilligungserklärung zur Teilnahme an der Studie	106

1. Einleitung

1.1 Wissenschaftliche Ausgangslage und Forschungslücke

Ein erfolgreicher Fußballer muss eine große Menge an Informationen in kurzer Zeit unter mentalem Druck verarbeiten. Viele Entscheidungen müssen sehr schnell getroffen und je nach Anforderung auf dem Platz neu abgeschätzt werden. Das für den Spielerfolg notwendige Verhalten beinhaltet eine kreative Entscheidungsfindung, bei der Geschwindigkeit und Genauigkeit auf höchstem Level sind. Dieses Verhalten hilft einem Fußballer, das Spiel zu lesen und erfolgreiche Entscheidungen im Vorhinein zu treffen. Im Fußball nennt man diese kognitiven Fähigkeiten exekutive Funktionen, die umgangssprachlich zumeist mit dem Begriff Spielintelligenz gleichgesetzt werden (Vestberg, Reinebo, Maurex, Ingvar & Petrovic, 2017).

Exekutive Funktionen spielen vor allem in der Talentsuche, welche sich in der letzten Dekade hauptsächlich auf physiologische, anthropometrische und technische Fähigkeiten von Fußballspielern fokussierte, eine immer wichtiger werdende Rolle. So konnte beispielsweise nachgewiesen werden, dass physiologische Faktoren wie die Sprintleistung und die anaerobe Kapazität bei Jugendspielern nicht aussagekräftig für eine Zukunftshoffnung im Fußball sind (Verburgh, Scherder, Van Lange & Oosterlaan, 2014).

Die vorliegende Arbeit hat eine 2012 in Schweden durchgeführte Studie als Vorbild (Vestberg, Gustafson, Maurex, Ingvar & Petrovic, 2012), bei der die Autoren nachweisen konnten, dass exekutive Funktionen bei Profifußballern der Allsvenskan wesentlich besser ausgeprägt sind als bei Spielern der dritthöchsten nationalen Spielklasse und letztere wiederum bessere Ergebnisse erzielten als der Durchschnitt einer Normstichprobe. Zudem zeigte sich, dass ein stark signifikanter positiver Zusammenhang zwischen der Anzahl der Tore und Vorlagen, die ein Spieler in einer Saison erreichte, und seinem Leistungsvermögen im Hinblick auf die exekutiven Funktionen bestand. Lundgren, Högman, Neslund und Parling (2016) konnten bei professionellen und semiprofessionellen Eishockeyspielern in Schweden ebenfalls nachweisen, dass beide Testgruppen beim Design Fluency-Test (siehe Kapitel 5.2) signifikant bessere Ergebnisse als eine standardisierte Testgruppe erzielten, sie sich aber nicht signifikant voneinander unterschieden, auch wenn die Eishockeyspieler der höchsten schwedischen Spielklasse im Schnitt etwas bessere Ergebnisse erzielten als die Eishockeyspieler aus der dritthöchsten nationalen Spielklasse.

Neben den Studien von Vestberg und Kollegen (2012) und Lundgren und Kollegen (2016) setzten sich auch Huijgen und Kollegen/innen (2015) mit dem Thema exekutive Funktionen im

Fußball auseinander. Sie untersuchten „*lower-level*“ und „*higher-level cognitive functions*“ bei professionellen und semiprofessionellen Nachwuchsspielern von 13 bis 17 Jahre. Bei den „*higher-level cognitive functions*“ Inhibitionskontrolle, kognitive Flexibilität und Metagognition wiesen professionelle Jugendspieler signifikant bessere Fähigkeiten als ihre semiprofessionellen Kollegen auf.

Wie bereits die oben genannten Studien belegen, scheinen exekutive Funktionen insbesondere in Sportarten von großer Bedeutung zu sein und mit sportlicher Leistungsfähigkeit zusammenzuhängen. Sportler/innen, die sich im Kopf schneller an verschiedenste Spielsituationen anpassen können und denen kreativere Lösungen zur Verfügung stehen, haben einen Vorteil gegenüber ihren Gegnern/innen und können sich dadurch öfter in kritischen Situationen durchsetzen.

Bisher beschäftigten sich nur Vestberg und Kollegen (2012) mit dem Thema der exekutiven Funktionen im männlichen Profifußball, die Spieler der schwedischen Premier League für ihre Testungen gewinnen konnten. In allen weiteren europäischen Top-Ligen wurde bisher weitestgehend auf Studien, bei denen exekutive Funktionstests zum Einsatz kommen, verzichtet. Aus diesem Grund soll diese Arbeit dazu beitragen, exekutive Funktionen von österreichischen Bundesligaspielern zu untersuchen und diese mit denen von österreichischen Amateurfußballern zu vergleichen, um herauszufinden, ob Profispieler wie in Schweden besser im Bereich der exekutiven Funktionen als Amateurspieler abschneiden.

1.2 Forschungsziel

In dieser Arbeit soll untersucht werden, ob in Österreich ähnliche Ergebnisse bei Spielern der Bundesliga sowie deren Amateurteams erzielt werden wie bei Vestbergs Studie 2012 in Schweden und Profis bei exekutiven Funktionstests tatsächlich bessere Werte erzielen als Amateurspieler. Durch das Durchführen der Tests sowohl in der Profi- als auch der Amateurmannschaft des jeweiligen Vereins soll zudem herausgefunden werden, ob gewisse Spieler der Amateurteams dank ausgezeichneter exekutiver Funktionen das Potential zum Profi haben. Allerdings muss an dieser Stelle berücksichtigt werden, dass exekutive Funktionen wie Aufmerksamkeitskontrolle, Verarbeitungsgeschwindigkeit, kognitive Flexibilität, Zielsetzung, Inhibition und das Arbeitsgedächtnis erst im Alter von ca. 19 Jahren vollständig entwickelt sind, bei strategischem Planen und dem Organisieren von zielgerichtetem Verhalten überhaupt erst zwischen 20 und 29 das höchste Niveau erreicht werden kann (Vestberg et al., 2017). Dadurch, dass ein Großteil der Spieler der Amateurteams in der Regel um die 20 Jahre oder jünger ist, stellt sich die Frage, wie sehr deren exekutive Funktionen individuell schon ausgeprägt sind und ob ein Vergleich mit älteren Spielern als sinnvoll erscheint.

Zudem soll herausgefunden werden, ob auf verschiedenen Positionen (Tormann, Verteidiger, Mittelfeldspieler offensiv/defensiv, Stürmer) bestimmte exekutive Funktionen stärker ausgeprägt sind als andere und sich somit ein klares positionsspezifisches, kognitives Profil ergibt.

1.3 Aufbau der Arbeit

Die wissenschaftliche Arbeit gliedert sich in mehrere Kapitel, von denen das aktuelle Kapitel zunächst zur wissenschaftlichen Ausgangslage, zur Forschungslücke und zum Ziel der Studie Stellung nimmt.

In Kapitel zwei wird das theoretische Konzept der exekutiven Funktionen erläutert. Darin werden die exekutiven Funktionen kognitive Flexibilität, Arbeitsgedächtnis und Inhibitionskontrolle vorgestellt und genauer beschrieben.

Das dritte Kapitel soll den Stellenwert der exekutiven Funktionen speziell in der Teamsportart Fußball beleuchten. In einem kurzen Exkurs soll zudem ein Einblick in die Talentsuche gegeben werden – ein Bereich, für den die exekutiven Funktionen in Zukunft von großer Bedeutung sein könnten.

In Kapitel vier werden die Forschungsfragen und Hypothesen formuliert, im folgenden fünften Kapitel wird sodann die Methodik der Studie detailliert beschrieben.

Die Ergebnisse der Studie werden in Kapitel sechs dargelegt. In Kapitel 7 sollen die wichtigsten Erkenntnisse aus Kapitel 6 schließlich nochmals zusammengefasst werden. Zudem soll im Ausblick ein Beispiel vorgestellt werden, wie sich exekutive Funktionen im Fußball in der Praxis trainieren lassen können bzw. welche (technischen) Möglichkeiten von einigen Mannschaften heutzutage schon genutzt werden.

2. Theoretischer Hintergrund – Exekutive Funktionen

Nicht viele Konzepte der Neuropsychologie werden uneinheitlicher und widersprüchlicher wahrgenommen als das Konzept der exekutiven Funktionen. Bereits im Jahre 1996 berichtete Paul Eslinger in einem Artikel von mehr als 30 verschiedene Definitionen zum Begriff „Exekutive Funktionen“ (Drechsler, 2007). Seither sind mehr als 20 Jahre vergangen, in denen nicht nur viele weitere Definitionsversuche dazugekommen sind, sondern auch eine Vielzahl an unterschiedlichsten Artikeln zu verschiedensten Aspekten exekutiver Funktionen betreffend publiziert wurden.

Exekutive Funktionen werden vor allem dann benötigt, wenn neue, unbekannte und/oder komplexe Aufgaben bzw. Situationen zu bewältigen sind, bei denen bewährte Automatismen keinen Erfolg versprechen oder deren Einsatz sich als nicht sinnvoll erweist (Schuchardt & Mähler, 2016). Sie spielen in fast jedem Beruf eine zentrale Rolle, in dem geplant, organisiert, Probleme gelöst, Entscheidungen gefunden oder Daten bearbeitet werden müssen. Selbst wenn man nur daheim sitzt, für eine Prüfung lernt, eine Arbeit schreibt oder sich überlegt, was man am Wochenende machen will, werden diese kognitiven Fähigkeiten benötigt. Sie helfen uns, schnelle Entscheidungen zu treffen, uns an unerwartete Veränderungen anzupassen und bei vielen weiteren Aktivitäten, die im Alltag auf uns zukommen (vgl. Exekutive Funktionen, Zugriff am 10. April 2018 unter <https://www.cognifit.com/de/exekutive-funktionen>).

Exekutive Funktionen stellen die Grundlage für logisches Denken sowie die Fähigkeit zum Problemlösen dar. Ein neuronaler Schaltkreis, bei dem dem präfrontalen Kortex eine wichtige Funktion zukommt, steuert diese kognitiven Fähigkeiten. Weist der präfrontale Kortex Dysfunktionen vor, führt dies auch zu einer Beeinträchtigung der exekutiven Funktionen. Insbesondere für die psychische Gesundheit, aber auch bei sportlichen Leistungen sowie in vielen weiteren Bereichen des Lebens (z.B. bei der Entscheidungsfindung) sind exekutive Funktionen von zentraler Bedeutung (Diamond & Ling, 2016), wie Tabelle 1 veranschaulichen soll:

Lebensaspekte	Möglichkeiten, wie EF Einfluss auf diese Aspekte haben	Referenzen
Psychische Gesundheit	EF haben Einfluss auf viele psychische Störungen wie z.B.:	
	-Suchtverhalten	Baler & Volkow, 2006

	-ADHS	Lui & Tannock, 2007; Diamond, 2005
	-Verhaltensstörungen	Fairchild et al., 2009
	-Depressionen	Taylor-Tavares et al., 2007
	-Zwangsneurosen	Penadés et al., 2007
	-Schizophrenie	Barch, 2005
Physische Gesundheit	Schlecht ausgebildete EF stehen in Zusammenhang mit Fettleibigkeit, Fresssucht, Drogenmissbrauch	Crescioni et al, 2011; Miller et al., 2011; Riggs et al., 2010
Lebensqualität	Personen mit besser ausgebildeten EF genießen eine höhere Lebensqualität	Brown & Landgraf, 2010; Davis et al., 2010
Schulreife	EF spielen eine größere Rolle für die Schulreife als IQ, Lesen auf Einstiegsebene oder Mathematik	Blair & Razza, 2007; Morrison et al., 2010
Schulischer Erfolg	EF sagen Kompetenzen im Lesen und in der Mathematik voraus; Lernerfolg von Ausbildung der Selbstregulationsfähigkeiten der Schülerinnen und Schüler abhängig	Kubesch, 2014; Borella et al. 2010; Duncan et al. 2007; Gathercole et al., 2004
Arbeitserfolg	Schlechter ausgeprägte EF führen zu schlechterer Produktivität und bewirken Schwierigkeiten, einen Job zu finden und diesen zu behalten	Bailey, 2007
Eheliche Harmonie	Mit einem/er Partner/in, dessen/deren EF schlechter ausgeprägt sind, kann es schwieriger sein, miteinander auszukommen, er/sie ist weniger zuverlässig und/oder neigt zu impulsivem Verhalten	Eakin et al., 2004
Öffentliche Sicherheit	Schlecht ausgeprägte EF führen zu sozialen Problemen (u.a. Verbrechen, Rücksichtslosigkeit, Gewalt, emotionale Zornausbrüche)	Denson et al., 2011; Broidy et al., 2003

Sport	Gut ausgeprägte EF gehen mit besseren sportlichen Leistungen einher	Vestberg et al., 2017; Huijgen et al., 2015; Vestberg et al., 2012
-------	---	--

Tabelle 1: Wichtigkeit der EF in verschiedenen Lebensaspekten (modifiziert nach Diamond, 2013, S. 137)

2.1 Definition „Exekutive Funktionen“

In der Literatur lässt sich eine Vielzahl an unterschiedlichen Definitionen und Modellen zum Begriff „Exekutive Funktionen“ feststellen, die verschiedenste Prozesse wie Inhibition, Arbeitsgedächtnis, kognitive Flexibilität, Zielsetzung etc. umfassen, um nur einige wenige zu nennen. In den letzten 20 Jahren konnte sich das Modell von Miyake und Kolleginnen und Kollegen (Miyake & Friedman, 2012; Miyake, Friedman, Emerson, Witzki, Howerter & Wager, 2000) besonders etablieren und wurde von vielen Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftlern in weiterer Folge aufgegriffen und weiter bearbeitet (Wiebe & Karbach, 2018). Miyake und Friedman (2012, S. 8) verstehen exekutive Funktionen als ein *„set of general-purpose control mechanisms, often linked to the prefrontal cortex of the brain, that regulate the dynamics of human cognition and action“*. Die Autoren halten exekutive Funktionen insofern für ein wichtiges Forschungsfeld, da sie eine zentrale Komponente der Selbstkontroll- bzw. Selbstregulationsfähigkeit (oder „willpower“) darstellen und es sich gezeigt hat, dass sie erhebliche Auswirkungen auf das tägliche Leben haben (s. auch Tab. 1).

Drechsler (2008, S. 763) fasst unter dem Begriff der exekutiven Funktionen Regulations- und Kontrollmechanismen zusammen, „die ein zielorientiertes und situationsangepasstes Handeln ermöglichen. Exekutive Funktionen regulieren top-down domänenspezifische Fähigkeiten und kommen ins Spiel, wenn die Situation ein Abweichen von eingeschliffenen Handlungsroutinen erfordert“. Diese können bei unerwarteten Ereignissen, in neuen Situationen sowie beim Setzen von Zielen oder Planen über mehrere Schritte zum Einsatz kommen.

Röthlisberger, Neuenschwander, Michel und Roebers (2010, S. 100) definieren den Begriff folgendermaßen: „Aus theoretischer Sicht werden unter Exekutive Funktionen höhere, selbstregulatorische, kognitive Prozesse summiert, die das Denken und Handeln kontrollieren und überwachen mit dem Ziel eine flexible Anpassung an neue, komplexe Aufgabensituation zu ermöglichen.“ Die Autoren (siehe auch Letho, Juujärvi, Kooistra & Pulkkinen, 2003; Miyake et al., 2000) sprechen in dieser Hinsicht von drei Faktoren, die sich voneinander unterscheiden, aber auch überlappen können.

- Shifting/Switching (Aufgaben-, Aufmerksamkeits- und Strategiewechsel)
- Updating (Anpassen und Überwachen von Arbeitsgedächtnisrepräsentationen und -prozessen)
- Inhibition (Unterdrücken von vorschnellen, dominanten und/oder automatisierten Antworten)

Diamond (2013) unterteilt exekutive Funktionen ebenfalls in drei Kategorien, verwendet hingegen für zwei Kategorien andere Begrifflichkeiten (In dieser Arbeit wird in weiterer Folge insbesondere mit den Begrifflichkeiten gearbeitet, die Diamond verwendet):

- Kognitive Flexibilität (Fähigkeit, Fokus der Aufmerksamkeit wechseln zu können; schnelles Anpassen an veränderte Gegebenheiten)
- Arbeitsgedächtnis (Schaltzentrale, in der aufgenommene Reize mit Erfahrungen aus der Vergangenheit verglichen werden können; mit den kurzzeitig gespeicherten Informationen kann sodann gearbeitet werden)
- Inhibition(skontrolle) (Selbstkontrolle; Unterdrücken von spontanen Impulsen; willentliche Lenkung der Aufmerksamkeit; Ausblendung von Störreizen)

Exekutive Funktionen sind also für die Informationsaufnahme, die Verarbeitung von diesen Informationen sowie das darauf gewählte Verhalten zuständig. Der gesamte Prozess richtet sich auf das jeweilige Ziel hin. Es ist notwendig, die eintreffenden Informationen ständig zu aktualisieren, um Erfolg bei dem Erreichen des Ziels zu haben. Einerseits muss die Informationsverarbeitung bewertet werden, andererseits darf auch die Reaktion nach außen, das Verhalten, nicht vernachlässigt werden. Optimale Ergebnisse können nur dann erzielt werden, wenn es gelingt, auf die Veränderungen des Umfelds häufig mit einem Wechsel zwischen verschiedenen Verhaltensweisen zu reagieren und ein früheres Verhalten zugunsten eines neuen Plans zu unterbinden (Nowak & Vestberg, 2014).

Um hierzu ein Beispiel aus dem Fußball zu nennen: Der/die Spielmacher/in im Fußball, deren/dessen Aufgabe es ist, das Spiel zu lenken, muss in Ballbesitz jederzeit wissen, wo sich seine/ihre eigenen Mitspieler/innen bzw. Gegenspieler/innen am Platz befinden, damit er/sie im richtigen Moment den richtigen Pass in die Tiefe spielen kann. Der/die Spielmacher/in muss zudem während des Spiels in der Lage sein, Schwächen der gegnerischen Abwehr ausfindig zu machen und diese mit verschiedenen kreativen Spielzügen auszunutzen, um sein/ihr Ziel, das Team mit Torvorlagen zu unterstützen, zu erreichen.

2.2 Komponenten exekutiver Funktionen (CEF vs. HEF)

Davidson, Amso, Anderson und Diamond (2006) beschreiben die drei kognitiven Fähigkeiten kognitive Flexibilität, Arbeitsgedächtnis und Inhibition als Schlüsselkomponenten für kognitive Kontrolle und exekutive Funktionen. Diese drei werden unter dem Begriff „*Core executive functions* (CEF)“ zusammengefasst (Diamond, 2013; Lehto et al., 2003; Miyake et al., 2000), auf denen komplexere Fähigkeiten – „*Higher level executive functions*“ (HEF) – wie logisches Denken, Problemlösung und Planungsstrategien aufbauen (Vestberg et al., 2017; Diamond, 2013). Während CEF (z.B. Arbeitsgedächtnis, kognitive Flexibilität, aber auch Funktionen wie Aufmerksamkeitskontrolle, Verarbeitungsgeschwindigkeit, Zielsetzung) sich über die Kindheitsjahre bis zur Adoleszenz entwickeln und mit ca. 19 Jahren voll ausgeprägt sind, erreichen Funktionen wie strategisches Planen und das Organisieren von zielgerichtetem Verhalten (HEF) erst zwischen 20 und 29 Jahre ihre höchste Ausprägung (Vestberg et al., 2017).

2.2.1 Core executive functions

Inhibition

Unter Inhibition – manche Autoren sprechen auch von Inhibitionskontrolle (Diamond, 2013) – ist die kognitive Fähigkeit zu verstehen, eigene Verhaltensweisen, die Aufmerksamkeit und Emotionen unter Kontrolle zu halten, sodass man in der Lage ist, sich über starke innere Prädispositionen oder äußere Verlockungen hinwegzusetzen und stattdessen das zu tun, was in der jeweiligen Situation viel eher benötigt wird (Ebd.). Mithilfe der Fähigkeit, Verhalten gezielt zu hemmen, ist es somit möglich, diejenigen Handlungen zu vermeiden, welche nicht mit dem angestrebten Ziel kompatibel sind (Kubesch, 2014).

Inhibition lässt sich in zwei Bereiche gliedern: zum einen die Selbstkontrolle (*behavioral inhibition*), zum anderen die Interferenzkontrolle, die wiederum in *selective attention* und *cognitive inhibition* geteilt werden kann (Diamond, 2013).

Die *inhibitorische Aufmerksamkeitskontrolle* ermöglicht es Menschen, die Aufmerksamkeit auf andere Stimuli auszublenden und sich nur darauf zu konzentrieren, was sie in ihren Fokus nehmen (Diamond, 2013). Diese Fähigkeit wird beispielsweise auf einer Cocktailparty benötigt, wenn es darum geht, Hintergrundgeräusche auszublenden und sich stattdessen auf ein Geräusch im Durcheinander konzentrieren zu können (Jimenez, 2014).

Der zweite Teil der Interferenzkontrolle, die *kognitive Inhibition* hilft Menschen, mentale Repräsentationen unterdrücken zu können, sodass sie in der Lage sind, sich belanglosen oder ungewollten Erinnerungen oder Gedanken zu widersetzen. Dies beinhaltet u.a. das intentionale Vergessen (Anderson & Levy, 2009), das beispielsweise für Menschen, die in ihrem Leben traumatische Erfahrungen (Kriegsveteranen, Terroropfer) gemacht haben, eine wichtige Rolle spielt, um diese Erinnerungen nicht Tag für Tag neu erleben zu müssen (Diamond, 2013).

Selbstkontrolle als zweiter großer Bereich der Inhibition kann gut in Zusammenhang mit dem Begriff der „Ich-Kontrolle“ nach Baumeister, Bratslavsky, Muraven und Tice (1998) bzw. Block und Block (1980) gesehen werden. Menschen mit einem geringen Maß an Ich-Kontrolle (Unterkontrolle) sind nicht in der Lage, Belohnungen aufzuschieben, gehen eher spontanen Bedürfnissen nach und neigen zu impulsiven Handlungen, während Personen mit einem hohen Maß an Ich-Kontrolle (bis hin zur Überkontrolle) fähig sind, sowohl Impulse als auch Bedürfnisse stark zu unterdrücken, damit sie ihre Ziele, die sie sich einmal gesetzt haben, konsequent verfolgen (Baumann & Kuhl, 2013) . Ohne dieser Fähigkeit zur Selbstdisziplin wäre man nicht in der Lage, eine lange, zeitaufwendige Aufgabe wie das Schreiben einer Dissertation zu bewältigen oder einen Marathon zu laufen (Diamond, 2013). Der chronische Einsatz von Selbstkontrolle kann jedoch zur Vernachlässigung von anderen wichtigen Zielen oder Bedürfnissen führen (Baumann & Kuhl, 2013). Hofmann, Friese und Strack (2009) sprechen in dieser Hinsicht von einem Tauziehen zwischen zwei gegensätzlichen Kräften – auf der einen Seite Impulse, die dazu verleiten, das zu tun, was im Augenblick angenehm ist, auf der anderen die Selbstkontrolle, welche vernünftiges Handeln in den Vordergrund stellt. Selbstkontrolle wird aber auch in Situationen benötigt, in denen es nicht um gegensätzliche Standpunkte geht, sondern – um ein Beispiel zu nennen – wenn man nicht sofort die erste Antwort auf eine Frage gibt, die einem in den Sinn kommt, weil man genau weiß, dass man eine bessere, vernünftigere Antwort geben könne, würde man sich mehr Zeit lassen. Bei Fehlern der Impulsivität handelt es sich nämlich um Fehler, die dadurch entstehen, dass man sich nicht ein wenig länger gedulden konnte (Diamond, 2013).

In verschiedenen Spitzensportsituationen steht diese Zeit jedoch meist nicht zur Verfügung, sodass die Athletinnen und Athleten gezwungen sind, unter Zeitdruck schnellstmöglich zu reagieren und dabei keine Fehler zu machen. Diejenigen, die es schaffen, unter Zeitdruck schnell und korrekt zu reagieren, stehen im Sport auch sehr häufig an der Spitze.

Arbeitsgedächtnis

Der zweite große Bereich der *core executive functions* ist das Arbeitsgedächtnis. Dieses ermöglicht es uns, Informationen im Kopf kurzfristig abzuspeichern, diese gespeicherten Informationen zu manipulieren und mit ihnen zu arbeiten. Insofern grenzt es sich vom Kurzzeitgedächtnis ab, welches nur in der Lage ist, Informationen kurzfristig im Kopf zu behalten. In der Entwicklung des Arbeitsgedächtnisses lassen sich unterschiedliche Fortschritte feststellen: so entwickelt sich das Kurzzeitgedächtnis früher und schneller als das Arbeitsgedächtnis (Diamond, 2013). Trotz der begrenzten Speicherkapazität von ca. fünf bis sieben Elementen (Worte, Ziffern, Objekte) über wenige Sekunden – die Kapazität variiert stark einerseits nach Alter, andererseits wurden aber auch große Unterschiede zwischen gleichaltrigen Individuen nachgewiesen (Lazar, 2017) – hat das Arbeitsgedächtnis einen großen Stellenwert im Konzept der exekutiven Funktionen (Kubesch, 2014). Es ist beispielsweise notwendig, wenn man eine to-do-Liste im Kopf neu organisiert, Instruktionen in einen Handlungsplan überträgt, neue Informationen in das eigene Denken und den eigenen Handlungsplan einfließen lässt (= Updating, s. S. 13), Alternativen in Betracht zieht etc. Auch das logische Denken bzw. Schlussfolgern (siehe Kap. 2.2.4) wäre ohne das Arbeitsgedächtnis nicht möglich (Diamond, 2013).

Bereits im Jahre 1972 entwickelten Graham Hitch und Alan Baddeley das „*three-component model of working memory*“, ein „Aufmerksamkeitskontrollsystem“ bestehend aus zwei Speicherkomponenten (*Phonological loop*, *Visuospatial sketchpad*) – das eine für verbal-akustische, das andere für visuelle und/oder räumliche Informationen zuständig – und einer übergeordneten Steuereinheit (*Central executive*), welches unterschiedliche Leistungen des Arbeitsgedächtnisses erklären sollte (Baddeley, 2010). Die phonologische Schleife wird als abhängiges Subsystem beispielsweise dafür benötigt, Telefonnummern in Erinnerung zu behalten, indem diese kontinuierlich im „Inneren“ wiederholt werden. Dieser Vorgang wird auch als „*rehearsal*“ bezeichnet. Die Aufgabe des visuell-räumlichen Notizblockes ist es, formal-visuelle und räumliche Inhalte zu speichern, wie beispielsweise den Weg aus einem Labyrinth zu finden (Popp, 2013). Die Central executive wird als komplexeste Komponente des Arbeitsgedächtnisses bezeichnet. Baddeley (2012) vergleicht sie mit einem Homunkulus, also einem kleinen Mann im Kopf, der sich um die Ausführung von allen „*clever things*“ kümmert, die abseits der Kompetenzen der beiden Subsysteme liegen. Ihre Aufgaben liegen darin, zwischen dem verbalen und nonverbalen Subsystem zu vermitteln und Informationen vom einen in den anderen Speicher zu bringen. Dazu verwendet sie einen multimodalen Code, der von der ursprünglichen Informationsart unabhängig ist. Durch diese Eigenschaft sind

Menschen in der Lage, zu einem gehörten Wort das entsprechende Bild sich im Kopf vorzustellen (z.B. Wir hören das Wort Trommel und stellen uns eine Trommel bildlich vor). Auch bei Rechenaufgaben ist die Central executive gefordert, wenn es beispielsweise darauf ankommt, ausgerechnete Teilschritte im Kopf zu behalten und anschließend zu addieren (Lübke, 2010, zit. nach Baddeley, 2007).

Im Zuge weiterer Forschungsarbeiten am Modell wurde ersichtlich, dass die drei bisher verwendeten Teile nicht ausreichen, um alle Funktionen des Arbeitsgedächtnisses (z.B. Interaktion mit dem Langzeitgedächtnis) zu erklären. Aus diesem Grund erweiterte Baddeley das Modell um eine vierte Komponente, den „*Episodic buffer*“ (Baddeley, 2010). Der Episodic buffer kann integrierte Abschnitte („episodes“) in einem multidimensionalen Code erfassen, dient dabei wie der Name schon sagt als Puffer zwischen dem Visuospatial sketchpad und dem Phonological loop und hat die Aufgabe, zwischen diesen beiden Subsystemen des Arbeitsgedächtnisses sowie zwischen Arbeitsgedächtnis, Perception und Langzeitgedächtnis zu vermitteln. Dazu ist der Puffer in der Lage, weil er multidimensionale Repräsentationen aufnehmen kann – jedoch wie viele andere Zwischenspeicher hat er nur eine begrenzte Aufnahmekapazität (Baddeley, 2012).

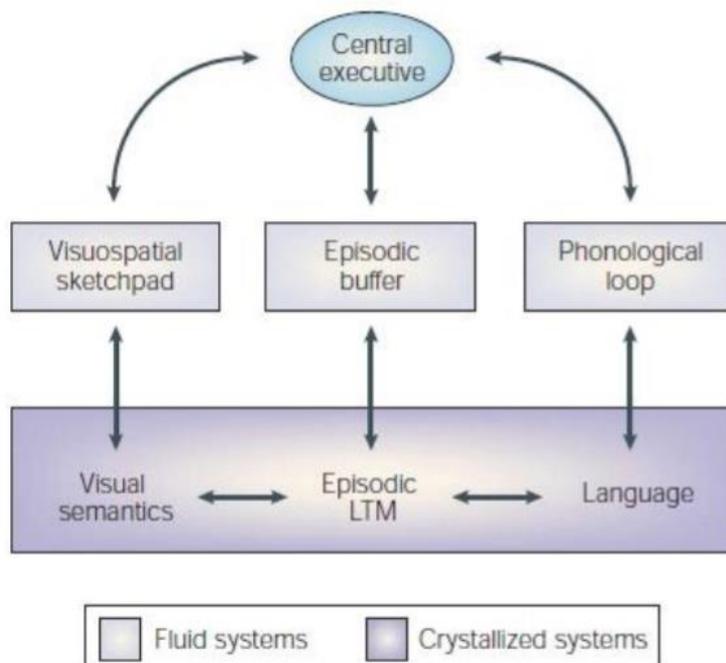


Abbildung 1: Das AG-Modell nach Baddeley (2003, S. 835)

Das Arbeitsgedächtnis steht in einem engen Verhältnis zur Inhibitionskontrolle (s. Kap. 2.2.1).

Beide Exekutivfunktionen unterstützen einander und erscheinen kaum je ohne den jeweiligen Gegenpart. Wenn in einer Situation das Arbeitsgedächtnis benötigt wird, ist in der Regel auch die Inhibitionskontrolle gefordert und vice versa (Diamond, 2013). Um hierzu ein Beispiel aus dem Sport zu nennen: Wenn eine Tennisspielerin nach dem ersten verlorenen Satz Feedback von ihrem Trainer bekommt, der ihr mitteilt, vermehrt die Rückhand ihrer Gegnerin zu bearbeiten, muss sie versuchen, diese Informationen im Match abzurufen und umzusetzen, gleichzeitig aber in ihrem Spiel weniger erfolgreiche Optionen, wie etwa kurze Stop-Bälle zu vermeiden.

In mehreren Studien (u.a. Shelton, Elliot, Hill, Calania & Gouvier, 2009; Conway, Kane & Engle, 2003) konnte festgestellt werden, dass ein positiver Zusammenhang zwischen Arbeitsgedächtnisleistung und Intelligenz besteht, während Inhibition und kognitive Flexibilität weder auf fluide noch kristallide Intelligenz Auswirkungen zu haben scheinen. Clark, Goghari und Lawlor-Savage (2017, S. 66) definieren fluide Intelligenz als *“the ability to adapt one's reasoning abilities to solve novel cognitive problems involving new information, and stands in contrast to ‘crystallized intelligence’ [...] which draws heavily upon previously learned declarative information acquired from education or previous experience”*.

Das Verhältnis Arbeitsgedächtnisleistung – Intelligenz fassen Benedek, Jauk, Sommer, Arendasy und Neubauer (2014, S. 75) wie folgt zusammen: *„Working memory and intelligence thus can be seen as highly correlated constructs that, however, are not isomorphic“*.

2.2.1.3 Kognitive Flexibilität

Die dritte Fähigkeit der allgemeinen exekutiven Funktionen, kognitive Flexibilität, wird auch als *set shifting*, mentale Flexibilität oder *mental set shifting* bezeichnet und ist sehr eng mit der Kreativität verbunden (Diamond, 2013). Sie baut auf den anderen beiden kognitiven Fähigkeiten auf, ist im Laufe der biologischen Entwicklung jedoch später ausgeprägt als das Arbeitsgedächtnis oder die Inhibitionskontrolle. Diamond (Ebd.) arbeitet drei zentrale Punkte heraus, die kognitive Flexibilität näher erklären:

Zum ersten spricht sie von der Fähigkeit, die Perspektive entweder räumlich oder zwischenmenschlich zu wechseln. Mit „räumlich“ meint die Autorin, dass man seinen eigenen Standort verändert und eine andere Position einnimmt, um einen neuen Blickwinkel auf die Sache / das Problem zu bekommen, mit „zwischenmenschlich“, sich in eine andere Person hineinversetzen zu können und die Sache / das Problem mit ihren Gedanken und Gefühlen zu betrachten. Ein angestrebter Perspektivenwechsel erfordert von uns Inhibition (bzw. das

Ausblenden) der zuvor eingenommenen Perspektive und das Übertragen einer anderen Perspektive in das eigene Arbeitsgedächtnis. Durch dieses Beispiel kann auch der weiter oben beschriebene Aufbau der kognitiven Flexibilität auf den exekutiven Funktionen Inhibitionskontrolle und Arbeitsgedächtnis besser erklärt werden (Ebd.).

Ein weiterer Aspekt der kognitiven Flexibilität bezieht sich auf die Umstellung im eigenen Denken – Diamond (Ebd.) spricht hier vom „*thinking outside the box*“ und nennt dafür das Beispiel der Lösung eines Problems: sind wir in der Lage, einen neuen Weg in Angriff zu nehmen, eventuell sogar einen, der unkonventionell ist und noch nicht ausprobiert wurde, wenn die ursprüngliche Lösung nicht den gewünschten Erfolg bringt?

In ähnlicher Weise ist auch der dritte Punkt zu verstehen, nämlich flexibel genug zu sein und sich an verschiedene Umstände anzupassen, wie beispielsweise die Abänderung von Bedürfnissen oder Prioritäten, das Bekenntnis, in einer Sache falsch zu liegen, oder auch aus plötzlichen, unerwartet günstigen Gelegenheiten einen Vorteil zu ziehen (Ebd.).

2.2.2 Higher level executive functions

Wie schon in Kapitel 2.2 erwähnt, lassen sich unter HEF Funktionen wie logisches Denken, Problemlösung und Planungsstrategien zusammenfassen. Ein Begriff, der im Zusammenhang mit HEF von Bedeutung ist, ist der der *fluiden Intelligenz* (Cattell, 1963; s. auch Kap. 2.2.1 Arbeitsgedächtnis). Dieser kann als Synonym für die beiden HEF Schlussfolgerung (logisches Denken) und Problemlösung verwendet werden (s. auch Abb. 2).

Schlussfolgerung, logisches Denken (reasoning)

So wie für die anderen HEF, ist auch für das Schlussfolgern das Arbeitsgedächtnis von zentraler Bedeutung. Diamond (2013) behauptet, dass Reasoning ohne dem Arbeitsgedächtnis gar nicht möglich wäre. In der *Encyclopedia of Human Behavior* definieren Ricco und Overton (2012, S. 257) den Begriff folgendermaßen: „*The form of thinking that involves inference. Inference can be either inductive or deductive, hence, there is inductive reasoning and deductive reasoning*“. Deduktives Schlussfolgern bedeutet, dass man vom Allgemeinen auf das Besondere schließt. Wenn man also behauptet, um ein Beispiel aus dem Fußball zu bringen, dass Profifußballer bessere exekutive Funktionen als der Durchschnitt einer Normstichprobe vorweisen, kann man daraus ableiten, dass Andres Iniesta, ein Fußballspieler vom FC Barcelona bei exekutiven Funktionstests besser abschneidet als der Durchschnitt einer Gruppe von Angestellten eines Supermarkts. Induktives Schlussfolgern geht hingegen vom Besonderen aus und schließt auf das Allgemeine. Als Beispiel hierfür wird wieder eines aus dem Fußball

herangezogen: Vestberg wies nach, dass die Profifußballer Iniesta oder Xavi weit bessere Leistungen bei neuropsychologischen Testungen erbrachten als der Durchschnitt von Amateurfußballern. Dadurch könnte man darauf schließen, dass der Durchschnitt der Profifußballer bessere Leistungen bei exekutiven Funktionstest erbringt als der Durchschnitt der Amateurmanschaften (Bluhm, 2014, Zugriff am 3. April 2018 unter <https://www.soccerdrills.de/magazin/profifussball/artikel/welche-fussballerischen-schwaechen-wurden-bei-xavi-und-iniesta-gemessen/>)

Problemlösung (problem solving)

Wie zahlreiche Studien (z.B. Swanson, Jerman, Zheng & Harris, 2008; Swanson & Sachse-Lee, 2001) bereits belegten, hat das Arbeitsgedächtnis großen Einfluss auf die Problemlösungsfähigkeiten. Daneben ist zum Teil auch die Inhibitionskontrolle von Bedeutung, wenn die Problemstellung irrelevante Information beinhaltet, die ausgeblendet werden müssen, aber auch die kognitive Flexibilität spielt eine wichtige Rolle. Mehrere Autorinnen und Autoren (u.a. Mayer, 2012; Nathan, Kintsch & Young, 1992) sprechen von vier Phasen der Problemlösung, in denen unterschiedliche Komponenten der CEF relevant sind: a) Verstehen des Problems (Arbeitsgedächtnis); b) Entwurf eines Plans (Inhibition); c) Realisieren des Plans; d) Beurteilung der Lösung (kognitive Flexibilität) (Viterbori, Traverso & Usai, 2017).

Wiley und Jarosz (2012) identifizieren zwei verschiedene Arten von Problemlösung, die mathematische (analytische) und die kreative Problemlösung. Das Arbeitsgedächtnis sowie die Aufmerksamkeitskontrolle dürften laut Studien eine größere Rolle für die analytische Problemlösung spielen, während zu viel Fokus oder Aufmerksamkeitskontrolle limitierend auf die kreative Problemlösung wirken, was dazu führt, dass der Handlungsspielraum von Lösungen für Personen eingeschränkt wird und sie auf nicht optimale Strategien zurückgreifen müssen. Eine passivere Herangehensweise an die Problemlösung beispielsweise kann hingegen positiv auf die kreative Problemlösung wirken.

Planungsstrategien (planning)

Das und Misra (2014) schlagen im Gegensatz zu Vestberg und Kollegen (2017) und Diamond (2013), welche *planning* als Teilbereich der (höheren) exekutiven Funktionen sehen, vor, Planungsstrategien und exekutive Funktionen als getrennte, aber voneinander abhängige Funktionen zu betrachten. Planung und Problemlösung – die Autoren sehen die beiden Begriffe als untereinander austauschbar an – beinhalten zumindest vier verschiedene Aktivitäten: bei der ersten handelt es sich um das Identifizieren einer Problemstellung, anschließend folgt das

Generieren von Strategien, um das Problem lösen zu können, eine dieser Strategien wird in weiterer Folge ausgewählt, bevor schließlich eine geplante Handlung umgesetzt werden kann (Das & Misra, 2014).

Köstering und ihre Kollegen/innen (2015, S. 647) verstehen die Fähigkeit zu planen als „*one of the most prototypical EF [...], that is, to mentally generate a sequence of goal-directed actions and to anticipate and evaluate their consequences in relation to goal attainment*“.

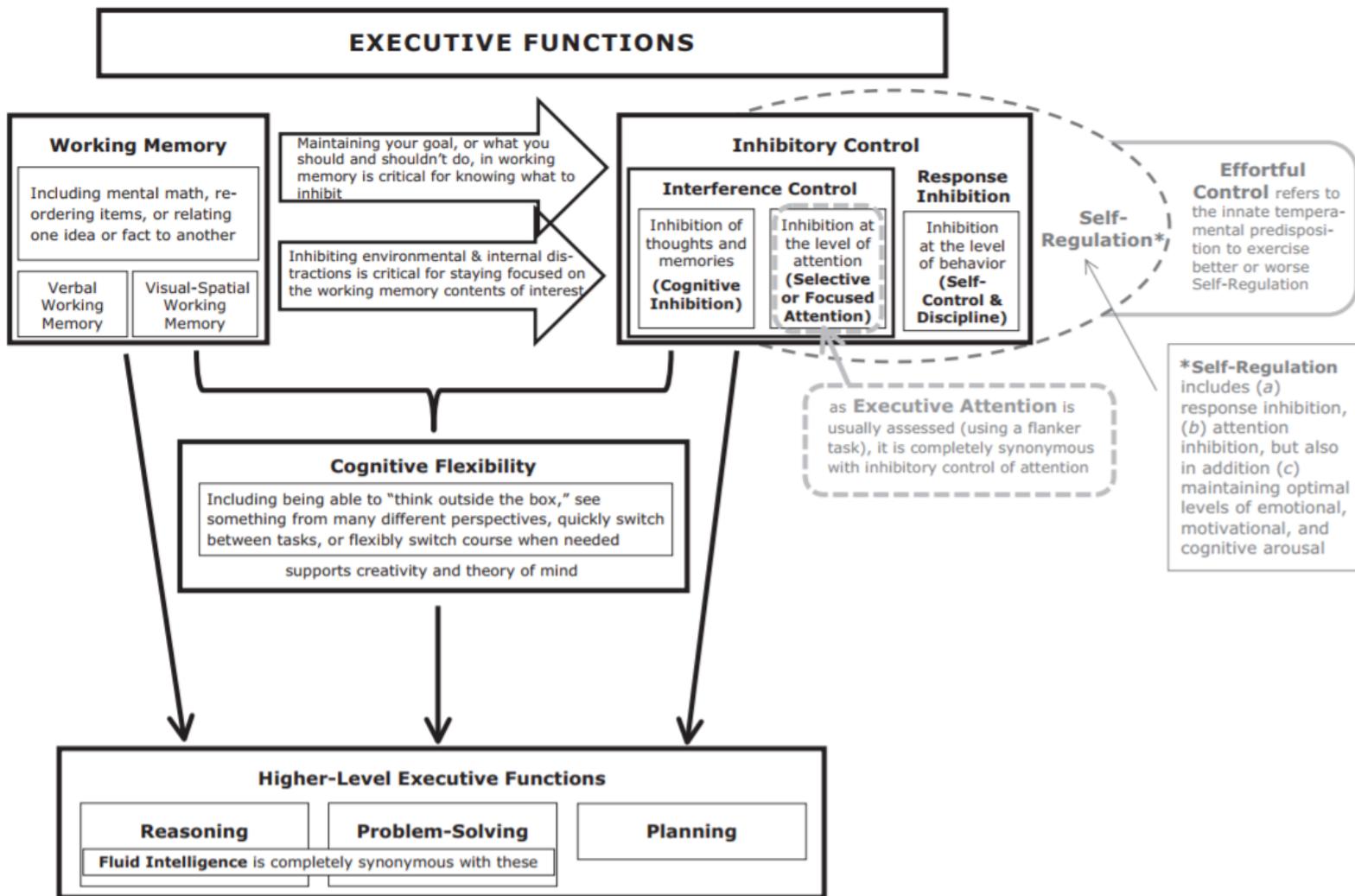


Tabelle 2: Zusammenfassung der exekutiven Funktionen (nach Diamond, 2013, S. 152)

2.3 Repräsentative psychologische Aufgaben zur Testung exekutiver Funktionen

2.3.1 Inhibition

Inhibitionskontrolle kann mittels verschiedener Testverfahren überprüft werden: Sehr häufig werden beispielsweise der *Stroop-Test* (MacLeod, 1991) und der *Go- / No-go-Test* (Cragg & Nation, 2008) herangezogen, bei denen es darauf ankommt, eine Reaktionsantwort, welche beinahe automatisch erfolgt, zu unterdrücken. Daneben etablierten sich die Simon-Aufgabe (Hommel, 2011), der *Antisaccade-Test* (Luna, 2009; Munoz & Everling, 2004) oder der *Flanker-Test* (Eriksen & Eriksen, 1974). Der Flanker-Test, der in dieser Arbeit noch genauer im empirischen Teil behandelt wird, erfordert von den Probanden selektive Aufmerksamkeit, indem sie flankierende Stimuli ignorieren und sich stattdessen nur auf den zentral abgebildeten Pfeil konzentrieren sollen (Diamond, 2013).

2.3.2 Arbeitsgedächtnis

Für die Überprüfung von Arbeitsgedächtnisleistungen stehen ebenfalls mehrere Testverfahren zur Verfügung: Während der *Forward Digit Span-Test* (Gegenstände in der Reihenfolge wiedergeben, in der sie gehört wurden) noch zu den Testmöglichkeiten des Kurzzeitgedächtnisses zählt und für das Arbeitsgedächtnis unbrauchbar ist, eignet sich der *Backward Digit Span-Test* (Gegenstände in umgekehrter Reihenfolge aufsagen) vielmehr zur Testung der Arbeitsgedächtnisleistung von Personen. Ein Messverfahren, das weit verbreitet ist, um das nonverbale (visuospatiale) Arbeitsgedächtnis zu überprüfen, ist der *Corsi Block-Test* (Lezak, 1983). Dabei beobachtet die Testperson den/die Prüfer/in, wie er/sie eine Reihenfolge von Blöcken berührt, anschließend muss die Testperson dieselbe Reihenfolge wiedergeben. Diese Testversion sowie der Backward Digit Span-Test werden auch in der *Automated Working Memory Assessment (AWMA) battery* (Alloway, 2007) am Computer eingesetzt, die für Kinder von fünf bis neun Jahre standardisiert wurde (Alloway, Gathercole, Kirkwood & Elliott, 2009). Eine weitere computerisierte Variante des Corsi Block-Tests findet in der *Cambridge Neuropsychological Testing Automated Battery (CANTAB)* (Luciana & Nelson, 2003; Robbins et al., 1998) Anwendung, die für Kinder und Erwachsene normiert ist (Diamond, 2013).

Bei einem weiteren Testverfahren von Arbeitsgedächtnisleistungen handelt es sich um den *Self-Ordered Pointing-Test* (Petrides, Alivisatos, Evans & Meyer, 1993; Petrides & Milner, 1982), bei dem Testpersonen drei bis zwölf Items (Linienzeichnungen, abstrakte Designs oder Boxen) zu sehen bekommen und sich bei jedem Durchgang für ein neues Item entscheiden müssen,

ohne ein bereits ausgewähltes nochmal zu markieren. Die Items befinden sich nach jedem Durchgang auf einer anderen Position. Der Test dauert so viele Durchgänge lang, wie unterschiedliche Symbole beim ersten Durchgang zu beobachten sind.

N-Back-Tests (auch bezeichnet als AX Continuous Performance Tasks, oder AX-CPTs) werden ebenfalls häufig zur Testung des Arbeitsgedächtnisses eingesetzt (Owen, McMillan, K. M., Laird, A. R., Bullmore, E., Fox, P. T. & Lancaster, J. L., 2005; Verhaeghen & Basak, 2005), auch wenn diese ein allzu hohes Level an selektiver und anhaltender Aufmerksamkeit erfordern (Diamond, 2013). Im Rahmen der Studie wurde ebenfalls ein N (2)-Back-Test eingesetzt, der im empirischen Teil genauer beschrieben wird.

2.3.3 Kognitive Flexibilität

Mehrere Verfahren stehen auch zur Verfügung, um die kognitive Flexibilität von Testpersonen zu messen: Eine dieser Möglichkeiten ist der Einsatz des Wisconsin Card Sorting-Tests (Stuss et al., 2000), ein Kartensortieretest, bei dem die Testpersonen auf das richtige Sortierkriterium schlussfolgern und flexibel die Sortierregeln wechseln müssen, jedes Mal, wenn der/die Testleiter/in rückmeldet, dass sich das Sortierkriterium geändert hat (Diamond, 2013).

Auch aus dem Delis Kaplan Executive Function System (D-KEFS), einer Testbatterie, die aus neun Untertests mit motorischen, verbalen und nonverbalen Aufgaben besteht und exekutive Funktionen (u.a. kognitive Flexibilität, Inhibition, Planungsvermögen) bei Erwachsenen und Kindern untersucht, können mehrere Tests zur Überprüfung des schnellen Aufgabenwechsels herangezogen werden: Bei der einfacheren Variante des Trail Making-Tests (TMT) geht es darum, durcheinander gemischte Zahlen so schnell wie möglich hintereinander zu verbinden. Die kognitive Flexibilität wird aber insbesondere dann getestet, wenn sich Testpersonen von der einfachen auf die komplexere Variante umstellen müssen und Zahlen und Buchstaben abwechselnd verbinden. Beim Design Fluency-Test sollen fünf Punkte mit vier geraden Linien verbunden werden, wobei man sich von einer Aufgabenstellung (insgesamt 3) zur anderen an die veränderten Regeln anpassen muss. Beide Testungen wurden auch in der Studie eingesetzt und werden in einem späteren Kapitel genauer beschrieben (Delis, Kaplan & Kramer, 2001).

2.3.4 Testung von higher-level executive functions

Um HEF zu überprüfen, können verschiedenste Testverfahren herangezogen werden, die zum Teil auf mehrere höhere Funktionen abzielen. Ein Verfahren, mit dem insbesondere fluide Intelligenz (logisches Denken / Schlussfolgern bzw. Problemlösungsstrategien) getestet werden kann, sind die *Raven's (Advanced) Progressive Matrices* (Raven, Court & Raven, 1994), bei

denen Probanden/innen eine Serie von komplexen Mustern von visuellen Puzzleelementen gezeigt werden, ein Puzzleteil jedoch fehlt. Die Testpersonen müssen daraufhin aus mehreren Alternativen mithilfe von Problemlösungsfähigkeiten und logischem Denken die korrekte Antwort finden (Clark et al., 2017). Ein weiterer Test, der insbesondere Planungs-, aber auch Problemlösungsfähigkeiten erfordert, ist der Tower of London-Test, eine modifizierte Variante des Tower of Hanoi-Tests (Albert & Steinberg, 2011). Von diesem Test existiert auch eine computerisierte Version, bei der es darauf ankommt, verschiedenfarbige Kugeln auf drei Stangen so umzuschichten, dass ein vorgegebener Zielzustand erreicht wird, wobei verschiedene Zusatzregeln beachtet werden müssen (z.B. nur jeweils eine Kugel darf verschoben werden). Außerdem wird angegeben, wie viele Züge mindestens notwendig sind, um das Ziel zu erreichen. Bei der Freiburg-Version dieses Tests (TOL-F) muss eine Zusammenstellung aus 24 vier-, fünf- und sechs-Verschiebungsproblematiken (jeweils acht Aufgabenstellungen) bewältigt werden (Köstering et al., 2015).

2.4 Entwicklung exekutiver Funktionen

Der Entwicklungsprozess von exekutiven Funktionen beginnt bereits im frühen Kindesalter und dauert bis ins junge Erwachsenenalter an (Kubesch, 2014). Obwohl der präfrontale Kortex, der wie bereits erwähnt großen Einfluss auf exekutive Funktionen hat, erst in der mittleren bis späten Adoleszenz (mit ca. 25 Jahren) zur Gänze ausgereift ist (Toga, Thompson & Sowell, 2006), kann schon ab dem ersten und mit Sicherheit bis zum vierten Lebensjahr das exekutive System verbessert werden. Dieser bleibt bis ins hohe Alter plastisch, sodass eine Verbesserung von exekutiven Funktionen in jeder Lebensphase möglich ist. Dies kann beispielsweise durch Stressreduktion oder eine Steigerung der körperlichen Fitness geschehen, da exekutive Funktionen durch Anforderung, Training und Gebrauch ebenso verbessert werden können, wie körperliche Bewegung einen wichtigen Beitrag zur körperlichen Fitness leistet (Diamond, 2014). Auf die gesamte Lebensspanne betrachtet, lässt sich jedoch nachweisen, dass junge Erwachsene im Bereich der exekutiven Funktionen bessere Leistungen erbringen als Kinder und ältere Menschen (Kubesch, 2014).

Ab dem Alter von 2,5 bis drei Jahren kommt es zu einer sehr schnellen Entwicklung des exekutiven Systems. Eine weitere deutliche Verbesserung der kognitiven Flexibilität sowie der Inhibition ist zwischen dem dritten und fünften bzw. siebenten Lebensjahr zu verzeichnen. Kinder können hier bereits verstärkt Menschen und Situationen aus unterschiedlichen Perspektiven wahrnehmen sowie beurteilen. In diesem Zeitraum verbessert sich bei Kindern aber nicht nur die Inhibition, sondern auch die Fähigkeit, Emotionen kontrollieren zu können (Ebd.). Carlson beispielsweise wies in einer Studie (2003) nach, dass 4- bis 5-Jährige, die bei Aufgaben der Inhibitionskontrolle besser als ihre Alterskollegen abschnitten, auch in der Lage sind, positive und negative Emotionen besser zu unterdrücken.

Durch Untersuchungen bei verschiedenen Testgruppen, die auf die Schnelligkeit von Inhibitionsprozessen bei überlagerten bzw. automatisierten Antworten abzielten, konnte herausgefunden werden, dass es im Alter zwischen sechs und acht sowie zwischen neun und zwölf Jahren zu einer deutlichen Steigerung der Inhibitionskontrolle kommt. Bei 18- bis 29-Jährigen bzw. 60- bis 81-Jährigen konnte jedoch keine Verbesserung der inhibitorischen Fähigkeiten verzeichnet werden (Brocki & Bohlin, 2004). Im Allgemeinen lässt sich aber festhalten, dass die Inhibitionskontrolle parallel zur Entwicklung des präfrontalen Kortex voranschreitet, wobei letzterer erst im Alter von ca. 20 bis 25 Jahren zur Gänze entfaltet ist (Kubesch, 2014).

Auch die Leistung des Arbeitsgedächtnisses hängt stark vom präfrontalen Kortex (hier insbesondere vom dorsolateralen Teil) ab (Diamond, 2002). 19-Jährige konnten in Untersuchungen besser bei Aufgaben zur Testung des Arbeitsgedächtnisses abschneiden als 10-Jährige, wobei diese wieder bessere Ergebnisse als 9-jährige Kinder erzielten (Brocki & Bohlin, 2004).

2.4.1 Faktoren, die die Entwicklung exekutiver Funktionen beeinflussen

Folgende Faktoren haben Einfluss auf die Entwicklung exekutiver Funktionen

- Synaptische Dichte

Kinder besitzen um ca. 40 Prozent mehr Synapsen als Erwachsene. Der Grund für diese Überproduktion dürfte insbesondere in der Genetik liegen. Zwischen dem zwölften und dem 18. Monat lässt sich die höchste Dichte an Synapsen im präfrontalen Kortex feststellen. Im Alter zwischen 18 und 24 Jahren erfolgt ein Rückgang der Synapsen auf die Dichte eines jungen Erwachsenen, der eine höhere Effizienz der Informationsverarbeitung möglich macht (vgl. Nelson et al., 2006, zit. nach Kubesch, 2014).

- Dopaminerge Neurotransmission

Das Dopaminsystem, dessen Existenz bereits bei der Geburt nachgewiesen werden kann, entwickelt sich von der Kindheit weg über die Pubertät und Adoleszenz, bis es im Erwachsenenalter ausgereift ist. Je nach Ausreifungsgrad des Systems, arbeiten die exekutiven Funktionen besser oder schlechter (Kubesch, 2014).

- Myelinisierung

Die zunehmende Myelinisierung, die innerhalb des präfrontalen Kortex und zwischen präfrontalen und subkortikalen Strukturen stattfindet, bewirkt eine zunehmende Effizienz im corticolimbischen Netzwerk, welches Einfluss auf die Steuerung von exekutiven Funktionen hat (vgl. Ebd.). Neben diesen drei Faktoren beeinflussen auch individuelle Differenzen im Bereich der Motivation und Intelligenz exekutive Funktionen (Nelson et al., 2006).

2.5 Trainierbarkeit von exekutiven Funktionen

Exekutive Funktionen sind trainierbar und können in jeder Altersstufe – vom Säugling bis ins hohe Alter – mithilfe verschiedener Methoden verbessert werden. Möglich macht dies die Neuroplastizität, die die „Grundlage für die Rehabilitation und Verbesserung der Exekutiven Funktionen und anderer kognitiver Fähigkeiten“ ist. Neuronale Verbindungen müssen im Gehirn ähnlich wie ein Muskel herausgefordert sowie trainiert werden, damit sie kräftiger werden können und besser arbeiten. Trainiert man die exekutiven Funktionen regelmäßig, werden neuronale Verbindungen in den entsprechenden Gehirnregionen angeregt und so stärker (Exekutive Funktionen, Zugriff am 10. April 2018 unter <https://www.cognifit.com/de/exekutive-funktionen>).

In verschiedensten Studien (u.a. Klingberg, 2010; Holmes, Gathercole & Dunning, 2009) konnte nachgewiesen werden, dass computerbasierte Trainings, eine Kombination aus computerbasierten und interaktiven Spielen, Aufgabenwechsel-Trainings, ein „Taekwondo traditional martial arts-Training“ (Lakes & Hoyt, 2004) etc. die exekutiven Funktionen von Kindern verbesserten. (Diamond, 2013).

Neben kognitiven Aufgabenstellungen wirken sich auch körperliche Trainings positiv auf die exekutiven Funktionen aus. So hatte beispielsweise ein mittleres Ausdauer- und Kraftausdauertraining bei älteren Menschen und depressiven Patienten positive Wirkung auf die exekutiven Funktionen (Kubesch & Walk, 2009).

Besonders wichtig ist die Förderung von exekutiven Funktionen allerdings bei Kindern, da herausgefunden wurde, dass gut ausgeprägte exekutive Funktionen einen wesentlichen Beitrag zur späteren Gesundheit, zu Wohlstand und Lebensqualität beitragen (Diamond, 2013).

3. Bedeutung der exekutiven Funktionen im Fußball

Um in der heutigen Zeit ein/e erfolgreiche/r Fußballer/in werden zu können, muss ein/e Athlet/in nicht nur über verschiedenste personenbezogene Eigenschaften verfügen, sondern es bedarf auch günstiger Umfeldbedingungen, die die Karriere optimal fördern. Unter personenbezogenen Eigenschaften sind anthropometrische, physiologische, technische, taktische und psychologische Eigenschaften zu verstehen, während zu günstigen Umfeldbedingungen insbesondere das soziale Umfeld, also Trainer/innen, Eltern, die Schule etc. zählen. Das Zusammenspiel zwischen persönlichen Voraussetzungen und Umfeldeinflüssen bezogen auf die sportliche Aufgabenstellung ist ausschlaggebend für die sportliche Leistung eines Athleten/einer Athletin. Im Laufe der Zeit ändert sich diese aufgrund von Reifungsprozessen sowie durch Lernen und Training. Da der Weg vom/von der jungen, vielversprechenden Fußballspieler/in zum Profi ein langer ist, muss kontinuierlich die eigene sportliche Leistungsfähigkeit verbessert werden (Elferink-Gemser & Visscher, 2012).

Da Fußball als hoch intensives, intermittierendes Spiel verstanden werden kann, spielen auf physiologischer Seite insbesondere die aerobe sowie die anaerobe Energiebereitstellung eine zentrale Rolle. Abhängig von der Position läuft ein Spieler im Profifußball (bei den Männern) zwischen acht und zwölf Kilometer während eines 90-minütigen Fußballspiels mit einer Intensität nahe an der aeroben Schwelle. Darin muss er eine Vielzahl an explosiven Bewegungen, wie Sprünge, Schüsse, Zweikämpfe, Sprints und Richtungswechsel durchführen, die hauptsächlich anaerob ablaufen. Um sich von diesen Belastungen rasch erholen zu können, ist eine gute aerobe Kapazität für die Spieler unentbehrlich (Ebd.).

Technische Fertigkeiten, sind vor allem in kritischeren Matchsituationen von großer Bedeutung, wenn es darum geht, einem/einer Gegenspieler/in den Ball abzunehmen, ihn/sie mit einer Finte zu täuschen oder ein Tor zu erzielen. In diesen Momenten kommt es auf die Geschwindigkeit und Genauigkeit der Spielaktion an, wenige Sekunden entscheiden zumeist, ob ein Schuss, ein Pass, eine Flanke erfolgreich sind und ihr Ziel finden oder nicht (Ebd.). Huijgen, Elferink-Gemser, Post und Visscher (2009) konnten in Langzeitstudien mittels Dribbling-Tests nachweisen, dass Jugendspieler, die später Profis wurden, im Durchschnitt bessere Ergebnisse – ca. 0,3 Sekunden beim 30m-Sprint mit Ball bzw. ca. eine Sekunde beim 3x30m-Sprint mit Ball mit Richtungswechsel – erzielten als Jugendspieler, die es nur in den Amateurbereich schafften.

Wenn ein/e Spieler/in über sehr gute konditionelle Fähigkeiten verfügt und zudem herausragende technische Fertigkeiten vorweisen kann, jedoch nicht in der Lage ist, diese auch auf den Platz zu bringen, wird es für ihn/sie sehr schwer werden, in den Profibereich zu gelangen. Taktisches Spielverständnis stellt somit eine der zentralen Voraussetzungen eines/einer erfolgreichen Fußballers/in dar und unterscheidet Profi- von Amateurspielern/innen, wie mehrere Studien (u.a. Kannekens et al., 2009; Helson & Starkes, 1999) belegten (Elferink-Gemser & Visscher, 2012). Ein/e Spieler/in mit herausragenden taktischen Fähigkeiten zeichnet sich dadurch aus, dass er/sie zum richtigen Zeitpunkt in der Lage ist, die optimale Handlung auszuführen und sich zudem sehr schnell an neue Spielsituationen anzupassen. Diese taktischen Fähigkeiten basieren auf einer Reihe an kognitiven Kompetenzen (u. a. *“knowledge of the game and its goals and actions, knowledge of monitoring skills and knowledge of actions within the context of the game”* (Kannekens et al., 2009, S. 807) und wurden in den 1980er- und 90er- Jahren vorwiegend als deklaratives Wissen (*„knowing what to do“* (Elferink-Gemser & Visscher, 2012)) und prozedurales Wissen (*„doing it“* (Ebd.)) bezeichnet (Kannekens et al., 2009).

Seit einigen Jahren liegt der Fokus vermehrt auf dem Konzept der exekutiven Funktionen und ihrer Bedeutung für den Fußball. Dabei konnte nachgewiesen werden, dass diese kognitiven Fähigkeiten nicht nur Auswirkungen auf das taktische Spielverständnis haben, sondern sogar ein Indikator dafür sein können, ob ein/e Spieler/in erfolgreich ist und Tore bzw. Torauflagen für sein/ihr Team erzielt oder nicht (Vestberg et al., 2012). Welche dieser exekutiven Funktionen im Fußball von Bedeutung sind, soll das folgende Kapitel veranschaulichen.

3.1 Kognitives Anforderungsprofil eines Fußballspielers

Ein/e Fußballspieler/in benötigt verschiedenste exekutive Funktionen, die ihn/sie auf dem Platz dazu befähigen, die richtigen Entscheidungen im richtigen Moment zu treffen und seinem/ihrem Team zum Erfolg zu verhelfen. Neben den bereits aus Kapitel 2.2 bekannten CEF Inhibition, Arbeitsgedächtnis und kognitive Flexibilität stellt Vestberg (2014) weitere fußballspezifische exekutive Funktionen vor:

- Kognitive Flexibilität

Kognitive Flexibilität bedeutet im Fußball, kognitiv flexibel zu sein und sich an unterschiedlichste Spielsituationen anpassen zu können. Ein/e Spieler/in muss in der Lage sein, den Fokus zwischen verschiedenen Aufgaben zu wechseln – sei es, dass er/sie typische Laufwege zweier unterschiedlicher Gegenspieler/innen erkennt und sich auf diese einstellt, sei es, dass er/sie sich an veränderte Anforderungen durch vom Trainer/von der Trainerin vorgenommene taktische Maßnahmen während des Spiels anpasst. Im Fußball ist eine gute Anpassungsfähigkeit enorm wichtig und entscheidet oftmals, ob ein/e talentierte/r Jugendspieler/in, der/die ähnlich gute konditionelle Fähigkeiten und technische Fertigkeiten wie so mancher Profi besitzt, den Sprung in die erste Mannschaft schafft oder nicht.

- Inhibition

Wie in vielen anderen Alltagsbereichen – wenn man beispielsweise eine Seminararbeit für die Universität verfassen muss und sich währenddessen von angenehmeren Dingen nicht ablenken lassen darf, um zu einem baldigen Abschluss zu kommen –, so ist auch für Fußballer/innen eine gute Inhibitionsleistung unverzichtbar. Am Platz ist diese Fähigkeit in Situationen beobachtbar, wenn ein/e Mittelfeldspieler/in in Ballbesitz einen Pass zu einem/einer ideal positionierten Stürmer/in spielen will, im letzten Moment aber realisiert, dass der Pass vom/von der Verteidiger/in abgefangen werden würde und sich stattdessen dazu entschließt eine andere, gewinnbringendere Maßnahme umzusetzen, wie beispielsweise den/die Flügelstürmer/in in Szene zu setzen. Da im Kopf die Maschinerie des Passens bereits begonnen hat, ist es nicht ganz einfach, diesen Prozess anzuhalten, der schon viel Energie gekostet hat, und dafür nochmal ähnlich viel Energie in eine alternative Lösung zu investieren. Auch in den Bereich der Inhibitionsleistung fällt das Ausblenden von negativen Äußerungen des Publikums oder Störungs- bzw. Provokationsversuche durch Gegenspieler/innen (Vestberg & Nowak, 2014).

- Arbeitsgedächtnis

Das Arbeitsgedächtnis stellt für eine/n Fußballer/in insofern ein wichtiges Hilfsmittel dar, weil er/sie damit in der Lage ist, Informationen von bereits abgeschlossenen Spielsituationen zwischenzuspeichern und mit diesen in weiterer Folge zu arbeiten. Wenn ein/e Flügelspieler/in beispielsweise in eine Eins-gegen-Eins-Situation mit dem/der gegnerischen Außenverteidiger/in geht, werden zunächst alle Informationen über die laufende Situation im Arbeitsgedächtnis verarbeitet und mit seinen/ihren Erfahrungen aus der Vergangenheit verknüpft – Welche Informationen über Stärken und Schwächen dieses/dieser Gegenspieler/in hat mir mein/e Co-Trainer/in vor dem Spiel mitgegeben?; Konnte ich sie/ihn zuvor schon überspielen und wenn ja, wie habe ich das gemacht? Nach der Analyse dieser Informationen kann der/die Flügelspieler/in zu einer Schlussfolgerung kommen und schließlich am Platz die optimale Entscheidung in dieser Spielsituation treffen (Ebd.).

- Scanfähigkeit

Bei der Scanfähigkeit im Fußball handelt es sich um einen Begriff, der umgangssprachlich sehr oft mit Spielübersicht gleichgesetzt wird. Als Spieler/in auf dem Platz muss man zu jeder Zeit wissen, was um sich herum passiert. Man muss sowohl in als auch ohne Ballbesitz ständig das Spielfeld absuchen und überlegen, welche/r Mitspieler/in in der jeweiligen Situation am aussichtsreichsten positioniert ist und beim Ziel, ein Tor zu erzielen, bestmöglich helfen kann. Wenn das gegnerische Team in Ballbesitz ist, geht es darum zu antizipieren, welchen Pass ein/e Gegenspieler/in voraussichtlich spielen wird, sodass man sich so positioniert, um diesen (im Einklang mit den taktischen Vorgaben des/der Trainer/in im Spielsystem) abfangen zu können (Ebd.).

- Taktische Kreativität / Taktische Intelligenz

In Zusammenhang mit Teamsportarten definiert Memmert (2015, S. 18) Kreativität folgendermaßen:

„[...] in the domain of team and racket sports, deviating from the so-called best solutions (convergent tactical thinking, game sense, game playing ability), creativity (divergent tactical thinking) is understood as the surprising, original and flexible production of tactical response patterns”.

Im Fußball (und in anderen Sportspielen) muss also taktische Kreativität von taktischer Intelligenz unterschieden werden. Während unter taktischer Kreativität Lösungen verstanden

werden, die von der Umwelt als überraschend, originell und flexibel wahrgenommen werden, bezieht sich taktische Intelligenz auf das Produzieren einer Bestlösung in fußballspezifischen Spielsituationen (Liebnig, 2015 Zugriff am 2. April 2018 unter <http://www.die-sportpsychologen.de/2015/12/17/prof-dr-daniel-memmert-kreatives-taktisches-entscheiden-im-fussball/>).

Taktische Intelligenz kann beispielsweise in folgender Situation wahrgenommen werden: Befindet sich ein/e Mittelfeldspieler/in in Ballbesitz in der gegnerischen Hälfte unterwegs Richtung Tor, wird sich ihm/ihr auf seinem/ihrem Weg sehr bald ein/e Verteidiger/in in den Weg stellen. Zu diesem Zeitpunkt schaltet sich der kreative Teil der Kognition in die Entscheidungsfindung ein. Welche Optionen kommen nun infrage, um dem Ziel, ein Tor zu erzielen, näherzukommen: Kann er/sie seine/ihre Gegner/in überspielen, bietet sich ein/e Mitspieler/in in aussichtsreicher Position an? Ist ein Pass zum/zur Stürmer/in durch die Schnittstelle zwischen die beiden Innenverteidiger/innen möglich? Oder ist ein Wechselfass zum/zur Flügelspieler/in doch die bessere Variante? Ein/e Spieler/in mit besonderer Spielintelligenz wird in dieser Situation viele verschiedene Optionen finden und davon die beste, erfolgsversprechende Lösung umsetzen (Vestberg & Nowak, 2014).

Insbesondere im Bereich des konvergenten, taktischen Denken – Vestberg spricht hier von „konvergenter Kreativität“ –, bei dem es darauf ankommt, aus den zur Verfügung stehenden Mitteln das Beste anzufangen, unterscheiden sich erfolgreiche Spitzenfußballer laut Vestberg (2014) vom Durchschnitt einer Normstichprobe, die eine um zwei bis drei Standardabweichungen schlechtere Leistung erbringt.

3.2 Kognitive Profile auf unterschiedlichen Positionen (exemplarisch)

Im Rahmen dieser Arbeit soll auch untersucht werden, ob auf unterschiedlichen Positionen auf dem Feld unterschiedliche exekutive Funktionen besser zur Geltung kommen und dadurch ein Zusammenhang zwischen Spielposition und verschiedenen Teilbereichen der exekutiven Funktionen festzustellen ist. Vestberg (2012) konnte bei Testungen in Schweden nachweisen, dass beispielsweise offensive Mittelfeldspieler/innen oft nicht nur am Platz ein höheres kreatives Potential vorweisen als Verteidiger/innen, sondern auch bei exekutiven Funktionstests im Bereich der Kreativität signifikant besser abschneiden. Diese Einteilung ist jedoch mit Vorsicht zu genießen, denn es handelt sich hierbei um eine relativ subjektive Einschätzung eines Autors, die nicht ohne Widersprüchlichkeiten auskommt und für die keine nachvollziehbaren wissenschaftlichen Belege zur Verfügung stehen. Auch die Ergebnisse dieser Arbeit stimmen in mehreren Fällen nicht mit Vestbergs Einteilung überein.

Nach Vestberg (2014) lassen sich für folgende Position folgende Stärken und Schwächen im Bereich der exekutiven Funktionen ausmachen:

- Stürmer/in

Vestberg (2014) schreibt Stürmern/innen eine gut ausgeprägte Scanfähigkeit zu, die es ihnen ermöglicht, sehr schnell visuelle Informationen aufzunehmen. Daher sind sie in der Lage, mehr (und schneller) Dinge zu sehen und zu erkennen als eine Durchschnittsperson. Auch das Arbeitsgedächtnis befindet sich bei vielen Top-Stürmer/innen auf hohem Leistungsniveau, da er/sie in der Lage sein muss, sich genau das Stellungsspiel der Verteidigung einzuprägen und diesbezüglich eine Strategie zu entwickeln, um dieses zu umgehen. Laut Vestberg (2014) verfügen Stürmer/innen zudem über eine exzellente Kreativität, welche sie befähigt, auch in schwierigen Spielsituationen wie aus dem Nichts eine Lösung zu finden (bzw. ein Tor erzielen). Im Bereich der Inhibition können Stürmer/innen mit ihren Kollegen/innen auf anderen Positionen jedoch eher selten mithalten, da sie es gewohnt sind, vor dem Tor nicht nach anderen Anspielstationen Ausschau zu halten, sondern ihre Möglichkeit, ein Tor zu erzielen, erkennen und mit aller Macht daran festhalten.

- Spielmacher/innen

In jeder erfolgreichen Mannschaft gibt es zumindest eine/n Spieler/in auf dem Platz, der/die die zentrale Anspielstation für andere Spieler/innen ist, das Spiel lenkt und mit seinen/ihren Ideen Schwung in die eigene Offensive bringt. Zentrale Mittelfeldspielertypen wie Toni Kroos, Cesc Fàbregas und Ivan Rakitic können oft mit einem einzigen Pass die gegnerische Defensive in

große Schwierigkeiten bringen und einen großen Beitrag zum Erfolg der Mannschaft leisten. Sie sind dazu in der Lage, weil sie einerseits über eine hervorragende Übersicht auf dem Platz verfügen, andererseits ihre Fähigkeiten im Bereich der Spielintelligenz und -kreativität noch besser ausgeprägt sind als bei Stürmer/innen. Der größte Unterschied zwischen diesen beiden Positionen liegt jedoch in der Inhibitionsfähigkeit. Für Stürmer/innen kann eine gute Inhibitionsfähigkeit problematisch werden, wenn sie kurz vor dem Tor zögern und sich nach vielleicht doch besseren Anspielstationen umschaun, während Spielmacher/innen in wenigen Sekunden entscheiden müssen, welchen Pass sie spielen können und welcher das eigene Team in große Bedrängnis bringen kann. Um mit den sich im Fußball ständig wechselnden Bedingungen – mal wendet das gegnerische Team ein hohes Pressing an, mal zieht es sich mit beinahe allen Spieler/innen in das letzte Drittel zurück – gut umgehen zu können, müssen Fußballer/innen, und dabei insbesondere der/die Spielmacher/in des Teams, sehr gute Fähigkeiten bei der Erstellung von Plänen besitzen, wobei verschiedene exekutive Funktionen zum Einsatz kommen (Situation erfassen und bewerten, Planerstellung anhand eintreffender und verarbeiteter Informationen). Während der Prozess der Planerstellung abläuft, kann es jedoch zu Änderungen der Umstände kommen, indem beispielweise ein/e Spieler/in den/die ballführende Spielmacher/in unter Druck setzt und zu einem schnellen Handeln zwingt. Innerhalb eines Bruchteils einer Sekunde muss der/die Spielmacher/in in dieser Situation entscheiden, ob sich der bereits geplante Pass ausgeht oder er/sie seinen/ihren Handlungsplan zugunsten einer neuen, erfolgversprechenderen Lösung ändert (Vestberg & Nowak, 2014).

- Verteidiger/innen

Vestberg (2014) schreibt Verteidiger/innen als größte Stärke im Bereich der exekutiven Funktionen die Inhibitionsfähigkeit zu. Die Hauptaufgabe der Verteidigung besteht nämlich darin, gegnerische Spieler/innen daran zu hindern, ein Tor zu erzielen. Sehr häufig müssen sie daher in Eins-gegen-Eins-Situationen mit Stürmer/innen oder Flügelspieler/innen, die sie mit Finten zu täuschen versuchen. Das Ziel dieser Täuschungsbewegungen ist es, Verteidiger/innen zu einer endgültigen Entscheidung zu verleiten, wie der/die Stürmer/in gestoppt werden kann, und sie dadurch in die falsche Richtung zu locken. Entscheidet sich ein/e Verteidiger/in falsch, hat er ohne die Hilfe eines/einer gut positionierten Mitspieler/in kaum eine Chance, seinen Fehler auszubessern und dem/der Offensivspieler/in hinterherzukommen. Daher muss ein/e Verteidiger/in alle ihm zur Verfügung stehenden Informationen erfassen, damit er die Absichten des/der Gegenspieler/in erkennen kann, und erst dann agieren, wenn er/sie genau weiß, was diese/r im Sinne hat.

- Torhüter/innen

Der Torhüter/Die Torhüterin ist der letzte Mann/die letzte Frau auf dem Platz, der/die eine gegnerische Torchance noch vereiteln kann. Er/Sie muss sich daher besonders genau überlegen, wann es Sinn macht, den Strafraum zu verlassen, um einen Pass in die Tiefe im letzten Moment noch abfangen zu können und wann es besser ist, im Tor zu bleiben und den/die gegnerischen Stürmer/in auf sich zukommen zu lassen. Für diese Entscheidung bleiben ihm/ihr gerade mal wenige Augenblicke übrig. Die Inhibitionsfähigkeit von Torhütern/innen muss daher besonders gut ausgeprägt sein, um die Entscheidung, auf der Linie zu bleiben oder das Tor zu verlassen, treffen zu können. Daneben ist eine gute Scanfähigkeit unersetzbar, um frühzeitig Bälle in die Tiefe antizipieren zu können. Eine/n Weltklasse-Torhüter/in zeichnet zudem aus, dass er/sie extrem schnell reagieren und somit auch Abschlüsse aus kurzer Distanz mit einem Reflex zunichtemachen kann.

Insbesondere „moderne Torhüter/innen“, also Torhüter/innen wie Manuel Neuer oder Marc Andre ter-Stegen , die in Ballbesitz ihrer Mannschaft als letzter Mann oft weit vor dem eigenen Strafraum agieren und sich als Anspielstation zur Verfügung stellen, verfügen neben sehr guten technischen Fertigkeiten über hervorragende Fähigkeiten im Bereich der Scanfähigkeit (welche Optionen stehen mir für einen Pass zur Verfügung?) und Inhibition (welchen Pass darf ich als letzte/r Mann/Frau nicht spielen, weil ich damit meine Mitspieler/innen unter Druck setze?).

3.3 Exemplarische Trainingsübung zur Schulung exekutiver Funktionen

Vestberg und Nowak (2014) präsentieren in ihrem Buch 22 Spiel- bzw. Übungsformen, mit denen verschiedene exekutive Funktionen direkt am Platz trainiert werden können. Damit Trainer/innen eine Vorstellung davon bekommen können, wie solche Spiel- bzw. Übungsformen speziell im Trainingsalltag aussehen können, soll an dieser Stelle ein Beispiel einer Spielform vorgestellt und genauer beschrieben werden. Diese wurde u. a. auch beim FC Barcelona eingesetzt, woher sich der folgende Übungstitel ableitet:

Barca-Übung Uno-Dos-Tres

Es handelt sich dabei um eine Spielform, bei der vier Spieler/innen gegen vier Spieler/innen auf vier Minitoren spielen. Darin sind die wichtigsten taktisch-technischen Elemente des großen Fußballspiels erhalten. Die Spielfeldgröße beträgt 25x40 Meter, an den Seitenlinien sind viele Bälle platziert. Das Spiel vier gegen vier wird durch drei Kommandos des/der Trainers/in ergänzt:

- Uno

Uno bedeutet, dass der/die Spieler in Ballbesitz den Ball sogleich aufgeben und ins Aus passen muss. Daraufhin holt sich ein/e Spieler/in des anderen Teams so schnell wie möglich einen neuen Ball (an jeder Seitenlinie sind drei Bälle positioniert) und setzt das Spiel fort.

- Dos

Der/die Spieler/in Ballbesitz passt den Ball sofort über eine Seitenlinie, ein/e Spieler/in seines/ihrer Teams holt sich einen neuen Ball von der Seitenlinie und das Team spielt fortan auf die anderen beiden Tore, welches das andere Team nun verteidigt.

- Tres

Auf das Kommando „Tres“ wird der Ball wieder ins Out gespielt, das andere Team schnappt sich nun einen neuen Ball und spielt wie bei „Dos“ auf die anderen beiden Tore.

Variationen:

- es wird auf diagonale Tore gespielt, die bei Bedarf durch Leibchen markiert werden können
- kein/e Spieler/in trägt ein Markierungsleibchen
- die Ansagen des/der Trainers/in werden durch visuelle Signale ersetzt

Coaching-Tipps:

-Spieldauer zu Beginn auf maximal 15 Minuten beschränken; kann nach jeder Spielform um weitere fünf Minuten verlängert werden

-Pausenzeiten müssen beachtet werden: die Intensität ist sehr hoch!

-viele Bälle zur Verfügung stellen

Folgende exekutiven Funktionen werden mit dieser Spielform trainiert:

➤ Scanfähigkeit und Simultanverarbeitung:

Die Spieler/innen müssen ständig neu orientieren, wo sich die eigenen Mitspieler/innen bzw. Gegenspieler/innen aufhalten und wie sie erstere bestmöglich freispielen können. Zudem müssen sie wissen, wo der am nächsten liegende Ball platziert ist, um auf Kommando schnellstmöglich einen neuen Ball ins Spiel zu bringen bzw. einen Gegenangriff unterbinden zu können. All diese Informationen müssen sie im Kopf zur gleichen Zeit verarbeiten. Spieler/innen, die das besonders gut und schnell können, werden nicht nur bei dieser Spielform, sondern auch im Match Vorteile gegenüber ihren Gegenspieler/innen haben.

➤ Inhibition

Ein/e Spieler/in „liest“ das Spiel und kann mit seinen/ihren gesammelten Informationen sein/ihr Verhalten auf den Erfolg ausrichten. Durch das Kommando des/der Trainers/in (Uno, Dos, Tres) verliert er/sie jedoch diesen Vorteil, muss seinen/ihren eigenen Plan aufgeben und eine neue situationsangepasste Entscheidung treffen.

➤ Kurzzeit- und Arbeitsgedächtnis

Wenn ein/e Spieler/in nach einer Regeländerung weiterhin erfolgreich sein will, muss er/sie sich schnell daran erinnern, was das jeweilige Kommando des/der Trainers/in bedeutet und welche neue Aufgabenstellung auf dem Platz es für ihn/sie zur Folge hat. Auch muss er/sie sich in Erinnerung rufen, wo genau die Ersatzbälle platziert sind, um einen Konter einleiten zu können.

➤ Kognitive Flexibilität

Der/die Spieler/in muss ständig zwischen Angriff und Verteidigung, aber auch zwischen den sich verändernden Spielrichtungen hin- und herwechseln und sich (auch durch Einbeziehung der Variationen) somit immer wieder an neue Bedingungen anpassen.

➤ Spielintelligenz/Spielkreativität

Dadurch dass immer wieder neue Situationen in Angriff und Abwehr entstehen, sind die Spieler/innen gefordert, spielintelligente Lösungen zu entwerfen, um die gegnerische Abwehr zu umgehen und Tore zu erzielen. Spielkreativität ist vor allem von den offensiven Mittelfeldspielern/innen gefragt, wenn es darum geht, eingespielte Abwehrformationen zu überwinden.

(Nowak & Vestberg, 2014)

3.4 Exkurs: Talentsuche im Fußball

In der heutigen westlichen Gesellschaft ist Sport Teil des täglichen Lebens, mit dem in unterschiedlichsten Bereichen viel Geld verdient werden kann. Insbesondere der Fußball entwickelte sich in den letzten 20 bis 30 Jahren zu einem „*multi-million euro business*“ (Huijgen et al., 2015), in dem mittlerweile exorbitant hohe Summen im Spiel sind, sodass Transferdeals von über 100 Millionen Euro heutzutage keine Seltenheit mehr darstellen. Die meisten Vereine der höchsten Spielklassen in Europa, zum Teil aber auch viele zweitklassige Mannschaften (je nach Land) führen eigene Fußballakademien und versuchen über den Akademieweg vielversprechende Spieler in die erste Mannschaft aufzunehmen und diese in weiterer Folge für hohe Summen – sollte derjenige Spieler besonders aus dem Team hervorstechen – an international erfolgreiche (und finanzkräftige) Vereine zu verkaufen. Die Fußballakademie von Ajax Amsterdam sticht unter den mittlerweile zahlreichen Akademien besonders hervor und brachte bzw. bringt Fußballstars wie beispielsweise Johan Cruyff, Clarence Seedorf, Wesley Sneijder (Champions League Sieger mit Inter Mailand, aktuell: Al Gharafa) oder Christian Eriksen (aktuell: Tottenham Hotspurs) hervor (Hahn, 2015, Zugriff am 2. April 2018 unter <https://abseits.at/fusball-international/weitere-lander/eine-der-besten-ausbildungsstaetten-der-welt-das-ist-ajax-amsterdams-jugendakademie/>). Im Gegensatz zu anderen Vereinen, die in der Jugendarbeit insbesondere Größe, körperliche Stärke und Schnelligkeit in Kombination mit technischen Fertigkeiten als Parameter für Erfolg im Fußball identifizieren und nur Spieler mit diesen physischen Attributen auswählen, setzt Ajax seit Jahren mit Erfolg auf das Scoutingsystem TIPS (technique, intelligence, personality, speed) (Unnithan, White, Georgiou, Iga & Drust, 2012). Dabei finden nicht nur technische Fertigkeiten und physische Attribute Berücksichtigung, sondern es wird auch großer Wert auf die Persönlichkeit der Spieler gelegt, die hauptsächlich aus der Umgebung rund um Amsterdam kommen und nicht in einem Internat, sondern bei ihren Familien (bzw. die wenigen Spieler, die von weiter weg kommen, bei Gastfamilien) aufwachsen sollen (Hahn, 2015, Zugriff am 2. April 2018 unter <https://abseits.at/fusball-international/weitere-lander/eine-der-besten-ausbildungsstaetten-der-welt-das-ist-ajax-amsterdams-jugendakademie/>). Wie in der Ajax-Akademie so scouten auch andere Akademien mit ähnlichen Systemen (z.B. in England: TABS (technique, attitude, balance, speed) bzw. SUBS (speed, understanding, personality, skill)) talentierte Jugendliche und bieten diesen eine intensive fußballerische Ausbildung an (Unnithan et al., 2012)

Die frühzeitige Identifikation von talentierten Fußballspieler/innen spielt daher für sehr viele Vereine eine entscheidende Rolle. Dabei arbeiten Sportwissenschaftler/innen mit Trainer/innen

und Scouts zusammen, um Schlüsselemente der Talentsuche und des Entwicklungsprozesses herauszustreichen. Der Vergleich von erfolgreichen mit weniger erfolgreichen Spielern in entscheidenden Einflussfaktoren (z.B. Schnelligkeit) ist eine bewährte Strategie, die wichtig für den Erfolg zu sein scheint. Frühere Studien zur Talentsuche in Teamsportarten (u.a. Burgess & Naughton, 2010; Elferink-Gemser, Visscher, Lemmink & Mulder, 2004) konnten nachweisen, dass der Erfolg in diesen Sportarten vom Level von mehreren Leistungsparametern (anthropometrische, physiologische, technische, taktische, psychologische) abhängt, die entweder sportartspezifisch oder in andere Lebensbereiche übertragbar sind. Während der Kindheit und im Jugendalter müssen sich talentierte Nachwuchsspieler in all diesen Bereichen weiterentwickeln, um unter die Besten zu kommen (Huijgen et al., 2015).

Vor einigen Jahren durchgeführte Studien (Vestberg et al., 2012; Mann et al., 2007) konnten zudem die Wichtigkeit von exekutiven Funktionen bei sportlichen Leistungen hervorheben (Verburgh et al., 2014). Je besser die Fähigkeit bei Spielern im Kopf vorhanden ist, Informationen zu verarbeiten und sich schnell an unterschiedliche Situationen anzupassen, desto erfolgreicher können sie im Spiel agieren. Insbesondere Vestberg und Kollegen (2012) konnten wie bereits weiter oben erwähnt mittels exekutiven Funktionstests nachweisen, dass die exekutiven Funktionen bei Profispielern signifikant besser ausgeprägt sind als bei Spielern von Drittligamannschaften. Aufgrund dieser Erkenntnisse wurden in den folgenden Jahren auch im Jugendbereich Testungen zu exekutiven Funktionen durchgeführt (Vestberg et al., 2017; Huijgen et al., 2015; Verburgh et al., 2014), um herauszufinden, ob ähnliche Resultate auch bei Profi-Jugendspieler im Vergleich zu Amateur-Jugendspieler festzustellen sind, bei denen exekutive Funktionen noch nicht vollständig entwickelt sind (Vestberg et al., 2017). Bei allen drei Studien konnte nachgewiesen werden, dass Profi-Jugendspieler bessere Leistungen im Bereich der exekutiven Funktionen erbringen als Amateur-Jugendspieler.

Die Einbeziehung von exekutiven Funktionstests in den Prozess der Talentsuche könnte somit in Zukunft ein probates Mittel sein, um Spieler/innen mit besonders gut ausgeprägten exekutiven Funktionen noch besser herauszufiltern und gezielt zu fördern.

4. Forschungsfragen und Hypothesenbildung

4.1 Fragestellungen

Vestberg et al. (2012) konnten nachweisen, dass Fußballer/innen der schwedischen *Allsvenskan* (der ersten schwedischen Liga) bessere Werte bei exekutiven Funktionstests erzielten als Spieler/innen der *Division 1* (dritthöchste schwedische Spielklasse) und diese wiederum bessere Leistungen erbrachten als der Durchschnitt einer Normstichprobe.

Im Rahmen dieser Diplomarbeit soll untersucht werden, ob im österreichischen Männer-Profifußball ähnliche Ergebnisse zu beobachten sind oder sich diese vom schwedischen Fußball unterscheiden.

Außerdem soll überprüft werden, ob Fußballer, die regelmäßig im Einsatz sind – also sportlich leistungsfähiger als ihre häufig auf der Bank sitzenden oder nicht im Kader stehenden Kollegen –, bessere Resultate bei exekutiven Funktionstests erzielen als Spieler mit wenig Einsatzminuten.

Dadurch dass so mancher Spieler zum Testzeitpunkt erst seit kurzem in Österreichs Fußballligen spielte, kam es immer wieder zu Situationen, in denen ein Spieler die bei den Testungen an ihn gestellten Anforderungen aufgrund von Sprachdefiziten nicht genau verstanden hatte. Diesen Spielern versuchten der Versuchsleiter und/oder sein Assistent die Aufgabe nochmal oder auf Englisch zu erklären, was in manchen Fällen gut gelang, in anderen aber aufgrund von rudimentärer Englischkenntnisse gewisser Spieler keine Wirkung erzielte. Hier agierte die Versuchsleitung dann mit Gestiken, die dem Spieler vermitteln sollte, was er zu tun hatte. Manche dieser Spieler meldeten dann zwar zurück, dass sie sich auskennen würden, bei der Testauswertung war jedoch auffällig, dass mehrere „Legionäre“ (Spieler, die nicht österreichische Staatsbürger sind) schlechtere Resultate erzielten als österreichische Spieler.

Während der Testungen entstand zudem der Eindruck, dass der eine oder andere (ausländische) Spieler sich eine bestimmte Aufgabenstellung (z.B. N-Back-Test) nicht aufmerksam durchgelesen hatte, aber dennoch die Aufgabe nach dem Motto: „Wird schon schief gehen“ zu bewältigen versuchte und dem Versuchsleiter signalisierte, dass er keine Hilfe brauchen würde. Dies führte in manchen Fällen dazu, dass die Resultate aufgrund zu vieler Fehler aus den Daten ausgeschlossen werden mussten, da sie sonst die Mittelwerte markant verfälscht hätten.

Eine weitere Forschungsfrage bezieht sich auf die Spielposition auf dem Feld, die die Spieler bei den Testungen angaben. Dabei soll untersucht werden, ob sich die Resultate in ausgewählten Variablen beispielsweise von Stürmern von denen von anderen Positionen signifikant unterscheiden und ob Vestbergs (2014) kognitive Profileinteilung (siehe Kapitel 3.2) bestätigt werden kann.

Zuletzt soll noch herausgefunden werden, ob Spieler, die bei ausgewählten Variablen der Testungen hervorragend abschnitten, auch am Platz für die meisten Tore und Assists verantwortlich sind.

Folgende Fragestellungen wurden daher wie folgt formuliert:

- **Fragestellung 1**

Erzielen Profispieler wie in der schwedischen Vorbildstudie (Vestberg et al., 2012) signifikant bessere Ergebnisse als Amateurspieler im Bereich der exekutiven Funktionen Inhibitionskontrolle, Arbeitsgedächtnis und kognitive Flexibilität?

- **Fragestellung 2**

Erzielen Profi- und Amateurspieler wie in Vestbergs Studie (2012) beim DF-Test signifikant bessere Ergebnisse als der Durchschnitt der Normstichprobe?

- **Fragestellung 3**

Gibt es in der jeweiligen Kaderzugehörigkeit (Profis/Amateure) einen Zusammenhang zwischen den erzielten Testergebnissen und den absolvierten Einsatzminuten?

- **Fragestellung 4**

Unterscheiden sich die Mittelwerte ausgewählter Variablen zwischen Profispielern und Amateuren signifikant voneinander, wenn Legionäre aus den Daten exkludiert werden?

- **Fragestellung 5**

Unterscheiden sich Spieler, die auf einer bestimmten Position (Tormann, Verteidiger, Mittelfeld defensiv, Mittelfeld offensiv, Stürmer) spielen, hinsichtlich der Testergebnisse signifikant voneinander?

- **Fragestellung 6**

Gibt es in der jeweiligen Kaderzugehörigkeit (Profis/Amateure) einen Zusammenhang zwischen ausgewählten Variablen und Scorerpunkten (erzielte Tore + Assists)?

4.2 Hypothesenbildung

Folgende Hypothesen ergeben sich, um die Forschungsfragen zufriedenstellend zu beantworten:

H0: Es gibt keinen signifikanten Unterschied zwischen Profi- und Amateurspielern in den getesteten Variablen des Design Fluency-Tests (Scaled_Score_Korrekte_Antworten, Scaled_Score_Wiederholungen, Scaled_Score_Fehler, Scaled_Score_Kognitive_Flexibilität), des Trail Making-Tests (Informationsverarbeitung), des Flanker-Tests (Reaktionsschnelligkeit_inkongruent, Fehler_inkongruent, Reaktionsschnelligkeit_kognitives Switchen, Fehler_kognitives Switchen) und des N-Back-Tests (korrekte Antworten_AG und Fehler_AG).

H1: Es gibt einen signifikanten Unterschied zwischen Profi- und Amateurspielern in den Variablen des Design Fluency-Tests (Scaled_Score_Korrekte_Antworten, Scaled_Score_Wiederholungen, Scaled_Score_Fehler, Scaled_Score_Kognitive_Flexibilität), des Trail Making-Tests (Informationsverarbeitung), des Flanker-Tests (Reaktionsschnelligkeit_inkongruent, Fehler_inkongruent, Reaktionsschnelligkeit_kognitives Switchen, Fehler_kognitives Switchen) und des N-Back-Tests (korrekte Antworten_AG und Fehler_AG).

H0: Es gibt keinen signifikanten Unterschied zwischen den Ergebnissen der Profispieler/der Amateurspieler und dem Durchschnitt einer Normstichprobe beim Design Fluency-Test.

H1: Es gibt einen signifikanten Unterschied zwischen den Ergebnissen der Profispieler/der Amateurspieler und dem Durchschnitt einer Normstichprobe beim Design Fluency-Test.

H0: In der jeweiligen Kaderzugehörigkeit kann kein Zusammenhang zwischen der ausgewählten Testvariable und den Einsatzminuten festgestellt werden.

H1: In der jeweiligen Kaderzugehörigkeit kann ein Zusammenhang zwischen der ausgewählten Testvariable und den Einsatzminuten festgestellt werden.

H0: Die Mittelwerte in ausgewählten Variablen unterscheiden sich zwischen Profis und Amateure nicht signifikant, wenn „Legionäre“ aus den Daten exkludiert werden.

H1: Die Mittelwerte in ausgewählten Variablen unterscheiden sich zwischen Profis und Amateure signifikant, wenn „Legionäre“ aus den Daten exkludiert werden.

H0: Es gibt keinen signifikanten Unterschied zwischen den verschiedenen Positionsgruppen hinsichtlich der ausgewählten Variable.

H1: Es gibt einen signifikanten Unterschied zwischen den verschiedenen Positionsgruppen hinsichtlich der ausgewählten Variable.

H0: In der jeweiligen Kaderzugehörigkeit kann kein Zusammenhang zwischen der ausgewählten Testvariable und den Scorerpunkten festgestellt werden.

H1: In der jeweiligen Kaderzugehörigkeit kann ein Zusammenhang zwischen der ausgewählten Testvariable und den Scorerpunkten festgestellt werden.

5. Methodik der Studie

Zur Beantwortung der Fragestellungen wurden exekutive Funktionstest bei drei Vereinen der österreichischen Bundesliga (n = 63) – ca. 30 % der österreichischen Bundesligaspieler werden repräsentiert – und zwei Amateurmanschaften (n = 43) von Bundesliga-Vereinen durchgeführt. Vier unterschiedliche Testformen wurden eingesetzt, um verschiedene Komponenten der exekutiven Funktionen zu überprüfen:

Aus dem Delis Kaplan Executive Function System (D-KEFS), einer Testbatterie zur „Erfassung eines breiten Spektrums fundamentaler und höherer kognitiver Fähigkeiten im klinischen und neuropsychologischen Bereich“ (Delis et al., 2001, S. 1013), wurden zwei der neun Untertests eingesetzt – der *Design Fluency-Test* und der *Trail Making-Test*. Diese beiden schriftlichen exekutiven Funktionstests wurden auch bei der Studie in Schweden verwendet. Daneben wurden zwei Tests eingesetzt, die am Laptop durchgeführt wurden, der *Flanker-Test* und der *N-Back-Test*. Die Studienteilnehmer wurden je nach Kadergröße in zwei bis drei Gruppen (jeweils ca. sieben bis neun Spieler pro Gruppe) geteilt, die die vier Testformen randomisiert absolvierten.

Die Testtermine wurden mit den Vereinen so vereinbart, dass zumindest 30 Minuten vor Testbeginn keine körperliche Belastung stattfinden durfte, um die Ergebnisse nicht zu verfälschen.

5.1 Teilnehmer

Es wurden insgesamt 106 männliche Fußballer aus unterschiedlichen Ligen (Bundesliga (höchste österreichische Spielklasse), Regionalliga (dritthöchste österreichische Spielklasse), Landesliga (vierthöchste österreichische Spielklasse)) getestet. 63 Spieler entfielen dabei auf die Bundesliga und wurden in der Gruppe „Profi“, die restlichen 43 Spieler aus Regionalliga und Landesliga in der Gruppe „Amateur“ zusammengefasst. Wie in Tabelle 3 zu beobachten ist, lag das Durchschnittsalter der Amateure bei $19,98 \pm 2,64$ Jahren (Min. 17 – Max. 31), bei den Profis hingegen bei $25,41 \pm 4,22$ Jahren (Min. 17 – Max. 37).

Dieser Altersunterschied lässt sich dadurch erklären, dass ein Großteil der Spieler bei den Amateuren ein Alter von 23 Jahren nicht überschreitet, da in Amateurmanschaften nicht mehr als vier Spieler, „die nicht mehr für die U23 spielberechtigt sind, zum Einsatz kommen bzw. am Spielbericht nominiert werden“ dürfen (ÖFB, 2017, Zugriff am 9. April 2018 unter

<http://www.kfv-fussball.at/Bestimmungen-Teilnahme-Amateurmannschaften-der-BL-Vereine-in-den-Bewerben-der-L.V.pdf?:hp=2526;94;de>).

		Deskriptive Statistik				
Kaderzugehörigkeit		N	Minimum	Maximum	Mittelwert	Standardabweichung
Amateur	Alter	43	17	31	19,98	2,641
	Gültige Werte (Listenweise)	43				
Profi	Alter	63	17	37	25,41	4,215
	Gültige Werte (Listenweise)	63				

Tabelle 3: Durchschnittsalter der Testgruppen

Jeder Spieler sollte zudem im Verlauf der Testungen seine Spielposition angeben, auf der er sich selbst in erster Linie sieht. Um nicht zu viele verschiedene Rollen aufzuzählen, wurden die Positionen in fünf Kategorien unterteilt: Für alle Mittel- und Außenstürmer bzw. hängende Spitzen wurde die Kategorie „Stürmer“ gebildet, linke und rechte Mittelfeldspieler bzw. zentrale Mittelfeldspieler, die ihre Hauptaufgabe in der Offensive sehen, sollten sich bei „Mittelfeld offensiv“ eintragen, defensive Mittelfeldspieler die Kategorie „Mittelfeld defensiv“, Außen- und Innenverteidiger „Verteidigung“ und Torhüter „Tormann“ auswählen. Für Spieler, die auf mehreren Positionen eingesetzt werden (z.B. ein Außenverteidiger, der immer wieder als rechter oder linker Mittelfeldspieler aufgeboten wird), bestand zusätzlich die Möglichkeit, eine Alternativposition anzuführen.

Bei den Amateurmannschaften gaben vier Spieler an, auf der Position des Tormanns eingesetzt zu werden, 16 sahen sich auf der Verteidigerposition und fünf weitere auf der defensiven Mittelfeld-Position, während 18 Spieler (acht im offensiven Mittelfeld, zehn Stürmer) die Offensivabteilung bildeten.

Außerdem wurde jeder Teilnehmer hinsichtlich Einsatzminuten und Scorerpunkte – die Summe der erzielten Tore und Assists – mithilfe der Statistik der Internetseite www.transfermarkt.at (wo es möglich war) bzw. der jeweiligen Vereinshomepage über einen bestimmten Zeitraum verfolgt. Bei den Amateurmannschaften betraf dies die Hinspielrunde der Saison 2017/18 von der ersten bis zur 18. Runde (Regionalliga) bzw. zur 15. Runde (Landesliga), bei den Profis wurden die Einsatzminuten und Scorerpunkte in derselben Saison von der ersten bis zur 27. Runde miteinbezogen.

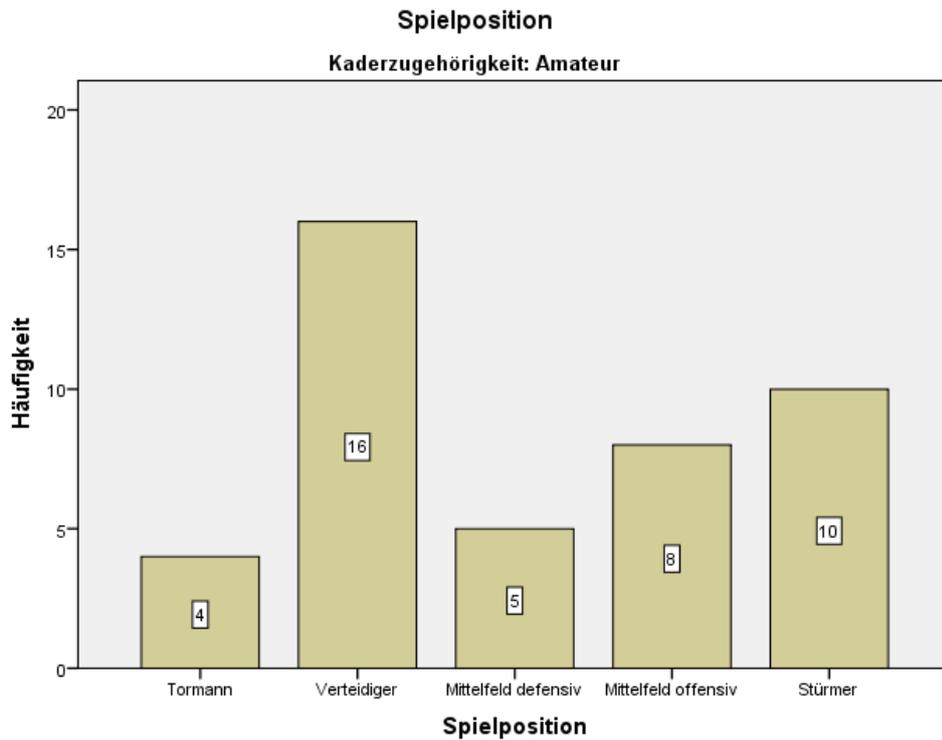


Abbildung 2: Häufigkeit der Spielposition bei Amateurspielern

Von den 63 Profispielern wählten acht die Position des Torhüters, 18 fühlten sich der Verteidigung zugehörig, während sieben Spieler sich hauptsächlich im defensiven Mittelfeld heimisch sahen. 20 sahen sich selbst als offensive Mittelfeldspieler, zehn Spieler als Stürmer.

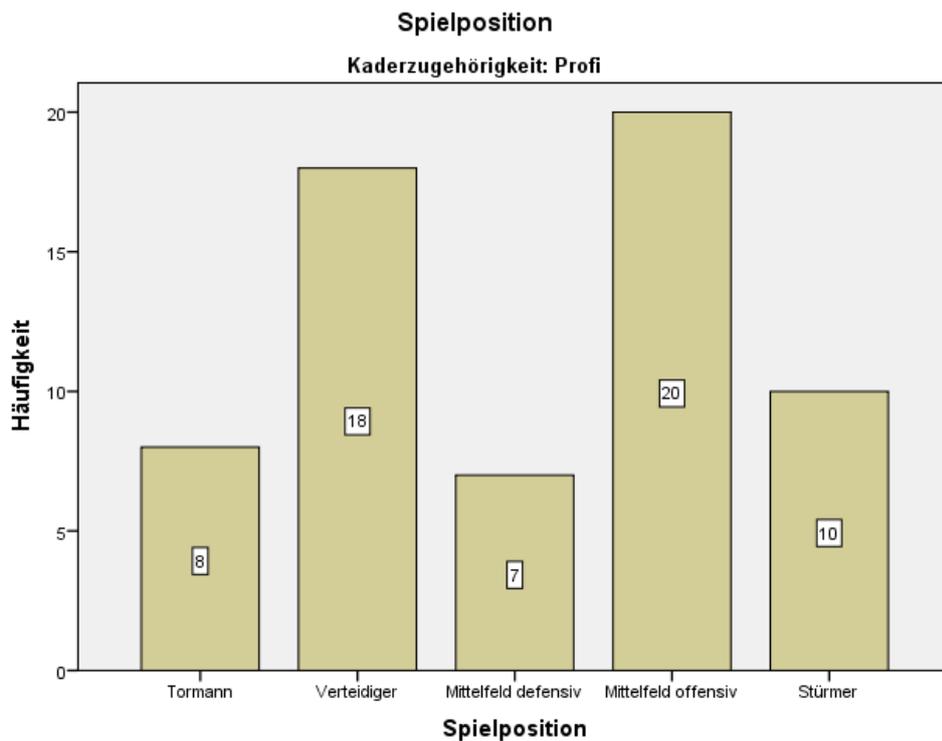


Abbildung 3: Häufigkeit der Spielposition bei Profispielern

5.2 Materialien

- Design Fluency-Test (DF)

Beim Design Fluency-Test handelt es sich um einen von neun Untertests aus dem Delis-Kaplan Executive Function System (D-KEFS), einer Testbatterie, die ein breites „Spektrum fundamentaler und höherer kognitiver Fähigkeiten (exekutiver Funktionen) im klinischen und neuropsychologischen Bereich“ für Personen von acht bis 99 Jahren erfasst (Delis et al., 2001).

Der Design Fluency-Test (DF) ist ein standardisiertes Testverfahren, welches Kreativität, Inhibition und kognitive Flexibilität der Testpersonen misst – „*and thus simulates the executive chain of decision making in a similar way as in a real soccer situation*“ (Vestberg, 2017, S. 4). Dadurch dass der Test ausschließlich aus nonverbalen Aufgabenstellungen besteht, können auch Testpersonen mit sprachlichen Defiziten die Aufgabenstellungen bewältigen. Bei allen drei Testbedingungen mussten die Spieler mit einem Stift fünf Punkte (je nach Bedingung schwarz, weiß oder kombiniert) mit vier geraden Linien unter Zeitdruck (60 Sekunden) verbinden, sodass möglichst viele verschiedene Kombinationen (max. 35) entstehen. Keine einzige Kombination sollte dabei wiederholt werden und auch beispielsweise das Zeichnen von zusätzlichen Linien war nicht erlaubt – die Gesamtzahl an Fehlern und Wiederholungen bei allen drei Bedingungen wurde ebenfalls in die Auswertung hineingenommen. Die Spieler mussten somit u.a. ihre Fähigkeiten im Bereich der Inhibition abrufen, um zuvor gewählte Lösungen nicht zu wiederholen oder zu viele Linien zu zeichnen. Auch der konstante Einsatz der eigenen Scanfähigkeit zum Finden von neuen Lösungen war bei diesem Test von großer Bedeutung. Um die Ergebnisse der Testungen mit denen der Durchschnittsbevölkerung vergleichen zu können, wurden von den Urhebern skalierte Werte („Scaled Score“ (SS); $M = 10 \pm 3$) berechnet. Bei *Bedingung 1* mussten die Testpersonen in 60 Sekunden so viele Designs wie möglich entwerfen, indem sie fünf schwarze Punkte mit vier möglichst geraden Linien verbanden, bei *Bedingung 2* musste dasselbe nur mit den weißen Punkten gemacht werden, ohne die schwarzen Punkte zu beachten. *Bedingung 3* war für die Testpersonen die schwierigste und zugleich fehleranfälligste der drei Aufgaben, da fünf Punkte abwechselnd (schwarz-weiß-schwarz-weiß-schwarz oder weiß-schwarz-weiß-schwarz-weiß) verbunden werden mussten, was insbesondere die Fähigkeiten im Bereich der kognitiven Flexibilität beanspruchte (Delis et al., 2001). Vor jeder Bedingung hatten die Probanden/innen kurz Zeit, drei Testmuster zu entwerfen, die vom Versuchsleiter kontrolliert wurden, um sicherzustellen, dass jede/r die Aufgabenstellung auch tatsächlich verstanden hatte. Trotz der Erklärungen kam es jedoch bei

Bedingung 3 durch die Stresssituation von nur 60 Sekunden zu zahlreichen Fehlern (z.B. vier Punkte statt fünf wurden verbunden; die Reihenfolge wurde nicht richtig eingehalten, sodass beispielsweise auf einen schwarzen Punkt wieder ein schwarzer Punkt folgte etc.)

Vestberg konnte in Bezug auf die Werte des DF-Tests nachweisen, dass Spieler/innen der höchsten Spielklasse in Schweden signifikant bessere Ergebnisse erzielten als Spieler/innen der dritthöchsten Spielklasse und diese wiederum signifikant besser abschnitten als die Durchschnittsbevölkerung (Vestberg et al., 2012).

- Trail Making-Test (TMT)

Der Trail Making- oder Zahlen-Verbindungs-Test (ZVT) ist ein ebenfalls in der D-KEFS-Testbatterie eingesetzter Test zur Überprüfung exekutiver Funktionen. Es gibt zwei Varianten (TMT-A und TMT-B), wie der TMT durchgeführt werden kann. Während TMT-A (Zahlenverbindungstest) visuell-perzeptive Fähigkeiten misst und als „*lower-level cognitive task*“ bezeichnet werden kann, zielt der TMT-B (Zahlen-Buchstaben-Wechsel: A-1-B-2-C-3 etc.) vermehrt auf kognitive Flexibilität ab (Huijgen et al., 2015). In dieser Studie wurde ausschließlich mit der Version TMT-A gearbeitet, bei der die Spieler ausschließlich Zahlen zu verbinden hatten. Die hier eingesetzte Version beinhaltete vier Zahlen-Matrizen, wobei sich jede Matrize aus 90 unterschiedlich angeordneten Ziffern zusammensetzte. Diese 90 Zahlen mussten mit einem Kugelschreiber jeweils in aufsteigender Reihenfolge von 1 bis 90 hintereinander verbunden werden. Für jede Matrize standen den Spielern bei den Testungen nicht mehr als 30 Sekunden zur Verfügung. Gleich im Anschluss an den Test A, folgte unmittelbar Testbedingung B, darauf C und D. Insgesamt dauerte der gesamte Test nicht viel länger als zwei Minuten. Vor Beginn hatten die Spieler wie beim DF-Test kurz Zeit, sich an die Testbedingungen zu gewöhnen und ein Übungsbeispiel zu lösen. Je nach Leistungsfähigkeit der Informationsverarbeitung erreichten die Spieler ein besseres oder schlechteres Ergebnis. Die Auswertung der vier Zahlen-Matrizen erfolgte mithilfe einer Übersichtstabelle, in der für jede Matrize (A, B, C, D) zunächst die erreichte Zahl gesucht, die dazugehörige durchschnittliche Leistung in bit/sec abgelesen und ins Testprotokoll eingetragen wurde. Nach der Bestimmung aller Rohwerte wurden diese auf dem Protokollblatt zusammengerechnet und durch die Zahl 4 dividiert, um sich die durchschnittliche kognitive Leistungsgeschwindigkeit bei allen vier Testbedingungen auszurechnen (Oswald & Roth, 1987).

- Flanker-Test

Beim Flanker-Test handelt es sich um eine Aufgabe, die darauf abzielt, kognitive Verarbeitungs-, Aufmerksamkeits- und Kontrollprozesse (u.a. Inhibition, kognitive Flexibilität) zu erforschen. Nacheinander werden sogenannte *Flankerreize* eingeblendet, die aus einem zentral abgebildeten Target (=Pfeil) sowie mehreren flankierenden Distraktorreizen (Flanker) bestehen. Ziel dieses Tests ist es, die dem Target zugeordnete Reaktion so schnell und korrekt wie möglich auszuführen (Bermeitinger, 2014).

Im Rahmen dieser Studie wurde mit einem modifizierten Flanker-Test gearbeitet, bei dem jedem Probanden ein Laptop zur Verfügung stand. Die Testanweisung bekamen die Probanden direkt am Bildschirm in deutscher Sprache erklärt, bei Teilnehmern mit Sprachdefiziten übersetzte der Versuchsleiter bzw. ein Assistent des Versuchsleiters die Aufgabenstellung in die englische Sprache. Der Test gliederte sich in zwei Teile, zunächst absolvierten die Probanden den einfachen Flanker-Test, anschließend gleich den komplexen Flanker-Test, wobei beide Tests in etwa 5-10 Minuten in Anspruch nahmen.

Beim einfachen Flanker-Test wurden 108 Bilder nacheinander eingeblendet, die jeweils fünf weiße Pfeile auf schwarzem Hintergrund zeigten. Mit den beiden Zeigefingern mussten die Teilnehmer die M-Taste drücken, wenn der mittlere der fünf Pfeile nach rechts bzw. die C-Taste, wenn der mittlere nach links zeigte. Während auf 72 Bildern alle Pfeile in dieselbe Richtung ausgerichtet waren (kongruente Stimuli), zeigten auf 36 Bildern die flankierenden vier Pfeile nicht auf dieselbe Seite (inkongruente Stimuli). Die vier Pfeile links und rechts der Mitte spielten für die Testaufgabe keine Rolle und sollten ausgeblendet werden, sodass der Fokus nur auf den mittleren gerichtet blieb. Die inkongruenten Pfeile erforderten dabei von den Probanden eine höhere Leistung im Bereich der Inhibitionskontrolle als die kongruenten. Bevor die fünf weißen Pfeile jeweils eingeblendet wurden, erschien in der Mitte des Bildschirms ein weißes Kreuz an der Stelle, wo wenige Augenblicke später der mittlere Pfeil auftauchen sollte. Die Dauer des Intervalls zwischen den Bildern wurde randomisiert (500, 750 oder 1000 ms) und ausgeglichen. Die Teilnehmer bekamen vom Versuchsleiter die Anweisung, so schnell und präzise auf die auftauchenden Pfeile zu reagieren wie möglich.

Der komplexe Flanker-Test unterschied sich vom einfachen Flanker-Test insofern, dass die in der Mitte auftauchenden Pfeile nun auch in grüner oder roter Farbe erscheinen konnten. Auf den grünen Pfeil (k=18) mussten die Spieler genau gleich wie bei einem nach links/rechts

zeigenden weißen Pfeil reagieren (rechts → M-Taste; links → C-Taste), auf den roten (k=18) mussten sie umgekehrt reagieren (rechts → C-Taste; links → M-Taste). Ebenfalls in der Mitte vorkommen konnte ein weißer nach links oder rechts gerichteter Pfeil (18x kongruent; 18x inkongruent), auf den genau die gleiche Reaktion wie beim einfachen Flanker-Test erforderlich war. Zusätzlich wurden Störreize – nach oben oder unten gerichtete weiße Pfeile (k=36) – eingesetzt, bei deren Erscheinen die Spieler keine Taste drücken sollten. Bei diesem Test (insgesamt 108 Stimuli) stand daher insbesondere das „kognitive Shifting“ im Fokus. Genauigkeit bei der Lösung der Aufgabenstellung sowie Reaktionszeit waren die entscheidenden Variablen, die gemessen wurden (Krenn, Finkenzeller, Würth & Amesberger, (Under review)).

Vier ausgewählte Variablen wurden bei diesem Test in die Auswertung miteinbezogen. Beim einfachen Flanker-Test handelte es sich dabei um die Reaktionszeit, die Spieler zum Drücken der C- bzw. M-Taste bei inkongruenten Stimuli (z.B. wenn vier Pfeile nach rechts, der mittlere aber nach links gerichtet waren) benötigten, sowie um die Anzahl der Fehler, die bei eben diesen Stimuli gemacht wurden. Beim komplexen Flanker-Test wurde die gemessene Reaktionszeit der Spieler auf einen roten Pfeil in der Auswertung behandelt. Da die Spieler bei diesen Stimuli kognitiv umschalten mussten und plötzlich eine gegenteilige Reaktion erforderlich war (z.B. bei nach links gerichtetem roten Pfeil → M-Taste statt wie zuvor C-Taste), wurde die Variable in der Auswertung „Reaktionszeit_kognitives_Switchen“ bezeichnet, die bei diesen Stimuli zustande gekommenen Fehler – die zweite in die Auswertung miteinbezogene Variable – „Fehler_kognitives_Switchen“.

- N-Back-Test

Den N-Back-Test, eine „2-zurück-Aufgabe“, absolvierten die Testgruppen jeweils unmittelbar nach dem komplexen Flanker-Test. Die Probanden mussten sich dabei an Zahlen/geometrische Formen erinnern, die zwei Durchgänge zuvor abgebildet wurden. Dabei wurden deren Fähigkeiten, benötigte Inhalte im Arbeitsgedächtnis aufrechtzuerhalten sowie Informationen gezielt zu erneuern, getestet (Schellig, Drechsler, Heinemann & Sturm, 2008). Der Test bestand aus drei Bedingungen: nach einer kurzen Übungsphase wurden den Spielern in einer fixen Reihenfolge für jede Bedingung (Würfelzahlen, Zahlen, geometrische Figuren) sechs verschiedene Stimuli (z.B. 1, 2, 3, 4, 5, 6) am Bildschirm präsentiert. Die Testpersonen mussten sich dabei merken, ob die präsentierte Zahl/Figur mit der zwei Durchgänge zuvor vorgekommenen Zahl/Figur übereinstimmte. Sollte dies der Fall sein, mussten sie möglichst

schnell die Space-Taste drücken. Die Stimuli wurden wie beim Flanker-Test in weiß auf schwarzem Hintergrund präsentiert und blieben 1000 ms sichtbar. Für alle drei Kategorien wurden 48 Stimuli hintereinander eingeblendet, auch zwischen den Bedingungen gab es keine Unterbrechung. Das „inter-trial interval“ wurde auf 500 ms festgesetzt. Bei diesem Test wurden die Zahl der korrekten und falschen Antworten sowie die durchschnittliche Reaktionszeit gemessen, wobei in der Auswertung nur erstere präsentiert werden. (Krenn et al., (Under review)).

5.3 Ablauf der Testungen

Die Testungen wurden in den jeweiligen Trainingseinrichtungen der Mannschaften in verschiedenartigen Räumen (Seminarraum, Gemeinschaftsraum, ...) durchgeführt, wobei jeweils Gruppen gebildet wurden, die die Testungen zu unterschiedlichen Zeitpunkten am selben Tag durchführten. Eine Gruppe bestand aus sieben bis neun Spielern, die gleichzeitig die Testungen absolvierten. Die Reihenfolge der Testungen wurde randomisiert (Design Fluency – Trail Making – Laptop (Flanker, N-Back)), wobei bei den Laptop-Tests der N-Back-Test aufgrund der Voreinstellungen immer nach dem Flanker-Test durchgeführt wurde. Um die Vertraulichkeit der Daten zu gewährleisten, bekam jeder Spieler einen vierstelligen Zahlencode zugewiesen, den er auf jedem Test angab. Nach den Testungen erhielt jeder Spieler vom Versuchsleiter eine Rückmeldung zu seinen ausgewählten Testwerten, die mit den Werten der eigenen Mannschaft in Beziehung gesetzt wurden. Jeder Spieler musste auf einem Zusatzblatt auch angeben, ob er damit einverstanden sei, dass der Trainerstab Einsicht in die eigenen Testergebnisse nehmen dürfe oder nicht.

5.4 Statistische Analyse

Mithilfe des Statistikprogramms SPSS Statistics 24 wurden die erhobenen Daten ausgewertet. Aus den vier Testungen wurden insgesamt elf ausgewählte Variablen – korrekte Antworten_DF, Fehler_DF, Wiederholungen_DF, Kognitive Flexibilität (→ Design Fluency-Test), Informationsverarbeitung (→ Trail Making-Test), Fehler_AG, korrekte Antworten_AG (→ N-Back-Test), Reaktionszeit_inkongruent, Fehler_inkongruent (→ einfacher Flanker-Test), kognitives Switchen_Fehler, kognitives Switchen_Reaktionszeit (→ komplexer Flanker-Test) – herangezogen und zwischen den Gruppen verglichen.

6. Resultate der Datenauswertung

6.1 Design Fluency-Test – Unterschiede

6.1.1 Unterschiede Fußballspieler – Normstichprobe

Um die Ergebnisse auch mit dem Durchschnitt der Bevölkerung vergleichen zu können, wurde beim DF-Test mit dem Scaled Score (SS) gearbeitet.

		Deskriptive Statistik				
Kaderzugehörigkeit		N	Minimum	Maximum	Mittelwert	Standardabweichung
Amateur	Scaled_Score_korrekte_Antworten_DF (SSKA)	43	6	17	12,88	2,946
	Scaled_Score_Wiederholungen_DF (SSWH)	43	1	13	8,44	3,446
	Scaled_Score_Fehler_DF (SSF)	43	1	14	7,42	4,447
	Scaled_Score_kognitive_Flexibilität (SSKF) (SS von Bed. 3 minus SS von Bed. 1+2)	43	1	13	7,28	3,411
	Gültige Werte (Listenweise)	43				
Profi	Scaled_Score_korrekte_Antworten_DF (SSKA)	63	4	19	12,90	2,922
	Scaled_Score_Wiederholungen_DF (SSWH)	63	1	13	8,41	2,745
	Scaled_Score_Fehler_DF (SSF)	63	1	14	9,49	3,711
	Scaled_Score_kognitive_Flexibilität (SSKF) (SS von Bed. 3 minus SS von Bed. 1+2)	63	1	15	8,51	3,232
	Gültige Werte (Listenweise)	63				

Tabelle 4: Scaled Score-Werte bei mehreren Variablen des DF-Tests sortiert nach Kaderzugehörigkeit

Sowohl Amateurspieler als auch Profispieler erzielten um ca. eine Standardabweichung (und somit signifikant) bessere Ergebnisse als die Standardbevölkerung ($MW = 10 \pm 3$) bei der Anzahl der korrekt gelösten Muster (SSKA) (Amateure $p < 0,001$; Profis $p < 0,001$). Bei den Variablen SSF und SSKF, also dem Scaled Score-Ergebnis der falschen Muster sowie der kognitiven Flexibilität schnitten Amateurspieler signifikant schlechter als eine standardisierte Normstichprobe ab (SSF $p < 0,001$; SSKF $p < 0,001$). Zudem wiederholten sie auch mehr Muster als die standardisierte Testgruppe, dieses Ergebnis war jedoch nach der Bonferroni-

Korrektur knapp nicht mehr signifikant (SSWH $p = 0,005 > 0,0045$). Profis erzielten in den Bereichen SSWH ($p < 0,001$) und SSKF ($p = 0,001$) signifikant schlechtere Ergebnisse, beim Scaled Score der falsch gelösten Muster lag das Ergebnis ebenfalls unter dem Durchschnitt der Normstichprobe, war jedoch nicht signifikant ($p = 0,281$).

Test bei einer Stichprobe

Kaderzugehörigkeit		T	df	Testwert = 10			
				Sig. (2-seitig)	Mittlere Differenz	99,55% Konfidenzintervall der Differenz	
					Untere	Obere	
Amateur	Scaled_Score_korrekte_Antworten_DF	6,420	42	,000	2,884	1,54	4,23
	Scaled_Score_Wiederholungen_DF	-2,965	42	,005	-1,558	-3,14	,02
	Scaled_Score_Fehler_DF	-3,807	42	,000	-2,581	-4,62	-,55
	Scaled_Score_kognitive_Flexibilität	-5,231	42	,000	-2,721	-4,28	-1,16
Profi	Scaled_Score_korrekte_Antworten_DF	7,890	62	,000	2,905	1,82	3,99
	Scaled_Score_Wiederholungen_DF	-4,589	62	,000	-1,587	-2,61	-,57
	Scaled_Score_Fehler_DF	-1,086	62	,281	-,508	-1,89	,87
	Scaled_Score_kognitive_Flexibilität	-3,664	62	,001	-1,492	-2,69	-,29

Tabelle 5: Scaled Score-Werte bei Profi- und Amateurspielern im Vergleich zum Durchschnitt einer Normstichprobe

6.1.2 Unterschiede Profis – Amateure

		Gruppenstatistiken				
		Kaderzugehörigkeit	N	Mittelwert	Standardabweichung	Standardfehler des Mittelwertes
Scaled_Score_korrekte_Antworten_DF (SSKA)	Amateur		43	12,88	2,946	,449
	Profi		63	12,90	2,922	,368
Scaled_Score_Wiederholungen_DF (SSWH)	Amateur		43	8,44	3,446	,525
	Profi		63	8,41	2,745	,346
Scaled_Score_Fehler_DF (SSF)	Amateur		43	7,42	4,447	,678
	Profi		63	9,49	3,711	,468
Scaled_Score_kognitive_Flexibilität (SSKF)	Amateur		43	7,28	3,411	,520
	Profi		63	8,51	3,232	,407

Tabelle 6: Scaled Score-Werte sortiert nach Kaderzugehörigkeit

Der t-Test für unabhängige Stichproben konnte für die Variablen SSKA (MW Profis > MW Amateure, $p = 0,971$), SSWH (MW Profis < MW Amateure, $p = 0,963$ (nach Levene-Test liegen ungleiche Varianzen vor!)) und SSKF (MW Profis > MW Amateure, $p = 0,063$) keine signifikanten Unterschiede nachweisen. Nach der Bonferroni-Korrektur begingen Profis im Durchschnitt knapp nicht mehr signifikant weniger Fehler bei allen drei Testbedingungen zusammen ($p = 0,011$; Varianzhomogenität beim Levene-Test durch Bonferroni-Korrektur gegeben!) als Amateurspieler.

Test bei unabhängigen Stichproben

		Levene-Test der Varianzgleich heit		T-Test für die Mittelwertgleichheit						
		F	Signi fikan z	T	df	Sig. (2- seiti g)	Mittler e Differen z	Standardf ehler der Differenz	99,55% Konfidenzinte rvall der Differenz	
									Unter e	Ober e
Scaled_Score_ korrekte_Antwo rten_DF	Varianzen sind gleich	,595	,442	-,036	104	,971	-,021	,580	-1,705	1,663
	Varianzen sind nicht gleich			-,036	89,898	,971	-,021	,581	-1,714	1,671
Scaled_Score_ Wiederholunge n_DF	Varianzen sind gleich	4,304	,040	,048	104	,962	,029	,603	-1,721	1,780
	Varianzen sind nicht gleich			,046	76,548	,963	,029	,629	-1,812	1,871
Scaled_Score_ Fehler_DF	Varianzen sind gleich	4,039	,047	-2,605	104	,011	-2,073	,796	-4,385	,238
	Varianzen sind nicht gleich			-2,517	79,282	,014	-2,073	,824	-4,482	,335
Scaled_Score_ kognitive_Flexib ilität	Varianzen sind gleich	,091	,764	-1,879	104	,063	-1,229	,654	-3,128	,670
	Varianzen sind nicht gleich			-1,860	87,097	,066	-1,229	,661	-3,156	,698

Tabelle 7: Mittelwert-Vergleich der Scaled Score-Werte zwischen Profis und Amateuren

6.1.3 Unterschiede Profis – Amateure (nur österreichische Testpersonen)

Exkludiert man in der Statistik alle „Legionäre“, also Spieler, die nicht die österreichische Staatsbürgerschaft vorweisen, lassen sich insbesondere bei den Profis, bei denen ca. ein Viertel aller Testpersonen aus dem Ausland stammt, zum Teil größere Unterschiede in den Mittelwerten erkennen. Von 63 Profispielern zählen also 17 zu Legionären und wurden nicht in die folgende Gruppenstatistik aufgenommen, von 43 Amateurspielern wurden neun Spieler aus dem Ausland in der folgenden Statistik nicht miteinbezogen.

Gruppenstatistiken					
	Kaderzugehörigkeit	N	Mittelwert	Standardabweichung	Standardfehler des Mittelwertes
Scaled_Score_korrekte_Antworten_DF (SSKA)	Amateur	34	12,88	3,043	,522
	Profi	46	13,43	2,382	,351
Scaled_Score_Wiederholungen_DF (SSWH)	Amateur	34	8,71	3,371	,578
	Profi	46	8,54	2,779	,410
Scaled_Score_Fehler_DF (SSF)	Amateur	34	7,47	4,561	,782
	Profi	46	10,15	3,197	,471
Scaled_Score_kognitive_Flexibilität (SSKF)	Amateur	34	6,94	3,700	,635
	Profi	46	8,85	3,176	,468

Tabelle 8: Scaled Score-Werte bei Spielern nur aus Österreich

Während sich bei den Amateuren beispielsweise der Mittelwert beim SSKA nicht verändert (SSKA-MW mit Legionären = $12,88 \pm 2,95$; SSKA-MW ohne Legionäre = $12,88 \pm 3,04$), kann bei den Profis eine größere Veränderung des Mittelwerts beobachtet werden (SSKA-MW mit Legionären = $12,90 \pm 2,92$; SSKA-MW ohne Legionäre = $13,43 \pm 2,38$).

Bei der Anzahl der Fehler (SSF, $p = 0,005$; Varianzheterogenität nach Levene-Test!) lässt sich nach der Bonferroni-Korrektur ($p > 0,0045$) sehr knapp kein signifikantes Ergebnis feststellen. Auch bei der Variable SSKF ($p = 0,016$) kann erst nach der Bonferroni-Korrektur kein signifikantes Ergebnis nachgewiesen werden. Bei den korrekt gelösten Aufgabenstellungen schneiden österreichische Profifußballer ebenfalls besser als österreichische Amateurspieler ab, das Ergebnis ist jedoch nicht signifikant ($p = 0,365$). Einzig bei der Anzahl der wiederholten Muster (SSWH) können sich Amateurspieler gegenüber den Profis durchsetzen ($p = 0,814$).

Test bei unabhängigen Stichproben

		Levene-Test der Varianzgleichheit		T-Test für die Mittelwertgleichheit						
		F	Signifikanz	T	df	Sig. (2-seitig)	Mittlere Differenz	Standardfehler der Differenz	99,55% Konfidenzintervall der Differenz	
									Untere	Oberere
Scaled_Score_korrekte_Antworten_DF	Varianzen sind gleich	2,937	,091	-,911	78	,365	-,552	,606	-2,327	1,222
	Varianzen sind nicht gleich			-,878	60,553	,383	-,552	,629	-2,409	1,304
Scaled_Score_Wiederholungen_DF	Varianzen sind gleich	2,385	,127	,236	78	,814	,162	,688	-1,851	2,176
	Varianzen sind nicht gleich			,229	62,839	,819	,162	,709	-1,926	2,251
Scaled_Score_Fehler_DF	Varianzen sind gleich	10,689	,002	-3,093	78	,003	-2,682	,867	-5,218	-,145
	Varianzen sind nicht gleich			-2,936	55,913	,005	-2,682	,913	-5,385	,022
Scaled_Score_kognitive_Flexibilität	Varianzen sind gleich	2,239	,139	-2,474	78	,016	-1,907	,771	-4,162	,348
	Varianzen sind nicht gleich			-2,417	64,662	,018	-1,907	,789	-4,228	,415

Tabelle 9: Mittelwert-Vergleich der Scaled Score-Werte zwischen Profis und Amateuren (nur Österreicher)

6.1.4 Korrelationen zwischen Scaled Score-Werten und Einsatzminuten hinsichtlich Kaderzugehörigkeit

Zusätzlich soll untersucht werden, ob Profi- und Amateurspieler, die länger auf dem Platz gestanden sind, bessere Ergebnisse erzielen wie Spieler mit unterdurchschnittlicher oder gar keiner Einsatzzeit.

- Scaled_Score_korrekte_Antworten

Korrelationen				Einsatzminuten	Scaled_Score_korrekte_Antworten_DF
		Kaderzugehörigkeit			
Spearman-Rho	Amateur	Einsatzminuten	Korrelationskoeffizient	1,000	-,096
			Sig. (2-seitig)	.	,542
			N	43	43
	Profi	Einsatzminuten	Korrelationskoeffizient	1,000	,176
			Sig. (2-seitig)	.	,167
			N	63	63
Spearman-Rho	Amateur	Scaled_Score_korrekte_Antworten_DF	Korrelationskoeffizient	-,096	1,000
			Sig. (2-seitig)	,542	.
			N	43	43
	Profi	Scaled_Score_korrekte_Antworten_DF	Korrelationskoeffizient	,176	1,000
			Sig. (2-seitig)	,167	.
			N	63	63

Tabelle 10: Zusammenhang zwischen Einsatzminuten und Scaled_Score_korrekte_Antworten

Während bei den Amateurspielern ein schwacher negativer Zusammenhang ($r = -0,096$, $p = 0,542$) zwischen Einsatzminuten und dem Scaled Score der korrekten Antworten beim Design Fluency-Test gefunden werden konnte, lässt sich bei Profis ein geringer positiver Zusammenhang feststellen ($r = 0,176$, $p = 0,167$).

- Scaled_Score_Fehler

Korrelationen				Einsatzminute n	Scaled_Score_Fehler_D F
		Kaderzugehörigkeit			
Spearman-Rho	Amateur	Einsatzminuten	Korrelationskoeffizient	1,000	,211
			Sig. (2-seitig)	.	,174
			N	43	43
Spearman-Rho	Profi	Scaled_Score_Fehler_DF	Korrelationskoeffizient	,211	1,000
			Sig. (2-seitig)	,174	.
			N	63	63

		N	43	43
Profi	Einsatzminuten	Korrelationskoeffizient	1,000	,091
		Sig. (2-seitig)	.	,477
		N	63	63
Scaled_Score_Fehler_DF	Scaled_Score_Fehler_DF	Korrelationskoeffizient	,091	1,000
		Sig. (2-seitig)	,477	.
		N	63	63

Tabelle 11: Zusammenhang zwischen Einsatzminuten und Scaled_Score_Fehler

Bei Amateurspielern besteht ein mittlerer positiver Zusammenhang zwischen Einsatzminuten und dem Scaled Score der beim DF-Test erzielten Fehler ($r = 0,211$, $p = 0,174$). Profis weisen hingegen nur eine geringe positive Korrelation zwischen den beiden Variablen auf ($r = 0,091$, $p = 0,477$).

- Scaled_Score_kognitive_Flexibilität

		Korrelationen			
Kaderzugehörigkeit		Einsatzminuten	Scaled_Score_kognitive_Flexibilität		
Spearm an-Rho	Amateur	Einsatzminuten	Korrelationskoeffizient	1,000	-,031
			Sig. (2-seitig)	.	,845
			N	43	43
	Profis	Einsatzminuten	Korrelationskoeffizient	-,031	1,000
			Sig. (2-seitig)	,845	.
			N	43	43
Profis	Einsatzminuten	Korrelationskoeffizient	1,000	,224	
		Sig. (2-seitig)	.	,077	
		N	63	63	
	Scaled_Score_kognitive_Flexibilität	Scaled_Score_kognitive_Flexibilität	Korrelationskoeffizient	,224	1,000
			Sig. (2-seitig)	,077	.
			N	63	63

Tabelle 12: Zusammenhang zwischen Einsatzminuten und Scaled_Score_kognitive_Flexibilität

Bei Amateurspielern lässt sich ein schwacher negativer Zusammenhang zwischen den Minuten auf dem Platz und dem Scaled Score der kognitiven Flexibilität feststellen ($r = -0,031$, $p = 0,845$), während Profis einen mittleren positiven Zusammenhang zwischen den beiden Variablen aufweisen ($r = 0,224$, $p = 0,077$).

- Scaled_Score_Wiederholungen

				Korrelationen		
		Kaderzugehörigkeit		Einsatzminu ten	Scaled_Score_Wiederholung en_DF	
Spearman-Rho	Amateur	Einsatzminuten	Korrelationskoeffizient	1,000	,086	
			Sig. (2-seitig)	.	,585	
			N	43	43	
	Profi	Einsatzminuten	Scaled_Score_Wiederholungen	Korrelationskoeffizient	,086	1,000
				Sig. (2-seitig)	,585	.
				N	43	43
		Einsatzminuten	Korrelationskoeffizient	1,000	-,076	
			Sig. (2-seitig)	.	,556	
			N	63	63	
Scaled_Score_Wiederholungen	Korrelationskoeffizient	-,076	1,000			
	Sig. (2-seitig)	,556	.			
	N	63	63			

Tabelle 13: Zusammenhang zwischen Einsatzminuten und Scaled_Score_Wiederholungen

Zwischen den Variablen Scaled_Score_Wiederholungen und Einsatzminuten besteht bei Amateuren ein schwach positiver ($r = 0,086$, $p = 0,585$), bei Profis ein schwach negativer Zusammenhang ($r = -0,076$, $p = 0,556$)

6.2 Zahlenverbindungstest – Unterschiede

6.2.1 Unterschiede Profis – Amateure

Gruppenstatistiken					
	Kaderzugehörigkeit	N	Mittelwert	Standardabweichung	Standardfehler des Mittelwertes
Informationsverarbeitung	Amateur	43	2,9658	,38635	,05892
	Profi	63	3,0794	,38413	,04840

Tabelle 14: Informationsverarbeitung in Bit pro Sekunde sortiert nach Kaderzugehörigkeit

Hinsichtlich der Informationsverarbeitung [bit/sec] weisen Profispieler (MW = 3,08 ± 0,38) bessere Resultate als Amateurspieler (MW = 2,97 ± 0,39) auf. Diese sind jedoch laut t-Test für unabhängige Stichproben nicht signifikant (p = 0,139).

Test bei unabhängigen Stichproben										
		Levene-Test der Varianzgleichheit			T-Test für die Mittelwertgleichheit					
		F	Signifikanz	T	df	Sig. (2-seitig)	Mittlere Differenz z	Standardfehler der Differenz z	99,55% Konfidenzintervall der Differenz	
									Untere	Obere
Informationsverarbeitung	Varianzen sind gleich	,002	,965	-1,491	104	,139	-,11355	,07616	-,33473	,10763
	Varianzen sind nicht gleich			-1,489	90,032	,140	-,11355	,07625	-,33574	,10864

Tabelle 15: Mittelwert-Vergleich zwischen Profis und Amateure hinsichtlich der Variable Informationsverarbeitung

6.2.2 Unterschiede Profis – Amateure (nur österreichische Spieler)

Gruppenstatistiken					
	Kaderzugehörigkeit	N	Mittelwert	Standardabweichung	Standardfehler des Mittelwertes
Informationsverarbeitung	Amateur	34	2,9900	,37532	,06437
	Profi	46	3,1365	,37831	,05578

Tabelle 16: Informationsverarbeitungswerte bei Spielern ausschließlich aus Österreich

Betrachtet man wiederum nur die Ergebnisse der österreichischen Profi- und Amateurfußballer ohne die Legionäre, kann man erkennen, dass sich die Mittelwerte ein wenig nach oben verschieben, bei den Profis stärker ($MW = 3,14 \pm 0,38 > 3,08 \pm 0,38$) als bei den Amateuren ($MW = 2,99 \pm 0,38 > 2,97 \pm 0,39$). Auch hier lässt sich kein signifikantes Ergebnis ($p = 0,090$) beobachten.

Test bei unabhängigen Stichproben

		Levene-Test der Varianzgleichheit		T-Test für die Mittelwertgleichheit						
		F	Signifikanz	T	df	Sig. (2-seitig)	Mittlere Differenz	Standardfehler der Differenz	99,55% Konfidenzintervall der Differenz	
							z	nz	Untere	Obere
Informationsverarbeitung	Varianzen sind gleich	,014	,906	-1,718	78	,090	-,14652	,08528	-,39601	,10296
	Varianzen sind nicht gleich			-1,720	71,573	,090	-,14652	,08517	-,39638	,10333

Tabelle 17: Mittelwert-Vergleich zwischen Profis und Amateuren (nur Österreicher) hinsichtlich der Variable Informationsverarbeitung

6.2.3 Korrelation zwischen den Variablen Informationsverarbeitung und Einsatzminuten hinsichtlich Kaderzugehörigkeit

Korrelationen

		Kaderzugehörigkeit		Einsatzminute	Informationsverarbeitung
				n	g
Spearman -Rho	Amateur	Einsatzminuten	Korrelationskoeffizient	1,000	,250
			Sig. (2-seitig)	.	,105
			N	43	43
	Profis	Einsatzminuten	Korrelationskoeffizient	1,000	,249*
			Sig. (2-seitig)	.	,049
			N	63	63

Informationsverarbeitung	Korrelationskoeffizient	,249*	1,000
	Sig. (2-seitig)	,049	.
	N	63	63

*. Die Korrelation ist auf dem 0,05 Niveau signifikant (zweiseitig).

Tabelle 18: Zusammenhang zwischen Einsatzminuten und Informationsverarbeitung

Sowohl bei Amateurspielern als auch bei Profispielern lässt sich ein mittlerer positiver Zusammenhang zwischen den Einsatzminuten auf dem Platz und der Variable Informationsverarbeitung feststellen ($r = 0,250$ bzw. $r = 0,249$), bei den Profis handelt es sich dabei sogar um ein signifikantes Ergebnis ($p = 0,049$). Profispieler, die beim Trail Making-Test überdurchschnittliche Ergebnisse erzielten, kamen also am Platz zu mehr Einsatzzeiten.

6.3 Flanker-Test – Unterschiede

Spieler, die bei den Variablen Fehler_inkongruent ($k = 36$) und Fehler_kognitives Switchen ($k = 18$) 50 Prozent oder mehr Fehler machten, wurden aus der Statistik exkludiert, da davon auszugehen ist, dass sie die Testbedingung nicht richtig verstanden hatten. Beim einfachen Flanker-Test handelte es sich dabei um einen Profispieler ($n = 62$), beim komplexen Flanker-Test machten zwei Amateurspieler ($n = 41$) und zwei Profispieler ($n = 63$) mehr als neun Fehler und wurden somit nicht in die Auswertung miteinbezogen. Ein Spieler der Amateurmansschaft wurde ebenfalls im Bereich der Variable Reaktionszeit_kognitives Switchen ausgeschlossen ($n = 42$), da bei ihm (vermutlich aufgrund eines Systemfehlers) eine Reaktionszeit von 0 ms angegeben wurde.

6.3.1 Unterschiede Profis – Amateure

Gruppenstatistiken					
	Kaderzugehörigkeit	N	Mittelwert	Standardabweichung	Standardfehler des Mittelwertes
Reaktionszeit_inkongruent	Amateur	43	546,05	66,107	10,081
	Profi	63	533,59	70,065	8,827
Fehler_inkongruent	Amateur	43	4,72	3,453	,527
	Profi	62	4,05	2,557	,325
Reaktionszeit_kognitives_Switchen	Amateur	42	678,62	71,681	11,061
	Profi	63	669,43	76,122	9,590
Fehler_kognitives_Switchen	Amateur	41	1,71	1,289	,201
	Profi	61	1,30	1,542	,197

Tabelle 19: Ausgewählte Variablen des Flanker-Tests sortiert nach Kaderzugehörigkeit

Bei allen getesteten Variablen des Flanker-Tests ist ein Trend von Profis $>$ Amateure zu beobachten, jedoch sind die Unterschiede bei keiner Variable signifikant. Profis weisen demnach eine schnellere Reaktionszeit bei inkongruenten Stimuli – der mittlere Pfeil zeigt beispielsweise in die andere Richtung als alle vier weiteren – ($MW = 533,59 \pm 70,07 < 546,05 \pm 66,11$; $p = 0,360$) sowie beim Wechsel der Aufgabenstellung als Reaktion auf den roten Pfeil ($MW = 669,43 \pm 76,12 < 678,62 \pm 71,68$; $p = 0,536$) auf und machen im Schnitt auch gleichzeitig weniger Fehler – sowohl beim einfachen Flanker-Test ($MW = 4,05 \pm 2,56 < 4,72 \pm 3,45$; $p = 0,281$) als auch beim komplexen Flanker-Test als Reaktion auf den roten Pfeil ($MW = 1,30 \pm 1,54 < 1,71 \pm 1,29$; $p = 0,161$).

Test bei unabhängigen Stichproben

		Levene-Test der Varianzgleichheit		T-Test für die Mittelwertgleichheit						
		F	Signifikanz	T	df	Sig. (2-seitig)	Mittlere Differenz	Standardfehler der Differenz	99,5% Konfidenzintervall der Differenz	
									Untere	Obere
Reaktionszeit_inkongruent	Varianzen sind gleich	,048	,827	,920	104	,360	12,459	13,549	-26,887	51,805
	Varianzen sind nicht gleich			,930	93,758	,355	12,459	13,400	-26,549	51,467
Fehler_inkongruent	Varianzen sind gleich	7,602	,007	1,147	103	,254	,673	,586	-1,031	2,376
	Varianzen sind nicht gleich			1,087	72,782	,281	,673	,619	-1,141	2,486
Reaktionszeit_kognitives_Switchen	Varianzen sind gleich	,013	,909	,620	103	,536	9,190	14,818	-33,851	52,231
	Varianzen sind nicht gleich			,628	91,589	,532	9,190	14,639	-33,451	51,832
Fehler_kognitives_Switchen	Varianzen sind gleich	,009	,923	1,411	100	,161	,412	,292	-,437	1,261
	Varianzen sind nicht gleich			1,462	95,219	,147	,412	,282	-,408	1,233

Tabelle 20: Mittelwert-Vergleich zwischen Profis und Amateure hinsichtlich ausgewählter Variablen des Flanker-Tests

6.3.2 Unterschiede Profis – Amateure (nur österreichische Spieler)

Gruppenstatistiken

	Kaderzugehörigkeit	N	Mittelwert	Standardabweichung	StF des Mittelwertes
Reaktionszeit_inkongruent	Amateur	34	544,15	72,187	12,380
	Profi	46	526,46	71,068	10,478
Fehler_inkongruent	Amateur	34	4,71	3,425	,587

	Profi	46	3,91	2,466	,364
Reaktionszeit_kognitives_Switchen	Amateur	34	680,82	77,387	13,272
	Profi	46	668,41	72,807	10,735
Fehler_kognitives_Switchen	Amateur	33	1,79	1,293	,225
	Profi	45	1,31	1,593	,237

Tabelle 21: Ausgewählte Werte des Flanker-Tests bei Spielern ausschließlich aus Österreich

Ähnlich wie in Kapitel 6.3.1 reagieren auch österreichische Profis bei den beiden getesteten Variablen zur Reaktionszeit (inkongruent bzw. kognitives Switchen) im Schnitt schneller als österreichische Amateurspieler und machen zugleich weniger Fehler. Die Unterschiede sind jedoch ebenso nicht signifikant (Reaktionszeit_inkongruent: $p = 0,278$; Fehler_inkongruent: $p = 0,256$ (keine Varianzhomogenität gegeben!); Reaktionszeit_kognitives_Switchen: $p = 0,465$; Fehler_kognitives_Switchen: $p = 0,162$).

		Levene-Test der Varianzgleichheit		T-Test für die Mittelwertgleichheit						
		F	Signifikanz	T	df	Sig. (2-seitig)	Mittlere Differenz	Standardfehler der Differenz	99,55% Konfidenzintervall der Differenz	
									Untere	Obere
Reaktionszeit_inkongruent	Varianzen sind gleich	,555	,459	1,093	78	,278	17,691	16,181	-29,649	65,030
	Varianzen sind nicht gleich			1,091	70,635	,279	17,691	16,219	-29,909	65,290
Fehler_inkongruent	Varianzen sind gleich	9,146	,003	1,204	78	,232	,793	,658	-1,133	2,719
	Varianzen sind nicht gleich			1,148	57,000	,256	,793	,691	-1,251	2,836
Reaktionszeit_kognitives_Switchen	Varianzen sind gleich	,567	,454	,734	78	,465	12,410	16,912	-37,070	61,891
	Varianzen sind nicht gleich			,727	68,730	,470	12,410	17,070	-37,731	62,552
Fehler_kognitives_Switchen	Varianzen sind gleich	,001	,974	1,411	76	,162	,477	,338	-,512	1,466

Varianzen sind nicht gleich			1,457	75,157	,149	,477	,327	-,482	1,435
-----------------------------	--	--	-------	--------	------	------	------	-------	-------

Tabelle 22: Mittelwert-Vergleich zwischen Profis und Amateuren (nur Österreicher) hinsichtlich ausgewählter Variablen des Flanker-Tests

6.3.3 Korrelationen zwischen ausgewählten Variablen des Flanker-Tests und Einsatzminuten hinsichtlich Kaderzugehörigkeit

- Reaktionszeit_kognitives_Switchen

				Korrelationen	
		Kaderzugehörigkeit		Einsatzminuten	Reaktionszeit_kognitives_Switchen
Spearmann-Rho	Amateur	Einsatzminuten	Korrelationskoeffizient	1,000	-,004
			Sig. (2-seitig)	.	,981
			N	43	42
	Profi	Einsatzminuten	Korrelationskoeffizient	1,000	-,024
			Sig. (2-seitig)	.	,855
			N	63	63
Spearmann-Rho	Amateur	Reaktionszeit_kognitives_Switchen	Korrelationskoeffizient	-,004	1,000
			Sig. (2-seitig)	,981	.
			N	42	42
	Profi	Reaktionszeit_kognitives_Switchen	Korrelationskoeffizient	-,024	1,000
			Sig. (2-seitig)	,855	.
			N	63	63

Tabelle 23: Zusammenhang zwischen Reaktionszeit_kognitives_Switchen und Einsatzminuten

Weder bei Amateurspielern ($r = -0,004$, $p = 0,981$) noch bei Profis ($r = -0,024$, $p = 0,855$) können wesentliche Zusammenhänge zwischen den gespielten Minuten auf dem Platz und der getesteten Variable Reaktionszeit_kognitives_Switchen festgestellt werden.

- Fehler_kognitives_Switchen

				Korrelationen	
		Kaderzugehörigkeit		Einsatzminuten	Fehler_kognitives_Switchen
Spearmann-Rho	Amateur	Einsatzminuten	Korrelationskoeffizient	1,000	-,154
			Sig. (2-seitig)	.	,337

		N	43	41
	Fehler_kognitives_Switchen	Korrelationskoeffizient	-,154	1,000
		Sig. (2-seitig)	,337	.
		N	41	41
Profi	Einsatzminuten	Korrelationskoeffizient	1,000	-,259*
		Sig. (2-seitig)	.	,044
		N	63	61
	Fehler_kognitives_Switchen	Korrelationskoeffizient	-,259*	1,000
		Sig. (2-seitig)	,044	.
		N	61	61

*. Die Korrelation ist auf dem 0,05 Niveau signifikant (zweiseitig).

Tabelle 24: Zusammenhang zwischen Fehler_kognitives_Switchen und Einsatzminuten

Sowohl Amateur- als auch Profispieler, die oft auf dem Platz stehen, waren bei den Testungen sehr häufig in der Lage, auf einen auftretenden roten Pfeil korrekt zu reagieren und wenige Fehler zu machen. Je länger die Spieler also auf dem Platz stehen, desto weniger Fehler begehen sie beim komplexen Flanker-Test auf den roten Pfeil. Während es sich dabei bei Amateurspielern um kein signifikantes Ergebnis handelt ($r = -0,154$, $p = 0,337$), kann bei Profis ein mittlerer negativer Zusammenhang festgestellt werden, der außerdem signifikant ist ($r = -0,259$, $p = 0,044$).

6.4 N-Back-Test – Unterschiede

Spieler, die mehr als zwei Drittel falsche Antworten gaben, als man korrekte Lösungen erzielen kann ($k = 24$), wurden in der Statistik nicht berücksichtigt, da diese entweder über eine besonders schlechte Arbeitsgedächtnisleistung verfügen oder die Testbedingungen nicht richtig verstanden hatten. Derselbe Amateurspieler, der beim Flanker-Test aufgrund von ungültigen Werten nicht in die Auswertung einbezogen wurde, musste beim N-Back-Test wiederum wegen ungültigen Werte exkludiert werden ($n = 42$).

6.4.1 Unterschiede Profis – Amateure

Gruppenstatistiken					
	Kaderzugehörigkeit	N	Mittelwert	Standardabweichung	Standardfehler des Mittelwertes
Korrekte_Antworten_AG	Amateur	42	19,29	2,708	,418
	Profi	63	18,24	3,176	,400
Fehler_AG	Amateur	41	5,24	3,569	,557
	Profi	56	6,29	3,647	,487

Tabelle 25: Ausgewählte Werte des N-Back-Tests sortiert nach Kaderzugehörigkeit

Bei den Testungen zur Leistungsfähigkeit des Arbeitsgedächtnisses kann mithilfe der Gruppenstatistik nachgewiesen werden, dass Amateurspieler sowohl mehr korrekte Lösungen zustande brachten ($MW = 19,29 \pm 2,71 > 18,24 \pm 3,17$) als auch im Schnitt weniger Fehler als Profispieler begingen ($MW = 5,24 \pm 3,57 < 6,29 \pm 3,65$). Die Unterschiede hinsichtlich der Variable Korrekte_Antworten_AG sind nicht signifikant ($p = 0,082$). Ebenso wenig lässt sich ein signifikanter Unterschied zwischen Profi- und Amateurspielern hinsichtlich der verursachten Fehler ($p = 0,164$) nachweisen.

Test bei unabhängigen Stichproben

		Levene-Test der Varianzgleichheit		T-Test für die Mittelwertgleichheit						
		F	Signifikanz	T	df	Sig. (2-seitig)	Mittlere Differenz	Standardfehler der Differenz	99,55% Konfidenzintervall der Differenz	
									Untere	Obere
Korrekte_Antworten_AG	Varianzen sind gleich	3,553	,062	1,754	103	,082	1,048	,597	-,687	2,783
Korrekte_Antworten_AG	Varianzen sind nicht gleich			1,811	96,836	,073	1,048	,579	-,635	2,730
Fehler_AG	Varianzen sind gleich	,706	,403	-1,402	95	,164	-1,042	,743	-3,204	1,120
Fehler_AG	Varianzen sind nicht gleich			-1,407	87,386	,163	-1,042	,740	-3,201	1,117

Tabelle 26: Mittelwert-Vergleich der ausgewählten Variablen Korrekte Antworten_AG und Fehler AG

6.4.2 Unterschiede Profis – Amateure (nur österreichische Spieler)

Gruppenstatistiken						
	Kaderzugehörigkeit	N	Mittelwert	Standardabweichung	Standardfehler des Mittelwertes	
Korrekte_Antworten_AG	Amateur	34	19,18	2,855	,490	
	Profi	46	18,80	3,016	,445	
Fehler_AG	Amateur	33	5,36	3,296	,574	
	Profi	43	6,28	3,807	,581	

Tabelle 27: Unterschiede zwischen Profis und Amateuren hinsichtlich ausgewählter Variablen des N-Back-Tests (nur österreichische Spieler)

Durch das Exkludieren von Legionären aus den Daten ergeben sich bei den richtigen Antworten nur geringfügige Unterschiede. Nur österreichische Amateure erzielen eine im Schnitt etwas schlechtere Arbeitsgedächtnisleistung als Amateure inkl. Legionären ($MW = 19,18 \pm 2,86 < 19,29 \pm 2,71$). Profis exkl. Legionäre können ihren Mittelwert etwas nach oben hin verbessern, als wenn Legionäre miteinbezogen werden ($MW = 18,80 \pm 3,02 > 18,24 \pm 3,12$).

Sowohl bei Amateurspielern als auch bei Profispielern änderte sich der Mittelwert der gemachten Fehler im Vergleich zur Gruppenstatistik mit den Legionären nur geringfügig

(Amateure: $MW = 5,36 \pm 3,30 > 5,24 \pm 3,57$; Profis: $MW = 6,28 \pm 3,81 < 6,29 \pm 3,65$). Zwischen den beiden Gruppen (exkl. Legionäre) besteht weder ein signifikanter Unterschied bei den korrekten Antworten ($p = 0,578$) noch bei den verursachten Fehlern ($p = 0,275$).

Test bei unabhängigen Stichproben

		Levene-Test der Varianzgleichheit		T-Test für die Mittelwertgleichheit						
		F	Signifikanz	T	df	Sig. (2-seitig)	Mittlere Differenz	Standardfehler der Differenz	99,55% Konfidenzintervall der Differenz	
									Untere	Obere
Korrekte_Antworten_AG	Varianzen sind gleich	1,155	,286	,558	78	,578	,372	,667	-1,579	2,323
	Varianzen sind nicht gleich			,563	73,312	,575	,372	,661	-1,566	2,311
Fehler_AG	Varianzen sind gleich	2,171	,145	-1,100	74	,275	-,915	,832	-3,353	1,522
	Varianzen sind nicht gleich			-1,122	72,870	,266	-,915	,816	-3,308	1,478

Tabelle 28: Mittelwert-Vergleich zwischen Profis und Amateuren (nur Österreicher) hinsichtlich ausgewählter Variablen des N-Back-Tests

6.4.3 Korrelationen zwischen ausgewählten Variablen des N-Back-Tests und Einsatzminuten hinsichtlich Kaderzugehörigkeit

- Korrekte_Antworten_AG

Korrelationen

				Einsatzminute	Korrekte_Antworten_AG
				n	G
Spearman n-Rho	Amateur	Einsatzminuten	Korrelationskoeffizient	1,000	-,046
			Sig. (2-seitig)	.	,771
			N	43	42
	Profis	Korrekte_Antworten_AG	Korrelationskoeffizient	-,046	1,000
			Sig. (2-seitig)	,771	.
			N	42	42
	Einsatzminuten	Korrelationskoeffizient	1,000	,195	

	Sig. (2-seitig)	.	,126
	N	63	63
Korrekte_Antworten_AG	Korrelationskoeffizient	,195	1,000
	Sig. (2-seitig)	,126	.
	N	63	63

Tabelle 29: Zusammenhang zwischen der Variable Korrekte_Antworten_AG und Einsatzminuten

Zwischen der Variable Korrekte_Antworten_AG und Einsatzminuten lässt sich bei Amateuren ein geringer negativer Zusammenhang ($r = -0,046$, $p = 0,771$), bei Profis ein geringer bis mittlerer positiver Zusammenhang ($r = 0,195$, $p = 0,126$) feststellen. Beide Ergebnisse sind jedoch nicht signifikant.

- Fehler_AG

Korrelationen					
	Kaderzugehörigkeit		Einsatzminuten	Fehler_AG	
Spearman-Rho	Amateur	Einsatzminuten	Korrelationskoeffizient	1,000	-,410**
			Sig. (2-seitig)	.	,008
			N	43	41
		Fehler_AG	Korrelationskoeffizient	-,410**	1,000
			Sig. (2-seitig)	,008	.
			N	41	41
	Profi	Einsatzminuten	Korrelationskoeffizient	1,000	-,124
			Sig. (2-seitig)	.	,361
			N	63	56
		Fehler_AG	Korrelationskoeffizient	-,124	1,000
			Sig. (2-seitig)	,361	.
			N	56	56

** . Die Korrelation ist auf dem 0,01 Niveau signifikant (zweiseitig).

Tabelle 30: Zusammenhang zwischen Fehler_AG und Einsatzminuten

Amateurspieler, die zu vielen Einsatzminuten kommen, begehen beim N-Back-Test signifikant weniger Fehler als Amateurspieler, die häufiger auf der Bank sitzen oder regelmäßig nicht im Kader stehen. Zwischen Einsatzminuten und der Variable Fehler_AG besteht also ein starker negativer, signifikanter Zusammenhang ($r = -0,410$, $p = 0,008$). Profis mit viel Spielzeit machen ebenfalls weniger Fehler beim N-Back-Test als Profis mit wenig Spielzeit. Zwischen den Fehlern und den Einsatzminuten besteht jedoch nur ein geringer negativer, nicht signifikanter Zusammenhang ($r = -0,124$, $p = 0,361$).

6.5 Positionsspezifische Unterschiede hinsichtlich ausgewählter Variablen

6.5.1 Positionsspezifische Unterschiede hinsichtlich der Variablen Informationsverarbeitung und Scaled Score Korrekte Antworten

ONEWAY deskriptive Statistiken

		N	Mittelwert	Standardabweichung	Standardfehler	95%-Konfidenzintervall für den Mittelwert		Minimum	Maximum
						Untergrenze	Obergrenze		
Informationsverarbeitung	Tormann	12	2,9933	,32964	,09516	2,7839	3,2028	2,55	3,58
	Verteidiger	34	3,0385	,41801	,07169	2,8927	3,1844	2,32	3,85
	Mittelfeld defensiv	12	3,1867	,28079	,08106	3,0083	3,3651	2,70	3,63
	Mittelfeld offensiv	28	3,0557	,41009	,07750	2,8967	3,2147	2,38	3,72
	Stürmer	20	2,9250	,38573	,08625	2,7445	3,1055	2,25	3,96
	Gesamt	106	3,0333	,38727	,03761	2,9587	3,1079	2,25	3,96
Scaled_Score_Korrekte_Antworten_DF	Tormann	12	12,25	2,927	,845	10,39	14,11	6	17
	Verteidiger	34	12,85	2,687	,461	11,92	13,79	6	17
	Mittelfeld defensiv	12	15,25	2,050	,592	13,95	16,55	12	19
	Mittelfeld offensiv	28	12,57	2,545	,481	11,58	13,56	5	17
	Stürmer	20	12,40	3,705	,828	10,67	14,13	4	19
	Gesamt	106	12,90	2,918	,283	12,33	13,46	4	19

Tabelle 31: Deskriptive Statistik zu den Variablen Informationsverarbeitung und Scaled_Score_Korrekte_Antworten sortiert nach Spielposition

Im Bereich der Informationsverarbeitung schneiden defensive Mittelfeldspieler im Schnitt am besten ab (MW = 3,19 ± 0,28). Mit etwas Abstand folgen dahinter offensive Mittelfeldspieler (MW = 3,06 ± 0,41), Verteidiger (MW = 3,04 ± 0,42) und Tormänner (MW = 2,99 ± 0,33). Stürmer schneiden mit einem Mittelwert von 2,93 ± 0,39 am schlechtesten ab, wobei das beste Ergebnis des Zahlenverbindungstests von einem Stürmer erzielt wurde (3,96). Laut ANOVA handelt es sich um keine signifikanten Unterschiede zwischen den Positionen (p = 0,458).

Defensive Mittelfeldspieler konnten bei der Variable SSKA ebenfalls, diesmal mit großem Abstand, das beste Ergebnis erzielen (MW = 15,25 ± 2,05). Die zweitplatzierten Verteidiger liegen mit einem Durchschnittswert von 12,85 ± 2,69 schon weit abgeschlagen dahinter. Offensive Mittelfeldspieler kommen auf einen Wert von 12,57 ± 2,55, Stürmer auf 12,40 ± 3,71 und Tormänner erreichen im Schnitt 12,25 ± 2,93. Zwischen den Gruppen lässt sich sehr knapp kein signifikantes Ergebnis feststellen (p = 0,050).

Einfaktorielle ANOVA

		Quadratsumme	df	Mittel der Quadrate	F	Signifikanz
Informationsverarbeitung	Zwischen den Gruppen	,551	4	,138	,916	,458
	Innerhalb der Gruppen	15,196	101	,150		
	Gesamt	15,747	105			
Scaled_Score_korrekte Antworten_DF	Zwischen den Gruppen	79,437	4	19,859	2,463	,050
	Innerhalb der Gruppen	814,422	101	8,064		
	Gesamt	893,858	105			

Tabelle 32: Ergebnis der einfaktoriellen Varianzanalyse zu den Variablen IV und SSKA

6.5.2 Positionsspezifische Unterschiede hinsichtlich der Variablen Reaktionszeit inkongruent und Reaktionszeit kognitives Switchen

ONEWAY deskriptive Statistiken

		N	Mittelwert	Standardabweichung	Standardfehler	95%-Konfidenzintervall für den Mittelwert		Minimum	Maximum
						Untergrenze	Obergrenze		
Reaktionszeit_inkongruent	Tormann	12	523,58	74,616	21,540	476,17	570,99	419	686
	Verteidiger	34	544,74	79,726	13,673	516,92	572,55	416	762
	Mittelfeld defensiv	12	555,00	78,372	22,624	505,20	604,80	442	707
	Mittelfeld offensiv	28	534,14	54,967	10,388	512,83	555,46	457	672
	Stürmer	20	533,80	57,814	12,928	506,74	560,86	429	655
	Gesamt	106	538,64	68,444	6,648	525,46	551,82	416	762
Reaktionszeit_kognitives_Switchen	Tormann	12	663,42	79,013	22,809	613,21	713,62	560	828
	Verteidiger	34	683,68	82,000	14,063	655,07	712,29	531	869
	Mittelfeld defensiv	12	683,42	76,657	22,129	634,71	732,12	567	819
	Mittelfeld offensiv	28	668,86	58,972	11,145	645,99	691,72	564	823
	Stürmer	19	660,05	79,236	18,178	621,86	698,24	532	854
	Gesamt	105	673,10	74,165	7,238	658,75	687,46	531	869

Tabelle 33: Deskriptive Statistik zu den Variablen RZ_inkongruent und RZ_kognitives Switchen sortiert nach Spielposition

Tormänner (MW = 523,58 ± 74,62 bzw. 663,42 ± 79,01) und Stürmer (MW = 533,80 ± 57,81 bzw. 660,05 ± 79,24) zeigen bei den Aufgabenstellungen des Flanker-Tests im Schnitt die schnellsten Reaktionszeiten aller Spielpositionen. Verteidiger (MW = 544,74 ± 79,73 bzw. 683,68 ± 82,00) und defensive Mittelfeldspieler (MW = 555,00 ± 78,73 bzw. 683,42 ± 76,66)

lassen sich hingegen mehr Zeit, um eine Entscheidung zu treffen. Offensive Mittelfeldspieler liegen bei beiden Werten genau in der Mitte (MW = 534,14 ± 54,97 bzw. 668,86 ± 58,97). Weder bei inkongruenten Stimuli (p = 0,787) noch beim kognitiven Aufgabenwechsel (p = 0,778) lassen sich signifikante Unterschiede zwischen den Gruppen nachweisen.

Einfaktorielle ANOVA

		Quadratsumme	df	Mittel der Quadrate	F	Signifikanz
Reaktionszeit _inkongruent	Zwischen den Gruppen	8230,214	4	2057,554	,430	,787
	Innerhalb der Gruppen	483648,163	101	4788,596		
	Gesamt	491878,377	105			
Reaktionszeit _kognitives_S witchen	Zwischen den Gruppen	9944,197	4	2486,049	,442	,778
	Innerhalb der Gruppen	562109,650	100	5621,097		
	Gesamt	572053,848	104			

Tabelle 34: Ergebnis der einfaktoriellen Varianzanalyse zu den Variablen RZ_inkongruent und RZ_kognitives_Switchen

6.5.3 Positionsspezifische Unterschiede hinsichtlich der Variablen Korrekte Antworten AG und Fehler AG

ONEWAY deskriptive Statistiken

		N	Mittelwert	Standardabweichung	Standardfehler	95%-Konfidenzintervall für den Mittelwert		Minimum	Maximum
						Untergrenze	Obergrenze		
Korrekte Antworten _AG	Tormann	12	18,67	2,425	,700	17,13	20,21	15	23
	Verteidiger	34	19,15	3,016	,517	18,09	20,20	12	23
	Mittelfeld defensiv	12	18,58	2,392	,690	17,06	20,10	14	23
	Mittelfeld offensiv	28	18,64	3,046	,576	17,46	19,82	12	24
	Stürmer	19	17,84	3,760	,863	16,03	19,65	10	23
	Gesamt	105	18,66	3,028	,296	18,07	19,24	10	24
Fehler_AG	Tormann	11	6,36	3,264	,984	4,17	8,56	2	11
	Verteidiger	27	4,63	2,060	,396	3,81	5,44	1	8
	Mittelfeld defensiv	11	4,73	2,149	,648	3,28	6,17	2	9
	Mittelfeld offensiv	26	5,96	3,376	,662	4,60	7,33	0	11

Stürmer	14	3,86	2,413	,645	2,46	5,25	0	8
Gesamt	89	5,12	2,799	,297	4,53	5,71	0	11

Tabelle 35: Deskriptive Statistik zu den Variablen Korrekte Antworten_AG und Fehler_AG sortiert nach Spielposition

Verteidiger konnten mit einem Durchschnittswert von $19,15 \pm 3,02$ die meisten korrekten Antworten im Arbeitsgedächtnis liefern. Dahinter liegen Tormänner ($MW = 18,67 \pm 2,43$), offensive Mittelfeldspieler ($MW = 18,64 \pm 3,05$) und defensive Mittelfeldspieler ($MW = 18,58 \pm 2,39$) im Schnitt relativ knapp beisammen. Stürmer erzielen mit einer durchschnittlichen Leistung von $17,84 \pm 3,76$ korrekten Antworten das schlechteste Ergebnis der fünf Gruppen. Zwischen den Gruppen ist kein signifikanter Unterschied festzustellen ($p = 0,693$).

Die meisten Fehler beim N-Back-Test wurden im Schnitt von Torhütern verursacht ($MW = 6,36 \pm 3,26$). Offensive Mittelfeldspieler begingen $5,96 \pm 3,38$ Fehler, vor ihnen reihen sich defensive Mittelfeldspieler ($MW = 4,73 \pm 2,15$) sowie Verteidiger ($MW = 4,63 \pm 2,06$) ein, jedoch die wenigsten Fehler wurden von der Gruppe erzielt, die die wenigsten richtigen Antworten lieferte, nämlich von den Stürmern ($MW = 3,86 \pm 2,41$). Laut ANOVA kann relativ knapp kein signifikanter Unterschied bei den Fehlern im Arbeitsgedächtnis zwischen den verschiedenen Positionen nachgewiesen werden ($p = 0,074$).

Einfaktorielle ANOVA

		Quadratsumme	df	Mittel der Quadrate	F	Signifikanz
Korrekte_ Antworten_AG	Zwischen den Gruppen	20,854	4	5,214	,559	,693
	Innerhalb der Gruppen	932,803	100	9,328		
	Gesamt	953,657	104			
Fehler_AG	Zwischen den Gruppen	65,941	4	16,485	2,220	,074
	Innerhalb der Gruppen	623,699	84	7,425		
	Gesamt	689,640	88			

Tabelle 36: Ergebnis der einfaktoriellen Varianzanalyse zu den Variablen Korrekte Antworten_AG und Fehler_AG

6.6 Korrelationen zwischen ausgewählten Testergebnissen und Scorerpunkten unter Berücksichtigung der Kontrollvariable Einsatzminuten

Zusätzlich sollte untersucht werden, ob Spieler, die viele Tore und Assists in der Saison 2017/18 erzielen, in ausgewählten Variablen bessere Ergebnisse erzielen als Spieler mit wenigen oder keinen Scorerpunkten. Dadurch dass Spieler, die länger auf dem Platz stehen mehr Tore und Assists erzielen als Spieler mit wenig Einsatzzeiten (stark positiver, signifikanter Zusammenhang!), wurde die Variable Einsatzminuten als Kontrollvariable herangezogen.

- Scaled_Score_Korrekte_Antworten

Kaderzugehörigkeit		Kontrollvariablen		Korrelationen		Scorerpunkte	Scaled_Score_korrekte_Antworten_DF
Amateur	Einsatzminuten	Scorerpunkte	Korrelation	1,000			,182
			Signifikanz (zweiseitig)	.			,250
			Freiheitsgrade	0			40
	Scaled_Score_korrekte_Antworten_DF	Korrelation	,182				1,000
		Signifikanz (zweiseitig)	,250				.
		Freiheitsgrade	40				0
Profi	Einsatzminuten	Scorerpunkte	Korrelation	1,000			-,339
			Signifikanz (zweiseitig)	.			,007
			Freiheitsgrade	0			60
	Scaled_Score_korrekte_Antworten_DF	Korrelation	-,339				1,000
		Signifikanz (zweiseitig)	,007				.
		Freiheitsgrade	60				0

Tabelle 37: Zusammenhang zwischen den Variablen Scaled_Score_Korrekte_Antworten und Scorerpunkten unter Einbeziehung der Kontrollvariable Einsatzminuten

Bei Amateurspielern besteht ein geringer positiver, nicht signifikanter Zusammenhang zwischen der Testvariable Scaled_Score_Korrekte_Antworten und den erzielten Scorerpunkten ($r = 0,182$, $p = 0,250$), während bei Profis ein mittlerer negativer Zusammenhang (signifikant!) zwischen diesen Variablen zu erkennen ist ($r = -0,339$, $p = 0,007$).

- Informationsverarbeitung

Kaderzugehörigkeit		Kontrollvariablen		Korrelationen		Scorerpunkte	Informationsverarbeitung
Amateur	Einsatzminuten	Scorerpunkte	Korrelation	1,000			-,021
			Signifikanz (zweiseitig)	.			,893

			Freiheitsgrade	0	40
			Korrelation	-,021	1,000
			Signifikanz (zweiseitig)	,893	.
			Freiheitsgrade	40	0
Profi	Einsatzminuten	Scorerpunkte	Korrelation	1,000	-,211
			Signifikanz (zweiseitig)	.	,099
			Freiheitsgrade	0	60
		Informationsverarbeitung	Korrelation	-,211	1,000
			Signifikanz (zweiseitig)	,099	.
			Freiheitsgrade	60	0

Tabelle 38: Zusammenhang zwischen den Variablen Informationsverarbeitung und Scorerpunkten unter Einbeziehung der Kontrollvariable Einsatzminuten

Bei Amateuren lässt sich kein Zusammenhang zwischen Informationsverarbeitung und Scorerpunkten feststellen ($r = -0,021$, $p = 0,893$), bei Profis ($r = 0,118$, $p = 0,557$) gibt es einen schwachen mittleren negativen Zusammenhang zwischen Informationsverarbeitung und Scorerpunkten ($r = -0,211$, $p = 0,099$). Beide Ergebnisse sind jedoch nicht signifikant.

- Reaktionszeit_kognitives_Switchen

				Korrelationen	
Kaderzugehörigkeit	Kontrollvariablen			Scorerpunkte	Reaktionszeit_kognitives_Switchen
Amateur	Einsatzminuten	Scorerpunkte	Korrelation	1,000	-,092
			Signifikanz (zweiseitig)	.	,566
			Freiheitsgrade	0	39
	Reaktionszeit_kognitives_Switchen	Korrelation	-,092	1,000	
		Signifikanz (zweiseitig)	,566	.	
		Freiheitsgrade	39	0	
Profi	Einsatzminuten	Scorerpunkte	Korrelation	1,000	-,047
			Signifikanz (zweiseitig)	.	,716
			Freiheitsgrade	0	60
	Reaktionszeit_kognitives_Switchen	Korrelation	-,047	1,000	
		Signifikanz (zweiseitig)	,716	.	
		Freiheitsgrade	60	0	

Tabelle 39: Zusammenhang zwischen den Variablen Reaktionszeit_kognitives_Switchen und Scorerpunkten unter Einbeziehung der Kontrollvariable Einsatzminuten

Sowohl bei Amateuren ($r = -0,092$, $p = 0,566$) als auch bei Profis ($r = -0,047$, $p = 0,716$) lässt sich ein schwacher negativer Zusammenhang zwischen der Zeit, die Spieler bei einem auftretenden roten Pfeil für eine Reaktion benötigen, und den Scorerpunkten feststellen (nicht signifikant!).

- Korrekte_Antworten_AG

Kaderzugehörigkeit		Korrelationen			Scorerpunkte	Korrekte_Antworten_AG
igkeit	Kontrollvariablen	Scorerpunkte				
Amateur	Einsatzminuten	Scorerpunkte	Korrelation	1,000		,025
			Signifikanz (zweiseitig)	.		,878
			Freiheitsgrade	0		39
	Korrekte_Antworten_AG	Scorerpunkte	Korrelation	,025		1,000
			Signifikanz (zweiseitig)	,878		.
			Freiheitsgrade	39		0
			Freiheitsgrade	0		39
Profi	Einsatzminuten	Scorerpunkte	Korrelation	1,000		-,139
			Signifikanz (zweiseitig)	.		,281
			Freiheitsgrade	0		60
	Korrekte_Antworten_AG	Scorerpunkte	Korrelation	-,139		1,000
			Signifikanz (zweiseitig)	,281		.
			Freiheitsgrade	60		0
			Freiheitsgrade	0		60

Tabelle 40: Zusammenhang zwischen den Variablen Korrekte Antworten_AG und Scorerpunkten unter Einbeziehung der Kontrollvariable Einsatzminuten

Bei Amateurspielern lässt sich ein geringer positiver Zusammenhang zwischen den richtigen Antworten im Arbeitsgedächtnis beim N-Back-Test und den Scorerpunkten nachweisen ($r = 0,025$, $p = 0,878$), bei Profis handelt es sich um einen schwach negativen Zusammenhang zwischen den beiden Variablen ($r = -0,139$, $p = 0,281$). Beide Ergebnisse sind nicht signifikant.

7. Diskussion

Aus der hier durchgeführten Studie konnten einige wichtige Erkenntnisse zu exekutiven Funktionen im Fußball gewonnen werden. Ähnlich wie in einer älteren Studie zu exekutiven Funktionen im Fußball (Vestberg et al., 2012) schnitten Fußballer der österreichischen Bundesliga, aber auch Amateurfußballer beim Design Fluency-Test im Bereich der insgesamt korrekt erzielten Antworten signifikant besser ab als der Durchschnitt einer Normstichprobe. Lundgren und Kollegen (2016) konnten bei ihren Testungen in Schweden mit Eishockeyspielern der höchsten und dritthöchsten Spielklasse ebenfalls nachweisen, dass beide Testgruppen beim Design Fluency-Test signifikant bessere Ergebnisse als der Durchschnitt einer Normstichprobe erzielten.

Profis und Amateure erzielten beim Scaled Score der Variablen Wiederholungen und kognitive Flexibilität signifikant schlechtere Ergebnisse als der Durchschnitt einer Normstichprobe. Die Ursache des signifikant schlechteren Ergebnisses im Bereich der kognitiven Flexibilität könnte daher kommen, dass viele Amateurspieler und Profis Schwierigkeiten mit der dritten Aufgabenstellung des Design Fluency-Tests (schwarze und weiße Punkte abwechselnd verbinden) hatten, bei der auch die Anzahl der falschen Antworten bei so manchem Spieler größer als die Anzahl der korrekt erzielten Muster war. Die Hypothese, dass Profifußballer signifikant bessere Ergebnisse bei exekutiven Funktionstests als Drittliga- (bzw. Viertliga) fußballer erzielen, wie in der in Schweden durchgeführten Studie von Vestberg und Kollegen (2012) festgestellt werden konnte, kann jedoch nicht bestätigt werden. Profis erzielten beim DF-Test bei den getesteten Variablen SSKA (korrekte Antworten), SSKF (kognitive Flexibilität) und SSF (Fehler) zwar bessere Ergebnisse als Amateurspieler, jedoch handelt es sich dabei nicht um signifikante Unterschiede. Lundgren und Kollegen (2016) kamen bei Eishockeyspielern zu ähnlichen Ergebnissen hinsichtlich in Summe korrekt gelöster Antworten, da sie zwischen den beiden Testgruppen (Level A und Level B-Spieler) keine signifikanten Unterschiede nachweisen konnten.

Beim Zahlungsverbindungstest erreichten Profis ebenfalls im Schnitt bessere Werte als Amateurspieler. Die Mittelwerte unterschieden sich aber nicht signifikant von denen der Amateure. Diese Resultate ähneln den Ergebnissen einer Studie von Huijgen und Kollegen/innen (2015), die herausfanden, dass professionelle Jugendfußballspieler (Altersschnitt ca. 15 Jahre) zwar bessere Resultate beim Trail Making-Test A (im Gegensatz zur Variante B, bei dem abwechselnd Zahlen und Buchstaben verbunden werden müssen, geht es bei der Variante A nur um das Verbinden von Zahlen) als nicht-professionelle Jugendspieler

(Altersschnitt ebenfalls ca. 15 Jahre) erzielten, die Ergebnisse aber wie hier nicht signifikant waren. Nur bei der Variante B schnitten professionelle Jugendspieler signifikant besser als ihre gleichaltrigen semiprofessionellen Kollegen ab.

Der Flanker-Test konnte zwar wiederum (bei allen getesteten Variablen) bestätigen, dass Profispieler bessere exekutive Funktionen als Amateurspieler vorweisen, jedoch war keiner dieser Mittelwert-Unterschiede signifikant. Nur beim N-Back-Test wurde der Trend ‚Profis > Amateure‘ nicht fortgesetzt, da Amateurspieler im Schnitt eine bessere Leistungsfähigkeit des Arbeitsgedächtnisses nachwiesen und sowohl mehr korrekte Antworten lieferten als auch weniger Fehler begingen als die Profispieler. Auch diese Ergebnisse sind aber nicht signifikant.

In dieser Studie sollte auch beobachtet werden, ob sich die Mittelwerte bei den verschiedensten Variablen verändern, wenn man Spieler mit einer anderen Staatsbürgerschaft als der österreichischen (Legionäre), aus den Daten exkludieren würde. Österreichische Spieler exkl. Legionäre erzielten bei mehreren Variablen (u.a. Informationsverarbeitung) tatsächlich leicht verbesserte Mittelwerte, jedoch unterscheiden sich diese bei vielen Variablen nur geringfügig von denen der gesamten Kaderzugehörigkeit. Die leicht verbesserten Ergebnisse könnten womöglich auf die Sprachkenntnisse zurückzuführen sein. Spieler, die sich aufgrund von Sprachproblemen beim Versuchsleiter meldeten, wurde die Aufgabenstellung entweder vom Assistenten oder vom Versuchsleiter persönlich nochmal (wenn erforderlich in englischer Sprache) erklärt. So mancher ausländische Spieler dürfte diese Hilfestellung jedoch nicht in Anspruch genommen und eigenständig versucht haben die Aufgaben so gut es ging zu lösen, was zum Teil zu einer höheren Fehlerquote geführt haben dürfte.

In puncto Korrelationen lassen sich nur vereinzelt Zusammenhänge zwischen Testvariablen und Einsatzminuten nachweisen. Der stärkste (negative, signifikante) Zusammenhang kann zwischen Fehlern beim N-Back-Test und Einsatzminuten bei Amateurspielern festgestellt werden. Je öfter Amateurspieler am Platz stehen, desto geringer ist die Wahrscheinlichkeit, dass sie Fehler bei diesem Test machen. Profispieler, die oft zum Einsatz kommen, machen hingegen weniger Fehler beim komplexen Flanker-Test bei der Reaktion auf den roten Pfeil als ihre Kollegen mit wenig oder gar keiner Einsatzzeit. Der Zusammenhang von letzterem Beispiel ist zwar nicht so stark wie der erste, jedoch ebenfalls signifikant.

Spezielle positionsspezifische Unterschiede konnte die Studie jedoch keine nachweisen. Beispielsweise im Bereich der Informationsverarbeitung weisen defensive Mittelfeldspieler zwar die besten Werte vor. Diese unterscheiden sich aber nicht signifikant von den Mittelwerten der anderen Positionen. Die meisten korrekten Antworten beim DF-Test, bei dem insbesondere

kreatives Potential nötig ist, lieferten interessanterweise ebenfalls defensive Mittelfeldspieler und nicht, wie man erwarten hätte können bzw. wie Vestberg (2014) behauptete, offensive Mittelfeldspieler oder Stürmer. Letztere erzielten beide im Schnitt auch schlechtere Ergebnisse als die Mittelwerte aller Spieler zusammen. Stürmer (und auch Torhüter) erreichten hingegen die besten Resultate, als es um Reaktionszeit ging. Sowohl bei der Reaktionszeit bei inkongruenten Stimuli als auch bei wechselnder Aufgabenstellung konnten sich Spieler auf diesen beiden Positionen im Schnitt gegenüber anderen Spielern durchsetzen. Diese positionsspezifischen Unterschiede zwischen den Gruppen sind jedoch nicht signifikant.

Abschließend wurde auch untersucht, ob es einen Zusammenhang zwischen ausgewählten Testvariablen im Bereich der exekutiven Funktionen und den in der laufenden Saison erzielten Scorerpunkten (Tore + Assists) gibt. Zum Unterschied zu Vestberg et al. (2012) lieferten jedoch die meisten Korrelationen kein signifikantes Ergebnis. Das einzige signifikante Ergebnis lässt sich bei Profispielern bei der Korrelation von Scorerpunkten und dem Scaled Score bei den in Summe korrekt erzielten Antworten nachweisen – es besteht nämlich ein mittlerer negativer Zusammenhang zwischen den beiden Variablen. Spieler, die in der Saison viele Tore und Assists erzielten, schnitten – im Gegensatz zu Vestberg (2012) – signifikant schlechter beim Design Fluency-Test ab.

7.1 Limitationen

Dadurch dass der Terminkalender insbesondere bei den Profiteams während der Meisterschaftsphase sehr stark ausgelastet ist, war die Terminfindung mit den Mannschaften nicht ganz einfach. Die Testungen konnten daher nicht jeweils über die gleiche Zeitspanne durchgeführt werden, sodass manche Gruppen direkt in der Früh, andere um die Mittagszeit und wieder andere erst am späteren Nachmittag getestet wurden – je nach zeitlicher Verfügbarkeit. Jedenfalls konnte die Vorgabe, dass 30 Minuten vor den Testungen keine körperliche Belastung stattfinden durfte, eingehalten werden.

Die Aufteilung der Daten in die unterschiedlichen Positionsgruppen stellte ebenfalls ein Problem dar, da den Spielern nur fünf verschiedene Positionstypen (Tormann, Verteidiger, Mittelfeld defensiv, Mittelfeld offensiv, Stürmer) zur Auswahl angeboten wurden. So mussten sich beispielsweise ein linker Mittelfeldspieler und ein offensiver Mittelfeldspieler („Zehner“) in der gleichen Kategorie eintragen, obwohl ihre taktischen Aufgaben am Platz sehr verschieden sind. Es wäre jedoch relativ schwierig gewesen, noch mehr Positionstypen (z.B. Innenverteidiger, Außenverteidiger, linker/rechter Mittelfeldspieler, Flügelstürmer, Mittelstürmer) zur Auswahl zu stellen, da sonst die Stichprobe in mehreren Kategorien für einen positionsspezifischen Vergleich zu klein geworden wäre. Für zukünftige Studien sollten diesbezüglich noch mehr Mannschaften getestet werden, um ein klareres Positionsprofil erstellen zu können.

7.2 Ausblick

Exekutive Funktionen sind mittlerweile in vielen Lebensbereichen untersucht worden und spielen nach wie vor in der Forschung, sei es in der Medizin, Neuropsychologie oder anderen Sparten, eine bedeutsame Rolle. Auch im Sport, insbesondere in Teamsportarten (Fußball, Eishockey), wurden in der jüngeren Vergangenheit vermehrt Untersuchungen zu exekutiven Funktionen durchgeführt, da sie einen wichtigen Teilbereich der sportlichen Leistung darstellen, der mitunter ausschlaggebend für den sportlichen Erfolg sein kann. Sportler/innen, die „schneller im Kopf“ als ihre Konkurrenten/innen sind, haben einen entscheidenden Vorteil und können oft in kritischen Situationen bessere Entscheidungen treffen. Im Fußball wurden in den letzten Jahren in diesem Bereich schon einige Fortschritte erzielt. Immer mehr Trainer/innen erkennen die Bedeutung exekutiver Funktionen an und versuchen daraus Elemente in den Trainingsalltag einzubauen, um ihre Spieler/innen nicht nur körperlich, sondern auch geistig zu fordern und fit zu machen. Bei zwei Mannschaften der deutschen Bundesliga, Borussia Dortmund und TSG Hoffenheim, wird beispielsweise seit einigen Jahren mit einem so genannten ‚Footbonauten‘ gearbeitet. Dabei handelt es sich um eine Ballmaschine, die 20 mal 20 Meter misst, 5,5 Meter hoch ist und im Inneren mit einem 14 mal 14 Meter großen Kunstrasenfeld ausgestattet ist. Aus vier verschiedenen möglichen Öffnungen wird per Zufall nach einem akustischen und visuellen Signal ein Ball in die Mitte geschleudert, welchen der/die Spieler/in zunächst schnellstmöglich verarbeiten und dann durch einen von der Maschine markierten Bereich passen muss (vgl. Ashelm, 2013, Zugriff am 9. April 2018 unter <http://www.faz.net/aktuell/sport/fussball/footbonaut-eine-wundermaschine-fuer-alle-12172567.html>). Dabei werden nicht nur technische Fertigkeiten der Spieler/innen geschult, sondern auch exekutive Funktionen wie kognitive Flexibilität oder Reaktions- und Handlungsschnelligkeit optimal trainiert. In eine ähnliche Richtung geht das Konzept der Life Kinetik, das neben kognitiven auch, koordinative und visuelle Aufgabenstellungen beinhaltet. Während verschiedenen Bewegungsausführungen (z.B. Ballführung), wird das Gehirn mit Zusatzaufgaben wie beispielsweise Rechenaufgaben gefordert, sodass neue Verbindungen zwischen den Gehirnzellen geschaffen werden, es leistungsfähiger wird und flexibler und schneller Informationen verarbeiten kann. Insbesondere der frühere Dortmund- und jetzige Liverpool-Trainer Jürgen Klopp, aber auch mittlerweile schon viele andere Trainer/innen im Fußball setzen dieses Konzept mit ihren Mannschaften um (Life Kinetik und seine Anwendung, Zugriff am 9. April 2018 unter <https://www.lifekinetik.de/>).

8. Verzeichnisse

8.1 Literaturverzeichnis

- Albert, D. & Steinberg, L. (2011). Age difference in strategic planning as indexed by the Tower of London. *Child Development*, 82(5), 1501-1517. doi: 10.1111/j.1467-8624.2011.01613.x
- Alloway, T. P., Gathercole S. E., Kirkwood, H. & Elliott, J. (2009). The cognitive and behavioral characteristics of children with low working memory. *Child Development*, 80(2). 606–621. doi: 10.1111/j.1467-8624.2009.01282.x
- Alloway, T. P. (2007). Working memory, reading and mathematical skills in children with developmental coordination disorder. *Journal of Experimental Child Psychology*, 96(1), 20–36. doi: 10.1016/j.jecp.2006.07.002
- Anderson, M. & Levy, B. J., (2009). Suppressing unwanted memories. *Current Directions in Psychological Science*, 18(4), 189-194.
- Ashelm, M. (2013, Mai 9). Eine Wundermaschine für alle [Zeitungsartikel]. Zugriff am 9. April 2018 unter <http://www.faz.net/aktuell/sport/fussball/footbonaut-eine-wundermaschine-fuer-alle-12172567.html>
- Baddeley, A. D. (2012) Working memory: theories, models, and controversies. *Annual Review of Psychology*, 63, 1-29. doi: 10.1146/annurev-psych-120710-100422
- Baddeley, A. D. (2010) Working Memory. *Current Biology*, 20(4). doi: 10.1016/j.cub.2009.12.014
- Baddeley, A. D. (2003). Working memory: looking back and looking forward. *Nature Reviews Neuroscience*, 4(10), 829. doi: 10.1038/nrn1201
- Baumann, N. & Kuhl, J. (2013). Selbstregulation und Selbstkontrolle. In W. Sarges (Hrsg.), *Management-Diagnostik* (S. 263-270). Göttingen: Hogrefe.
- Baumeister, R. F., Bratslavsky, E., Muraven, M., & Tice, D. M. (1998). Ego depletion: Is the active self a limited resource? *Journal of Personality and Social Psychology*, 74(5), 1252-1265.

- Benedek, M., Jauk, E., Sommer, M. Arendasy, M. & Neubauer, A. C. (2014). Intelligence, creativity, and cognitive control: The common and differential involvement of executive functions in intelligence and creativity. *Intelligence*, 46, 73-83. doi: 10.1016/j.intell.2014.05.007
- Bermeitinger, C. (2014). Eriksen-Flanker-Aufgabe. In M. A. Wirtz (Hrsg.), *Dorsch – Lexikon der Psychologie* (S. 485). Bern: Hogrefe.
- Block, J. H., & Block, J. (1980). The role of ego-control and ego-resiliency in the organization of behavior. In W. A. Collins (Hrsg.), *Development of cognition, affect and social relations. The Minnesota symposia on child psychology* (S. 39-101). Hillsdale, NJ: Erlbaum.
- Bluhm, U. (2014, August 4). Welche „fußballerischen Schwächen“ wurden bei Xavi und Iniesta gemessen? [Interview]. Zugriff am 3. April 2018 unter <https://www.soccerdrills.de/magazin/profifussball/artikel/welche-fussballerischen-schwaechen-wurden-bei-xavi-und-iniesta-gemessen/>
- Brocki, K. C. & Bohlin, G. (2004). Executive functions in children aged 6 to 13: A dimensional and developmental study. *Developmental Neuropsychology*, 26(2), 571-593. doi: 10.1207/s15326942dn2602_3
- Burgess, D. J. & Naughton, G. A. (2010). Talent development in adolescent team sports: A review. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, 5(1), 103–116. doi: <https://doi.org/10.1123/ijsp.5.1.103>
- Carlson, S. M. (2003). Executive function in context: development, measurement, theory, and experience. *Monographs of the Society for Research in Child Development*, 2003, 68(3), 138-151. doi:10.1111/j.1540-5834.2003.06803012.x
- Cattell, R. B. (1963). Theory of fluid and crystallized intelligence: A critical experiment. *Journal of Educational Psychology*. *Journal of Educational Psychology*, 54(1), 1–22. doi: 10.1037/h0046743
- Clark, C. M., Lawlor-Savagea, L. & Goghari, V. M. (2017). Comparing brain activations associated with working memory and fluid intelligence. *Intelligence*, 63, 66-77. doi: 10.1016/j.intell.2017.06.001
- CogniFit. Exekutive Funktionen. Eine wichtige Gruppe kognitiver Fähigkeiten, Zugriff am 10. April 2018 unter <https://www.cognifit.com/de/exekutive-funktionen>

- Conway, A. R. A., Kane, M. J. & Engle, R. W. (2003). Working memory capacity and its relation to general intelligence. *Trends in Cognitive Sciences*, 7(12), 547–552. doi: 10.1016/j.tics.2003.10.005
- Cragg, L. & Nation, K. (2008). Go or no-go? Developmental improvements in the efficiency of response inhibition in mid-childhood. *Developmental Science*, 11(6), 819–827. doi: 10.1111/j.1467-7687.2008.00730.x
- Davidson, M. C., Amso, D., Anderson, L. C. & Diamond, A. (2006). Development of cognitive control and executive functions from 4 to 13 years: Evidence from manipulations of memory, inhibition, and task switching. *Neuropsychologia*, 44(11), 2037-2078. doi: 10.1016/j.neuropsychologia.2006.02.006
- Das, J. P. & Misra, S. B. (2014). *Cognitive Planning and Executive Functions. Applications in Management and Education* [E-Book], Los Angeles: Sage.
- Delis, D., Kaplan, E., & Kramer, J. (2001). *Delis-Kaplan Executive Function System (D-KEFS) examiner's manual*. San Antonio, Texas, USA: The Psychological Corporation.
- Diamond, A. & Ling, D. S. (2016). Conclusions about interventions, programs, and approaches for improving executive functions that appear justified and those that, despite much hype, do not. *Development Cognitive Neuroscience*, 18, 34-48. doi: 10.1016/j.dcn.2015.11.005
- Diamond, A. (2013). Executive Functions. *Annual Review of Psychology*, 64, 135-168. doi: 10.1146/annurev-psych-113011-143750
- Diamond, A., Briand, L., Fossella, J. & Gehlbach, L. (2004). Genetic and neurochemical modulation of prefrontal cognitive functions in children. *American Journal of Psychiatry*, 161(1), 125–132. doi: 10.1176/appi.ajp.161.1.125
- Diamond, A. (2002). Normal development of prefrontal cortex from birth to young adulthood: Cognitive functions, anatomy, and biochemistry. In D.T. Stuss & R.T. Knight (Hrsg.), *Principles of frontal lobe function* (S. 466–503). London: Oxford University Press.
- Drechsler R. (2007). Exekutive Funktionen. Übersicht und Taxonomie. *Zeitschrift für Neuropsychologie*, 18(3), 233-248. doi: <https://doi.org/10.1024/1016-264X.18.3.233>.
- Elferink-Gemser, M. T. & Visscher, C. (2012). Who are the superstars of tomorrow? Talent development in Dutch soccer. In J. Bakker, S. Cobley & J. Schorer (Hrsg.), *Talent*

- identification and development in sport. International perspectives* (S. 95-105). London: Routledge.
- Elferink-Gemser, M. T., Visscher, C., Lemmink, K. & Mulder, T. (2004). Relation between multidimensional performance characteristics and level of performance in talented youth field hockey players. *Journal of Sports Sciences*, 22(11–12), 1053–1063. doi: 10.1080/02640410410001729991
- 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(1), 143–149. doi: <https://doi.org/10.3758/BF03203267>
- Eslinger, P. J. (1996). Conceptualizing, describing and measuring components of executive function. A summary. In G. P. Lyons & N. A. Krasnegor (Hrsg.), *Attention, memory and executive function* (S. 367-395). Baltimore: Paul Brooks.
- Friedman, N. P., Miyake, A., Young, S. E., DeFries, J. C., Corley, R. P., & Hewitt, J. K. (2008). Individual differences in executive functions are almost entirely genetic in origin. *Journal of Experimental Psychology*, 137(2), 201-225. doi: 10.1037/0096-3445.137.2.201
- Hahn, T. (2015, März 30). Eine der besten Ausbildungsstätten der Welt: Das ist Ajax Amsterdams Jugendakademie [Artikel]. Zugriff am 2. April 2018 unter <https://abseits.at/fussball-international/weitere-lander/eine-der-besten-ausbildungsstaetten-der-welt-das-ist-ajax-amsterdams-jugendakademie/>
- Helsen, W. F. & Starkes, J. L. (1999) A multidimensional approach to skilled perception and performance in sport. *Applied Cognitive Psychology*, 13(1), 1-27. doi: 10.1002/(SICI)1099-0720(199902)13:1<1::AID-ACP540>3.0.CO;2-T
- Hitch, G. J. & Baddeley, A. D. (1972). Verbal reasoning and working memory. *Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 28(4), 603-621. doi: 10.1080/14640747608400587
- Hofmann, W., Friese, M. & Strack, F. (2009). Impulse and self-control from a dual-systems perspective. *Perspectives on psychological science*, 4(2), 162–176. doi: 10.1111/j.1745-6924.2009.01116.x

- Holmes, J., Gathercole S. E. & Dunning, D. L. (2009). Adaptive training leads to sustained enhancement of poor working memory in children. *Development Science*, 12(4), F9-F16. doi: 10.1111/j.1467-7687.2009.00848.x
- Hommel, B. (2011). The Simon effect as tool and heuristic. *Acta psychologica*, 136(2), 189-202. doi: 10.1016/j.actpsy.2010.04.011
- Huijgen, B., Leemhuis, S., Kok, N., Verburch, L., Oosterlaan, J., Elferink-Gemser, M. T., Visscher, C. & Spinelli, D. (2015). Cognitive functions in elite and sub-elite youth soccer players aged 13 to 17 years. *PLoS one*, 10(12). doi: 10.1371/journal.pone.0144580
- Huijgen, B. C., Elferink-Gemser, M. T., Post, W. J. & Visscher, C. J. (2009). Soccer skill development in professionals . *International journal of sports medicine*, 30(8), 585 – 591. doi: 10.1055/s-0029-1202354
- Jimenez, F. (2014, Jänner 30). Der schlaue Cocktail-Party-Effekt der Neuronen [Zeitungsartikel]. Zugriff am 22. März 2018 unter <https://www.welt.de/wissenschaft/article124398200/Der-schlaue-Cocktail-Party-Effekt-der-Neuronen.html>
- Kannekens, R., Elferink-Gemser, M. T. & Visscher, C. (2009). Tactical skills of world-class youth soccer teams. *Journal of Sports Sciences*, 27(8), 807-812. doi: 10.1080/02640410902894339
- Klingberg, T. (2010). Training and plasticity of working memory. *Trends in Cognitive Science*, 14(7), 317-324. doi: 10.1016/j.tics.2010.05.002
- Köstering, L., Schmidt, C. S. M., Egger, K., Amtage, F., Peter, J., Klöppel, S., Beume, L. A., Hoeren, M., Weiller, C. & Kaller C. P. (2015). Assessment of planning performance in clinical samples: Reliability and validity of the Tower of London task (TOL-F). *Neuropsychologia*, 75, 646-655. doi: 10.1016/j.neuropsychologia.2015.07.017
- Krenn, B., Finkenzeller, T., Würth, S., & Amesberger, G. (under review). Sport type determines differences in executive functions in elite athletes. *Psychology of Sport and Exercise*.
- Kubesch, S. (Hrsg.) (2014). *Exekutive Funktionen und Selbstregulation: Neurowissenschaftliche Grundlagen und Transfer in die pädagogische Praxis*. Bern: Huber.

- Kubesch, S. & Walk, L. (2009). Körperliches und kognitives Training exekutiver Funktionen in Kindergarten und Schule. *Sportwissenschaft*, 39(4), 309-317. doi: 10.1007/s12662-009-0079-2
- Lakes, K. & Hoyt, W. T. (2004) Promoting self-regulation through school-based martial arts training. *Journal of Applied Development Psychology*, 25(3), 283-302. doi: 10.1016/j.appdev.2004.04.002
- Lazar, M. (2017). Working Memory: How Important Is White Matter? *The Neuroscientist*, 23(2), 197-210. doi: 10.1177/1073858416634298
- Lehto, J. E., Juujarvi, P., Kooistra, L. & Pulkkinen, L. (2003). Dimensions of executive functioning: evidence from children. *The British Journal of Developmental Psychology*, 21, 59–80.
- Lezak, M. D. (1983). *Neuropsychological Assessment*. New York: Oxford Univ. Press
- Liebzig, M. (2015, Dezember 17). Prof. Dr. Daniel Memmert: Kreatives taktisches Entscheiden im Fußball [Artikel]. Zugriff am 4. April 2018 unter <http://www.die-sportpsychologen.de/2015/12/17/prof-dr-daniel-memmert-kreatives-taktisches-entscheiden-im-fussball>
- Life Kinetik und seine Anwendung. Zugriff am 9. April 2018 unter <https://www.lifekinetik.de/>
- Luciana, M. & Nelson, C. A. (2002). Assessment of neuropsychological function in children using the Cambridge Neuropsychological Testing Automated Battery: performance in 4- to 12-year-old children. *Developmental Neuropsychology*, 22(3), 595–623. doi: 10.1207/S15326942DN2203_3
- Luna, B. (2009). Developmental changes in cognitive control through adolescence. *Advances in Child Development and Behaviour*, 37, 233–278. doi: 10.1016/S0065-2407(09)03706-9
- Lundgren, T., Högman, L., Näslund, M., & Parling, T. (2016). Preliminary Investigation of Executive Functions in Elite Ice hockey Players. *Journal of clinical sport psychology*, 10(4), 324-335. doi: doi.org/10.1123/jcsp.2015-0030
- MacLeod C. M. (1991). Half a century of research on the Stroop effect: an integrative review. *Psychological Bulletin*, 109(2), 163–203. doi: 10.1037/0033-2909.109.2.163

- Mann, D. T. Y., Williams, A. M., Ward, P. & Janelle, C. M. (2007). Perceptual-cognitive expertise in sport: A meta-analysis. *Journal of Sport and Exercise Psychology*, 29(4), 457-478.
- Mayer, R. E. (2012). Problem solving. In V. S. Ramachandran (Hrsg.), *Encyclopedia of Human Behavior* (S. 287–303). London, Burlington, San Diego: Elsevier.
- Memmert, D. (2015). *Teaching tactical creativity in sport. Research and practice*. London, New York: Routledge.
- Miyake, A., Friedman, N. P., Emerson, M. J., Witzki, A. H., Howerter, A. & Wager, T. D. (2000). The unity and diversity of executive functions and their contributions to complex “frontal lobe” tasks: a latent variable analysis. *Cognitive Psychology*, 41(1), 49–100. doi: 10.1006/cogp.1999.0734
- Miyake, A. & Friedman, N. P. (2012). The nature and organization of individual differences in executive functions: Four general conclusions. *Current Directions in Psychological Science*, 21(1), 8-14. doi: 10.1177/0963721411429458
- Munoz, D. P. & Everling S. (2004). Look away: the anti-saccade task and the voluntary control of eye movement. *Nature Reviews Neuroscience*, 5(3). 218–228. doi: 10.1038/nrn1345
- Nathan, M., Kintsch, W., & Young, E. (1992). A theory of algebra-word-problem comprehension and its implications for the design of learning environments. *Cognition and Instruction*, 9(4), 329– 389. doi:10.1207/s1532690xci0904_2
- Nelson, C. A., de Haan, M. & Thomas, K. M. (2006). *Neuroscience of cognitive development. The Role of Experience and the Developing Brain*. Hoboken: Wiley.
- Nowak, M. & Vestberg, T. (2014). *Kreativtraining im Fußball. ...vom Kopf in den Fuß gespielt* [E-Book]. Lübeck: soccerdrills.de
- ÖFB. (2017). Bestimmungen über die Teilnahme von Amateurmansschaften der Vereine der österreichischen Fußball - Bundesliga in den Wettbewerben der Landesverbände [Gesetzestext]. Zugriff am 9. April 2018 unter www.kfv-fussball.at/Bestimmungen-Teilnahme-Amateurmansschaften-der-BL-Vereine-in-den-Wettbewerben-der-LV.pdf?hp=2526;94;de
- Oswald, W. D. & Roth, E. (1987). *Der Zahlen-Verbindungs-Test (ZVT)* (2.überarbeitete und erweiterte Auflage). Göttingen, Bern, Toronto, Seattle: Hogrefe.

- Owen, A. M., McMillan, K. M., Laird, A. R., Bullmore, E., Fox, P. T. & Lancaster, J. L. (2005). N-back working memory paradigm: a meta-analysis of normative functional neuroimaging studies. *Human Brain Mapping*, 25(1), 46–59. doi: 10.1002/hbm.20131
- Petrides, M., Alivisatos, B., Evans A. C. & Meyer, E. (1993). Dissociation of human mid-dorsolateral from posterior dorsolateral frontal cortex in memory processing. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 90(3), 873–877. doi: <https://doi.org/10.1073/pnas.90.3.873>
- Petrides, M. & Milner, B. (1982). Deficits on subject-ordered tasks after frontal- and temporal-lobe lesions in man. *Neuropsychologia*, 20(3), 249–262. doi: [https://doi.org/10.1016/0028-3932\(82\)90100-2](https://doi.org/10.1016/0028-3932(82)90100-2)
- Popp, C. H. (2013). Visuelles Arbeitsgedächtnis. *Der Radiologe*, 53(7), 607-612. doi: 10.1007/s00117-013-2479-4
- Raven, J. C., Court, J. H. & Raven, J. (1994). *Advanced progressive matrices: [APM; RAVEN-Matrizentest]*. Weinheim: Beltz.
- Ricco, R. B. & Overton, W. F. (2012). Reasoning. In V. S. Ramachandran (Hrsg.), *Encyclopedia of Human Behavior*, (S. 257-264). London, Burlington, San Diego: Elsevier. doi: 10.1016/B978-0-12-375000-6.00300-1
- Robbins, T. W., James, M., Owen A. M., Sahakian, B. J., Lawrence, A. D., McInnes, L. & Rabbitt, P. M. (1998). A study of performance on tests from the CANTAB battery sensitive to frontal lobe dysfunction in a large sample of normal volunteers: implications for theories of executive functioning and cognitive aging. *Journal of the International Neuropsychological Society*, 4(5), 474–490.
- Röthlisberger, M., Neuenschwander, R., Michel, E. & Roebbers, C. M. (2010). Exekutive Funktionen: Zugrundeliegende kognitive Prozesse und deren Korrelate bei Kindern im späten Vorschulalter. *Zeitschrift für Entwicklungspsychologie und Pädagogische Psychologie*, 42(2), 99-110.
- Schellig, D., Drechsler, R., Heinemann, D. & Sturm, W. (2008). *Handbuch neuropsychologischer Testverfahren. Band 1: Aufmerksamkeit, Gedächtnis, exekutive Funktionen*. Göttingen: Hogrefe.

- Schuchardt, K. & Mähler, C. (2016). Exekutive Funktionen bei Kindern mit Lernstörungen. *Praxis der Kinderpsychologie und Kinderpsychiatrie*, 65(6), 389-405. doi: 10.13109/prkk.2016.65.6.389
- Shelton, J. T., Elliot, E. M., Hill, B. D., Calania, M. R., & Gouvier, W. D. (2009). A comparison of laboratory and clinical working memory tests and their prediction of fluid intelligence. *Intelligence*, 37(3), 283–293. doi: 10.1016/j.intell.2008.11.005
- Stuss, D. T., Levine, B., Alexander, M. P., Hong, J., Palumbo, C., Hamer, L., Murphy, K. J. & Izukawa, D. (2000). Wisconsin Card Sorting Test performance in patients with focal frontal and posterior brain damage: effects of lesion location and test structure on separable cognitive processes. *Neuropsychologia*, 38(4), 388–402. doi: 10.1016/S0028-3932(99)00093-7
- Swanson, H. L., Jerman, O., Zheng, X. & Harris, K. R. (2008). Growth in working memory and mathematical problem solving in children at risk and not at risk for serious math difficulties. *Journal of Educational Psychology*, 100(2), 343-379. doi: 10.1037/0022-0663.100.2.343
- Swanson, H. L. & Sachse-Lee, C. (2001). Mathematic problem solving and working memory in children with learning disabilities: Both executive and phonological processes are important. *Journal of Experimental Child Psychology*, 79(3), 294-321. DOI: 10.1006/jecp.2000.2587
- Toga, A. W., Thompson, P. M. & Sowell, E. R. (2006). Mapping brain maturation. *Trends in neurosciences*, 29(3), 148–59. doi: 10.1016/j.tins.2006.01.007
- Unnithan, V., White, J., Georgiou, A., Iga, J. & Drust, B. (2012). Talent identification in youth soccer. *Journal of Sports Sciences*, 30(15), 1719-1726. doi: 10.1080/02640414.2012.731515
- Vestberg, T., Reinebo, G., Maurex, L., Ingvar, M., & Petrovic, P. (2017). Core executive functions are associated with success in young elite soccer players. *PloS one*, 12(2), doi: 10.1371/journal.pone.0170845
- Vestberg, T., Gustafson, R., Maurex, L., Ingvar, M., & Petrovic, P. (2012). Executive functions predict the success of top-soccer players. *PloS one*, 7(4), doi: 10.1371/journal.pone.0034731

- Verburgh, L., Scherder, E. J. A., van Lange, P. A., Oosterlaan, J. (2014) Executive Functioning in Highly Talented Soccer Players. *PLoS one*, 9(3). doi: 10.1371/journal.pone.0091254
- Verhaeghen, P. & Basak, C. (2005). Ageing and switching of the focus of attention in working memory: results from a modified N-back task. *The Quarterly Journal of Experimental Psychology Section A*, 58(1), 134–154. doi: 10.1080/02724980443000241
- Viterbori, P., Traverso, L. & Usai M. C. (2017). The Role of Executive Function in Arithmetic Problem-Solving Processes: A Study of Third Graders. *Journal of Cognition and Development*, 17, 1-22. doi: 10.1080/15248372.2017.1392307
- Wiebe, S. & Karbach, J. (2018). Introduction: Development and Plasticity of Executive Function Across the Life Span. In S. Wiebe & J. Karbach (Hrsg.), *Executive Function. Development Across the Life Span* (S. 1-8). New York: Taylor & Francis.
- Wiley, J. & Jarosz, A. F. (2012). Working Memory Capacity, Attentional Focus, and Problem Solving. *Current Directions in Psychological Science*, 21(4), 258-262. doi: 10.1177/0963721412447622

8.2 Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Wichtigkeit der EF in verschiedenen Lebensaspekten (modifiziert nach Diamond, 2013, S. 137)	15
Tabelle 2: Zusammenfassung der exekutiven Funktionen (nach Diamond, 2013, S. 152).....	26
Tabelle 3: Durchschnittsalter der Testgruppen	52
Tabelle 4: Scaled Score-Werte bei mehreren Variablen des DF-Tests sortiert nach Kaderzugehörigkeit	61
Tabelle 5: Scaled Score-Werte bei Profi- und Amateurspielern im Vergleich zum Durchschnitt einer Normstichprobe	62
Tabelle 6: Scaled Score-Werte sortiert nach Kaderzugehörigkeit	62
Tabelle 7: Mittelwert-Vergleich der Scaled Score-Werte zwischen Profis und Amateuren....	63
Tabelle 8: Scaled Score-Werte bei Spielern nur aus Österreich	64
Tabelle 9: Mittelwert-Vergleich der Scaled Score-Werte zwischen Profis und Amateuren (nur Österreicher).....	65
Tabelle 10: Zusammenhang zwischen Einsatzminuten und Scaled_Score_korrekte_Antworten	66
Tabelle 11: Zusammenhang zwischen Einsatzminuten und Scaled_Score_Fehler.....	67
Tabelle 12: Zusammenhang zwischen Einsatzminuten und Scaled_Score_kognitive_Flexibilität	67
Tabelle 13: Zusammenhang zwischen Einsatzminuten und Scaled_Score_Wiederholungen .	68
Tabelle 14: Informationsverarbeitung in Bit pro Sekunde sortiert nach Kaderzugehörigkeit .	69
Tabelle 15: Mittelwert-Vergleich zwischen Profis und Amateure hinsichtlich der Variable Informationsverarbeitung	69
Tabelle 16: Informationsverarbeitungswerte bei Spielern ausschließlich aus Österreich.....	69
Tabelle 17: Mittelwert-Vergleich zwischen Profis und Amateuren (nur Österreicher) hinsichtlich der Variable Informationsverarbeitung	70
Tabelle 18: Zusammenhang zwischen Einsatzminuten und Informationsverarbeitung.....	71
Tabelle 19: Ausgewählte Variablen des Flanker-Tests sortiert nach Kaderzugehörigkeit	72
Tabelle 20: Mittelwert-Vergleich zwischen Profis und Amateure hinsichtlich ausgewählter Variablen des Flanker-Tests.....	73
Tabelle 21: Ausgewählte Werte des Flanker-Tests bei Spielern ausschließlich aus Österreich	74
Tabelle 22: Mittelwert-Vergleich zwischen Profis und Amateuren (nur Österreicher) hinsichtlich ausgewählter Variablen des Flanker-Tests	75

Tabelle 23: Zusammenhang zwischen Reaktionszeit_kognitives_Switchen und Einsatzminuten	75
Tabelle 24: Zusammenhang zwischen Fehler_kognitives_Switchen und Einsatzminuten.....	76
Tabelle 25: Ausgewählte Werte des N-Back-Tests sortiert nach Kaderzugehörigkeit	77
Tabelle 26: Mittelwert-Vergleich der ausgewählten Variablen Korrekte Antworten_AG und Fehler AG.....	78
Tabelle 27: Unterschiede zwischen Profis und Amateuren hinsichtlich ausgewählter Variablen des N-Back-Tests (nur österreichische Spieler)	78
Tabelle 28: Mittelwert-Vergleich zwischen Profis und Amateuren (nur Österreicher) hinsichtlich ausgewählter Variablen des N-Back-Tests.....	79
Tabelle 29: Zusammenhang zwischen der Variable Korrekte_Anworten_AG und Einsatzminuten	80
Tabelle 30: Zusammenhang zwischen Fehler_AG und Einsatzminuten.....	80
Tabelle 31: Deskriptive Statistik zu den Variablen Informationsverarbeitung und Scaled_Score_Korrekte_Antworten sortiert nach Spielposition.....	81
Tabelle 32: Ergebnis der einfaktoriellen Varianzanalyse zu den Variablen IV und SSKA.....	82
Tabelle 33: Deskriptive Statistik zu den Variablen RZ_inkongruent und RZ_kognitives Switchen sortiert nach Spielposition	82
Tabelle 34: Ergebnis der einfaktoriellen Varianzanalyse zu den Variablen RZ_inkongruent und RZ_kognitives_Switchen	83
Tabelle 35: Deskriptive Statistik zu den Variablen Korrekte Antworten_AG und Fehler_AG sortiert nach Spielposition.....	84
Tabelle 36: Ergebnis der einfaktoriellen Varianzanalyse zu den Variablen Korrekte Antworten_AG und Fehler_AG	84
Tabelle 37: Zusammenhang zwischen den Variablen Scaled_Score_Korrekte_Antworten und Scorerpunkten unter Einbeziehung der Kontrollvariable Einsatzminuten	85
Tabelle 38: Zusammenhang zwischen den Variablen Informationsverarbeitung und Scorerpunkten unter Einbeziehung der Kontrollvariable Einsatzminuten.....	86
Tabelle 39: Zusammenhang zwischen den Variablen Reaktionszeit_kognitives_Switchen und Scorerpunkten unter Einbeziehung der Kontrollvariable Einsatzminuten.....	86
Tabelle 40: Zusammenhang zwischen den Variablen Korrekte Antworten_AG und Scorerpunkten unter Einbeziehung der Kontrollvariable Einsatzminuten.....	87

8.3 Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Das AG-Modell nach Baddeley (2003, S. 835)	21
Abbildung 2: Häufigkeit der Spielposition bei Amateurspielern.....	53
Abbildung 3: Häufigkeit der Spielposition bei Profispielern.....	53

9. Anhang

9.1 Teilnehmerinformation und Einwilligungserklärung zur Teilnahme an der Studie

Exekutive Funktionen im Fußball

Sehr geehrte Teilnehmer,

wir laden Sie ein, an der oben genannten Studie teilzunehmen.

Ihre Teilnahme an dieser Studie erfolgt freiwillig. Sie können jederzeit, ohne Angabe von Gründen, Ihre Bereitschaft zur Teilnahme ablehnen oder auch im Verlauf der Studie zurückziehen. Die Ablehnung der Teilnahme oder ein vorzeitiges Ausscheiden aus dieser Studie hat keine nachteiligen Folgen für Sie.

Diese Art von Studien ist notwendig, um verlässliche neue *wissenschaftliche* Forschungsergebnisse zu gewinnen. Unverzichtbare Voraussetzung für die Durchführung von Studien ist jedoch, dass Sie Ihr Einverständnis zur Teilnahme an dieser Studie schriftlich erklären. Bitte lesen Sie den folgenden Text sorgfältig durch und zögern Sie nicht, Fragen zu stellen.

Bitte unterschreiben Sie die Einwilligungserklärung nur

- wenn Sie Art und Ablauf der Studie vollständig verstanden haben,
- wenn Sie bereit sind, der Teilnahme zuzustimmen und
- wenn Sie sich über Ihre Rechte als Teilnehmer/in an dieser Studie im Klaren sind.

Was ist der Zweck der Studie?

Die Studie zielt darauf ab, die Bedeutsamkeit der sogenannten „Exekutiven Funktionen“ in der Sportart Fußball zu untersuchen. Das Konzept der exekutiven Funktionen umfasst die individuelle Fähigkeit Reize schnell und selektiv zu erfassen sowie irrelevante Reize auszublenden (Inhibition), neue Informationen zwischenspeichern und wieder abzurufen und sich an wechselnde Aufgabenstellungen und –bedingungen möglichst schnell anzupassen. In der Studie wird geprüft, ob sich die individuellen Ausprägungen der exekutiven Funktionen zwischen Bundesligaspielern und Amateurspielern der repräsentativen normalen Bevölkerungsgruppe unterscheiden.

Wie läuft die Studie ab?

Nach Ihrem Einverständnis zur Teilnahme an der Studie werden Ihnen gesamt 4 unterschiedliche Testkonstruktionen vorgegeben, die jeweils zwischen 5 und 10 Minuten dauern. Der Testleiter wird Ihnen zu Beginn jedes Tests genaue Anweisungen zum Lösen der Testaufgaben mitteilen. Jeder der Tests beginnt mit einer kurzen Übungsphase, in der Sie erproben können, ob Sie die Testinstruktion verstanden haben. Zwei der Tests sind am Computer, zwei weitere mittels eines Papierbogens auszufüllen. Bei Unklarheiten oder Fragen, zögern Sie bitte nicht und wenden Sie sich an die Testleiterin/den Testleiter. Die Tests erfassen jeweils Teilkonzepte der exekutiven Funktionen (Inhibitionsleistung, Arbeitsgedächtnis, Kognitive Flexibilität).

Insgesamt wird die Teilnahme an der Studie circa 35 Minuten in Anspruch nehmen. Für die Studie werden gesamt ca. 100 Personen im Alter von 17 - 37 Jahren getestet.

Worin liegt der Nutzen einer Teilnahme an der Studie?

Die Ergebnisse dieser Studie sollen wichtige Erkenntnisse über die exekutiven Funktionen und deren Bedeutsamkeit in der Sportart Fußball liefern. Durch die Teilnahme erhalten Sie – bei Interesse – eine Rückmeldung zu Ihrer individuellen Ausprägung der exekutiven Funktionen.

Gibt es Risiken bei der Durchführung der Studie und ist mit Beschwerden oder anderen Begleiterscheinungen zu rechnen?

Mit dieser Testung sind keine absehbaren Risiken verbunden.

Hat die Teilnahme an der Studie sonstige Auswirkungen auf die Lebensführung und welche Verpflichtungen ergeben sich daraus?

Es ergeben sich keine weiterführenden Auswirkungen oder Verpflichtungen durch Ihre Teilnahme.

Was ist zu tun beim Auftreten von Beschwerdesymptomen, unerwünschten Begleiterscheinungen und/oder Verletzungen?

Sollten im Verlauf der Studie irgendwelche Beschwerdesymptome, unerwünschte Begleiterscheinungen oder Verletzungen auftreten, ersuchen wir Sie ausdrücklich dies der Studienleitung mitzuteilen. Sie können uns diesbzgl. auch jederzeit nach der Studie kontaktieren. Die Kontaktdaten finden sie unter Punkt 10.

Wann wird die Studie vorzeitig beendet?

Sie können jederzeit, auch ohne Angabe von Gründen, die Teilnahme an der Studie widerrufen und abbrechen, ohne dass hieraus Nachteile für Ihre Person entstehen.

Zudem kann die Studienleitung entscheiden die Teilnahme einer Person zu beenden. Dies erfolgt

wenn a) der oder die Teilnehmer/in den Erfordernissen der Studie nicht entspricht oder b) die Studienleitung den Eindruck hat, dass eine weitere Teilnahme an der Studie nicht im Interesse des bzw. der Teilnehmer/in ist.

In welcher Weise werden die im Rahmen dieser Studie gesammelten Daten verwendet?

Ihr Name ist ausschließlich den wissenschaftlichen MitarbeiterInnen der Studie bekannt und wird nur auf diesem Blatt vermerkt. Die beteiligten MitarbeiterInnen sind hierbei der Verschwiegenheit verpflichtet. Ihr Name wird im Datensatz durch eine Kennziffer ersetzt, wodurch ihre vollständige Anonymität garantiert wird. Die aufgenommenen Daten werden gesammelt und statistisch ausgewertet. Um Ihre Anonymität zu wahren, werden die erhobenen Daten von den persönlichen Daten getrennt aufbewahrt. Die im Rahmen der Untersuchung erhobenen Daten und gewonnenen Erkenntnisse werden ausschließlich zu wissenschaftlichen Zwecken verwendet und ggf. in wissenschaftlichen Zeitschriften veröffentlicht. Die Aufbereitung der Daten erfolgt in einer Form, die keinerlei Rückschlüsse auf die Identität einzelner Personen zulässt. Sie können innerhalb von 6 Monaten die Löschung Ihrer Daten beantragen. Die Kontaktdaten hierfür finden Sie unter Punkt 10. Die Daten und Einverständniserklärungen werden getrennt voneinander gespeichert und gelagert. Nach 7 Jahren werden die Einverständniserklärungen vom Testleiter vernichtet. Die Zuordnung Ihrer Daten zu Ihrem Namen ist anschließend nicht mehr möglich.

Entstehen für die Teilnehmer Kosten? Gibt es einen Kostenersatz oder eine Vergütung?

Durch Ihre Teilnahme an dieser Studie entstehen für Sie keine Kosten. Es ist zudem keine Form der Entschädigung vorgesehen.

Möglichkeit zur Diskussion weiterer Fragen

Für weitere Fragen im Zusammenhang mit der Studie steht Ihnen die Studienleitung gerne zur Verfügung.

Namen der Kontaktperson bzw. der Kontaktpersonen:

Leiter/in	Name: E-Mail: Tel.:
Versuchsleiter/in	Name: E-Mail: Tel.:
Weitere relevante Personen	Name: E-Mail: Tel.:

Einwilligungserklärung

Name der teilnehmenden Person in Druckbuchstaben:

Geb. Datum:

Ich erkläre mich bereit, an der Studie *Exekutive Funktionen im Fußball* teilzunehmen.

Ich bin von XY ausführlich und verständlich über Zielsetzung, Bedeutung und Tragweite der Studie und die sich für mich daraus ergebenden Anforderungen aufgeklärt worden. Ich habe darüber hinaus den Text dieser Teilnehmerinformation und Einwilligungserklärung gelesen, insbesondere den 4. Abschnitt (Gibt es Risiken, Beschwerden und Begleiterscheinungen?). Aufgetretene Fragen wurden mir von der Studienleitung verständlich und ausreichend beantwortet. Ich hatte genügend Zeit, mich zu entscheiden, ob ich an der Studie teilnehmen möchte. Ich habe zurzeit keine weiteren Fragen mehr.

Ich werde die Hinweise, die für die Durchführung der Studie erforderlich sind, befolgen, behalte mir jedoch das Recht vor, meine freiwillige Mitwirkung jederzeit zu beenden, ohne dass mir daraus Nachteile entstehen. Sollte ich aus der Studie ausscheiden wollen, so kann ich dies jeder Zeit schriftlich oder mündlich bei XY oder YZ veranlassen.

Ich bin zugleich damit einverstanden, dass meine im Rahmen dieser Studie erhobenen Daten aufgezeichnet und ausgewertet werden.

Ich stimme zu, dass meine Daten dauerhaft elektronisch gespeichert werden. Die Daten werden in einer nur der Projektleitung zugänglichen Form gespeichert, die gemäß aktueller Standards gesichert ist.

Sollte ich zu einem späteren Zeitpunkt, die Löschung meiner Daten wünschen, so kann ich dies schriftlich oder telefonisch ohne Angabe von Gründen bei XY, (Mail-Adresse bzw. Telefonnummer) oder YZ (Mail-Adresse bzw. Telefonnummer) veranlassen.

Den Aufklärungsteil habe ich gelesen und verstanden. Ich konnte im Aufklärungsgespräch alle mich interessierenden Fragen stellen. Sie wurden vollständig und verständlich beantwortet.

**Eine Kopie dieser Teilnehmerinformation und Einwilligungserklärung habe ich erhalten.
Das Original verbleibt bei der Studienleitung.**

(Datum und Unterschrift des Teilnehmers)

.....

(Datum, Name und Unterschrift des Versuchsleiters)

.....