



universität
wien

DIPLOMARBEIT

Titel der Diplomarbeit

"Analyse von 1 gegen 1-Situationen im Fußball mittels
Spieler-Trackingdaten"

verfasst von

Johannes Stögerer, BSc

angestrebter akademischer Grad

Magister der Naturwissenschaften (Mag. rer. nat.)

Wien, 2016

Studienkennzahl lt. Studienblatt: A 190 482 412 E

Studienrichtung lt. Studienblatt: UF Bewegung und Sport

UF Physik

Betreut von:

Univ. Prof. Dipl. Ing. Dr. techn. Arnold Baca

Eidesstattliche Erklärung

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

Wien, 2016

Johannes Stögerer

Danksagung

Zu Beginn dieser Arbeit möchte ich mich bei Denjenigen bedanken, die mich während des Studiums und beim Entstehen dieser Abschlussarbeit unterstützt haben.

Der größte Dank gebührt meiner Familie, denn ohne die moralische und finanzielle Unterstützung meiner Eltern Petra Tröster-Stögerer und Johannes Stögerer wäre das Studium nicht möglich gewesen. Auch meinen Großeltern, die mich während der gesamten Studiendauer unterstützt haben, möchte ich danken. Ein besonderer Dank gilt meiner Schwester Monika, die mir mit ihrem Ehrgeiz und Engagement ein permanentes Vorbild ist und mir als Ansporn dient.

Weiters möchte ich allen Freunden danken, die mich innerhalb und außerhalb der Universität unterstützt haben und meine Studienzeit zu einem einzigartigen Abschnitt meines Lebens gemacht haben.

Für die Unterstützung bei der Durchführung dieser Studie möchte ich mich bei den Mitarbeitern und Mitarbeiterinnen der Abteilung Biomechanik, Bewegungswissenschaft und Sportinformatik bedanken.

Abschließend möchte ich mich bei Dr. Roland Leser für die Betreuung dieser Arbeit, die fachliche Unterstützung und die Möglichkeit zur wissenschaftlichen Mitarbeit im Zuge dieser Abschlussarbeit sehr herzlich bedanken.

Zusammenfassung

Titel: „Analyse von 1 gegen 1-Situationen im Fußball mittels Spieler-Trackingdaten“

Der Zweikampf im Fußball ist ein komplexes System, welches nicht nur den unmittelbaren Streit um den Ball entscheidet, sondern auch Einfluss auf das gesamte Spielgeschehen nehmen kann (Headrick et al., 2012).

In einem Wettspiel kann der Zweikampf in unterschiedlichen Formen hinsichtlich der Position der beiden beteiligten Personen und des Balles beobachtet werden. In dieser Arbeit wurde das „Frontale 1 gegen 1“ als eine Variante des Duells um den am Boden befindlichen Ball genauer analysiert. Der Zweikampf findet zwischen einem Angreifer, der in Ballbesitz ist, und einem Verteidiger statt.

Ziel dieser Arbeit ist es, anhand einer Vielzahl von kinematischen Parametern festzustellen, ob es statistisch signifikante Unterschiede hinsichtlich des Erfolges im Zweikampf gibt. Ein Zweikampf gilt als erfolgreich bestritten, wenn es dem Angreifer gelingt, den Verteidiger zu überwinden.

Um diese Fragestellung zu beantworten, wurden 75 Versuche einer Frontalen 1 gegen 1-Situation mit Hilfe einer Videokamera und des Local Position Measurement (LPM) Systems aufgenommen. Das Setting bestand aus einem Angreifer, dessen Aufgabe darin bestand, den Verteidiger zu überspielen und anschließend auf das Tor, in dem sich ein Torhüter befand, zu schießen. Als Probanden dienten männliche jugendliche Fußballer einer U-15 Nachwuchsmannschaft auf dem höchstem österreichischen Niveau.

Die erhobenen Daten werden mit einem bereits vorhandenen Modell, welches sich aus Interviews mit Experten ergeben hat, ausgewertet. Dabei spielen sowohl die erhaltenen kinematischen Daten (z.B. Positionen, Geschwindigkeiten, Beschleunigungen) der Spieler, als auch die Aufnahmen der Videokamera eine wichtige Rolle.

Um die Fragestellung nach den wichtigen Parametern zu beantworten, wurden T-Tests und Mann-Whitney-U-Tests durchgeführt, um festzustellen, zwischen welchen es signifikante Unterschiede hinsichtlich des Erfolges des Zweikampfes gibt. Es stellte sich heraus, dass der Zeitpunkt der Konfrontation, an dem sich beide Spieler in unmittelbarer Nähe von einander befinden, von entscheidender Bedeutung ist. Die Beschleunigung beider Spieler, sowie die Geschwindigkeit des Verteidigers zu diesem Zeitpunkt waren jene Parameter, die statistisch signifikante Differenzen hinsichtlich des Erfolgskriteriums aufwiesen.

Abstract

Title: „Analysis of 1 vs 1-situations in football using player-tracking data”

Localized interpersonal interactions in association football between two players (i.e. duels) are complex systems which have the potential to influence a match on a macroscopic scale (Headrick et al. 2012).

Different types of tacklings can be distinguished, regarding positioning of the two players competing and the ball. This thesis examines a frontal form of 1 vs 1-situations, in which an attacker in possession of the ball tries to overcome a defender.

The aim of this thesis was to determine kinematic parameters (i.e. positions, velocities, accelerations) for both players, which are responsible for success in a 1 vs. 1 dyad in association football. While there was a goal as well as a goalkeeper involved in this particular 1 vs. 1 setting, a successful shot at the goal was not the main criterion to determine a successful trial. In real game play the attacker will often dribble the ball to pass the defender in order to pass the ball to a teammate. Therefore, passing the defender was taken as success criterion.

75 trials of 15 year old elite soccer athletes were recorded via two different systems using a video camera and the Local Position Measurement (LPM) system. Positions of all players were tracked during the session via the LPM system in a 2-dimensional manner. A kinematic model defined by expert knowledge was used to analyze the data acquired during the 1 vs 1 dyads.

In order to find essential parameters, statistical testing methods (e.g. Student's t-test, Mann-Whitney-U-test) were used to determine significant differences between successful and unsuccessful trials. The evaluation of these trials indicated that the instant of confrontation, in which the attacker tries to pass the defender is a key moment. At this particular juncture, accelerations of both players as well as the velocity of the defender showed significant statistical differences between successful and unsuccessful trials.

Keywords: Football, 1vs1-situation, tactical analysis

Inhalt	
1 Einleitung	1
2 Zweikämpfe im Fußball	3
2.1 Definition von Zweikämpfen	3
2.2 Bedeutung von Zweikämpfen	4
2.3 Arten von Zweikämpfen	5
2.4 Frontales 1 gegen 1	5
2.4.1 Offensive Techniken	7
2.4.2 Defensive Techniken	8
3 Das kinematische Modell zur Beschreibung der 1 gegen 1-Situationen	10
3.1 Setting der Situation	10
3.2 Wichtige Zeitpunkte und Phasen	10
3.3 Verhalten und wichtige Attribute in den einzelnen Phasen	13
3.4 Kinematische Variablen	15
3.5 Weitere Parameter	16
3.6 Adaptierungen des Modells	19
4 Das System zur Positionserfassung und die Analysesoftware	22
4.1 Funktionsweise des LPM-Systems	22
4.2 Analyse der Trackingdaten	24
5 Empirische Forschung zu 1 gegen 1-Situationen	27
5.1 Methodik	27
5.1.1 Versuchspersonen	27
5.1.2 Versuchsaufbau	28
5.1.3 Aufnahme und Aufbereitung der Daten	30
5.1.4 Reliabilitätsmessung – Interrater-Studie	32
5.2 Deskriptive Statistiken	36
5.3 Inferenzstatistische Auswertungen	42
5.3.1 Hypothesenformulierung	43
5.3.2 Statistische Auswertung	44
5.3.3 Interpretation der Ergebnisse	54

6	Zusammenfassung und Diskussion	60
7	Ausblick	64
	Literaturverzeichnis	66
	Abbildungsverzeichnis	69
	Tabellenverzeichnis	70
	Quellenverzeichnis (Abbildungen)	71
	Curriculum Vitae	72

1 Einleitung

Der Zweikampf als Spielsituation im Fußball, in der Mann gegen Mann oder Frau gegen Frau um den Ballbesitz gekämpft wird, zählt zu den bedeutendsten in diesem Wettspiel. Dabei darf nicht übersehen werden, dass in diesen 1 gegen 1-Situationen eine Vielzahl von Faktoren Einfluss auf den Ausgang nehmen. Headrick et al. (2012) sprechen in Bezug auf Zweikämpfe von komplexen Systemen, die nicht nur den unmittelbaren Streit um den Ballbesitz entscheiden, sondern das gesamte Spielgeschehen beeinflussen können.

Der Ausgang einer 1 gegen 1-Situation hängt von verschiedenen Parametern ab, die sowohl körperlicher, als auch kognitiver Natur sind. Zu ersteren zählen physiologische Voraussetzungen wie Ausdauer, Schnelligkeit, Kraft, aber auch technische Fähigkeiten im Umgang mit dem Ball. Zu zweiteren sind taktische und strategische Fähigkeiten zu zählen. Dabei geht es um das Verhalten der beiden Personen, die Positionierung auf dem Spielfeld und relativ zum Gegenspieler oder zur Gegenspielerin. Außerdem ist die psychische Komponente in Zweikämpfen nicht zu vernachlässigen. Da es sich bei derartigen Situationen im Wettspiel um meist sehr kurze, nur wenige Sekunden andauernde Aktionen handelt, sind die richtigen Entscheidungen auch unter hohem Stress unbedingt durchzuführen.

Man kann erkennen, dass diese Situationen, obwohl lediglich zwei Personen direkt beteiligt sind, komplexe Strukturen darstellen, die enorme Bedeutung für den Ausgang von Spielen haben können. Daher werden diese Spielsituationen in dieser Arbeit mit Hilfe von empirischen Methoden untersucht und ausgewertet.

Zu Beginn folgt eine kurze theoretische Einführung, in der der Zweikampf definiert und die Bedeutung für das Wettspiel belegt wird. Es wird in diesem Abschnitt auch kurz auf die verschiedenen Formen von 1 gegen 1-Situationen eingegangen, wobei speziell jene Art, die in der Untersuchung verwendet wurde, näher behandelt wird.

Anschließend wird das kinematische Modell, welches für die empirische Untersuchung verwendet wurde, beschrieben. Dabei wird auf die unterschiedlichen Parameter, Phasen und Zeitpunkte, sowie das Verhalten der beiden Kontrahenten während dieser eingegangen. Da sich das Modell auf eine Studie stützt, die bereits vor dieser Arbeit begonnen wurde, wurden die Namen der Parameter, Phasen und Zeitpunkte aus diesem wörtlich übernommen und nicht ins Deutsche übersetzt (z.B. Parameter „Opening“).

Zusätzlich werden die technischen Hilfsmittel, mit denen die Probanden – es waren ausschließlich männliche Jugendliche – untersucht wurden, vorgestellt. Die Spieler

wurden zum einen mit einer Kamera während der Zweikampfsituationen gefilmt, zum anderen wurden ihre Positionen mit Hilfe des Inmotio® Tracking-Systems zu jeder Zeit der Messung aufgenommen. Eine spezielle Software diente zur Weiterverarbeitung und Aufbereitung der Positionsdaten. Die so verarbeiteten Daten wurden mit statistischen Methoden ausgewertet.

Die Versuche wurden dafür in erfolgreiche und nicht erfolgreiche Fälle kategorisiert. Dabei wurde eine 1 gegen 1-Situation als erfolgreich gewertet, wenn es dem Angreifer gelang, den Verteidiger zu überwinden. Analog dazu bedeutet nicht erfolgreich, dass es dem Angreifer nicht gelang am Abwehrspieler vorbeizukommen.

Das Ziel der Arbeit besteht darin, herauszufinden, ob es signifikante Unterschiede zwischen den kinematischen Parametern beider Spieler hinsichtlich des Erfolges der Versuche gibt. Diese Parameter könnten dann als besonders relevant interpretiert werden, wenn es darum geht, welche der beiden Personen den Zweikampf für sich entscheiden kann.

2 Zweikämpfe im Fußball

Die herausragende Bedeutung, welche dem Zweikampf im Fußballsport zukommt, wurde bereits in der Einleitung deutlich. Im Folgenden wird der Zweikampf oder das „Tackling“ zunächst definiert und anschließend beschrieben. Dabei wird die spezielle Form des 1 gegen 1, welche in dieser Arbeit analysiert wurde, näher beleuchtet. Außerdem werden die Handlungsmöglichkeiten und Techniken sowohl der verteidigenden, als auch der angreifenden Spieler und Spielerinnen kurz behandelt.

2.1 Definition von Zweikämpfen

In Bezug auf Sport wird der Zweikampf im Wörterbuch als „Wettkampf zwischen zwei Personen oder Mannschaften“ (Duden) beziehungsweise als „Wettkampf zwischen zwei Teilnehmern“ (Pons) definiert. Es handelt sich demnach um den Wettstreit zwischen zwei Kontrahenten, Kontrahentinnen, im Fußball primär um den Ballbesitz.

Beim Zweikampf im Fußball handelt es sich um eine Situation mit grundsätzlich verschiedenen Ausgangspositionen der beiden Personen. „Ein Spieler – der Angreifer – befindet sich im Ballbesitz; der andere Spieler – der Verteidiger – agiert ohne Spielgerät.“ (Bischops & Gerard, 1999, S. 17). Nach Bischops und Gerard (1999, S. 17) handelt es sich um einen recht simplen Vorgang. Der Angreifer, die Angreiferin versucht, den Ballbesitz zu wahren und anschließend zum Torschuss zu kommen, oder den Angriff mit einem Pass zu Mitspielern, Mitspielerinnen fortzusetzen. Der Verteidiger, die Verteidigerin strebt den Wechsel des Ballbesitzes an.

Der Aussage, dass es sich bei 1 gegen 1-Situationen in Teamsportarten im Allgemeinen und bei Zweikämpfen im Fußball im Speziellen um simple Vorgänge handelt, wird von vielen Seiten widersprochen. Vilar et al. (2014) sprechen bei 1 gegen 1-Situationen von komplexen Systemen, die jederzeit von beiden beteiligten Personen destabilisiert werden können. Zusätzlich zu den beiden Kontrahenten oder Kontrahentinnen spielen räumliche und zeitliche Faktoren eine bedeutende Rolle: „In team sports, spatial-temporal interactions between players and key-features of the game, such as specific locations of the ball and the goal, play an important role here, [...]“ (Vilar et al., 2014, S. 15). Die Bewegungen und Positionen der beiden Personen sowie die Lage des Balles im zeitlichen und räumlichen Verhältnis zueinander sind also von entscheidender Bedeutung.

Der besondere Stellenwert dieser komplexen Form der Interaktion zwischen einem Angreifer, einer Angreiferin und einem Verteidiger, einer Verteidigerin wird im Folgenden weiter ausgeführt.

2.2 Bedeutung von Zweikämpfen

Ein sehr erfolgreicher ehemaliger Fußballtrainer verdeutlichte die enorme Bedeutung von Zweikämpfen im Fußball in einem Interview: „Wer den größten Teil der 150-200 Zweikampfsituationen in einer Spitzenbegegnung für sich entscheiden kann, wird auch das Spiel gewinnen“ (Bischops & Gerards, 1999, S. 11). Auch wenn diese Zahl an Duellen verglichen mit den aktuellen Statistiken aus der deutschen Bundesliga etwas zu hoch angesetzt ist, verdeutlicht diese Aussage dennoch die große Bedeutung dieser häufig vorkommenden Spielsituation. So kommt es in Spielen der Deutschen Bundesliga über elf Spieltage hinweg zu durchschnittlich 101,5 Zweikämpfen pro Spiel (www.bundesliga.de). Zu diesen zählen neben 1 gegen 1-Situationen, bei denen ein Angreifer, eine Angreiferin und ein Verteidiger, eine Verteidigerin in verschiedenen Positionen relativ zueinander um den Ballbesitz kämpfen, auch Kopfballduelle. In zahlreichen Studien zum Fußball und zu anderen Teamsportarten wurden Zweikämpfe analysiert und deren Wichtigkeit gezeigt. In Studien zum Basketball, Fußball und Rugby wurde gezeigt, welchen hohen Stellenwert 1 gegen 1-Situationen haben: „Research in basketball [...], rugby union [...], and association football [...] has shown how localized interpersonal interactions of individual players within team game sub-phases have the potential to influence a match on a macroscopic scale, [...]“ (Headrick et al., 2012, S. 247). Jeder Zweikampf, als kleiner Teil des gesamten Wettspiels, kann also potentiell einen entscheidenden Einfluss auf ein Match haben. Dabei kann es um einen Ballgewinn oder die Behauptung des Ballbesitzes gehen, was dann wiederum zur Möglichkeit zum Torschuss oder zur Verhinderung desselben führen kann, sofern der Zweikampf in entsprechender Feldposition stattfindet. Es ist offensichtlich, dass die Position des Duells um den Ball von enormer Wichtigkeit ist, da sie unter anderem darüber entscheidet, welche Auswirkung der Ausgang des Zweikampfes hat. 1 gegen 1-Situationen, welche in unmittelbarer Nähe eines Tores stattfinden, haben für den Verteidiger höheres Gefahrenpotential und für den Angreifer höhere Priorität als andere im Mittelfeld, da aus ihnen eine Torchance entstehen kann. Daher ändert sich das Verhalten der Spieler abhängig von der Entfernung zum Tor. Headricks et al. (2012) haben in ihrer Studie die Unterschiede der Zweikämpfe in Abhängigkeit zur Entfernung zum Tor untersucht: „The findings of this study revealed that changes in proximity-to-goal of 1 vs. 1 football dyads influenced the decision-making behaviour and intentionality of players in relation to the ball“ (Headrick et al., 2012, S. 252).

2.3 Arten von Zweikämpfen

Zweikämpfe können im Fußball in verschiedener Form auftreten, sowohl was die Position am Spielfeld, als auch was die Anzahl der Personen, die in einer solchen Situation beteiligt sind, anbelangt. In diesem Sinn ist der Begriff Zweikampf ein wenig irreführend, da er das Aufeinandertreffen von lediglich zwei Spielern oder Spielerinnen suggeriert. Tatsächlich widerspricht die derzeit praktizierte Art des Verteidigens diesem Gedanken völlig: „Schließlich ist es das Hauptziel des ballorientierten Verteidigers, in Ballnähe eine Überzahl herzustellen und den Ballführenden zu zweit oder sogar zu dritt zu attackieren“ (Peter, 2012, S. 16). An Zweikämpfen sind also zumeist mehr als zwei Personen beteiligt. Dennoch kommt es auch im modernen Fußball immer wieder zu Spielsituationen, in denen sich ein ballführender Angreifer, eine ballführende Angreiferin und ein Abwehrspieler, eine Abwehrspielerin gegenüberstehen. Da die empirischen Daten, welche für die Analyse in dieser Arbeit verwendet wurden, aus solchen 1 gegen 1-Situationen erhoben wurden, werden im Folgenden lediglich die unterschiedlichen Arten des 1 gegen 1 erläutert. Es wird also a priori festgelegt, dass sich keine weiteren Spieler oder Spielerinnen in der Umgebung des Zweikampfes befinden, die in das Spiel um den Ball direkt eingreifen könnten. Zusätzlich wird dieses Modell dadurch eingeschränkt, dass sich der Angreifer aus einiger Entfernung frontal auf den Abwehrspieler zubewegt, wodurch eine häufige Zweikampfsituation, das „1 gegen 1 im Rücken“ (Peter, 2012, S. 17), bei der der Angreifer mit dem Rücken zum Verteidiger stehend den Ball zugespielt bekommt, ebenfalls vernachlässigt wird.

2.4 Frontales 1 gegen 1

Bei dieser Variante des Zweikampfes stehen einander die beiden Spieler oder Spielerinnen frontal gegenüber. Der ballführende Angreifer, die ballführende Angreiferin kommt mit Tempo auf den Verteidiger, die Verteidigerin zu und findet eine bessere Ausgangslage vor: „Ein versierter Angreifer hat in dieser Situation Vorteile gegenüber dem Verteidiger: Er sieht dessen Bewegungsrichtung und kann dies, wenn er mit dem Ball Tempo aufnimmt, dazu nutzen, ihm zu enteilen“ (Peter, 2012, S. 16). Der Verteidiger, die Verteidigerin muss sich aus dieser nachteiligen Situation befreien, indem er oder sie den Angreifer, die Angreiferin zu vorhersehbaren Aktionen verleitet, die es ihm oder ihr erleichtern, den Ball zu erobern. Das primäre Ziel des Verteidigers, der Verteidigerin ist es, von der frontalen Stellung in eine seitlich versetzte Position zu gelangen. „Dafür nimmt er eine seitliche Stellung zu Ball und Gegner ein und bietet dem Angreifer, der Angreiferin eine Seite zum Durchbruch an“ (Peter, 2012, S. 17). Die Wahl der Seite kann vom Ort des

Zweikampfes und vom starken Fuß des Verteidigers, der Verteidigerin beziehungsweise von der schwachen Seite des Angreifers, der Angreiferin abhängen. Die verteidigende Person läuft dem Kontrahenten, der Kontrahentin entgegen und bremst das Tempo in fünf bis acht Metern vor diesem oder dieser ab, um die Laufrichtung der des Angreifers, der Angreiferin anzupassen (Peter, 2012, S. 17). In seitlicher Position versucht der Abwehrspieler, die Abwehrspielerin nun einen Durchbruch auf eine Seite zu forcieren und im Moment des versuchten Überspielens den Ball abzulaufen. Der Angriffsspieler, die Angriffsspielerin versucht durch gezielten Einsatz von Körpertäuschungen und Richtungsänderungen den Verteidiger, die Verteidigerin in schlechte Position zu bringen, in der er, sie nicht mehr auf den Durchbruch reagieren kann. In den Abbildungen 1 und 2 sind ein gelungenes und ein fehlerhaftes Abwehrverhalten dargestellt.



Abbildung 1: Richtiges Abwehrverhalten im Frontalen 1 gegen 1 (Peter, 2012, S. 31).



Abbildung 2: Falsches Abwehrverhalten im Frontalen 1 gegen 1 (Peter, 2012, S. 31).

Nach Peter (2005, S. 13) kann das Frontale 1 gegen 1 zusätzlich nach dem Ort, an dem es zum Aufeinandertreffen der ballführenden und der verteidigenden Person kommt, unterschieden werden. Man unterscheidet zwischen dem Frontalen 1 gegen 1 im Zentrum und am Flügel, sowie ob zwischen den beiden Kontrahenten, Kontrahentinnen eine große Distanz bis zum Zweikampf liegt oder nicht. Somit ergeben sich vier verschiedene Formen des Frontalen 1 gegen 1. In Tabelle 1 sind die verschiedenen Varianten des Frontalen 1 gegen 1 ersichtlich.

Tabelle 1: Arten des Frontalen 1 gegen 1

<i>Ort auf dem Spielfeld</i>	<i>Distanz zwischen den beiden Personen</i>
Zentrum	groß
Zentrum	klein
Flügel	groß
Flügel	klein

Wie bereits zuvor beschrieben, entstanden die empirischen Daten, die zur Analyse herangezogen wurden, ausschließlich aus Frontalen 1 gegen 1-Situationen. Dabei betrug der Abstand zwischen den beiden Kontrahenten mehr als 20 Meter, und beide starteten aus zentraler Position (siehe Punkt 3.1 und 4.1.2). Daher sind alle Versuche, der Einteilung nach Peter (2005) folgend dem Typ des Frontalen 1 gegen 1 im Zentrum, mit großer Distanz zuzuordnen.

Im Folgenden sollen die Möglichkeiten, die ein Angreifer, eine Angreiferin, beziehungsweise ein Verteidiger, eine Verteidigerin haben, um das Duell für sich zu entscheiden, kurz erläutert werden.

2.4.1 Offensive Techniken

Die offensiven Techniken, die hier angegeben werden, beziehen sich lediglich auf die in der Studie analysierte Spielsituation, das Frontale 1 gegen 1 mit großer Anfangsdistanz. Damit fallen Aufgaben der Offensivspieler, Offensivspielerinnen wie Ballannahme und Ballsicherung weg und es geht ausschließlich um das Überwinden des Verteidigers, der Verteidigerin. Die dafür essentielle Fertigkeit ist das Dribbling in Kombination mit dem Fintieren. „Dribbling kommt aus dem Englischen und heißt „mit kleinen Stößen vorwärts treiben“. [...] Häufig wird ein Dribbling durch eine oder mehrere Finten eingeleitet“ (Schreiner, 1999, S. 24). Finten stellen also oftmals die Einleitung zu einem Dribbling, mit dem der Gegner überwunden werden soll, dar. Durch sie soll der Verteidiger, die Verteidigerin in eine ungünstige Lage gebracht werden: „Finten beruhen auf dem Prinzip der Fehlinformation. [...] Der Gegner soll zu einer Fehlreaktion veranlasst werden, die dem Angreifer einen kleinen zeitlichen Vorsprung verschafft“ (Schreiner, 1999, S. 25). Gute Körperkontrolle, stabiles Gleichgewicht, Ballgefühl, hohe Aufmerksamkeit für die

Reaktionen der verteidigenden Person, sowie das Beherrschen von Dribbel- und Fintiertechniken sind von besonderer Bedeutung. Schreiner (1999) nennt unter anderem folgende Techniken für das Frontale 1 gegen 1:

- Kappen innen/außen
- Ausfallschritte innen/außen
- Übersteiger innen/außen
- Scheren
- Sohlentrick
- Eindrehen
- Kombinationen aus diesen Bewegungen

2.4.2 Defensiv Techniken

Auch die defensiven Techniken, die im Folgenden beschrieben werden, beziehen sich ausschließlich auf das Frontale 1 gegen 1 mit großer Anfangsdistanz. Die angeführten Bewegungen kommen natürlich auch in anderen Situationen zur Anwendung, doch wird nicht das gesamte Repertoire an defensiven Methoden aufgezählt, da einige von ihnen im Frontalen 1 gegen 1 keine Bedeutung haben. Ein Beispiel dafür wäre der Kopfball, beziehungsweise das Kopfballduell. Die defensiven Zweikampftechniken werden unter dem Begriff Tackling zusammengefasst. Darunter versteht man nach Bauer (2000, S. 3) „die Technik und Taktik zur Eroberung und Abnahme des eines am Boden oder in der Luft gespielten Balles mit allen regelgerechten, fairen Mitteln“. Laut Bischops und Gerards (1999, S. 29) muss ein Verteidiger, eine Verteidigerin unter anderem folgende Kriterien erfüllen:

- Seinen Körper fair, aber hart einsetzen.
- Den Ballbesitzer möglichst frühzeitig, aber nicht überhastet angreifen.
- Den Zweikampf erfolgreich bestehen wollen.
- Kein ängstliches oder übereiltes Angreifen.
- Keine gewollte Unfairness.

Sofern diese Kriterien erfüllt werden, und die Position im Frontalen 1 gegen 1 wie bei Peter (2012, S. 16-17) beschrieben, eingenommen wird, hat die verteidigende Person gute Chancen, den Gegenspieler, die Gegenspielerin effektiv zu stören. Die seitliche Position des Abwehrspielers, der Abwehrspielerin, durch die die ballführende Person in eine Richtung geleitet wird, schränkt die Bewegungsrichtung des Angreifers, der Angreiferin bereits deutlich ein. Sobald man dem geraden Lauf durch die Positionierung

eine seitliche Komponente in Richtung Seitenlinie gegeben hat, kommt es auf eine schnelle Reaktion im richtigen Moment und eine gute Antrittsschnelligkeit an. Das Tempo sollte zunächst dem des Angreifers, der Angreiferin angepasst werden, sodass bei Antritt der ballführenden Person keine zu große Geschwindigkeitsdifferenz besteht. Danach muss der Stürmer, die Stürmerin zum Dribbling auf eine Seite gezwungen werden, um den Ball im Moment, in dem er weiter vorgelegt wurde, abzufangen oder klären zu können. Dazu ist es erforderlich, nach den oben genannten Kriterien zu handeln und nicht zu früh zu versuchen, den Ball zu erobern, da man sonst leicht auszuspielen ist. Wenn die Bewegung im richtigen Moment geschehen ist, sollte der Körper mit erlaubter Härte eingesetzt werden, um den Ball abzudecken, beziehungsweise den Gegenspieler, die Gegenspielerin abzudrängen. Sofern der Gegner, die Gegnerin sich durch das Leiten auf die Seite tatsächlich für die angebotene Seite entschieden hat, sollte der Angriff häufig zu stoppen sein. Ein versierter Offensivspieler, eine versierte Offensivspielerin wird jedoch mit Täuschungen und Finten versuchen, ihre Gegner oder Gegnerinnen zu verwirren, ebenso den Körper einzusetzen, um den Ball abzudecken, beziehungsweise mögliche Schwächen der Defensivspieler oder Defensivspielerinnen zu nutzen, um an ihnen vorbeizukommen (Bischops & Gerards, 1999, S. 154). Daher ist im Zweikampf mit jenen Personen, die ihre Aktionen auch in Bezug auf die Schwachpunkte der Verteidiger, Verteidigerinnen verändern, besondere Vorsicht geboten.

3 Das kinematische Modell zur Beschreibung der 1 gegen 1-Situationen

Um die 1 gegen 1-Situationen beschreiben zu können, wurde ein kinematisches Modell entwickelt, welches zur Analyse jedes einzelnen Versuches verwendet wurde. Zur Erstellung dieses Modells wurde das Wissen von Experten aus dem Fußballsport (z.B. Trainer, ehemalige Spieler) verwendet. Die Daten, die in das Modell eingespeist wurden, wurden einerseits mit Hilfe des unter Punkt 4 beschriebenen Trackingsystems LPM und andererseits mit Videomaterial, welches zusätzlich zu den Positionsdaten aufgenommen wurde, akquiriert.

Da an der Studie ausschließlich männliche Personen teilnahmen, wird in allen Kapiteln, die sich auf ebendiese Studie beziehen, nur die männliche Form verwendet.

3.1 Setting der Situation

Für die Messung der 1 gegen 1-Situationen wurde ein frontales Aufeinandertreffen der beiden Gegenspieler gewählt. Damit sollte dem Stürmer möglichst viel Entscheidungsfreiraum hinsichtlich der ausführbaren Aktion, gelassen werden. Die gesamte zur Verfügung stehende Fläche war beinahe eine Spielfeldhälfte eines Fußballfeldes. Die Startposition des Stürmers, welcher zu Beginn im Besitz des Balles ist, wurde am Mittelkreis in dieser Spielfeldhälfte mit einer Markierung festgelegt. Der verteidigende Spieler stand vor dem Start im Strafraum im Bereich zwischen dem Elfmeterpunkt und der Außenlinie des Strafraums. Der Torhüter befand sich im Tor. Der Beginn der Übung wurde durch den Stürmer, welcher sich mit dem Ball am Fuß in Richtung Tor in Bewegung setzt, festgelegt.

3.2 Wichtige Zeitpunkte und Phasen

Um die Spielsituationen bewerten zu können, wurden charakteristische Zeitpunkte (t_1 , t_2 , t_3 , t_5) festgelegt, welche jeden Versuch in mehrere Phasen (p_1 - p_3) unterteilen. Der Zeitpunkt t_4 (Nachsetzen) wurde in der Auswertung nicht berücksichtigt (siehe 3.6). Insgesamt wurden vier spezifische Zeitpunkte bestimmt, durch die jede Situation in drei Phasen gegliedert wird. Im Folgenden sollen diese Schlüsselmomente und die damit in Verbindung stehenden Phasen erläutert werden.

Der Punkt t_1 (Start) wurde zu jenem Zeitpunkt gesetzt, an dem sich der Stürmer in Bewegung in Richtung des Tores setzt. Um diesen Moment möglichst exakt zu erfassen,

wurde der Verlauf der Beschleunigung des Stürmers betrachtet. Der Start wurde damit so festgelegt, dass es der Zeitpunkt ist, an dem der Angreifer eine positive Beschleunigung erreicht, der Graph der Beschleunigung also einen Nulldurchgang in Richtung der positiven Achse hat. Dabei ergab sich häufig das Problem, dass sich die Angreifer vor dem Beginn des Versuchs unspezifisch bewegten, zum Beispiel um den Ball in eine adäquate Position zu befördern. Diese Aktionen, welche natürlich ebenso mit positiver Beschleunigung einhergingen, führten jedoch nicht zu einer eindeutigen Bewegung in die Richtung des Gegenspielers. Daher wurde genau der letzte Nulldurchgang des Graphen der Beschleunigung gewählt, bevor der Spieler eindeutig auf das Tor zuläuft, was aus den Videoaufnahmen sehr präzise erkennbar war.

Sobald der Angreifer mit dem Ball auf das Tor zuläuft, beginnt auch der Verteidiger auf den Gegenspieler zuzulaufen, was bei diesem zu einer positiven Beschleunigung und Geschwindigkeit führt. Der Punkt t_2 (Platzierung) wurde zu jenem Zeitpunkt markiert, an dem sich die Geschwindigkeit des Verteidigers auf Null reduziert hat, er also seine Bewegung in Richtung des Angreifers abgebremst hat und kurz zum Stillstand gekommen ist, bevor er die Bewegungsrichtung des Stürmers einschlägt. Am Punkt t_2 ist also sehr genau erkennbar, wo – sowohl absolut auf dem Feld, als auch relativ zum Gegenspieler – sich der verteidigende Spieler platziert, um den Stürmer zu stellen. Dieser Zeitpunkt konnte ebenso wie t_1 aus einem Graphen abgelesen und daher sehr exakt bestimmt werden.

Nachdem der Verteidiger zum Stillstand gekommen ist, beginnt er damit, sich in die gleiche Richtung wie der Angreifer rückwärts zu bewegen. Dabei kommt der Stürmer immer näher an den Verteidiger heran bis zum Punkt t_3 (Durchbruch). Dies ist der Zeitpunkt, an dem man klar erkennen kann, dass der Stürmer an einer der beiden Seiten an dem verteidigenden Spieler vorbeizukommen versucht. Es ist also jener Moment, an dem sich der Angreifer durch seine Bewegungen eindeutig für ein Vorbeikommen am Verteidiger für eine der beiden möglichen Seiten entscheidet. Die Wahl der Seite wird aus der Sicht des Angreifers mit links beziehungsweise rechts bezeichnet. Dieser Zeitpunkt stellte eine besondere Herausforderung dar, da sich dieser nicht aus den kinematischen Daten quantitativ feststellen lassen konnte, sondern ausschließlich aus dem zusätzlich aufgenommenen Video festgelegt werden musste. Der Angreifer entschied sich in den meisten Fällen nicht sofort für eine Richtung, sondern versuchte den Verteidiger zunächst durch Finten und Hacken in eine ungünstige Position zu bringen. Deshalb musste jene Richtungsänderung als entscheidend bestimmt werden, welche zuletzt vor dem Versuch, am Verteidiger seitlich vorbeizukommen, vorgenommen wurde.

Am wichtigen Punkt t_5 (Abschluss) wird der Schuss selbst abgegeben, er stellt also jedenfalls das Ende eines Versuches dar. Es wurde jener Moment gewählt, an dem der Angreifer den Ball mit dem Fuß trifft, um auf das Tor zu schießen. Da die Trajektorie des Balles selbst nicht mit dem LPM-System aufgenommen wurde, musste auch dieser Zeitpunkt aus dem Video qualitativ bestimmt werden, was jedoch beinahe immer problemlos möglich war, da sich die Schussbewegung deutlich von der Laufbewegung unterschied und der Moment, in dem der Fuß den Ball trifft, sehr genau erkennbar war. Wichtig ist an dieser Stelle zu erwähnen, dass der Zeitpunkt t_5 in vielen Fällen gar nicht erreicht wurde, es also nicht zum Torschuss kam. Dies war immer dann der Fall, wenn der angreifende Spieler den Ball bereits vor der Abschlussmöglichkeit an den Verteidiger verlor, oder der Ball geklärt wurde. Ähnliches gilt auch für den Zeitpunkt t_3 , allerdings kam dies nur selten vor und soll später separat behandelt werden.

Die Phase p_1 ist der Zeitabschnitt zwischen dem Start (t_1) und der Platzierung (t_2) und wird als Annäherung bezeichnet. Dabei bewegen sich beide Spieler aufeinander zu, wobei der Angreifer den Vorteil hat, den Startzeitpunkt durch seine Vorwärtsbewegung bestimmen zu können. In dieser Phase ist es für beide Spieler von besonderer Bedeutung sich möglichst rasch von ihrer Startposition zu entfernen, also einen möglichst großen Weg zurückzulegen. Der Angreifer tut dies mit dem Ziel, bereits nahe dem Strafraum zu sein, bevor er die verteidigende Person zu überspielen hat, während dieser wiederum versucht, einen großen Abstand zwischen sich und das Tor zu bringen, bevor er sein Tempo reduzieren muss. Das Zulaufen wird durch den Verteidiger beendet, der seine Vorwärtsbewegung abbremst, um in adäquater Entfernung zum Angreifer stehen zu bleiben. An diesem Punkt (t_2) endet die Phase p_1 .

Die Phase p_2 (Konfrontation) ist der Abschnitt zwischen den Zeitpunkten t_2 und t_3 , also der Bereich zwischen der Platzierung des Verteidigers und dem versuchten Durchbruch des Angreifers. Diese Phase stellt hohe Ansprüche an beide Personen, wobei der Verteidiger hier nicht nur reagieren muss, sondern selbst den weiteren Verlauf des Versuches entscheidend beeinflussen kann. Nach dem Abstoppen der Vorwärtsbewegung in zweckmäßiger Entfernung zum Stürmer beginnt der Abwehrspieler in Richtung des eigenen Tores rückwärts zu laufen, sodass er den Angreifer stets beobachten kann. Dabei versucht er, durch seine relativ zum ballführenden Spieler geringere Geschwindigkeit auch dessen Tempo zu reduzieren, um mehr Zeit für eine passende Reaktion zu haben. Das Tempo beider Spieler reduziert sich also, während beide näher aneinander rücken und sich auf das Tor zubewegen. Die Rückwärtsbewegung des Abwehrspielers findet zumeist nicht geradlinig sondern zusätzlich leicht seitlich statt, wodurch sich eine Körperdrehung des Verteidigers ergibt, durch die eine Schulter weiter

vorne ist als die andere. Durch diese spezifische Bewegung und Körperhaltung „bietet“ der Verteidiger dem Angreifer eine Seite an, nämlich jene, auf der die Schulter weiter hinten ist, um auf dieser vorbeizulaufen. Der Angreifer versucht in dieser Phase des geringer werdenden Abstandes zwischen den beiden Teilnehmern durch Finten, Körpertäuschungen und Richtungsänderungen den Abwehrspieler zu täuschen.

Die Phase p_3 (Zweikampf) ist jene Zeitspanne vom eigentlichen Versuch des Durchbruches (t_3), also des seitlichen Vorbeikommens des Angreifers, bis zum Abschluss (t_5). Um in diese Phase zu gelangen, muss der Angreifer den Verteidiger zunächst erfolgreich überspielt haben. Anschließend folgt ein Laufduell der beiden Spieler, und, sofern der Abwehrspieler nochmals in die Nähe des Balles kommt, ein Zweikampf um den Ball, bei dem es für den Verteidiger darum geht, den Ball entweder zur Seite zu klären oder einen abgegebenen Torschuss zu blockieren. Diese Phase wurde in einigen Fällen nicht erreicht, da der Angreifer bei dem Versuch, den Verteidiger zu überspielen oder zu überlaufen scheiterte und den Ball verlor. Außerdem wurde dieser Abschnitt nicht wie die anderen beiden immer durch denselben Zeitpunkt beendet, da es ungeachtet des Überspielens nicht immer zum Torschuss kam, sondern der Verteidiger vor dem Abschluss den Ball noch klären oder erobern konnte.

3.3 Verhalten und wichtige Attribute in den einzelnen Phasen

In der Phase p_1 , der Annäherung, ist es von entscheidender Bedeutung, möglichst viel Raum zwischen sich und die Startposition zu bringen, weshalb eine hohe Beschleunigung und Geschwindigkeit besonders wichtig sind. Für den Angreifer, der sich im Ballbesitz befindet, ist außerdem ein sicheres Führen des Balles auch in gesteigertem Tempo unerlässlich. Eine gute Ballkontrolle bei hohem Tempo führt dazu, dass sich der Angreifer schneller über den Platz bewegen kann, und daher vom Verteidiger, welcher lediglich in Richtung Mittellinie sprinten muss, erst später gestellt werden kann. Für den Abwehrspieler geht es in dieser Phase darum, eine möglichst große Distanz zurückzulegen, bevor der Stürmer gestellt wird und darum, in adäquater Entfernung zum Angreifer zum Stehen zu kommen, um ausreichend Zeit für eine Reaktion auf die Aktionen des ballführenden Spielers zu haben. Der optimale Abstand zwischen den beiden Spielern für das Abstoppen der Vorwärtsbewegung des Verteidigers, beträgt circa fünf bis maximal acht Meter (Peter, 2012, S. 17).

In der Phase der Konfrontation (p_2) reduziert sich der Abstand zwischen den beiden Spielern, wodurch die Zeit für Reaktionen geringer wird. Der Verteidiger versucht einerseits die Geschwindigkeit und Richtung der Bewegung der des Stürmers

anzupassen, um nicht überlaufen zu werden. Andererseits ist es das Ziel des Abwehrspielers, durch seine rückwärtsgerichtete verlangsamte Bewegung die Geschwindigkeit des Angreifers stetig zu reduzieren, um diesen leichter berechenbar zu machen. Aufgrund der geringen Distanz zwischen den beiden Spielern, muss der Verteidiger eine hohe Reaktionsschnelligkeit besitzen, um rechtzeitig auf Aktionen des ballführenden Spielers reagieren zu können. Außerdem sollte der Verteidiger bewusst eine Seite für das Vorbeilaufen des Stürmers „anbieten“ (siehe 3.2), wobei die Entscheidung darüber, welche Richtung dies ist, aus einer von zwei unterschiedlichen Betrachtungsweisen fallen sollte. Entweder öffnet der Verteidiger jene Seite, auf der der Angreifer den schwächeren Fuß verwenden muss, um den Ball sicher am Abwehrspieler vorbeiführen zu können (z.B. wird ein Rechtsfuß aus dessen Sicht auf die linke Seite gelenkt, um den Ball mit dem linken Fuß, welcher der vom Verteidiger weiter entfernte ist, führen zu müssen), oder der Verteidiger gibt bewusst jene Seite frei, auf der er selbst besser verteidigen kann (z.B. öffnet der Verteidiger, der Rechtsfuß ist, aus seiner Sicht die rechte Seite, das heißt, er hat die linke Schulter und den linken Fuß weiter vorne, um das rechte Bein als Spielbein frei für ein Tackling zu haben).

Für den Angreifer geht es in dieser Phase vor allem darum, möglichst wenig Geschwindigkeit zu verlieren, um schlechter ausrechenbar zu sein. In diesem Abschnitt ist ein noch größeres Maß an Ballkontrolle erforderlich, da zum Ballführen bei hohem Tempo Hacken, Finten und Dribblings hinzukommen, die im Optimalfall ebenfalls ohne Verlust von Geschwindigkeit durchgeführt werden sollen. Diese Körpertäuschungen sollten in Kombination mit Richtungsänderungen der Bewegung dazu führen, dass der Verteidiger aus der Balance kommt und den Durchbruch auf einer der beiden Seiten nicht verhindern kann.

Die Phase des Zweikampfes (p_3) ist durch intensiven Kontakt beider Spieler gekennzeichnet. Diese Phase wird erreicht, sobald der Angreifer seitlich am Verteidiger vorbeizugehen versucht und daher den Ball zu einer Seite führt. Sofern es beim Versuch des Vorbeigehens nicht zu einem Zweikampf kommt und der Stürmer den Ball am Abwehrspieler vorbeiführen konnte, kommt es zu einem Laufduell der beiden Spieler, bei dem es zum engen Kontakt kommt. Das Hauptziel des Angreifers ist es, schneller als der Verteidiger zu sein, weshalb auch in dieser Phase ein hohes Maß an Ballkontrolle gefordert ist. Außerdem versucht er, den Ball mit Hilfe des eigenen Körpers abzudecken, sodass der Abwehrspieler diesen nicht erreichen kann, ohne ein Foul zu begehen. Sofern der Stürmer den Abwehrspieler derart abgeschirmt hat, strebt er einer zentralen Position vor dem Tor entgegen, von wo aus er zum Abschluss kommen kann. Der Abwehrspieler versucht, in unmittelbare Nähe des Angreifers zu gelangen, um den Ball entweder

wegschlagen oder erobern zu können. Eine hohe Antrittsschnelligkeit sowie körperliche Robustheit sind besonders wichtig. Falls der Ball nicht erobert oder geklärt werden kann, versucht der Verteidiger, den Angreifer am Erreichen einer guten Schussposition zu hindern, ihn also in eine seitliche Position zum Tor zu drängen, beziehungsweise ihn beim Torschuss so zu behindern, sodass dieser nicht erfolgreich ist.

3.4 Kinematische Variablen

Im Folgenden sollen alle kinematischen Variablen, die zur Analyse der Versuche und zur statistischen Auswertung verwendet wurden, genannt und kurz beschrieben werden. Die x-Koordinate ist, wie im Punkt 3 beschrieben, festgelegt. Alle berechneten kinematischen Daten sind in Tabelle 2 dargestellt. Die Parameter sind in der Syntax „A₁_A₂_B“ dargestellt, wobei „A₁“ und „A₂“ die Bezeichnung der Parameter darstellen (A₂ wurde nicht bei jeder Variablen verwendet) und „B“ den Zeitpunkt oder die Phase, zu dem der Parameter gemessen beziehungsweise berechnet wurde.

Tabelle 2: Kinematische Variablen

<i>Name</i>	<i>Beschreibung</i>
xD_t ₁	x-Koordinate des Verteidigers zum Zeitpunkt t ₁
xD_t ₂	x-Koordinate des Verteidigers zum Zeitpunkt t ₂
Diff_xD_p ₁ = xD_t ₂ - xD_t ₁	Unterschied der x-Koordinaten zwischen t ₁ und t ₂ ; Distanz, die der Verteidiger zwischen t ₁ und t ₂ zurückgelegt hat
d_t ₁	Distanz zwischen Verteidiger und Stürmer zum Zeitpunkt t ₁
d_t ₂	Distanz zwischen Verteidiger und Stürmer zum Zeitpunkt t ₂
d_t ₃	Distanz zwischen Verteidiger und Stürmer zum Zeitpunkt t ₃
d_t ₄	Distanz zwischen Verteidiger und Stürmer zum Zeitpunkt t ₄
d_t ₅	Distanz zwischen Verteidiger und Stürmer zum Zeitpunkt t ₅
vA_max_p ₁	Maximale Geschwindigkeit des Stürmers in der Phase p ₁
vA_t ₂	Geschwindigkeit des Stürmers zum Zeitpunkt t ₂
vA_t ₃	Geschwindigkeit des Stürmers zum Zeitpunkt t ₃
vA_max_p ₃	Maximale Geschwindigkeit des Stürmers in der

	Phase p_3
vA_{t_4}	Geschwindigkeit des Stürmers zum Zeitpunkt t_4
aA_{t_3}	Beschleunigung des Stürmers zum Zeitpunkt t_3
$vD_{max_{p_1}}$	Maximale Geschwindigkeit des Verteidigers in der Phase p_1
vD_{t_2}	Geschwindigkeit des Verteidigers zum Zeitpunkt t_2
vD_{t_3}	Geschwindigkeit des Verteidigers zum Zeitpunkt t_3
$vD_{max_{p_3}}$	Maximale Geschwindigkeit des Verteidigers in der Phase p_3
vD_{t_4}	Geschwindigkeit des Verteidigers zum Zeitpunkt t_4
aD_{t_3}	Beschleunigung des Verteidigers zum Zeitpunkt t_3
$diff_{vA_{p_1}} = vA_{max_{p_1}} - vA_{t_2}$	Unterschied zwischen der maximalen Geschwindigkeit des Angreifers in p_1 und der Geschwindigkeit zu t_2
$diff_{vA_{p_3}} = vA_{t_4} - vA_{t_3}$	Unterschied zwischen der Geschwindigkeit des Stürmers zu t_3 und t_4
$diff_{vAD_{t_3}} = vA_{t_3} - vD_{t_3}$	Unterschied zwischen den Geschwindigkeiten von Stürmer und Verteidiger zu t_3
$diff_{aAD_{t_3}} = aA_{t_3} - aD_{t_3}$	Unterschied zwischen den Beschleunigungen von Stürmer und Verteidiger zu t_3

3.5 Weitere Parameter

Zusätzlich zu den auf Basis der Positionsdaten errechneten kinematischen Variablen wurden einige weitere Parameter qualitativ mit Hilfe des Videos festgelegt (Tabelle 3). Diese sind für die Beschreibung der Versuche unerlässlich, konnten jedoch nicht durch die vom LPM-System gemessenen Daten bestimmt werden. Diese werden anschließend beschrieben.

Tabelle 3: Parameter zur Beschreibung der Versuche

<i>Name</i>	<i>Mögliche Werte</i>
Opening	left, right (l,r)
Break	left, right (l,r)
Passing	yes, no (y,n)
Shot	yes, no(y,n)
Result	Dependent on Shot

„Opening“ bezeichnet die Seite, welche dem Stürmer vom Verteidiger „angeboten“, also für ein Vorbeilaufen geöffnet wird (siehe 3.2 und 3.3). Dieser Parameter wird in der Phase p_2 festgelegt und ergibt sich aus der Körperhaltung des Verteidigers relativ zum Angreifer. Die möglichen Werte „left“, „right“ sind aus der Sicht des Angreifers bestimmt (z.B. wenn sich das linke Bein und die linke Schulter des Verteidigers weiter vorne befinden, wird dem Angreifer aus dessen Sicht die linke Seite geöffnet).

„Break“ beschreibt jene Seite, für die sich der Angreifer entscheidet, um an dem Abwehrspieler vorbeizulaufen. Auch diese Variable hat die möglichen Werte „left“, „right“ und wird ebenso wie „Opening“ aus der Sicht des ballführenden Spielers festgelegt. „Break“ muss nicht denselben Wert wie „Opening“ haben, da sich der Angreifer bewusst dafür entscheiden kann, nicht die Seite für ein Vorbeikommen zu wählen, die ihm vom Verteidiger durch dessen Körperhaltung angeboten wird.

Mit dem Parameter „Passing“ wird spezifiziert, ob es dem Angreifer gelungen ist, am Verteidiger vorbeizukommen, das heißt diesen zu passieren („yes“, „no“). Zwar wäre eine Bestimmung dieser Variablen auch aus den Positionsdaten möglich gewesen, indem man die x-Koordinaten der beiden Spieler vergleicht, jedoch konnte mit diesem Vorgehen keine befriedigende Übereinstimmung mit den Expertenmeinungen aus dem Videomaterial erlangt werden (z.B. Hat ein Verteidiger, der deutlich seitlich versetzt, aber parallel zum Angreifer läuft, die gleiche Position auf der x-Achse, er kann jedoch keinen Einfluss auf das Verhalten des Angreifers nehmen, weshalb in diesem Fall der Wert „yes“ anzugeben wäre). Daher wurde auch dieser Parameter qualitativ aus den Videosequenzen bestimmt.

Der Parameter „Shot“ hat die möglichen Werte „yes“, „no“ und legt lediglich fest, ob ein Schuss durch den Angreifer abgegeben wurde. Da der Ball selbst nicht mit dem LPM-System erfasst werden kann, musste dieser Parameter aus der Videoaufzeichnung ermittelt werden, da Positionsdaten zum Spielgerät nicht vorhanden waren. Da der Ball in dem aufgenommenen Videomaterial beinahe immer sehr gut zu erkennen war, führte das Fehlen der Ball-Trackingdaten zu keinen Problemen. Die Variable „Shot“ hat entscheidenden Einfluss auf den Parameter „Result“, da dessen Wertebereich davon abhängt, ob ein Schuss abgegeben worden ist.

Die Wertebereiche des Parameters „Result“ sind in der Tabelle 4 ersichtlich und werden anschließend erläutert.

Tabelle 4: Wertebereiche von „Result“

„Shot“	„Result“
yes	Goal
yes	Save
yes	Miss
yes	Block
no	Ball-Control_p2
no	Ball-Control_p3
no	Ball-Control_t3
no	Clearance_t3
no	Clearance_p3
no	Turnover_t3
no	Turnover_p3
no	Foul_p2
no	Foul_p3
no	Foul_t3
no	Delay_p3

Wenn ein Schuss vom Angreifer abgegeben wurde („Shot“ = „yes“), so konnte dieser zunächst vom Verteidiger geblockt werden („Block“). Um den Torschuss zu blockieren, musste sich der Abwehrspieler in unmittelbarer Nähe des Stürmers befinden und entweder noch zwischen diesem und dem Tor oder seitlich von ihm positioniert sein. Sofern der Torschuss nicht vom Verteidiger abgeblockt wurde, gab es drei mögliche Ausgänge, die ein Versuch nehmen konnte. Zum einen konnte der Ball, wenn der Schuss nicht präzise genug war, das Tor verfehlen („Miss“), zum anderen konnte er das Tor treffen. Im letztgenannten Fall hing der Ausgang vom Torhüter ab, je nachdem, ob er den Ball fangen oder abwehren konnte („Save“), oder ob er den Schuss nicht parieren konnte („Goal“). In diesem Zusammenhang ist es notwendig zu erwähnen, dass Schüsse, die zunächst vom Torhüter derart abgewehrt wurden, sodass der Angreifer nochmals in Ballbesitz kam und danach ein Tor erzielte, dennoch mit („Save“) markiert wurden.

Die Bedingungen, durch die es nicht zum Torschuss („Shot“ = „no“) kam, sind vielfältig. Es wurden insgesamt fünf verschiedene ausschlaggebende Gründe, welche in verschiedenen Phasen beziehungsweise zu unterschiedlichen Zeitpunkten eintreten können, charakterisiert. Der erste Parameter ist „Ball-Control“, der die mangelnde

Fähigkeit des Angreifers, den Ball in geeigneter Art und Weise zu führen und zu kontrollieren, beschreibt. Durch die schlechte Ballführung kam es zum Verlust desselben und somit zum Ende des Versuches. Die unzureichende Kontrolle des Fußballs trat sowohl in den Phasen p_2 und p_3 , als auch zum Zeitpunkt t_3 auf.

Zum Zeitpunkt des Durchbruches des Angreifers (t_3) und in der Phase des Zweikampfes (p_3) kam es zu intensiven Auseinandersetzungen zwischen den beiden beteiligten Spielern. Dabei gab es einige Fälle, in denen der Verteidiger den Ball zur Seite wegschlagen oder in die Richtung des Torhüters zurückspielen konnte, jedoch ohne dabei unter Kontrolle des Balles zu kommen („Clearance“). In manchen Versuchen gelang es dem Abwehrspieler sogar, den Ball vom Angreifer zu erobern und ihn kontrolliert in Richtung Mittellinie zu führen („Turnover“), wobei dieser Ausgang das Optimum für den Verteidiger darstellt.

In wenigen Fällen beging der Verteidiger beim Versuch, den Ball zu erreichen, um diesen zu klären oder zu erobern, ein Foul („Foul“). Dieses Vorgehen ist ein im Fußballsport häufig angewendetes Mittel um einen Angreifer, eine Angreiferin am Vorbeilaufen beziehungsweise am Torschuss zu hindern. Ein solches Verhalten war in diesem Setting jedoch nicht erwünscht. Daher nahmen nur wenige Versuche diesen Ausgang, ohne dass die regelwidrigen Störungen absichtlich geschahen.

Der Parameter „Delay“ wurde immer dann als Ergebnis gewählt, wenn ein Offensivspieler sich nicht an die Aufgabenstellung hielt und mit dem Ball entweder nach vorne oder aber zumindest parallel zur Grundlinie lief, sondern sich teilweise zurück in Richtung Mittellinie bewegte oder in ein Dribbling ging, welches nicht dem Zweck diente, in eine bessere Position für den Abschluss zu gelangen. Außerdem fielen in diese Kategorie jene Zweikämpfe, bei denen die Phase p_3 , also der Zeitraum zwischen t_3 und t_5 länger als 5,5 Sekunden andauerte. Der Angreifer verlor bei diesen Zweikämpfen zwar nicht den Ball, wurde jedoch vom Verteidiger immer weiter seitlich ablenken bis zu einer Position, aus der er kein Tor mehr erzielen konnte.

3.6 Adaptierungen des Modells

Das Modell musste während der Analyse der 1 gegen 1-Situationen immer wieder adaptiert und verändert werden, um den Ansprüchen der Eindeutigkeit zu genügen. Die wichtigste Änderung am Modell, die während der Auswertung durchzuführen war, war die völlige Eliminierung eines zunächst angedachten Zeitpunktes t_4 (Nachsetzen), welcher sich zeitlich zwischen den Zeitpunkten Durchbruch und Abschluss befinden sollte. Diese Marke sollte jenen Moment markieren, an dem der Verteidiger den geringsten Abstand

zum Angreifer hat, nachdem dieser an ihm vorbeigelaufen ist. Es sollte also der Zeitpunkt festgelegt werden, an dem der Abwehrspieler nochmals in unmittelbare Nähe des Stürmers gelangt, nachdem er bereits zu t_3 überspielt wurde. Dieser Parameter sollte sich folglich, so zunächst die Überlegung, aus dem minimalen Abstand der beiden Spieler nach dem Zeitpunkt t_3 ergeben. Das Hauptproblem an dieser Definition lag daran, dass der kleinste Abstand der beiden Personen unmittelbar nach dem Moment t_3 , zu welchem die beiden Spieler beinahe idente Koordinaten aufwiesen, zu markieren war. Es hatte also keine praktische Relevanz diesen Moment festzulegen, da er sich nur in der Größenordnung von Zehntelsekunden vom Zeitpunkt t_3 unterschied. Das Phänomen, welches eigentlich mit diesem Marker beschrieben werden sollte, bei dem der Abwehrspieler, nachdem er vom Angreifer überwunden wurde, diesen nochmals unter Druck setzen konnte, konnte bei nur sehr wenigen Fällen erkannt werden. Das Stören oder Hindern am Torschuss, nachdem der Abwehrspieler überspielt worden war, war nur sehr selten zu erkennen. In der überwiegenden Mehrheit der Fälle konnte der Verteidiger entweder während des Zeitpunktes t_3 oder unmittelbar danach den Ball erobern, beziehungsweise den Kontakt zum Angreifer halten, sodass es gar nicht zum Schuss auf das Tor kam, oder der Abwehrspieler wurde derart ausgespielt, dass er keine Gelegenheit mehr hatte, den Ausgang des Versuches noch entscheidend zu beeinflussen. Aus diesem Grund war der Zeitpunkt „Nachsetzen“ obsolet und wurde bei der Auswertung nicht berücksichtigt.

Auch bei den Parametern "Opening" und "Break" musste in der Definition nachgearbeitet werden. Bei dieser Nachjustierung ging es vor allem darum, zu welchem Zeitpunkt man diese beiden Kriterien festzulegen hat. Es ergab sich bei der Analyse aus dem Bildmaterial häufig das Problem, dass sowohl die Seite, die vom Verteidiger für den Angreifer geöffnet wurde, als auch jene, auf die der Stürmer strebte, während eines Versuches mehrmals wechselten. Bei dem ballführenden Spieler wurde daher jene Richtung als ausschlaggebend gewertet, die er vor dem tatsächlichen Vorbeiführen des Balles am Verteidiger eingeschlagen hatte. Hacken oder Finten, welche vor dieser Richtungsänderung in der Bewegung des Angreifers zu erkennen waren, wurden daher im Parameter "Break" nicht berücksichtigt. Bei der Variablen "Opening" lag diese Problematik seltener vor, da sich die Abwehrspieler häufig bereits zu Beginn des Versuches über ihre starke Seite, beziehungsweise die schwächere des Angreifers bewusst waren (siehe 3.3). Dennoch war es in wenigen Fällen auch bei diesem Parameter sehr schwierig, die Seite eindeutig festzulegen, da der Verteidiger sich entweder in einer neutralen Stellung auf den Stürmer zubewegte, ihn also frontal anließ, ohne eine Seite zu öffnen, oder sich die weiter nach vorne geneigte Schulter und damit

auch die geöffnete Seite mehrmals änderte. In gleicher Weise wie bei der Variablen „Break“ wurde in diesen Fällen der Wert der Variablen „Opening“ so gewählt, dass er jener Seite entspricht, welche zuletzt vor dem Versuch des Durchbruches geöffnet wurde.

Einige Versuche konnten nicht zur statistischen Auswertung herangezogen werden, da die Angreifer bereits vor dem Durchbruch (t_3) versuchten, auf das Tor zu schießen. Da die Aufgabe darin bestand, zunächst den Verteidiger zu überwinden und dann zum Abschluss zu kommen, mussten diese Fälle als ungünstig gewertet werden. Ein eigener Wert für den Parameter „Result“ wurde hier, so wie es bei absichtlicher Verzögerung des Angreifers getan wurde (Delay_p₃), nicht eingeführt. Diese Situationen wurden nicht berücksichtigt, da wesentliche Teile der 1 gegen 1-Spielsituation, der Durchbruch und der Zweikampf beziehungsweise das Laufduell, nicht stattfanden.

4 Das System zur Positionserfassung und die Analysesoftware

Um die Positionen auf dem Spielfeld zu den im vorigen Kapitel beschriebenen Zeitpunkten und Phasen festlegen zu können, mussten alle Spieler während der Durchführung der Übung zeitlich und räumlich erfasst werden. Dazu diente das Local Positioning Measurement System (LPM), mit dem Positionen von Personen in Echtzeit erkannt und gespeichert werden können. Ogris et al. (2012) haben in ihrer Studie zur Genauigkeit des LPM-Systems festgestellt, dass es sich gut für die praktische Anwendung im Sport eignet. Die Genauigkeit übersteigt jene von videobasierten Systemen und solchen, die auf GPS beruhen (Frencken et al., 2010). Zusätzlich geben die Autoren Frencken et al. (2010, S. 644) folgende Ergebnisse der Überprüfung des LPM-Systems an. „The LPM-system is a valid tool to record positions of athletes in outdoor and indoor field settings. This opens up new avenues for sports scientists. The LPM-system provides accurate data in static and dynamic conditions at various speeds. Multiplayer testing in training or matches with high sampling rate is possible.“. Die Studien zeigen daher, dass sich das verwendete Tracking-System sehr gut für die empirische Untersuchung und Erhebung der benötigten Daten in diesem Setting eignet.

4.1 Funktionsweise des LPM-Systems

Das System besteht aus zehn Antennen (Basisstationen), die regelmäßig um ein Feld angeordnet sind und alle Transponder innerhalb des Messbereichs ansteuern. Die Transponder, die von den Spielern getragen werden nehmen die Signale auf und senden Radiowellen zurück an die Basisstationen. Da sich diese elektromagnetischen Wellen mit konstanter Geschwindigkeit ausbreiten, kann aus der Dauer, bis die Antwort des Transponders bei einer Basisstation ankommt, dessen Position bestimmt werden. Um diese Dauer messbar zu machen, wird ein Referenztransponder verwendet, der in bekannter Lage zu den Basisstationen platziert wird. Der Weg zwischen diesem Transponder und den Basisstationen sollte frei sein (Pfeil, Schuster & Stelzer, 2013, S. 153-154). Das System hat eine statische Abtastrate von 1000 Hz, ein Transponder kann also theoretisch bis zu 1000 Mal pro Sekunde geortet werden. Bei einer Messung eines Fußballspieles mit 22 Spielern kann die Position jedes Spielers mit circa 45 Hz aufgenommen werden (Leser, Baca & Ogris, 2011, S. 9784-9785). Abbildung 3 zeigt eine schematische Darstellung des LPM-Systems.

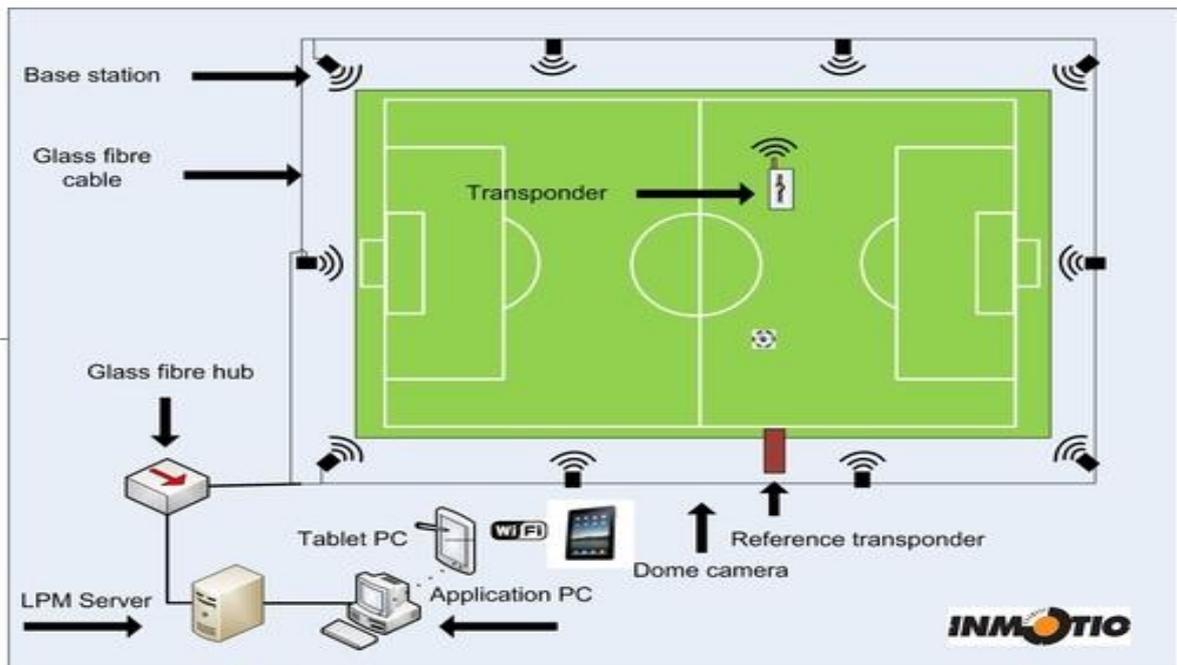


Abbildung 3: Schema des LPM-Systems (<http://www.inmotio.eu/en-GB/20/lpm-technology.html>)



Abbildung 4: LPM-Weste mit Transponder (<http://www.inmotio.eu/en-GB/20/lpm-technology.html>)

Die Sportler tragen je zwei Transponder während der Übung. Diese sind rechteckige Kunststoffboxen, die auf dem Rücken unterhalb der Schultern getragen werden, um einen möglichst kurzen und störungsfreien Weg zwischen den Transpondern und den Antennen zu gewährleisten. Die Transponder werden in Taschen, die sich an der Außenseite einer Weste befinden, fixiert. Diese Weste kann über der gewohnten Kleidung getragen werden. In Abbildung 4 ist eine solche Weste mit einem Transponder zu sehen. Im Bild ist der Transponder zur besseren Erkennbarkeit nicht völlig in der Tasche verpackt.

Wie von Frencken et al. (2010, S. 643) beschrieben, liefert das LPM-System qualitativ sehr hochwertige Ergebnisse bei Messungen von Positionsdaten in statischen und dynamischen Fällen. Die Aufzeichnung konnte bis auf wenige Ausnahmen problemlos über die gesamte Dauer der Übung durchgeführt werden. Lediglich an den seitlichen Rändern des Spielfeldes gab es seltene Messungenauigkeiten. So wurden bei Spielern, die Bälle, welche außerhalb des Feldes lagen, holten, unrealistisch hohe Geschwindigkeiten und Beschleunigungen nahe der Seitenlinie gemessen. Diese Fehler sind im kurzzeitigen Verlust des Signals der Transponder beim Verlassen des Feldes begründet. Für die Datenerhebung während der Zweikampfsituationen hatten diese Vorfälle keine Bedeutung, da die 1 gegen 1-Situationen in der Mitte des Spielfeldes stattfanden.

4.2 Analyse der Trackingdaten

Bei den LPM-Daten handelt es sich um 2-dimensionale Positionsdaten, welche als Punkte in einem x,y-Koordinatensystem dargestellt werden. Um den erhaltenen Koordinaten Sinn zu geben, ist es notwendig, die Lage des Koordinatensystems und dessen Ursprung festzulegen. Der Ursprung des Koordinatensystems, also sowohl der x- als auch der y-Achse, liegt im Mittelpunkt des Spielfeldes, mit der positiven x-Achse parallel zur Seitenlinie und der y-Achse parallel zur Grundlinie. Die positive y-Achse verläuft aus der Sichtweise des Angreifers nach links, die negative Achse nach rechts. Die positive x-Achse verläuft in Richtung jenes Tores, in dem sich der Torhüter befindet und auf das der Torschuss abgegeben werden soll. Abbildung 5 zeigt das Koordinatensystem schematisch.

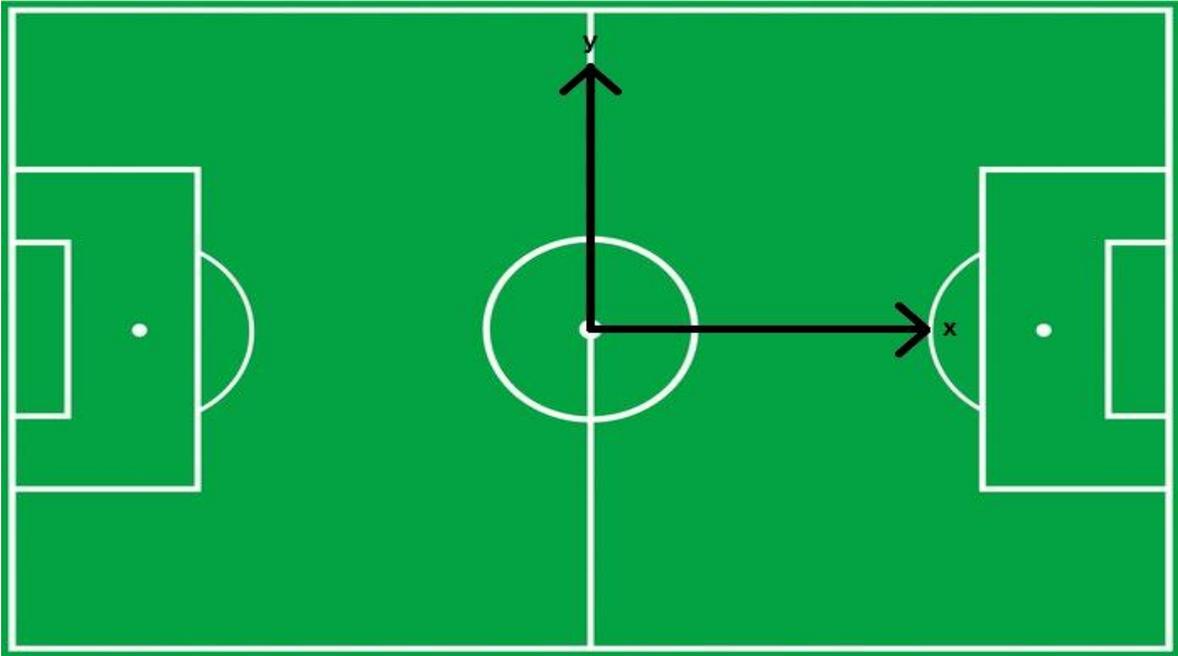


Abbildung 5: Koordinatensystem des LPM-Systems (modifiziert nach <http://www.duden.de/rechtschreibung/Fuszbballfeld>).

Die Positionsdaten wurden mit einer Frequenz von circa 50 Hz aufgenommen, welche einem Austausch zwischen Sender und Empfänger entspricht, der 50 Mal pro Sekunde stattfindet. Die Geschwindigkeiten (v) ergaben sich aus den Veränderungen der Positionen (s) über ein Zeitintervall (dt) $v = \frac{ds}{dt}$, wobei das Intervall dt bei einer Frequenz von 50 Hz theoretisch $\frac{2}{50}s$ betragen könnte. Die Beschleunigungen (a) der Spieler ergaben sich wiederum aus den Ableitungen der Geschwindigkeiten $a = \frac{dv}{dt}$. Die sich ergebenden Verläufe für die Geschwindigkeiten und Beschleunigungen wurden als Kurven dargestellt. Eine solche Kurve ist in Abbildung 6 dargestellt.

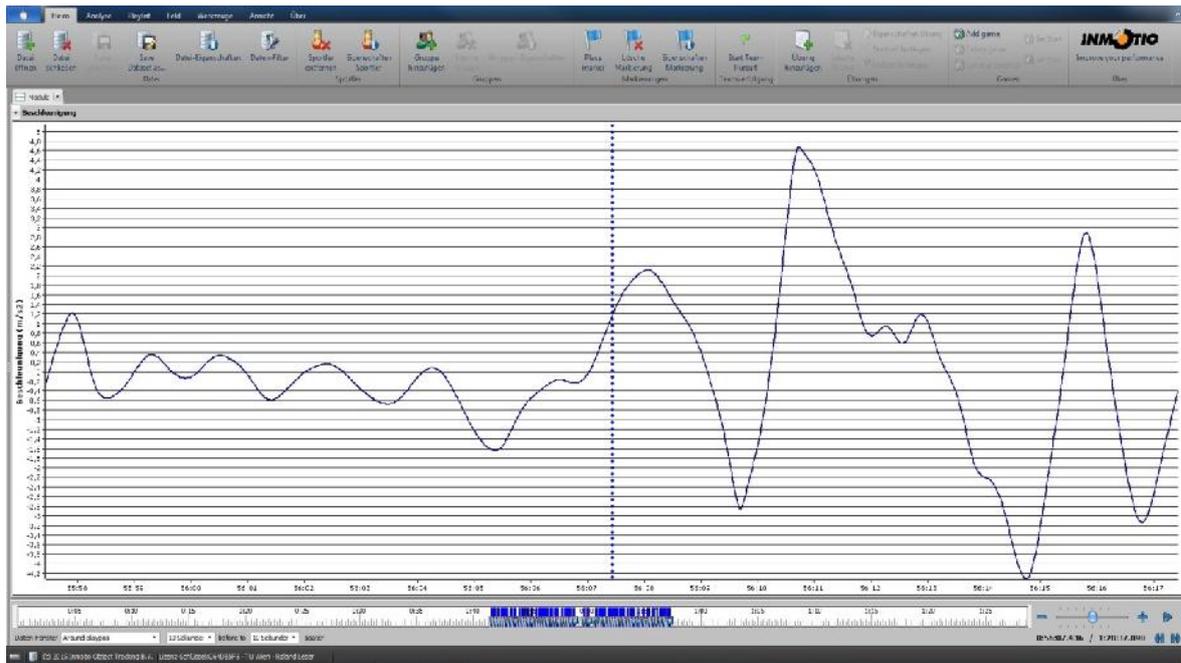


Abbildung 6: Verlauf der Beschleunigung eines Spielers über ein Zeitintervall

An der Skala auf der linken Seite können die Werte abgelesen werden. Die Darstellung wurde so gewählt, dass der aktuelle Zeitpunkt genau in der Mitte des Graphen liegt (senkrechte, strichpunktierte Linie). Der glatte Verlauf der Beschleunigungskurve wird durch die Anwendung von Kalman-Filtern erreicht (Ogris et al., 2012, S. 1510). Die gleiche Prozedur wird auch bei den Geschwindigkeitskurven angewendet und geschieht bei beiden kinematischen Größen automatisch.

Alle Daten wurden mit der Inmotio® Software Version 3.5.0.105 bearbeitet.

5 Empirische Forschung zu 1 gegen 1-Situationen

Das unter Punkt 3 beschriebene kinematische Modell wurde zur Analyse und empirischen Auswertung von realen Zweikampfsituationen herangezogen. Dazu wurden Jugendspieler eines Fußballvereines in ein wettkampfnahes Setting gebracht und ihre kinematischen Daten wie Positionen, Geschwindigkeiten und Beschleunigungen gemessen (3.4). Anschließend wurden verschiedene dieser Parameter mit Hilfe von deskriptiver Statistik und inferenzstatistischen Methoden in Beziehung zu den Ergebnissen der Versuche gesetzt.

5.1 Methodik

Im folgenden Abschnitt wird auf die Methodik, die zur Durchführung der empirischen Untersuchung angewendet wurde, näher eingegangen, wobei zusätzliche Informationen zu den Probanden, dem Versuchsaufbau sowie der Aufnahme und Aufbereitung der Daten gegeben werden.

5.1.1 Versuchspersonen

Für die Studie wurden insgesamt 20 Jugendliche eines Profifußballteams herangezogen. Die U15-Spieler ebendieser Mannschaft wurden im Oktober 2014 der Testung unterzogen, zu dieser Zeit waren die Spieler zwischen 14 und 15 Jahren alt. Aufgrund des großen Unterschiedes in der körperlichen Entwicklung, die sich in der Zeit der Pubertät ergibt (Willimczik, 2009, S. 301), erschien es sinnvoll, die Körpermaße und Körpergrößen in Form von Mittelwerten inklusive Standardabweichung anzugeben. Für die Körpergröße ergab sich der Wert 169.70 ± 8.13 cm, für die Körpermasse der Spieler 56.34 ± 9.62 kg. Vor allem der zweite Wert zeigt eine hohe Standardabweichung relativ zum Mittelwert (Abweichung um über 17%). Dies zeigt bereits, dass es bei einigen Versuchen aufgrund der großen Differenzen der körperlichen Voraussetzungen, ungeachtet des kalendarischen Alters, welches bei allen Probanden beinahe gleich war, notwendig war, einige Versuche von der Auswertung auszuschließen. Es konnte bei diesen Versuchen durch die großen Differenzen in der körperlichen Entwicklung nicht von einer wettkampfnahen Situation ausgegangen werden, weshalb sie nicht berücksichtigt wurden.

Die Spieler waren aufgefordert, unabhängig von ihrer im Fußballverein angestammten Position auf dem Spielfeld, (z.B. Offensiv- oder Defensivspieler) in beiden Funktionen, also sowohl als Angreifer, als auch als Verteidiger an der Studie teilzunehmen. Für den

Torwart galt dies nicht. Um das Setting ähnlich dem regulären Wettspiel zu gestalten, spielte der regulär eingesetzte Torhüter auch in der Studie auf dieser Position.

5.1.2 Versuchsaufbau

Abbildung 7 zeigt die Aufstellung der beiden Spieler vor Beginn eines Versuches, wie sie bereits unter Punkt 3.1 kurz erläutert wurde. Die Abbildung zeigt dieselbe Szene, wobei man links das Video, welches mit einer Kamera von erhöhter Position aus aufgenommen wurde, und rechts die Darstellung aus den Trackingdaten des LPM-Systems erkennen kann (siehe Kapitel 4).

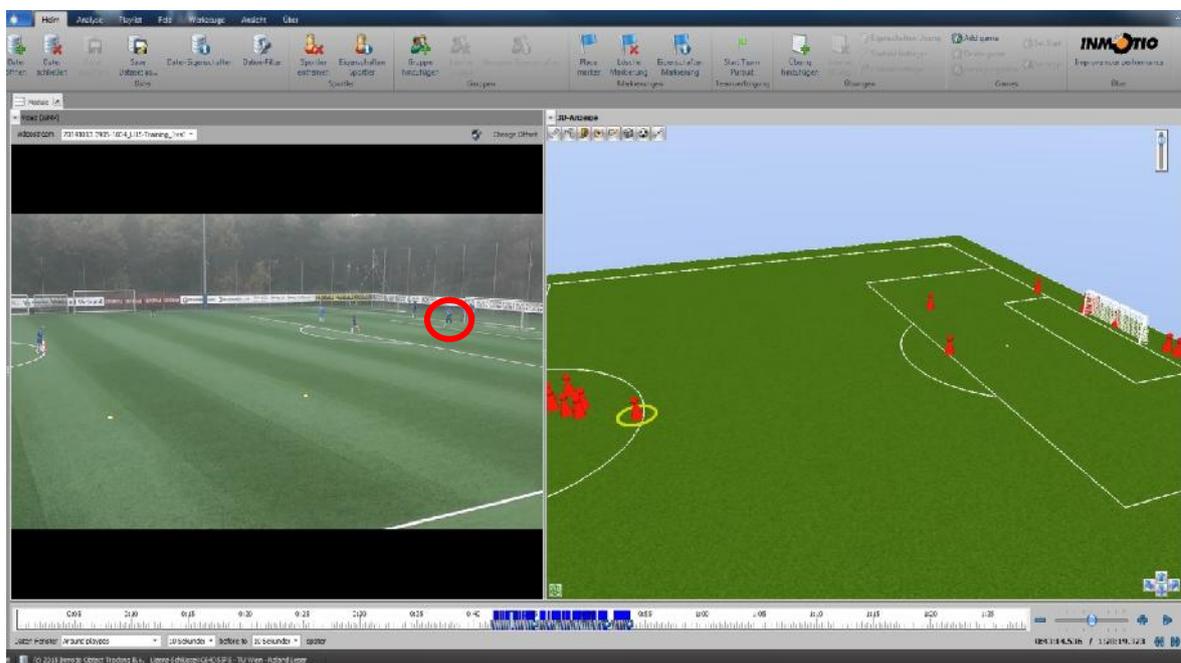


Abbildung 7: Aufstellung der beiden Spieler vor dem Beginn des Versuches. Der Torhüter trug keine Transponder und ist daher in den Daten des LPM-Systems (rechts) nicht vorhanden

Im Videobild auf der linken Seite ist der Torhüter auf der Linie des 5-Meter-Raumes vor dem Tor ebenfalls gut zu erkennen. Diese Person scheint in der 3D-Ansicht der Analysesoftware nicht auf, weil der Torhüter keine Transponder zur Positionserfassung trug. Es ist gut zu erkennen, dass sich die Startposition des Angreifers am Mittelkreis, in möglichst kleinster Entfernung zum Tor befindet und mit einem Hütchen markiert ist. Eine Markierung für den Startpunkt des Defensivspielers konnte nicht in beziehungsweise um den Strafraum gelegt werden, da diese möglicherweise einen der beiden Spieler während des Versuches behindern hätte können. Die Verteidiger hatten die Anweisung, im

Kreisausschnitt beim Strafraum zu starten. Daraus ergab sich eine vernachlässigbare Diskrepanz der Standorte der Verteidiger zu Beginn der Versuche. Ein solcher Versuchsaufbau, bei dem ein Angreifer von einer markierten Position auf einen Verteidiger zuläuft und diesen überspielen soll, findet sich in anderen Studien zum 1 gegen 1 in verschiedenen Ballsportarten in ähnlicher Form. Duarte et al. (2012) haben bei ihren Versuchen zum Verhalten von Spielern im 1 gegen 1 einen ähnlichen Aufbau verwendet, wobei auch dort ein Torhüter eingesetzt wurde. In der Studie dribbelte ein Angreifer, der an einem Ende einer begrenzten Fläche startete, auf einen Abwehrspieler, welcher sich am anderen Ende des markierten Bereiches befand, zu. Hinter dem Verteidiger befand sich eine Zone, aus der es dem Angreifer erlaubt war, auf das Tor, das sich am Ende dieser Zone befand, zu schießen. Ziel des Angreifers war es, am Verteidiger vorbei zu kommen und in den freien Raum hinter ihm zu gelangen, um ein Tor erzielen zu können. (Duarte et al., 2012, S. 872)

Obwohl prinzipiell die ganze Spielfeldhälfte zur Verfügung stand, wurde diese bei den meisten Versuchen nicht vollständig verwendet. Die überwiegende Mehrheit der Spielsituationen ereignete sich in einer Breite, die ungefähr der des Strafraumes entsprach (ca. 40 m). Der Stürmer hatte die Vorgabe sich auf das Tor zuzubewegen. Daher wurde der Bereich hinter dem Hütchen, das die Startposition des Angreifers markierte, ebenfalls nicht verwendet (Abb. 8).

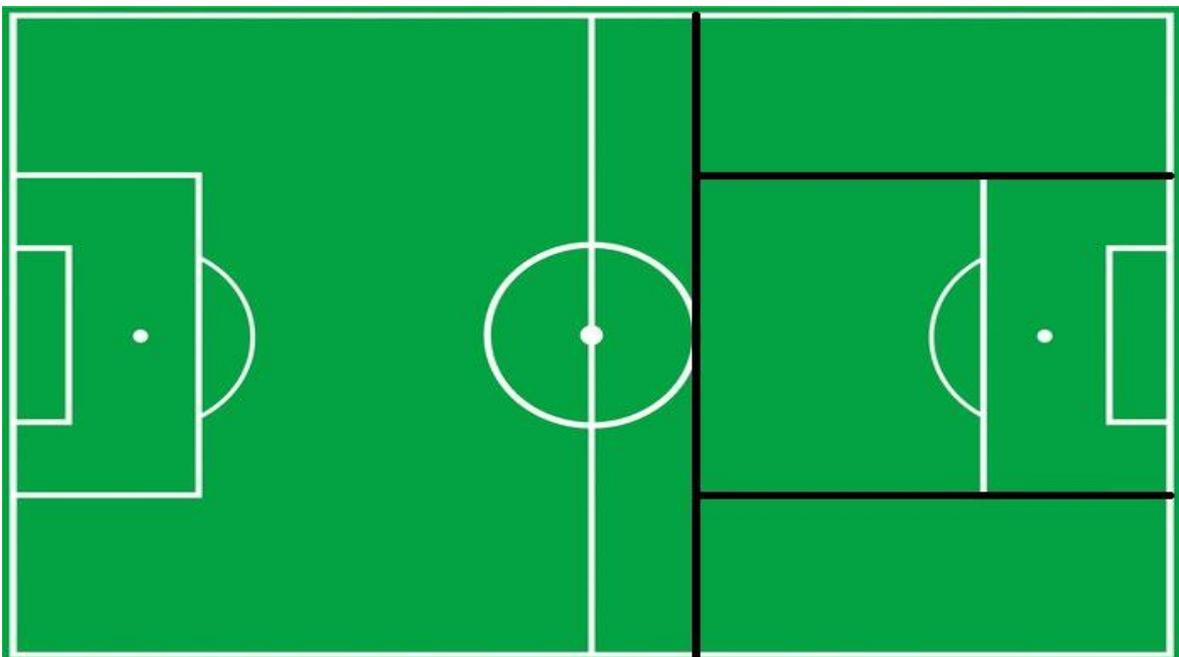


Abbildung 8: Zone der 1 gegen 1-Situationen (modifiziert nach <http://www.duden.de/rechtschreibung/Fuszbballfeld>).

5.1.3 Aufnahme und Aufbereitung der Daten

Die Aufnahme der Daten wurde in zweifacher Weise durchgeführt. Zum einen wurden alle Versuche mit einer Videokamera gefilmt. Diese befand sich auf einem Dach eines nahe stehenden Gebäudes auf einem Stativ für bessere Stabilität, wodurch die Filmaufnahmen von einer seitlichen und erhöhten Position stattfanden. Dadurch konnte eine gute Abdeckung der Spielfeldhälfte erreicht werden, und beide in Aktion befindlichen Spieler größtenteils aufgenommen werden, ohne dass diese einander verdeckten. Zum anderen wurden die Positionen der Spieler mit Hilfe des unter Punkt 4 beschriebenen LPM-Systems ermittelt. Dazu wurden alle Verteidiger und Angreifer mit Transponder ausgestattet, um ihre Bewegungen auf der gesamten Spielfeldhälfte analysieren zu können. Die Torhüter wurden nicht mit diesen Transpondern versehen, da diese nur mit speziellen Westen zu tragen waren (siehe Punkt 4.1). Die Torhüter wollten diese nicht tragen, da sie ihre Bewegungsmöglichkeiten eingeschränkt sahen und ein höheres Verletzungsrisiko beim Parieren von Bällen vermuteten.

Der erste Schritt der Aufbereitung der Rohdaten bestand in der Synchronisierung der beiden Aufnahmesysteme. Der Startzeitpunkt des Videomaterials wurde mit dem des LPM-Systems angeglichen, um eine zeitgleiche Analyse der Versuche mit beiden Mechanismen zu ermöglichen. Danach konnten sowohl die Positionsdaten, als auch die Videoaufzeichnungen mit der unter Punkt 4.2 beschriebenen Analysesoftware bearbeitet und ausgewertet werden. Abbildung 9 zeigt denselben Versuch, dargestellt als Video und mit den Daten des LPM-Systems.

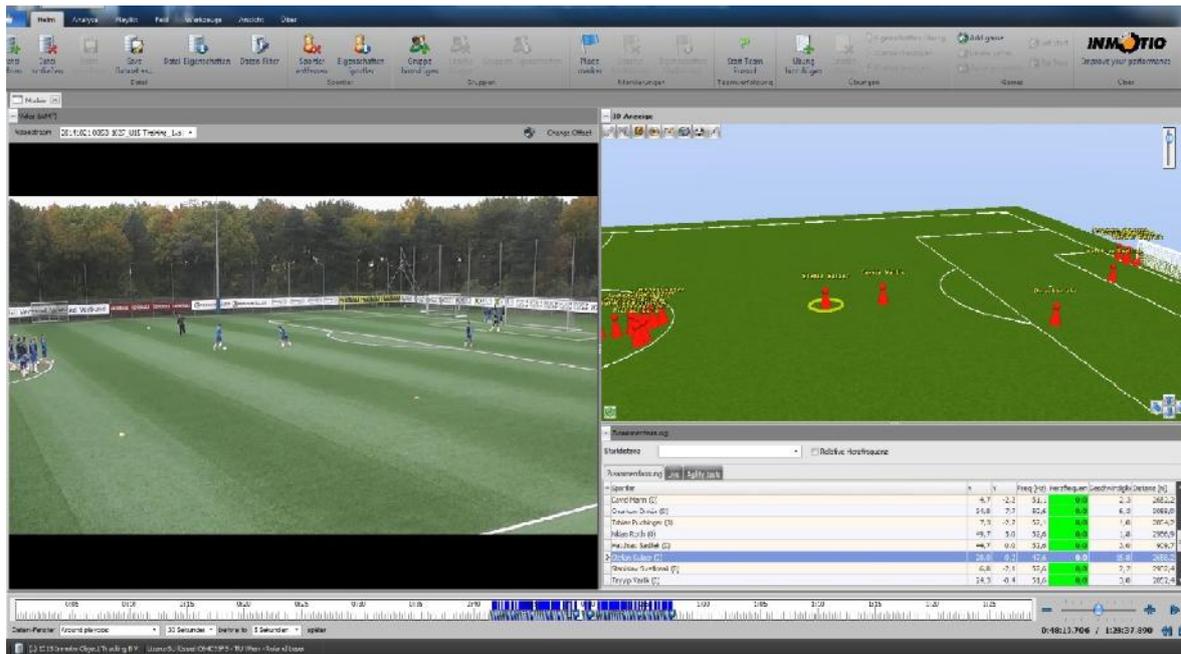


Abbildung 9: Derselbe Versuch als Video (links) und mit LPM-Daten (rechts).

Zunächst mussten die im kinematischen Modell begründeten Zeitpunkte (siehe Punkt 3.2) ermittelt werden. Diese wurden unter Zuhilfenahme beider Systeme ermittelt und manuell festgelegt. Dafür wurden in der Analysesoftware Marker zu den jeweiligen Zeitpunkten im Video festgelegt, um diese möglichst schnell wiederzufinden.

Mit diesen grundlegenden Informationen konnten anschließend Positionen, Geschwindigkeiten und Beschleunigungen zu den Zeitpunkten beziehungsweise in den Phasen bestimmt werden (siehe Tab. 2), welche für die Auswertung ebenso notwendig waren. Die Positionen konnten aus den Daten des LPM-Systems abgelesen werden, da diese als direkter Messwert vorlagen. Die Geschwindigkeiten und Beschleunigungen, die sich aus der zeitlichen und räumlichen Änderung der Positionsdaten ergaben (Wick, 2013, S. 35-36), mussten aus den Graphen der jeweiligen kinematischen Größe ermittelt werden (Abbildung 10).

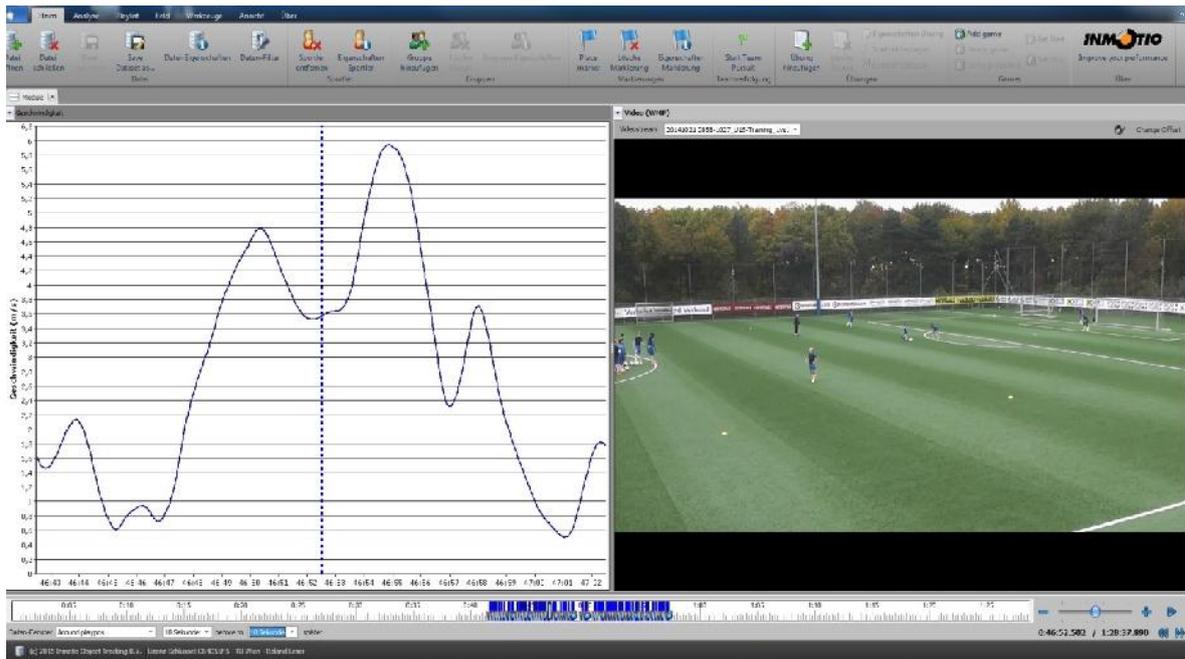


Abbildung 10: Geschwindigkeitsverlauf des Angreifers (links) inkl. Markierung des aktuellen Zeitpunktes (senkrechte Linie) des Videos (rechts)

Zuletzt wurden die Parameter „Opening“, „Break“, „Passing“, „Shot“ und „Result“ eingegeben. Da keine befriedigende quantitative Methode gefunden werden konnte, wurden die Werte für diese Variablen aus dem Video festgelegt. Ein Grund für die wenig zufriedenstellende Eindeutigkeit mittels quantitativer Methoden bei der Festlegung dieser Variablen war die Tatsache, dass der Ball selbst nicht mit Transpondern versehen werden konnte und daher in den Rohdaten des LPM-Systems nicht aufschien.

Nachdem alle für das Modell relevanten Werte mit der Analysesoftware festgestellt worden waren, wurden diese in die Programme Microsoft Excel® 2013 und SPSS® 23.0.0 übertragen. Mit Hilfe dieser beiden Programme wurde die eigentliche statistische Auswertung durchgeführt.

5.1.4 Reliabilitätsmessung – Interrater-Studie

Im Punkt 4.1.3 wurde die essentielle Bedeutung der Zeitpunkte t_1 - t_5 , sowie der daraus resultierenden Phasen p_1 - p_3 dargelegt. Da es nicht möglich war, mit zufriedenstellender Objektivität sowohl die zeitliche Struktur als auch die anderen Parameter mit einer quantitativen Methode automatisiert fest zu legen, mussten diese manuell eingetragen werden. Um dennoch größtmögliche Objektivität zu gewährleisten, wurden alle Eingaben von zwei unabhängigen Personen durchgeführt und anschließend eine Interrater-Studie

vorgenommen (Wirtz & Caspar, 2002). Bei dieser Überprüfung der Objektivität konnte bei den meisten manuell eingetragenen Werten Übereinstimmung erreicht werden. Lediglich beim Parameter „Opening“ wurde keine zufriedenstellende Übereinstimmung erreicht, weshalb dieser in der eigentlichen Auswertung nicht miteinbezogen wurde. Das statistische Maß für die Reliabilität zweier Beobachter ist Cohens-Kappa () (Bortz & Schuster, 2010, S. 468). Mit diesem Maß kann überprüft werden, inwieweit eine Übereinstimmung bei der Klassifizierung von Parametern zufällig geschehen ist (Bortz & Schuster, 2010, S. 505). Die Überprüfung der Interrater-Übereinstimmung lieferte für alle eingetragenen Parameter, außer „Opening“ eine sehr hohe Übereinstimmung. Dabei ist zu beachten, dass Cohen's Kappa immer einen Wert zwischen -1 und 1 annimmt, wobei 1 perfekte Übereinstimmung bedeutet (Wirtz & Caspar, 2002, S. 59). Die Einteilungen, ab welchem Wert von sehr gute, gute, beziehungsweise akzeptable Übereinstimmung vorliegen, variieren in der Literatur, wobei häufig > 0.75 als zufriedenstellender Wert angegeben wird (Wirtz & Caspar, 2002, S. 59). Um die Werte für Cohens Kappa zu berechnen, wurden die Werte aller Parameter, die als String-Variablen vorlagen, in Integer-Variablen umcodiert und anschließend mit Hilfe des Programmes SPSS® ausgewertet. Die Tabellen 5-9 zeigen die Ergebnisse des Übereinstimmungstest für die Parameter „Opening“, „Break“, „Shot“, „Passing“ und „Result“. Der Wert von Cohen's Kappa ist markiert.

Tabelle 5: Cohen's Kappa für den Parameter „Opening“

Symmetrische Maße

	Wert	Asymptotischer standardisierter Fehler ^a	Näherungsweis es t ^b	Näherungsweis e Signifikanz
Maß der Übereinstimmung Kappa	,666	,070	7,317	,000
Anzahl der gültigen Fälle	87			

a. Die Null-Hypothese wird nicht angenommen.

b. Unter Annahme der Null-Hypothese wird der asymptotische Standardfehler verwendet.

Tabelle 6: Cohen's Kappa für den Parameter „Break“**Symmetrische Maße**

	Wert	Asymptotischer standardisierter Fehler ^a	Näherungsweis es t ^b	Näherungsweis e Signifikanz
Maß der Übereinstimmung Kappa Anzahl der gültigen Fälle	,868 42	,074	6,376	,000

a. Die Null-Hypothese wird nicht angenommen.

b. Unter Annahme der Null-Hypothese wird der asymptotische Standardfehler verwendet.

Tabelle 7: Cohen's Kappa für den Parameter „Shot“**Symmetrische Maße**

	Wert	Asymptotischer standardisierter Fehler ^a	Näherungsweis es t ^b	Näherungsweis e Signifikanz
Maß der Übereinstimmung Kappa Anzahl der gültigen Fälle	,952 42	,048	6,175	,000

a. Die Null-Hypothese wird nicht angenommen.

b. Unter Annahme der Null-Hypothese wird der asymptotische Standardfehler verwendet.

Tabelle 8: Cohen's Kappa für den Parameter „Passing“**Symmetrische Maße**

	Wert	Asymptotischer standardisierter Fehler ^a	Näherungsweis es t ^b	Näherungsweis e Signifikanz
Maß der Übereinstimmung Kappa Anzahl der gültigen Fälle	,905 42	,065	5,892	,000

a. Die Null-Hypothese wird nicht angenommen.

b. Unter Annahme der Null-Hypothese wird der asymptotische Standardfehler verwendet.

Tabelle 9: Cohen's Kappa für den Parameter „Result“**Symmetrische Maße**

	Wert	Asymptotischer standardisierter Fehler ^a	Näherungsweis es t ^b	Näherungsweis e Signifikanz
Maß der Übereinstimmung Kappa Anzahl der gültigen Fälle	,951 87	,027	18,706	,000

a. Die Null-Hypothese wird nicht angenommen.

b. Unter Annahme der Null-Hypothese wird der asymptotische Standardfehler verwendet.

Die Objektivität bezüglich der Eingabe der Zeitpunkte wurde auf eine ähnliche Weise ermittelt. Zwei Beobachter markierten unabhängig von einander die Punkte t_1 , t_2 , t_3 und t_5 mit Hilfe des Videos. Anschließend wurden die absoluten Mittelwerte und Standardabweichungen für alle Zeitpunkte errechnet sowie ein T-Test für unabhängige Stichproben durchgeführt. Die absoluten Unterschiede zwischen den Mittelwerten und deren Standardabweichungen für die Zeitpunkte t_1 , t_2 , t_3 und t_5 sind in Tabelle 10 ersichtlich. Die Werte in der vierten Spalte entsprechen den Ergebnissen der zweiseitigen T-Tests für unabhängige Variablen. Bei allen vier Zeitpunkten ergaben sich Werte für die statistische Signifikanz von $p > 0,05\%$. Der Zeitpunkt t_4 (Nachsetzen) wurde in diesen Berechnungen nicht mehr miteinbezogen, da es sich bereits zu Beginn der Auswertung der Daten herausgestellt hatte, dass dieser Zeitpunkt für die Analyse keine Relevanz haben würde (siehe 3.6).

Tabelle 10: Absolute Differenz der Mittelwerte und Standardabweichung sowie Ergebnis der T-Tests für die Zeitpunkte t_1 , t_2 , t_3 und t_5

<i>Zeitpunkt</i>	<i>Absolute Differenz der Mittelwert (s)</i>	<i>Absolute Standardabweichung (s)</i>	<i>Signifikanz</i>
t1	0,136	±0,115	0,9816
t2	0,126	±0,151	0,9955
t3	0,110	±0,220	0,9954
t5	0,023	±0,031	0,9973

Aus den T-Tests ergab sich, dass mit hoher Signifikanz kein Unterschied zwischen den Eingaben der Beobachter vorliegt. Auch die absolute Differenz der Mittelwerte inklusive der Standardabweichungen verdeutlicht diese Tatsache. Die Differenzen liegen im Bereich von $0,15 \pm 0,2$ s. Setzt man das in Relation zu den aufgenommen Videosequenzen, aus denen die Auswertung hervorging, ist eine hohe Objektivität zu erkennen. Das Video besteht aus 25 Bildern („frames“) pro Sekunde (s). Daher ist die Dauer eines „frames“ gegeben durch:

$$\frac{1 \text{ s}}{25 \text{ frames}} = \frac{x \text{ s}}{1 \text{ frame}} \rightarrow x = 0,04 \left(\frac{\text{s}}{\text{frame}} \right)$$

Ein Frame dauert also 0,04 Sekunden. Daraus folgt, dass die Eingaben der beiden Beobachter innerhalb weniger Frames liegen, weshalb man von sehr hoher Objektivität ausgehen kann.

Es konnte somit bei allen relevanten Zeitpunkten und Parametern, mit Ausnahme des Parameters „Opening“, eine hohe bis sehr hohe Übereinstimmung der Eingaben der beiden Beobachter festgestellt werden. Die hohe Objektivität erlaubte die eigentliche statistische Auswertung der erhobenen Daten, die im Folgenden näher erläutert wird.

5.2 Deskriptive Statistiken

Zunächst wurden die Daten auf deskriptive Weise analysiert, um einen besseren Überblick über die verschiedenen Parameter zu erhalten. Die Auswertungen und Darstellungen wurden mit dem Programm Microsoft Excel® realisiert. Insgesamt konnten 75 Versuche der 1 gegen 1-Spielsituation verwendet werden. Spezieller Fokus wurde auf den Parameter „Passing“ gelegt, dem elementarsten, da er eine Grundvoraussetzung für das Gelingen der weiteren Aktion des Stürmers darstellt. Ohne das erfolgreiche Überwinden beziehungsweise Ausspielen des Abwehrspielers, ist es dem Angreifer unmöglich, einen Torschuss abzugeben.

Abbildung 11 bietet einen ersten Überblick, wie viele der Versuche erfolgreich waren, es den Stürmern also gelang, am Verteidiger vorbei zu kommen.

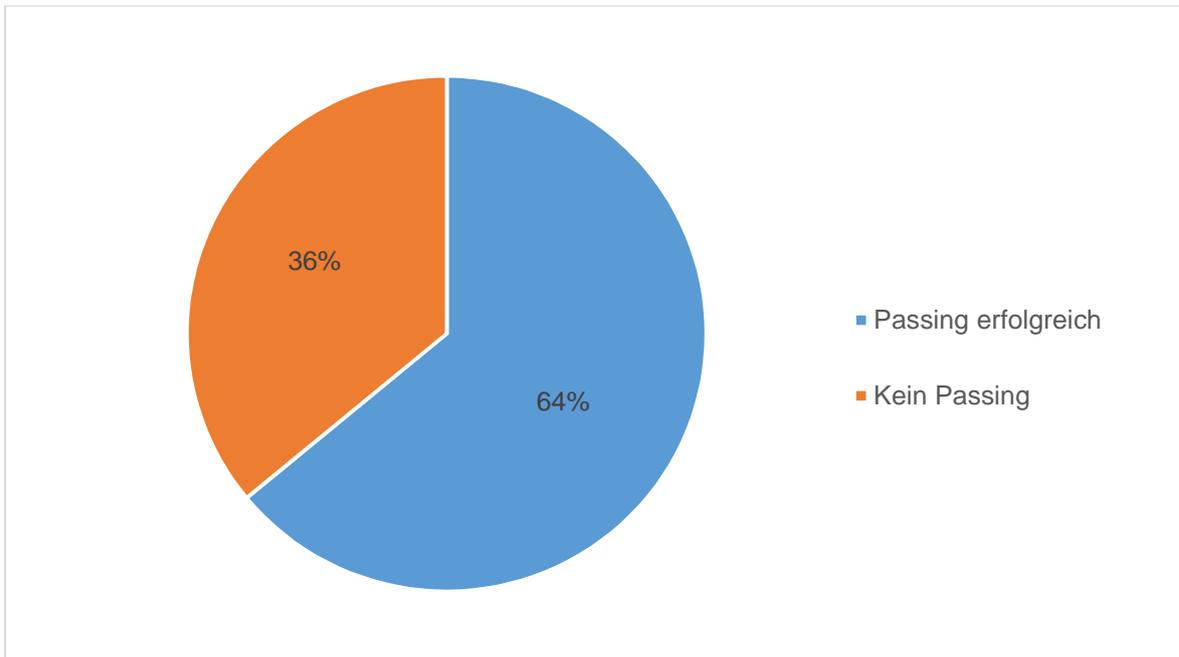


Abbildung 11: Ergebnisse für erfolgreiches und nicht erfolgreiches „Passing“

Es ist ersichtlich, dass es dem Angreifer nur in etwas weniger als zwei von drei Fällen gelungen ist, den Verteidiger zu überwinden. Obwohl der Stürmer im klaren Vorteil ist, den Ball mit Tempo auf den Verteidiger zuführen und agieren zu können, gelingt es ihm statistisch nur in zwei von drei Versuchen, den Abwehrspieler zu überspielen. Zusätzlich zum hohen Tempo, das der ballführende Spieler aufnehmen kann, gibt es keinen Druck durch andere Gegenspieler, beziehungsweise keinen verengten Raum durch Mit- oder Gegenspieler. Der Angreifer kann außerdem aus zentraler Position aus agieren, wodurch er freien Raum auf beiden Seiten des Verteidigers vorfindet. Ungeachtet all dieser für den Stürmer günstigen Umstände schafften es die Abwehrspieler dennoch in 36% aller Tests, nicht vom Angreifer überwunden zu werden.

Der Schluss, dass alle Versuche der Angreifer bei denen der Verteidiger überwunden werden konnte, zu einem Torschuss führten, ist nicht zulässig. Der Anteil der Versuche, die mit einem Abschluss endeten, ist daher geringer als die 64% jener Vorstöße, bei denen der Abwehrspieler ausgespielt werden konnte, wie Abbildung 12 zeigt.

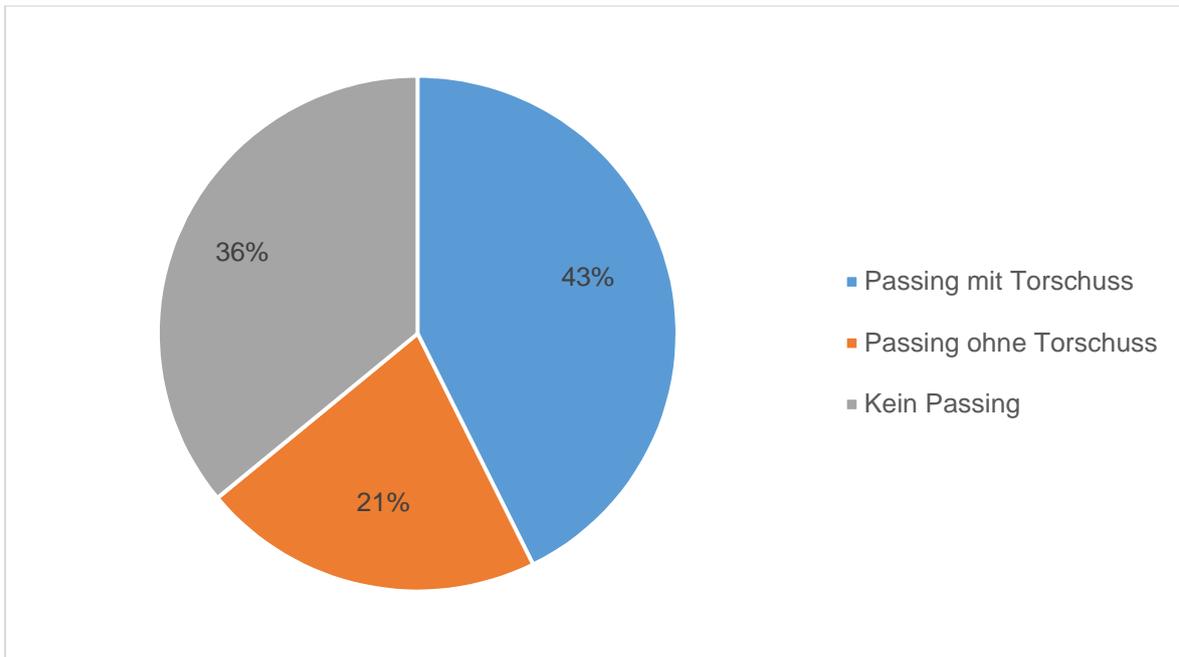


Abbildung 12: Ergebnisse für Ausgänge nach erfolgreichem „Passing“

Unter dieser Betrachtung führen also nur mehr 43% aller Anstrengungen zu einem Torschuss. Dies ist in Bezug auf ein reales Wettspiel im Fußball von großer Aussagekraft. Denn wenn im Fußball ein Angreifer mit Ballkontrolle und hohem Tempo auf einen Abwehrspieler zuläuft, ohne, dass er durch äußere Umstände wie verfügbare Zeit und vorhandener Raum unter Druck gesetzt wird, sollte der Großteil dieser Situationen mit einem Torschuss enden.

Wie bereits vorher beschrieben, wurden in diesem speziellen Setting die Einflüsse von anderen Mit- oder Gegenspielern sowie zeitliche und räumliche Einschränkungen größtenteils ausgeschaltet. Daher stellt sich die Frage, welche Ursachen es für die Versuche gibt, bei denen es dem Angreifer zwar gelungen ist, den Abwehrspieler zu überwinden, es danach jedoch nicht zum Torabschluss gekommen ist. Diese Fälle machen immerhin 21% aller Tests aus, also etwas mehr als ein Fünftel aller aufgenommenen 1 gegen 1-Situationen. Die Gründe sind verschieden und in Abbildung 13 graphisch aufbereitet.

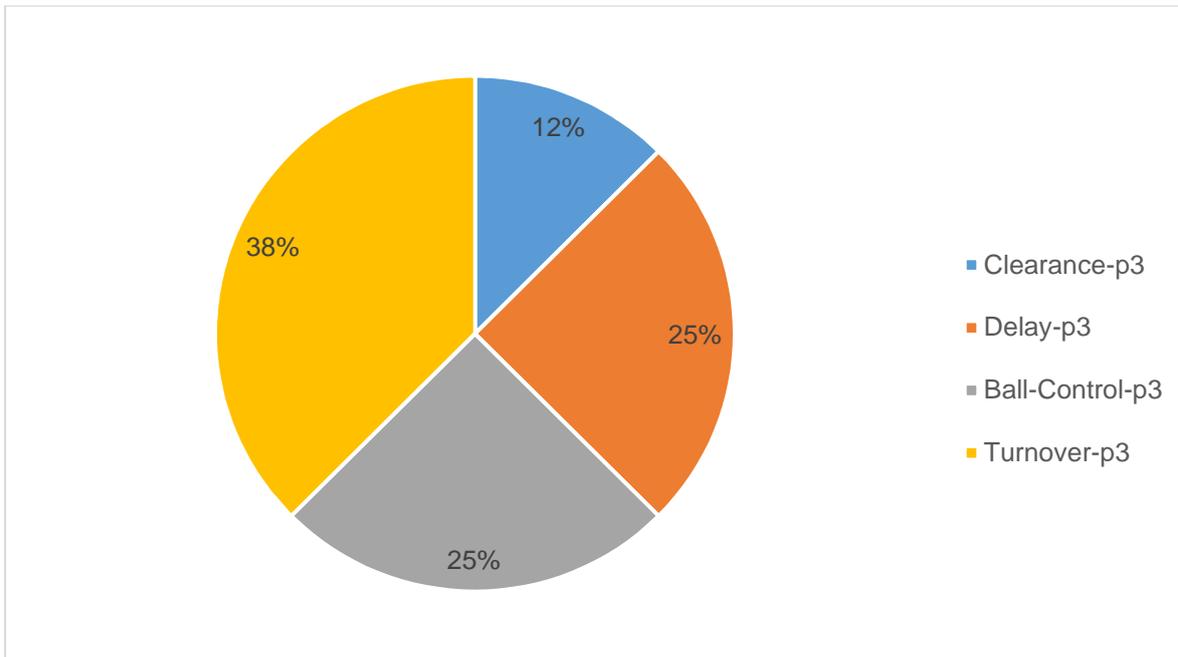


Abbildung 13: Ergebnisse für erfolgreiches „Passing“ ohne Torschuss

Es zeigt sich, dass der Abwehrspieler in den 21% der Fälle, in denen er zunächst überspielt wurde, dann jedoch einen Torschuss verhindern konnte, häufig dennoch von großer Bedeutung war. Die Parameter „Turnover-p₃“ und „Clearance-p₃“ ergeben kumuliert 50%. Das bedeutet, dass die Verteidiger in der Hälfte jener Fälle, in denen sie überspielt wurden, es jedoch keinen Torschuss gab, der entscheidende Faktor waren. Mehr noch, sie schafften in 38% dieser Fälle sogar einen „Turnover“, also den Gewinn des Balles mit anschließender Ballkontrolle, wohingegen sie nur in 12% der Fälle den Ball wegschießen mussten, um die Torgefahr zu verhindern.

Bei der anderen Hälfte dieser Fälle war der Angreifer selbst für das Misslingen des Torschusses verantwortlich. Diese Versuche teilen sich gleichmäßig in die Parameter „Ball-Control-p₃“ und „Delay-p₃“. Mit Ersterem wird ausgedrückt, dass der Stürmer aufgrund mangelnder Ballkontrolle nach dem Zeitpunkt t_3 nicht in der Lage war, zum Abschluss zu kommen. „Delay-p₃“ beschreibt ein unnötiges Verzögern des Angreifers während der Vorwärtsbewegung. Dieses Verlangsamen der Bewegung zum Tor führt zwar nicht zum Verlust des Balles, doch hatten die Angreifer die Vorgabe, mit dem Ball auf das Tor zuzulaufen, ohne sich während des gesamten Versuches vom Tor wegzubewegen oder absichtlich zur Gänze stehen zu bleiben. Fälle, in denen sich der Angreifer ohne erkennbaren Grund zu einer derartigen Verzögerung entschied, wurden mit „Delay-p₃“ gekennzeichnet. Da das Setting einigermaßen realitätsnahe sein sollte, musste diese Vorgabe eingehalten werden, da im Wettspiel mehrere Verteidiger

versuchen würden, den einzelnen Verteidiger zu unterstützen und um den Ball eine Überzahlsituation zu schaffen (Peter, 2014, S. 36).

Jene 43% aller Versuche, bei denen der Angreifer den Verteidiger überspielen konnte und einen Torschuss abgab, hatten das Potential den für das Wettspiel gewünschten Ausgang zu nehmen, nämlich, dass ein Tor erzielt wurde. Vor allem durch die Tatsache, dass zusätzlich zu dem Verteidiger ein Torhüter in die Übung eingebaut wurde, um einen größeren Anreiz zu bieten, führten bei weitem nicht alle Torschüsse auch zu Torerfolgen. Die verschiedenen Ausgänge sind in Abbildung 14 dargestellt.

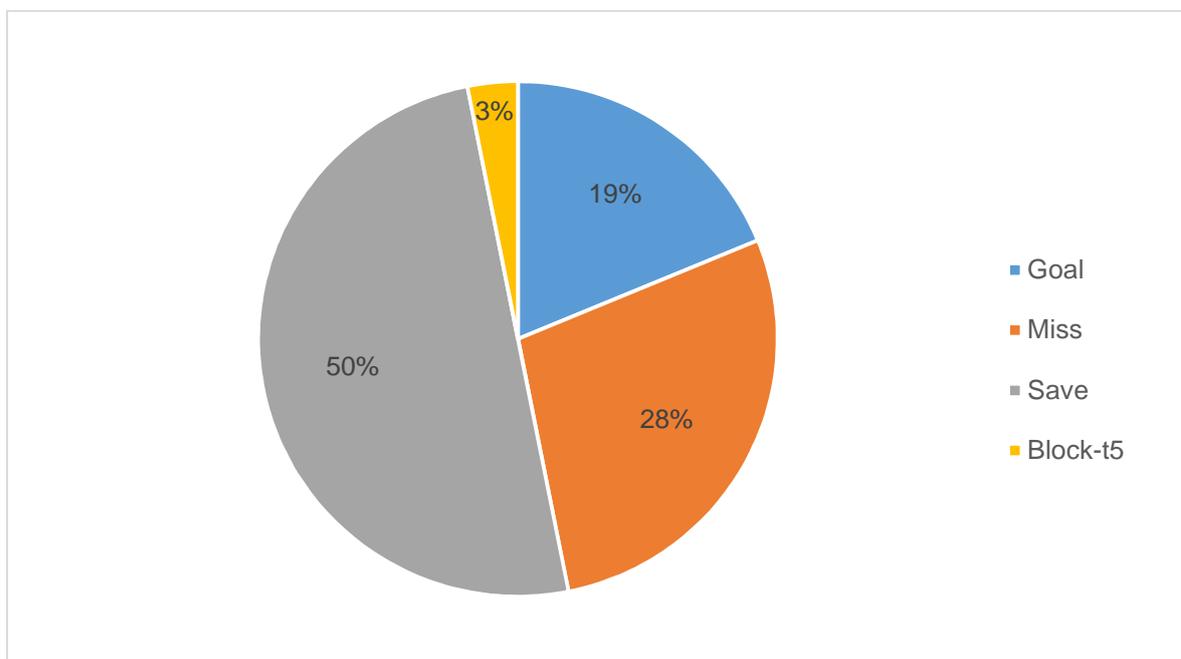


Abbildung 14: Ergebnisse bei abgegebenen Torschüssen

Es ist zu erkennen, dass nur 19%, also nicht ganz einer von fünf Schüssen, auch zu einem Tor führte. In absoluten Zahlen sind das 6 Tore bei 31 abgegebenen Schüssen. Bezogen auf die Gesamtanzahl von 75 Versuchen, stellen diese 6 Torerfolge nur mehr 8 % dar.

Aus Abbildung 14 kann man den großen Einfluss des Torhüters erkennen. 50 % aller Schüsse, die abgegeben wurden, konnten von ihm gesichert werden, das heißt entweder zur Seite abgewehrt oder gefangen werden. 28% der Torschüsse verfehlten ihr Ziel, wobei auch hier die Rolle des Torwartes nicht übersehen werden darf. Durch die Präsenz des Schlussmannes wird der Stürmer gezwungen, genauer beziehungsweise härter als

nötig in die Ecken des Tores zu schießen, wenn sich kein Torhüter im Tor befände. Daher ist es nachvollziehbar, dass einige dieser risikoreicheren Schüsse das Ziel verfehlten. In einem Fall konnte der Verteidiger, nachdem er bereits überspielt worden war, nochmals so nahe an den Angreifer herankommen, dass er den Schuss selbst blocken konnte.

Die Abbildungen 12 – 14 bezogen sich alle auf die Voraussetzung, dass der Angreifer am Verteidiger vorbeikam. Es verbleibt jedoch noch eine große Menge an Versuchen, immerhin 36% aller Fälle oder 27 in absoluten Zahlen, bei denen es dem Verteidiger gelang, den Stürmer daran zu hindern, an ihm vorbeizulaufen beziehungsweise ihn auszuspielen. Die verschiedenen Gründe für diesen Ausgang der 1 gegen 1-Situationen sind in Abbildung 15 zu erkennen.

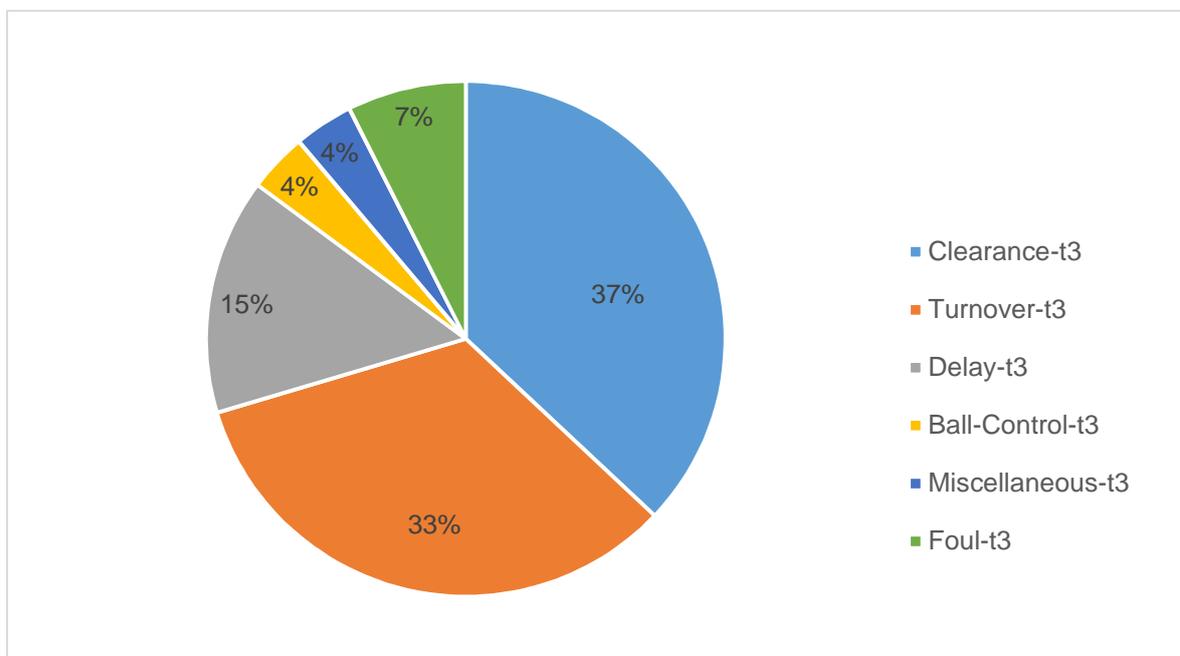


Abbildung 15: Ergebnisse für nicht erfolgreiches „Passing“

Die Ursachen für das Scheitern des „Passings“, also des Überspielens des Verteidigers sind vielfältig. In mehr als zwei Drittel der Fälle (70% kumuliert) konnte der Verteidiger den Ball entweder klären, also in Richtung Seitenlinie wegschießen, oder den Ball gar erobern und anschließend entweder kontrolliert zur Mittellinie führen oder zum Torhüter zurückpassen. Diese Fälle stellen das Optimum für den Verteidiger, der in der hergestellten 1 gegen 1-Situation im Nachteil ist, dar. In 15% der Versuche verzögerte der Angreifer den Angriff grundlos, welches aus denselben Gründen, die bereits beim Parameter „Delay-p₃“ beschrieben wurden, als ungültig gewertet wurde. Je einmal waren

die mangelnde Ballkontrolle des Angreifers und ein nicht in den Parametern festgelegter Wert Grund für das Misslingen des Überwindens. In zwei Fällen beging der Verteidiger bei dem Versuch, den Ball zu klären oder dem Stürmer den Ball abzunehmen, unabsichtlich ein Foul am Angreifer, wodurch der Angriff ebenfalls beendet war.

Die Bedeutung des Parameters „Passing“ soll an dieser Stelle nochmals verdeutlicht werden. Dieser Parameter beschreibt, ob es dem Angreifer gelungen ist, den Abwehrspieler zu überwinden. Dies kann durch ein Dribbling, beziehungsweise Finten gelungen sein, oder durch Vorbeilaufen mit einer ausreichend großen Geschwindigkeitsdifferenz zum Verteidiger. Es lässt sich allgemein festhalten, dass es den Spielern in 48 von 75 Versuchen gelungen ist, am Verteidiger vorbeizukommen (64% aller Fälle). Wie bereits beschrieben, kommt eine derartige Situation, in der ein Stürmer mit großem Tempo in zentraler Position auf einen einzelnen Verteidiger vor dem Tor zuläuft, im realen Wettbewerb selten vor (Peter, 2005, S. 13), womit aber nicht gemeint ist, dass 1 gegen 1-Situationen nicht allgemein häufig vorkommen. Ungeachtet der Tatsache, dass es bei dem derzeit praktizierten ballorientierten Verteidigen die oberste Maxime der Verteidigung ist, um den Ball eine Überzahl zu schaffen, meint Peter (2014, S. 36) sogar, dass „...jedem 2 gegen 1 ein kurzzeitiges 1 gegen 1 voraus [geht]...“. Vor allem an den Seiten des Spielfeldes kommt es häufiger zu 1 gegen 1-Situationen. Dabei ist es offensichtlich, dass das unmittelbare Ziel des Angreifers, der Angreiferin nicht der direkte Abschluss mit Torerfolg ist, da dies von der Flügelposition zumeist nicht möglich ist, sondern das Überwinden des Verteidigers, der Verteidigerin bei gleichzeitiger Wahrung der Ballkontrolle. Daran anschließend können Folgeaktionen wie Pässe, Flanken, etc. angeknüpft werden. Aus diesem Grund wurde in der Auswertung ein besonderer Fokus auf den Parameter „Passing“ gelegt. Der Torabschluss, bei dem es zusätzlich darum ging, den Torhüter zu überwinden, stellte eine zusätzliche Motivation dar um das Engagement der beteiligten Personen zu sichern (Headrick, 2012, S. 247).

5.3 Inferenzstatistische Auswertungen

Vor dem Hintergrund der unter Punkt 4.2 dargestellten Bedeutung des Parameters „Passing“ wurde dieser in der inferenzstatistischen Auswertung als Hauptkriterium herangezogen. Deshalb werden in den folgenden Analysen jene Versuche, bei denen es dem Angreifer gelang, den Verteidiger zu überwinden, als erfolgreich, und jene, in denen kein „Passing“ stattfand, als nicht erfolgreich bezeichnet.

5.3.1 Hypothesenformulierung

Das Ziel der inferenzstatistischen Auswertung war es festzustellen, welche kinematischen Größen von statistischer Bedeutung sind, wenn es darum geht, ob es dem Angreifer gelingt, den Verteidiger zu überwinden oder nicht. Die relevanten Daten sind die Positionsdaten der Spieler, die Geschwindigkeiten und Beschleunigungen sowie die Differenz derselben zu den unterschiedlichen Zeitpunkten und in den dadurch festgelegten Phasen. Um diese Frage zu beantworten, wurden die unten stehenden Hypothesen aufgestellt und anschließend überprüft. Dabei wurden die Parameter mit dem in der Studie verwendeten Namen angegeben. Die Bedeutung der Parameter ist in Tabelle 2 ersichtlich.

Jene Parameter, für die es aufgrund des fehlgeschlagenen „Passings“ keine Werte bei nicht erfolgreich gibt, wurden nicht berücksichtigt. Es handelt sich dabei um Werte, welche erst nach dem Zeitpunkt t_3 stattfanden. Bei jenen Versuchen, bei denen es dem Angreifer nicht gelang, den Zeitpunkt t_3 in Ballbesitz zu überstehen, konnten keine Daten erhoben werden, weil der Angriff bereits zuvor beendet war (z.B. d_{t_5}).

H0.1: Es besteht kein signifikanter Unterschied hinsichtlich des Parameters xD_{t_1} zwischen erfolgreichen und nicht erfolgreichen Versuchen.

H0.2: Es besteht kein signifikanter Unterschied hinsichtlich des Parameters xD_{t_2} zwischen erfolgreichen und nicht erfolgreichen Versuchen.

H0.3: Es besteht kein signifikanter Unterschied hinsichtlich des Parameters $Diff_{xD_{p_1}}$ zwischen erfolgreichen und nicht erfolgreichen Versuchen.

H0.4: Es besteht kein signifikanter Unterschied hinsichtlich des Parameters d_{t_1} zwischen erfolgreichen und nicht erfolgreichen Versuchen.

H0.5: Es besteht kein signifikanter Unterschied hinsichtlich des Parameters d_{t_2} zwischen erfolgreichen und nicht erfolgreichen Versuchen.

H0.6: Es besteht kein signifikanter Unterschied hinsichtlich des Parameters d_{t_3} zwischen erfolgreichen und nicht erfolgreichen Versuchen.

H0.7: Es besteht kein signifikanter Unterschied hinsichtlich des Parameters $vA_{max_{p_1}}$ zwischen erfolgreichen und nicht erfolgreichen Versuchen.

H0.8: Es besteht kein signifikanter Unterschied hinsichtlich des Parameters vA_{t_2} zwischen erfolgreichen und nicht erfolgreichen Versuchen.

H0.9: Es besteht kein signifikanter Unterschied hinsichtlich des Parameters vA_{t_3} zwischen erfolgreichen und nicht erfolgreichen Versuchen.

H0.10: Es besteht kein signifikanter Unterschied hinsichtlich des Parameters aA_{t_3} zwischen erfolgreichen und nicht erfolgreichen Versuchen.

H0.11: Es besteht kein signifikanter Unterschied hinsichtlich des Parameters $vD_{max_{p_1}}$ zwischen erfolgreichen und nicht erfolgreichen Versuchen.

H0.12: Es besteht kein signifikanter Unterschied hinsichtlich des Parameters vD_{t_2} zwischen erfolgreichen und nicht erfolgreichen Versuchen.

H0.13: Es besteht kein signifikanter Unterschied hinsichtlich des Parameters vD_{t_3} zwischen erfolgreichen und nicht erfolgreichen Versuchen.

H0.14: Es besteht kein signifikanter Unterschied hinsichtlich des Parameters aD_{t_3} zwischen erfolgreichen und nicht erfolgreichen Versuchen.

H0.15: Es besteht kein signifikanter Unterschied hinsichtlich des Parameters $diff_{vA_{p_1}}$ zwischen erfolgreichen und nicht erfolgreichen Versuchen.

H0.16: Es besteht kein signifikanter Unterschied hinsichtlich des Parameters $diff_{vAD_{t_3}}$ zwischen erfolgreichen und nicht erfolgreichen Versuchen.

H0.17: Es besteht kein signifikanter Unterschied hinsichtlich des Parameters $diff_{aAD_{t_3}}$ zwischen erfolgreichen und nicht erfolgreichen Versuchen.

5.3.2 Statistische Auswertung

In diesem Abschnitt werden die Hypothesen H0.1 – H0.17 auf signifikante Unterschiede zwischen erfolgreichen und nicht erfolgreichen Versuchen überprüft. Zur Überprüfung der Hypothesen wurden größtenteils T-Tests für unabhängige Stichproben verwendet (Bortz & Schuster, 2010, S. 120-123). Automatisch wurde ein Levene-Test durchgeführt, der zur Überprüfung der Varianzhomogenität dient (Bortz & Schuster, 2010, S. 129). Das Signifikanzniveau p wurde bei beiden Tests auf $p < 0,05$ festgelegt. Die Nullhypothese für den Levene-Test besagt, dass es keinen Unterschied zwischen den Varianzen der beiden Gruppen gibt. Die Hypothese H1 besagt das Gegenteil, also, dass es einen wesentlichen Unterschied gibt. Bei der Interpretation der ausgegebenen Tabellen hängt es vom Signifikanzwert des Levene-Tests ab, welche der beiden ausgegebenen Zeilen des T-Tests betrachtet werden muss. Für Signifikanzen mit einem Wert von $p > 0,05$ wird H0

beibehalten und die obere Zeile der Ausgabetabelle, die bei gleichen Varianzen gilt, herangezogen bei Signifikanzen $p < 0,05$ die untere.

Die Voraussetzung zur Anwendung des T-Tests ist die Normalverteilung der Stichproben (Bortz & Schuster, 2010, S. 122). Um die verschiedenen Variablen auf ihre Normalverteilung hin zu überprüfen, wurde der Kolmogorov-Smirnoff-Test (K-S-Test) durchgeführt. Dieser Test überprüft, ob es zwischen der Verteilung der vorliegenden Stichprobe und der Normalverteilung einen signifikanten Unterschied gibt. Analog zum T-Test und zum Levene-Test besagt die Nullhypothese des K-S-Test, dass es keinen Unterschied zwischen der zu überprüfenden Stichprobenverteilung und einer Normalverteilung gibt, die Hypothese H1 besagt, dass es einen signifikanten Unterschied gibt. Das Signifikanzniveau wurde auch bei diesem Test auf $p < 0,05$ gelegt.

Die Ergebnisse der K-S-Tests für alle relevanten Variablen sind in den Tabellen 11 und 12 zu erkennen. Die signifikanten Ergebnisse sind in den Tabellen markiert.

Tabelle 11: K-S-Tests (I)

Kolmogorov-Smirnov-Anpassungstest										
	xD_t1	xD_t2	diff_xD_p1	d_t1	d_t2	d_t3	vA_max_p1	vA_t2	vA_t3	
N	75	75	75	75	75	75	75	75	75	
Parameter der Normalverteilung ^{a,b}	Mittelwert	31,84	24,51	7,3356	23,04	4,382	1,56	5,0064	4,46	4,28
	Standardabweichung	57,01	2,041	2,95819	53,60	7,82	67,89	,59074	83,08	19,21
Extremste Differenzen	Absolut	,142	,062	,080	,147	,099	,100	,104	,073	,060
	Positiv	,142	,062	,067	,147	,099	,100	,104	,046	,060
	Negativ	-,119	-,042	-,080	-,099	-,063	-,052	-,055	-,073	-,049
Statistik für Test		,142	,062	,080	,147	,099	,100	,104	,073	,060
Asymptotische Signifikanz (2-seitig)		,001 ^c	,200 ^{c,d}	,200 ^{c,d}	,000 ^c	,067 ^c	,063 ^c	,044 ^c	,200 ^{c,d}	,200 ^{c,d}

a. Die zu testende Verteilung ist eine Normalverteilung.

b. Aus den Daten berechnet.

c. Signifikanzkorrektur nach Lilliefors.

d. Dies ist eine untere Grenze der echten Signifikanz.

Tabelle 12: K-S-Tests (II)

Kolmogorov-Smirnov-Anpassungstest

	aA_t3	vD_max_p1	vD_t_2	vD_t3	aD_t3	diff_vA_p1	diff_vAD_t3	diff_aAD_t3
N	75	75	75	75	75	75	75	75
Parameter der Normalverteilung ^a	Mittelwert ,6497	3,3299	1,3573	2,1965	1,0761	,5381	2,0853	-,4264
Standardabweichung ^b	1,26308	,88925	,38446	1,02164	1,59999	,70170	1,10529	1,48709
Extremste Differenzen	Absolut ,091	,086	,074	,090	,083	,169	,056	,090
	Positiv ,091	,054	,074	,090	,083	,142	,046	,090
	Negativ -,069	-,086	-,042	-,067	-,074	-,169	-,056	-,083
Statistik für Test	,091	,086	,074	,090	,083	,169	,056	,090
Asymptotische Signifikanz (2-seitig)	,196 ^c	,200 ^{c,d}	,200 ^c	,200 ^c	,200 ^c	0,000^c	,200 ^{c,d}	,200 ^{c,d}

- a. Die zu testende Verteilung ist eine Normalverteilung.
 b. Aus den Daten berechnet.
 c. Signifikanzkorrektur nach Lilliefors.
 d. Dies ist eine untere Grenze der echten Signifikanz.

Für die vier Variablen $x_{D_t_1}$, d_{t_1} , $vA_max_p_1$ und $diff_vA_p_1$ liegt also ein signifikanter Unterschied zwischen ihrer Verteilung und einer Normalverteilung vor. Für diese vier Variablen kann der T-Test zur Überprüfung eines Unterschiedes hinsichtlich erfolgreicher und nicht erfolgreicher Versuche nicht angewendet werden. Als Alternative gibt es voraussetzungsärmere Verfahren. Für die Überprüfung der Hypothesen wurde für diese Variablen der Mann-Whitney-U-Test durchgeführt (Bortz & Schuster, 2010, S. 130). Dieser Test überprüft, wie auch der T-Test, ob es einen Unterschied zwischen zwei Stichproben gibt. Bei diesem Test werden jedoch nicht die Mittelwerte verglichen, wie es beim T-Test der Fall ist, sondern die Rangsummen der beiden Stichproben (Bortz & Schuster, 2010, S. 131). Die Nullhypothese besagt, dass es keinen signifikanten Unterschied zwischen den Rangsummen der Stichproben gibt, die Hypothese H1 das Gegenteil. Das Signifikanzniveau lag ebenso bei $p < 0,05$.

Die Ergebnisse der Mann-Whitney-U-Tests sind in Tabelle 13 dargestellt. Die Signifikanzen sind markiert.

Tabelle 13: Mann-Whitney-U-Test für nicht normalverteilte Variablen

Statistik für Test ^a				
	xD_t1	d_t1	vA_max_p1	diff_vA_p1
Mann-Whitney-U	600,000	557,000	606,500	590,000
Wilcoxon-W	978,000	935,000	984,500	968,000
Z	-,530	-1,005	-,458	-,641
Asymptotische Signifikanz (2-seitig)	,596	,315	,647	,521

a. Gruppenvariable: Passing

Bei allen übrigen Variablen wurden zur Überprüfung der Hypothesen T-Tests für unabhängige Stichproben angewendet. Zusätzlich sind für jeden Parameter Mittelwerte und Standardabweichung für erfolgreiche und nicht erfolgreiche Fälle angegeben.

Zusätzliche wurden Mittelwerte, Standardabweichungen und Standardfehler der Mittelwerte berechnet. Tabelle 14 bietet einen Überblick über diese statistischen Maße für alle Parameter. Der Standardfehler des Mittelwertes gibt dabei an, wie stark der Mittelwert streut, wenn aus einer Stichprobe der Mittelwert der Grundgesamtheit geschätzt wird. Ein kleiner Standardfehler des Mittelwertes bedeutet demnach, dass der Mittelwert, der aus einer Stichprobe ermittelt wurde, den Mittelwert der Grundgesamtheit gut wiedergibt.

Zur besseren Lesbarkeit der Tabellen wurden einige Parameter in der gleichen Testprozedur ausgewertet. Die relevanten Signifikanzen wurden in den Tabellen markiert.

Tabelle 14: Mittelwerte und Standardabweichungen aller kinematischen Parameter

	Deskriptive Statistik			
	N	Mittelwert		Standardabweichung
	Statistik	Statistik	Standardfehler	Statistik
xD_t1	75	31,8457	,38314	3,31808
xD_t2	75	24,5101	,23575	2,04165
diff_xD_p1	75	7,3356	,34158	2,95819
d_t1	75	23,0453	,39579	3,42760
d_t2	75	4,3827	,23900	2,06982
d_t3	75	1,5667	,07747	,67089
vA_max_p1	75	5,0064	,06821	,59074
vA_t2	75	4,4683	,09273	,80308
vA_t3	75	4,2819	,09529	,82521
aA_t3	75	,6497	,14585	1,26308
vD_max_p1	75	3,3299	,10268	,88925
vD_t2	75	1,3573	,04439	,38446
vD_t3	75	2,1965	,11797	1,02164
aD_t3	75	1,0761	,18475	1,59999
diff_vA_p1	75	,5381	,08103	,70170
diff_vAD_t3	75	2,0853	,12763	1,10529
diff_aAD_t3	75	-,4264	,17171	1,48709
Gültige Werte (Listenweise)	75			

Tabelle 15: Mittelwerte, Standardabweichungen und Standardfehler der Mittelwerte für positionsbezogenen Parameter

Gruppenstatistiken					
	Passing	N	Mittelwert	Standardabweichung	Standardfehler des Mittelwertes
xD_t2	yes	48	24,7846	2,24371	,32385
	no	27	24,0222	1,54181	,29672
diff_xD_p1	yes	48	7,1994	3,16256	,45648
	no	27	7,5778	2,59442	,49930
d_t1	yes	48	23,2792	3,58579	,51756
	no	27	22,6296	3,14873	,60597
d_t2	yes	48	4,4771	1,89346	,27330
	no	27	4,2148	2,38048	,45812
d_t3	yes	48	1,6229	,68611	,09903
	no	27	1,4667	,64331	,12380

Tabelle 16: T-Test für unabhängige Stichproben für positionsbezogenen Parameter

		Levene-Test der Varianzgleichheit		T-Test für die Mittelwertgleichheit						
		F	Signifikanz	T	df	Sig. (2-seitig)	Mittlere Differenz	Standardfehler der Differenz	95% Konfidenzintervall der Differenz	
									Untere	Obere
xD_t2	Varianzen sind gleich	4,214	,044	1,567	73	,121	,76236	,48638	-,20700	1,73172
	Varianzen sind nicht gleich			1,736	69,938	,087	,76236	,43923	-,11367	1,63839
diff_xD_p1	Varianzen sind gleich	,181	,672	-,529	73	,598	-,37840	,71512	1,80363	1,04682
	Varianzen sind nicht gleich			-,559	63,202	,578	-,37840	,67651	1,73022	,97341
d_t2	Varianzen sind gleich	1,725	,193	,524	73	,602	,26227	,50038	-,73499	1,25952
	Varianzen sind nicht gleich			,492	44,669	,625	,26227	,53345	-,81238	1,33691
d_t3	Varianzen sind gleich	,084	,773	,968	73	,336	,15625	,16146	-,16554	,47804
	Varianzen sind nicht gleich			,986	57,005	,329	,15625	,15854	-,16122	,47372

Tabelle 17: Mittelwerte, Standardabweichungen und Standardfehler der Mittelwerte für Parameter der Geschwindigkeit

Gruppenstatistiken					
	Passing	N	Mittelwert	Standardabweichung	Standardfehler des Mittelwertes
vA_t2	yes	48	4,4969	,83396	,12037
	no	27	4,4174	,75773	,14583
vA_t3	yes	48	4,3948	,83957	,12118
	no	27	4,0811	,77365	,14889
vD_max_p1	yes	48	3,2102	,98211	,14176
	no	27	3,5426	,65850	,12673
vD_t2	yes	48	1,3723	,39208	,05659
	no	27	1,3307	,37636	,07243
vD_t3	yes	48	2,3798	,95707	,13814
	no	27	1,8707	1,06894	,20572

Tabelle 18: T-Test für unabhängige Stichproben für Parameter der Geschwindigkeit

		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	95% Konfidenzintervall der Differenz	
									Untere	Obere
vA_t2	Varianzen sind gleich	,127	,723	,409	73	,684	,07947	,19429	-,30774	,46668
	Varianzen sind nicht gleich			,420	58,482	,676	,07947	,18909	-,29897	,45790
vA_t3	Varianzen sind gleich	,123	,727	1,597	73	,115	,31368	,19647	-,07788	,70524
	Varianzen sind nicht gleich			1,634	57,820	,108	,31368	,19197	-,07062	,69798
vD_max_p1	Varianzen sind gleich	4,288	,042	1,569	73	,121	-,33238	,21184	-,75458	,08981
	Varianzen sind nicht gleich			1,748	70,613	,085	-,33238	,19014	-,71156	,04679
vD_t2	Varianzen sind gleich	,734	,395	,447	73	,656	,04155	,09299	-,14378	,22688
	Varianzen sind nicht gleich			,452	55,909	,653	,04155	,09192	-,14259	,22569
vD_t3	Varianzen sind gleich	,294	,589	2,120	73	,037	,50905	,24017	,03040	,98770
	Varianzen sind nicht gleich			2,054	49,201	,045	,50905	,24780	,01114	1,00696

Tabelle 19: Mittelwerte, Standardabweichungen und Standardfehler der Mittelwerte für Parameter der Beschleunigung

Gruppenstatistiken					
	Passing	N	Mittelwert	Standardabweichung	Standardfehler des Mittelwertes
aA_t3	yes	48	1,1152	1,20787	,17434
	no	27	-,1778	,89008	,17130
aD_t3	yes	48	1,4790	1,70449	,24602
	no	27	,3600	1,09638	,21100

Tabelle 20: T-Test für unabhängige Stichproben für Parameter der Beschleunigung

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	95% Konfidenzintervall der Differenz	
									Untere	Obere
aA_t3	Varianzen sind gleich	1,584	,212	4,863	73	,000	1,29299	,26587	,76310	1,82287
	Varianzen sind nicht gleich			5,290	67,623	,000	1,29299	,24441	,80522	1,78075
aD_t3	Varianzen sind gleich	4,488	,038	3,068	73	,003	1,11896	,36472	,39206	1,84585
	Varianzen sind nicht gleich			3,452	71,572	,001	1,11896	,32411	,47279	1,76513

Tabelle 21: Mittelwerte, Standardabweichungen und Standardfehler der Mittelwerte für Parameter der Differenz zwischen Angreifer und Verteidiger

Gruppenstatistiken					
	Passing	N	Mittelwert	Standardabweichung	Standardfehler des Mittelwertes
diff_vAD_t3	yes	48	2,0150	,97653	,14095
	no	27	2,2104	1,31448	,25297
diff_aAD_t3	yes	48	-,3637	1,63955	,23665
	no	27	-,5378	1,18937	,22890

Tabelle 22: T-Test für unabhängige Stichproben für Parameter der Differenz zwischen Angreifer und Verteidiger

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	95% Konfidenzintervall der Differenz	
									Untere	Obere
diff_vAD_t3	Varianzen sind gleich	3,969	,050	-,73	73	,466	-,19537	,26673	-,72696	,33622
	Varianzen sind nicht gleich			-,67	42,389	,504	-,19537	,28959	-,77963	,38888
diff_aAD_t3	Varianzen sind gleich	,547	,462	-,48	73	,630	,17403	,35960	-,54266	,89071
	Varianzen sind nicht gleich			-,52	68,190	,599	,17403	,32924	-,48292	,83097

5.3.3 Interpretation der Ergebnisse

Zunächst ist festzuhalten, dass die Ergebnisse der statistischen Tests keine signifikanten Unterschiede in den positionsbezogenen Daten der Spieler zeigen (Tabelle 16). Weder die x-Koordinate der beiden Spieler noch deren Abstand unterschieden sich bei erfolgreichen und nicht erfolgreichen Versuchen signifikant voneinander. Die x-Koordinate

des Verteidigers zu Beginn jedes Versuches (t_1), die nicht genau durch eine Markierung festgelegt wurde und daher ein wenig variierte, hatte ebenso keinen Einfluss wie die x-Koordinate, des Verteidigers zum Zeitpunkt t_2 (Tabelle 15), und der, während der Phase p_1 , vom Abwehrspieler zurückgelegte Weg. Das ist insofern bemerkenswert, da sich durch den zurückgelegten Weg auch der Abstand zwischen Verteidiger und Tor ändert. Man könnte davon ausgehen, dass ein größerer Abstand zwischen Tor und Verteidiger zum Zeitpunkt t_2 dem Abwehrspieler mehr Raum gibt zurückzuweichen, bevor er dem Tor zu nahe kommt. Headrick et al. (2012) haben festgestellt, dass die Nähe zum Tor einen entscheidenden Einfluss auf das Verhalten der beiden Personen in einer 1 gegen 1-Situation hat. Bei dieser Studie wurden die Duelle jedoch an drei konträren Orten des Fußballfeldes durchgeführt, nämlich beim Mittelkreis und vor den beiden Strafräumen. Insofern ist es nicht verwunderlich, dass bei den vorliegenden Daten kein signifikanter Unterschied festzustellen war, da die Werte der Parameter xD_{t_1} und xD_{t_2} für erfolgreich und nicht erfolgreich über alle Fälle sehr ähnlich sind, und daher die Schwankung des Abstandes der beiden Spieler vom Tor zu gering ist, um den von Headrick et al. (2012) festgestellten Effekt zu zeigen.

Auch die Distanz zwischen den beiden Kontrahenten zu den Zeitpunkten t_2 und t_3 ist bei erfolgreichen und nicht erfolgreichen Fällen nicht signifikant verschieden. Beim Zeitpunkt t_2 ergaben sich Mittelwerte von $4,38 \pm 2,07$ m für den Abstand zwischen den beiden Spielern über alle Fälle. Dies deckt sich nur teilweise mit der Forderung von Peter (2012, S. 17) nach der der Verteidiger in fünf bis acht Metern Abstand vor dem Angreifer seine Vorwärtsbewegung in Richtung des Angreifers abgestoppt haben sollte. Hier ist die große Qualität der für die Studie verwendeten Spieler ersichtlich. Zu beachten ist die hohe Standardabweichung, welche einer hohen Schwankungsbreite relativ zum Mittelwert bei diesem Parameter entspricht. Diese lässt darauf schließen, dass der Abstand vom verteidigenden Spieler in einigen Fällen deutlich zu gering gewählt wurde. Gründe dafür könnten sein, dass diese Personen üblicherweise nicht als Verteidiger sondern als Angreifer im Team agieren, oder dass sie die Fähigkeiten des Gegenübers unterschätzt haben.

Das Ergebnis, dass der Abstand zwischen den Spielern zum Zeitpunkt t_3 , also jenem Zeitpunkt, an dem es zum eigentlichen Durchbruch des Angreifers kommt, zwischen erfolgreichen und nicht erfolgreichen Fällen nicht signifikant variiert, ist äußerst interessant, da ein größerer Abstand mehr Zeit für Reaktionen lässt, beziehungsweise eine zu geringe Distanz vice versa wenig Möglichkeit zur Handlung lässt. Daher könnte man der Meinung sein, dass die Abstände in erfolgreichen Fällen kleiner sein sollten, dies ist jedoch nicht der Fall. Die Daten zeigen, dass sich die Distanzen für erfolgreiche und

nicht erfolgreiche Versuche nicht signifikant unterscheiden, wodurch dieser Parameter nicht als relevant für das Vorbeikommen des Stürmers betrachtet werden kann.

Bei den Parametern, die sich auf die Geschwindigkeiten der beiden Kontrahenten beziehen, ergaben sich divergierende Ergebnisse. Während bei den meisten Variablen keine signifikanten Unterschiede feststellbar waren, lieferte der T-Test für den Parameter vD_{t_3} ein signifikantes Ergebnis (Tabelle 18). Es lässt sich festhalten, dass sich weder die Geschwindigkeiten zum Zeitpunkt t_2 , noch das maximale Tempo in der Phase p_1 der beiden Spieler wesentlich unterscheiden. Auch die Geschwindigkeit des Stürmers zum Zeitpunkt t_3 weist keine deutlichen Unterschiede zwischen erfolgreichen und nicht erfolgreichen Versuchen auf. Lediglich bei der Geschwindigkeit des Verteidigers zum Zeitpunkt t_3 gibt es signifikante Unterschiede zwischen erfolgreichen und nicht erfolgreichen Versuchen.

Zum Zeitpunkt t_3 hat der Verteidiger bereits seine Vorwärtsbewegung abgestoppt und Tempo in Laufrichtung des Angreifers aufgenommen. Während die Geschwindigkeit beider Spieler zum Zeitpunkt t_2 , also an dem sich beide Personen noch aufeinander zubewegen, in Bezug auf den Erfolg des Versuchs nicht signifikant unterschiedlich ist, ist die Differenz beim nächsten relevanten Punkt t_3 für den Verteidiger sehr wohl signifikant. Eine Tatsache, die jedoch sehr ungewöhnlich erscheint ist, dass die Geschwindigkeit des Verteidigers zum Zeitpunkt t_3 für erfolgreiche Versuche signifikant höher ist als für nicht erfolgreiche (Tabelle 17). Es scheint also so, als wäre eine geringere Geschwindigkeit für den Verteidiger vorteilhaft, wenn es darum geht, den Stürmer am Vorbeikommen zu hindern. Das Tempo des Angreifers zum Zeitpunkt t_3 ist zwar, wie man es erwarten könnte, für erfolgreiche Versuche auch höher als für nicht erfolgreiche, doch ist dieser Unterschied nicht signifikant. Eine Erklärung, warum eine höhere Geschwindigkeit des Verteidigers zum Zeitpunkt t_3 dem Angreifer hilft, ist nicht einfach zu finden. Möglicherweise steckt hinter dem höheren Tempo die Entscheidung des Verteidigers eine Seite zu verteidigen, weil er der Meinung ist, dass der Angreifer sicher diese für sein Dribbling wählen würde. Dadurch wäre er dann leichter mit einer Bewegung auf die andere Seite auszuspielen und würde dann langsamer reagieren, weil er eine höhere Geschwindigkeit in eine Richtung zunächst verringern müsste, um zur anderen Seite zu wechseln.

Im Gegensatz zur Geschwindigkeit des Verteidigers an t_3 ergaben die Tests zu den Differenzen zwischen den Geschwindigkeiten und den Beschleunigungen der beiden Personen keine signifikanten Unterschiede zwischen erfolgreichen und nicht erfolgreichen Versuchen (Tabelle 22). Man hätte annehmen können, dass es bei erfolgreichen Fällen

eine größere Geschwindigkeitsdifferenz zwischen den beiden Protagonisten gäbe, als bei nicht erfolgreichen. Dieses Ergebnis wäre schlüssig gewesen, weil der Angreifer dann die Möglichkeit gehabt hätte, den Verteidiger zu überlaufen, ohne dass dieser rechtzeitig reagieren könnte. Ähnliches gilt für die Differenz der Beschleunigungen, die, in Bezug auf das Überspielen des Verteidigers, ebenso nicht signifikant unterschiedlich ist. Es scheint, dass die Spieler ihre Geschwindigkeiten und Beschleunigungen einander anpassen (Tabelle 21), wobei nicht feststellbar ist, ob der Verteidiger ausschließlich auf das Verhalten des Stürmers reagiert oder durch konkrete Handlungen selbst den Lauf des Duells bestimmt.

Die eindeutigsten Ergebnisse hinsichtlich signifikanter Unterschiede zwischen erfolgreichen und nicht erfolgreichen Versuchen lieferten die T-Tests für die Parameter aD_{t_3} und vD_{t_3} , also jene beiden Variablen, die sich auf die Beschleunigung des Angreifers und des Verteidigers zum Zeitpunkt der Konfrontation (t_3) beziehen. Die Tests ergaben für beide Parameter hochsignifikante Unterschiede zwischen erfolgreichen und nicht erfolgreichen Versuchen (Tabelle 20). Die Mittelwerte für beide Parameter, über alle Versuche hinweg, sind mit Standardabweichung für die Beschleunigung des Angreifers $0,65 \pm 0,15 \text{ m/s}^2$ und für den Verteidiger $1,08 \pm 0,18 \text{ m/s}^2$ (Tabelle 14). Man erkennt bereits daran, dass die Verteidiger zu diesem Zeitpunkt generell höhere Beschleunigungen als die Stürmer haben. Ein Grund könnte sein, dass der Angreifer mit höherer Geschwindigkeit als der Abwehrspieler zur Konfrontation kommt ($vA_{t_3} = 4,28 \pm 0,10 \text{ m/s}^2$; $vD_{t_3} = 2,20 \pm 0,18 \text{ m/s}^2$, Tabelle 14). Daher muss der Verteidiger mit höherer Beschleunigung auf Aktionen des Angreifers, reagieren.

Wenn man nun die Ergebnisse des T-Tests betrachtet, erkennt man für die Stürmer das erwartete Ergebnis. Bei erfolgreichen Versuchen ist die Beschleunigung des Angreifers höher als die Mittelwerte über alle Versuche und unterscheidet sich signifikant von den nicht erfolgreichen Fällen, bei denen die Beschleunigung niedriger ist als im Mittel ($aA_{t_3} = 1,12 \pm 1,21 \text{ m/s}^2$ (erfolgreich), $aA_{t_3} = -0,18 \pm 0,89$ (nicht erfolgreich), Tabelle 19). Eine hohe Dynamik zum Zeitpunkt der Konfrontation ist also ein Schlüsselfaktor, wenn es für den Angreifer darum geht, den Verteidiger zu überspielen. Der Angreifer kann durch hohe Beschleunigung zu dieser Zeit seine Bewegungsrichtung effektiver ändern und somit Haken oder Finten besser nutzen. Die Tatsache, dass die Beschleunigung bei nicht erfolgreichen Versuchen im Mittel negativ ist, dass also ein Abbremsen der Vorwärtsbewegung Richtung Tor stattfindet, zeigt, dass ein zurückhaltendes und abwartendes Verhalten des Angreifers zum Zeitpunkt des Zweikampfes dazu führt, dass das Dribbling eher misslingt.

Die Ergebnisse für die Beschleunigung der Verteidiger wirken demgegenüber ein wenig kurios. So ergeben sich für die Abwehrspieler für erfolgreiche Versuche, also solche bei denen der Angreifer den Gegenspieler überwinden konnte, ebenfalls höhere Beschleunigungswerte als für nicht erfolgreiche im Sinne des Angreifers ($aD_{t_3} = 1,48 \pm 1,70 \text{ m/s}^2$ (erfolgreich), $aD_{t_3} = 0,36 \pm 1,10 \text{ m/s}^2$ (nicht erfolgreich) siehe Tabelle 19). Man hätte vermuten können, dass ein gelungenes Verteidigungsmanöver, also ein nicht erfolgreicher Versuch, durch höhere Beschleunigungen des Abwehrspielers gekennzeichnet ist. Die Beschleunigung ist in beiden Fällen höher als die des Angreifers in den vergleichbaren Versuchen, befindet sich aber in einer ähnlichen Größenordnung. Es lässt sich vermuten, dass das Ergebnis durch die höhere oder geringere Beschleunigung des Angreifers zustande kommt, auf die der Abwehrspieler reagieren muss.

Diese Überlegung, welche durch die Ergebnisse des T-Tests für die Variable aD_{t_3} angestellt wurde, wurde abschließend ebenfalls mit statistischen Methoden überprüft. Da es sich bei beiden Variablen um intervallskalierte und normalverteilte Parameter handelt, konnte ein Korrelationstest nach Pearson durchgeführt werden. Dieser zeigt ob zwischen den zwei Variablen ein linearer Zusammenhang besteht (Bortz & Schuster, 2010, S. 183-184). Die Nullhypothese für diesen Test lautet:

H0.18: Es besteht kein signifikanter Zusammenhang zwischen den Variablen aD_{t_3} und aA_{t_3} .

Das Ergebnis des Tests auf Korrelation ist in Tabelle 23 ersichtlich.

Tabelle 23: Korrelation der Variablen aD_{t_3} und aA_{t_3}

		Korrelationen	
		aD_{t_3}	aA_{t_3}
aD_{t_3}	Korrelation nach Pearson	1	,481**
	Signifikanz (2-seitig)		,000
	N	75	75
aA_{t_3}	Korrelation nach Pearson	,481**	1
	Signifikanz (2-seitig)	,000	
	N	75	75

** . Die Korrelation ist auf dem Niveau von 0,01 (2-seitig) signifikant.

Es zeigt sich, dass ein mittlerer Zusammenhang zwischen den Beschleunigungen der Angreifer und Verteidiger zum Zeitpunkt der Konfrontation besteht, der hochsignifikant ist. Die Annahme, dass eine Korrelation zwischen der Beschleunigung des Angreifers und der des Verteidigers zum Zeitpunkt der Konfrontation besteht, konnte also bestätigt werden.

Dieser Sachverhalt ist in Abbildung 16 graphisch dargestellt.

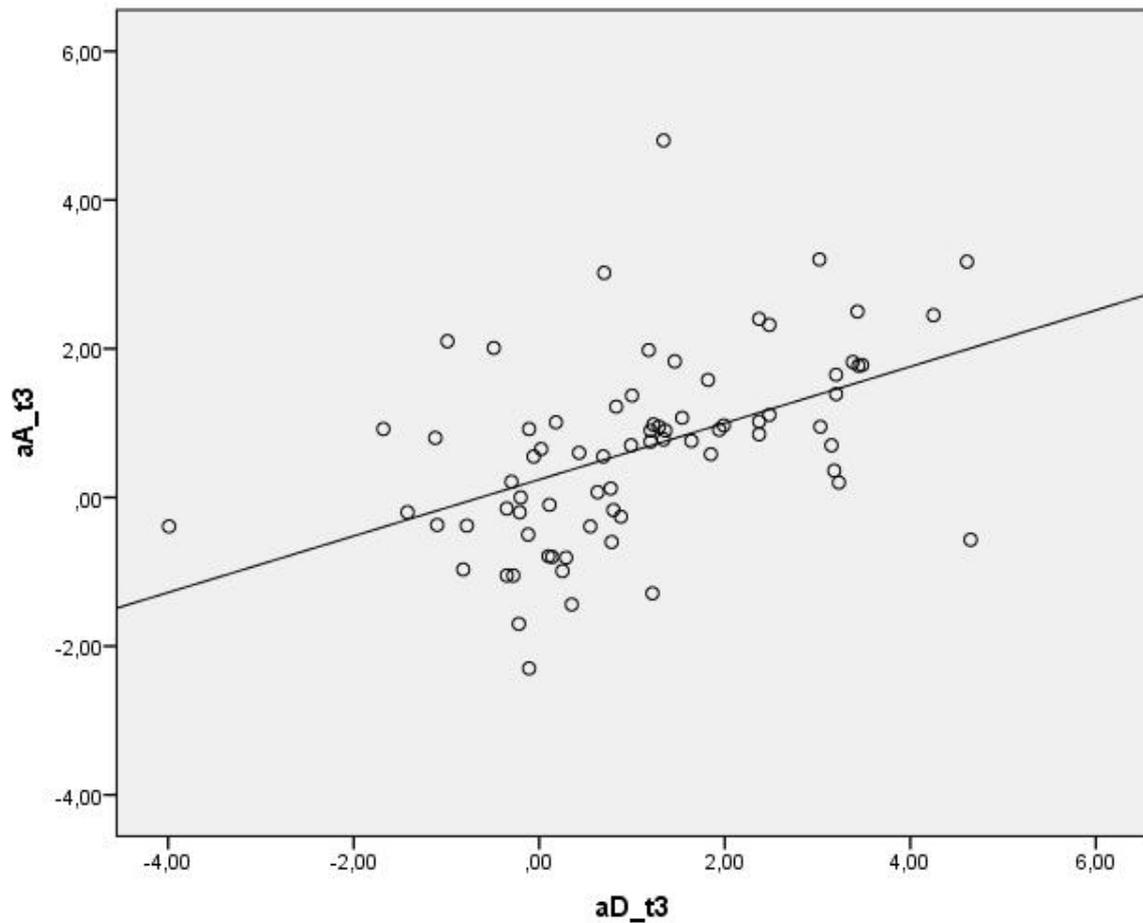


Abbildung 16: Graphische Darstellung der Korrelation zwischen aD_t3 und aA_t3

6 Zusammenfassung und Diskussion

Diese Arbeit hatte zum Ziel, 1 gegen 1-Spielsituationen im Fußball zu analysieren und entscheidende Faktoren im Zweikampf zu finden. Die zentrale Bedeutung des Zweikampfes wurde durch die durchschnittlich 101,5 Zweikämpfe, die pro Spiel der Deutschen Bundesliga in der Saison 2015/16 geführt werden, sowie durch verschiedene Verweise auf die Fachliteratur dargestellt. Headrick et al. (2012, S. 247) stellen sogar fest, dass Interaktionen zwischen zwei Personen auf dem Fußballfeld eine Wirkung auf das gesamte Spielgeschehen haben können. Prinzipiell kann ein einzelner Zweikampf das Matchresultat beeinflussen und so den Ausgang eines Spieles entscheiden. Einen weiteren Anreiz stellte die hohe Komplexität dieser interpersonellen Handlung dar (Vilar et al., 2014).

Am Anfang wurden die verschiedenen Formen des Zweikampfes, diese können sowohl mit dem Ball am Boden als auch in der Luft stattfinden, erläutert und die heute als richtig erachtete Vorgehensweise sowohl für Angriffsspieler, Angriffsspielerin, als auch für Verteidiger, Verteidigerin vorgestellt. Es konnte gezeigt werden, dass neben körperlichen Voraussetzungen, wie konditionellen Fähigkeiten, auch die Fertigkeit im Umgang mit dem Ball, sowie korrektes taktisches Verhalten von entscheidender Bedeutung sind. Der Zweikampf im Fußball stellt ein Forschungsfeld dar, welches derart komplex und vielschichtig ist, dass eine ganzheitliche Beschreibung und Analyse den Rahmen dieser Arbeit bei weitem gesprengt hätte. Deshalb wurde das Frontale 1 gegen 1 als eine wichtige Form der 1 gegen 1-Situationen zu Analyse Zwecken ausgewählt und mit Hilfe eines Modells ausgewertet.

Das Modell, welches sich aus Interviews, die mit Experten (z.B. Jugendfußballtrainer, ehemalige Spieler) geführt wurden, ergab, wurde unter Punkt 3 ausführlich beschrieben. Es wurden alle relevanten Parameter, Zeitpunkte und Phasen, sowie das erwartete Verhalten und sämtliche mögliche Ausgänge einer 1 gegen 1-Situation in diesem Modell angegeben. Zum Abschluss des theoretischen Teils wurden die Methoden und Programme zur Datenakquirierung und -aufbereitung vorgestellt. Es wurden Spieler einer U-15 Profifußballmannschaft mit zwei verschiedenen Methoden gleichzeitig analysiert. Zum einen wurden die Spieler während der Durchführung der Zweikämpfe mit Hilfe einer Videokamera aus erhöhter Position gefilmt, zum anderen wurden ihre Positionen auf dem Spielfeld mittels eines Tracking-Systems zu jeder Zeit aufgenommen und gespeichert.

Insgesamt konnten aus den Daten von zwei verschiedenen Trainingstagen mit unterschiedlichen Gruppen 75 gültige und verwendbare Fälle von 1 gegen 1-Situationen

ausgesucht werden, welche für die weitere Analyse verwendet wurden. Für jeden einzelnen dieser Versuche wurden sämtliche unter den Punkten 3.4 und 3.5 beschriebenen Variablen und Parameter festgelegt und anschließend mit statistischen Methoden ausgewertet. Da sich keine eindeutigen Kriterien für das automatische Erkennen und Festlegen finden ließen, geschah diese Eingabe manuell durch zwei unterschiedliche Experten. Um festzustellen, ob die Ergebnisse reliabel sind, wurde eine Interrater-Studie durchgeführt, die bei allen Parametern außer „Opening“ zufriedenstellende Resultate lieferte.

Das eigentliche Ziel der Untersuchung war es, jene Parameter herauszufiltern, die entscheidend sind, wenn es darum geht, ob es dem Angreifer gelingt, den Verteidiger zu überspielen oder nicht. Es konnte gezeigt werden, dass es dem Stürmer in beinahe 2 von 3 Fällen (64% aller Versuche) gelingt, den Abwehrspieler zu überwinden. Diese Versuche wurden als erfolgreich bezeichnet und die Variable „Passing“, die diesen Vorgang beschreibt, hatte in jenen Fällen den Wert „yes“.

Um die relevanten Parameter zu finden wurden T-Tests für unabhängige Stichproben durchgeführt, wobei die Gruppenvariable, nach der getrennt wurde, die Variable „Passing“ war. Mit diesen Tests sollte gezeigt werden, bei welchen Parametern es statistisch signifikante Unterschiede zwischen erfolgreichen und nicht erfolgreichen Versuchen gibt. Insgesamt wurden 17 T-Tests für unabhängige Stichproben durchgeführt, wobei sich bei 2 Parametern sehr signifikante Unterschiede und bei einem signifikante Differenzen ergaben. Die beiden sehr signifikanten Differenzen wurden bei den Beschleunigungen beider Spieler zum Zeitpunkt der Konfrontation festgestellt, der signifikante Unterschied bei der Geschwindigkeit des Verteidigers zu ebendiesem Zeitpunkt. Während die höheren Werte für die Beschleunigung des Angreifers beim Aufeinandertreffen bei erfolgreichen Versuchen einfach nachzuvollziehen sind, waren die Ergebnisse, dass bei erfolgreichen Versuchen aus Sicht des Angreifers ebenfalls signifikant höhere Beschleunigung und Geschwindigkeit des Verteidigers gefunden wurden, nicht trivial erklärbar. Die Vermutung, dass zwischen den Beschleunigungen der beiden Spieler ein Zusammenhang besteht, wurde mit einem Korrelationstest nach Pearson bestätigt. Dieser war sehr signifikant für diese beiden Variablen, wonach geschlossen werden konnte, dass bei hoher Beschleunigung des Angreifers der Verteidiger ebenso mit deutlich höherer Beschleunigung reagieren musste.

Die Ergebnisse der Untersuchung zeigen, dass der entscheidende Zeitpunkt in dieser 1 gegen 1-Situation der Zeitpunkt der Konfrontation ist, bei dem der Angreifer versucht, am Abwehrspieler vorbeizukommen beziehungsweise der Verteidiger die Chance hat, den

Ball zu klären oder abzulaufen. Aus Sicht des Angreifers sind nicht die Geschwindigkeiten zu den Zeitpunkten und Phasen vor der Konfrontation relevant, sondern besonders die Beschleunigung beim Aufeinandertreffen. Man kann dies mit hoher Agilität und Wendigkeit interpretieren, die es dem Stürmer ermöglichen, schnell die Laufrichtung zu wechseln und sich so einen Vorteil gegenüber dem Abwehrspieler zu verschaffen. Der Verteidiger wiederum muss, da er den Nachteil hat, auf die Aktion des Angreifers reagieren zu müssen, mit noch höherer Beschleunigung auf Haken und Finten des ballführenden Spielers reagieren, wodurch seine Beschleunigung zu diesem Zeitpunkt, absolut gesehen, höher ist als die des Stürmers (siehe 5.3.3). Auch für diesen Spieler ist der Konfrontationszeitpunkt der entscheidende Moment, in dem es darum geht, mit möglichst hoher Beschleunigung auf die Handlungen des Angreifers zu reagieren.

Um genauere Informationen zu erhalten, welche Parameter einen Einfluss auf den Ausgang von 1 gegen 1-Situationen haben sind andere statistische Methoden erforderlich. Da es sich bei dieser Studie um einen ersten Versuch handelt, relevante Parameter für den Ausgang von Zweikämpfen zu finden werden diese in dieser Arbeit nicht angewendet. Diese Arbeit stellt eine Grundlage dar, auf deren Basis weitere Untersuchungen und Auswertungen in ähnlichen Settings durchgeführt werden können. Um Verhältnisse zu schaffen, die dem Wettspiel näher kommen, wird es erforderlich sein, Duelle im Umfeld mehrerer Mit- und Gegenspieler zu analysieren. So gewonnene Daten sollten dann zusätzlich mit multivariaten statistischen Methoden wie der Diskriminanzanalyse bearbeitet werden.

Abschließend sei noch kurz auf die Verallgemeinerung der vorliegenden Untersuchungsergebnisse auf reale Spielsituationen verwiesen. Es ist offensichtlich, dass im verwendeten Setting spezielle Bedingungen hergestellt wurden, um eine geeignete 1 gegen 1-Situation zu schaffen. So wurde auf weitere Mit- und Gegenspieler verzichtet und Dauer und Bewegungsraum während eines Versuches nur grob eingeschränkt. Peter (2005) unterscheidet beim Frontalen 1 gegen 1 zwischen Positionen am Flügel und im Zentrum. Bei Zweikämpfen im Zentrum verweist er darauf, dass es im Zentrum zumeist zu Zweikämpfen mit kurzem Abstand kommt, weite Distanzen im 1 gegen 1 im Zentrum kommen demnach nur gelegentlich bei Kontersituationen vor. Weitaus häufiger kommt die in der Untersuchung durchgeführte Form des Zweikampfes, bei dem ein Angreifer mit großem Anlauf und Tempo auf einen Verteidiger zuläuft, am Flügel vor.

Da sich die Untersuchung nicht auf den Torschuss und das Ergebnis desselben bezog, sondern lediglich darauf, ob es dem Angreifer gelang, den Verteidiger zu überwinden oder

nicht, lassen sich die Resultate der Forschung durchaus auf Zweikämpfe am Flügel übertragen.

Im letzten Kapitel werden mögliche weitere Untersuchungen und Auswertungen, die auf den Ergebnissen dieser Studie aufbauen, diskutiert.

7 Ausblick

Im letzten Abschnitt sollen weiterführende Möglichkeiten der Untersuchung von Zweikämpfen im Fußball gegeben werden.

Diese Arbeit kann als Grundlage für aufbauende Studien, sowohl was das Setting, als auch was die Auswertung betrifft, gesehen werden. Eine Vielzahl von Studien, die sich mit der Thematik von 1 gegen 1-Situationen im Fußball beschäftigen (z.B. Duarte et al., (2010), Duarte et al., (2012), Headrick et al., (2012), Vilar et al., (2014)), beweist, dass der Zweikampf im Fußball eine sehr komplexe Struktur ist, die nur sehr schwierig ganzheitlich analysiert werden kann. Auf dem in dieser Arbeit eingeschlagenen Weg wurden lediglich die kinematischen Daten von zwei Spielern zur gleichen Zeit ausgewertet.

Um das reale Wettspiel besser nachzubilden, sollten weitere Forschungen betrieben werden, bei denen sich mehr als zwei Spieler zugleich in einer Spielsituation befinden. Eine Erweiterung auf 2 gegen 2-, 3 gegen 3- oder 4 gegen 4-Spielsituationen erscheint zweckmäßig und mit den vorhandenen Methoden durchaus durchführbar. Auch in Spielsituationen mit mehr als zwei Personen kommt es permanent zu Zweikämpfen mit dem Unterschied, dass Mit- und Gegenspieler, die sich im Umfeld befinden, einen Einfluss auf das Verhalten der direkt im Zweikampf befindlichen Spieler haben werden. Eine Annäherung an das Wettspiel kann so schrittweise vollzogen werden. In diesem Zusammenhang kann auch der Torhüter eine gewisse Problematik darstellen. Wurde er in dieser Studie nur zu Motivationszwecken eingesetzt, um dem Angreifer mehr Anreiz zu geben, den Abwehrspieler zu überwinden, so kann er bei der schrittweisen Angleichung an das Spiel nicht dauerhaft vernachlässigt werden. Zum Zeitpunkt der Messungen für diese Arbeit weigerte sich der Torhüter, aus Angst vor Verletzungen, die Transponder am Rücken zu tragen. Bei zukünftigen Studien die dem realen Wettspiel ähnlicher sind, muss der Torhüter jedoch zwangsläufig berücksichtigt werden.

Eine andere Möglichkeit der Erweiterung stellt die Automatisierung der Eingabe dar. In dieser Studie mussten alle Zeitpunkte, Phasen und Parameter manuell eingegeben werden. Bei größeren Datenmengen wird es unumgänglich sein, eine automatische Detektierung dieser Punkte zu haben. Dies wird vor allem beim angewandten Einsatz in Vereinen zu Analysezwecken von Bedeutung sein. Dazu müssen Kriterien gefunden werden, welche die Zeitpunkte, Phasen und Parameter eindeutig beschreiben, um diese in einer Rechenprozedur implementieren zu können. Vor allem aufgrund der Tatsache, dass die Position des Balles selbst nicht aufgenommen werden kann, werden alle

Faktoren, die nicht nur mit den Spielern zusammenhängen (z.B. Parameter „Result“), weiterhin manuell aus den Videomitschnitten eingegeben werden müssen.

Die Resultate der vorliegenden Untersuchung zeigen, dass die kinematischen Daten der beiden Spieler nicht unabhängig voneinander betrachtet werden können. So konnte eine sehr signifikante Korrelation zwischen den Beschleunigungen beider Spieler zum Zeitpunkt der Konfrontation nachgewiesen werden. Es erscheint durchaus wahrscheinlich, dass zwischen den untersuchten Parametern komplexere Zusammenhänge bestehen, die in dieser Arbeit nicht gefunden wurden. Um diese zu finden, sind multifaktorielle statistische Analysen notwendig.

Literaturverzeichnis

- Bauer, G. (2000). Fußball: Tackling. München: BLV Verlagsgesellschaft.
- Bischops, K. & Gerards, H.-W. (1999). Fußball – Zweikämpfe. Aachen: Meyer & Meyer Verlag.
- Bortz, J. & Schuster, C. (2010). Statistik für Human- und Sozialwissenschaftler. Berlin Heidelberg: Springer-Verlag.
- Duarte, R., Araújo, D., Gazimba, V., Fernandes, O., Folgado, H. & Marmeleira, J. (2010). The ecological dynamics of 1 vs. 1 sub-phases in association football. *The Open Sports Science Journal*, 3, 16-18.
- Duarte, R., Araújo, D., Davids, K., Travassos, B., Gazimba, V. & Sampai, J. (2012). Interpersonal coordination tendencies shape 1-vs-1 sub-phases performance outcomes in youth soccer. *Journal of Sports Science*, 30, 871-877.
- Frencken, W., Lemmink, K. & Delleman, N. (2010). Soccer-specific accuracy and validity of local position measurement (LPM) system. *Journal of Science and Medicine in Sport*, 13, 641-645.
- Headrick, J., Davids, K., Renshaw, I., Araújo, D., Passos, P. & Fernandes, O. (2012). Proximity-to-goal as a constraint on patterns of behaviour in attacker-defender dyads in team games. *Journal of Sports Science*, 30, 247-253.
- Leser, R., Baca, A. & Ogris, G. (2011). Local positioning systems in (game) sports. *Sensors*, 11, 9778-9797.

Ogris, G., Leser, R., Horsak, B., Kornfeind, P., Heller, M. & Baca, A. (2012). Accuracy of the LPM tracking system considering dynamic position changes. *Journal of Sports Sciences*, 30, 1503-1511.

Pfeil, R., Schuster, S. & Stelzer, A. (2013). Optimized parameter estimation for the LPM Local Positioning System. *IEEE Transactions on Instrumentation and Measurement*, 1, 153-166.

Peter, R. (2005). Zweikämpfe können Spiele entscheiden. *Fußballtraining*, 8, 13-21.

Peter, R. (2014). Das 1 gegen 1 ist die Basis. *Fußballtraining*, 4, 36-38.

Peter, R. & Barez, A. (2012). *Verteidigen mit System. Von der Spielanalyse bis zur Trainingsform*. Münster: Philippka-Sportverlag.

Schreiner, P. (1999). *Erfolgreich dribbeln. Das Peter-Schreiner-System*. Reinbek bei Hamburg: Rowohlt Taschenbuch Verlag.

Vilar, L., Araújo, D., Travassos, B. & Davids, K. (2014). Coordination tendencies are shaped by attacker and defender interactions with the goal and the ball in futsal. *Human Movement Science*, 33, 14-24.

Wick, D. (2013). *Biomechanik im Sport. Lehrbuch der biomechanischen Grundlagen sportlicher Bewegungen*. Balingen: Spitta Verlag.

Willimczik, K. (2009). Motorische Entwicklung in der mittleren/späten Kindheit und im Jugendalter. In J. Baur, K. Bös, A. Conzelmann, R. Singer (Hrsg.), *Handbuch Motorische Entwicklung* (S. 301-319). Schorndorf: Hofmann-Verlag.

Wirtz, M. & Franz, C. (2002). Beurteilerübereinstimmung und Beurteilerreliabilität.

Göttingen: Hogrefe-Verlag.

<http://www.duden.de/rechtschreibung/Zweikampf#Bedeutung2> (Zugriff am 26.10.2015)

<http://de.pons.com/%C3%BCbersetzung?q=zweikampf&l=dede&in=&lf=>

(Zugriff am 26.10.2015)

www.bundesliga.de/de/ (Zugriff am 5.11.2015)

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Richtiges Abwehrverhalten im Frontalen 1 gegen 1 (Peter, 2012, S. 31).....	6
Abbildung 2: Falsches Abwehrverhalten im Frontalen 1 gegen 1 (Peter, 2012, S. 31).	6
Abbildung 3: Schema des LPM-Systems (http://www.inmotio.eu/en-GB/20/lpm-technology.html)	23
Abbildung 4: LPM-Weste mit Transponder (http://www.inmotio.eu/en-GB/20/lpm-technology.html)	23
Abbildung 5: Koordinatensystem des LPM-Systems (modifiziert nach http://www.duden.de/rechtschreibung/Fuszbballfeld).	25
Abbildung 6: Verlauf der Beschleunigung eines Spielers über ein Zeitintervall	26
Abbildung 7: Aufstellung der beiden Spieler vor dem Beginn des Versuches. Der Torhüter trug keine Transponder und ist daher in den Daten des LPM-Systems (rechts) nicht vorhanden.....	28
Abbildung 8: Zone der 1 gegen 1-Situationen (modifiziert nach http://www.duden.de/rechtschreibung/Fuszbballfeld).	29
Abbildung 9: Derselbe Versuch als Video (links) und mit LPM-Daten (rechts).....	31
Abbildung 10: Geschwindigkeitsverlauf des Angreifers (links) inkl. Markierung des aktuellen Zeitpunktes (senkrechte Linie) des Videos (rechts).....	32
Abbildung 11: Ergebnisse für erfolgreiches und nicht erfolgreiches „Passing“	37
Abbildung 12: Ergebnisse für Ausgänge nach erfolgreichem „Passing“	38
Abbildung 13: Ergebnisse für erfolgreiches „Passing“ ohne Torschuss.....	39
Abbildung 14: Ergebnisse bei abgegebenen Torschüssen.....	40
Abbildung 15: Ergebnisse für nicht erfolgreiches „Passing“	41
Abbildung 16: Graphische Darstellung der Korrelation zwischen aD_{t_3} und aA_{t_3}	59

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Arten des Frontalen 1 gegen 1	7
Tabelle 2: Kinematische Variablen.....	15
Tabelle 3: Parameter zur Beschreibung der Versuche.....	16
Tabelle 4: Wertebereiche von „Result“.....	18
Tabelle 5: Cohen's Kappa für den Parameter „Opening“.....	33
Tabelle 6: Cohen's Kappa für den Parameter „Break“.....	34
Tabelle 7: Cohen's Kappa für den Parameter „Shot“.....	34
Tabelle 8: Cohen's Kappa für den Parameter „Passing“.....	34
Tabelle 9: Cohen's Kappa für den Parameter „Result“.....	35
Tabelle 10: Absolute Differenz der Mittelwerte und Standardabweichung sowie Ergebnis der T-Tests für die Zeitpunkte t1, t2, t3 und t5.....	35
Tabelle 11: K-S-Tests (I).....	45
Tabelle 12: K-S-Tests (II).....	46
Tabelle 13: Mann-Whitney-U-Test für nicht normalverteilte Variablen.....	47
Tabelle 14: Mittelwerte und Standardabweichungen aller kinematischen Parameter	48
Tabelle 15: Mittelwerte, Standardabweichungen und Standardfehler der Mittelwerte für positionsbezogenen Parameter	49
Tabelle 16: T-Test für unabhängige Stichproben für positionsbezogenen Parameter	50
Tabelle 17: Mittelwerte, Standardabweichungen und Standardfehler der Mittelwerte für Parameter der Geschwindigkeit.....	51
Tabelle 18: T-Test für unabhängige Stichproben für Parameter der Geschwindigkeit.....	52
Tabelle 19: Mittelwerte, Standardabweichungen und Standardfehler der Mittelwerte für Parameter der Beschleunigung.....	53
Tabelle 20: T-Test für unabhängige Stichproben für Parameter der Beschleunigung.....	53
Tabelle 21: Mittelwerte, Standardabweichungen und Standardfehler der Mittelwerte für Parameter der Differenz zwischen Angreifer und Verteidiger	54
Tabelle 22: T-Test für unabhängige Stichproben für Parameter der Differenz zwischen Angreifer und Verteidiger	54
Tabelle 23: Korrelation der Variablen aD_t3 und aA_t3.....	58

Quellenverzeichnis (Abbildungen)

<http://www.duden.de/rechtschreibung/Fuszbballfeld> (Zugriff am 29.10.2015)

<http://www.inmotio.eu/en-GB/20/lpm-technology.html> (Zugriff am 29.10.2015)

Curriculum Vitae

Persönliche Daten

Name: Johannes Stögerer
Geburtsdatum/-ort: 13.07.1990 in Mödling
Staatsangehörigkeit: Österreich
Familienstand: ledig

Ausbildung

1996-2000	Besuch der Volksschule Hyrtlplatz, 2340 Mödling
2000-2008	Besuch des BG Bachgasse, Mödling
12.06.2008	Reifeprüfung mit ausgezeichnetem Erfolg
2009	Aufnahme des Lehramtsstudiums Bewegung und Sport an der Universität Wien, sowie Physik an der Technischen Universität Wien und Technische Physik an der
2010	Aufnahme des Bakkalaureatsstudiums der Technischen Physik an der Technischen Universität Wien
2015	Anschluss des Bakkalaureatsstudiums der Technischen Physik
2015	Aufnahme des Masterstudiums der Materialwissenschaften an der Technischen Universität Wien

Berufliche Tätigkeit

2010-2013	Nachhilfe für SchülerInnen aller Schulstufen, in Mathematik und Physik
2012-2013	Arbeit als Studienassistent am Institut für Sportwissenschaften in der Abteilung für Biomechanik Sportinformatik und Statistik
2013- heute	Arbeit als Studienassistent am Institut für Sportwissenschaften in der Abteilung für Bildung, Unterricht und Bewegungskultur
2014- heute	Tutorentätigkeit in verschiedenen Lehrveranstaltungen an der Technischen Universität Wien