

Internal Report 2020

Vergleich der fußball-spezifischen taktischen Leistungsfähigkeit von Frauen und Männern in Europa

Prof. Dr. Daniel Memmert, Deutsche Sporthochschule Köln

Maximilian Klemp, Deutsche Sporthochschule Köln

Marc Garnica Caparrós, Deutsche Sporthochschule Köln

Jonas Imkamp, Deutsche Sporthochschule Köln

"Vor zehn Jahren hatte ich noch Probleme beim Hinschauen, aber der spielerische Standard hat sich längst gebessert [...]" (Franz Beckenbauer)

"Jahrelang haben wir Männer über das gelächelt, was einige Mädels als Frauen-Fußball bezeichneten. Ich gehörte auch zu diesen Chauvis. Nur: Irren ist menschlich. Und allzu oft ganz besonders männlich." (Paul Breitner)

Einleitung und Fragestellung

Taktische Fähigkeiten spielen im modernen Fußball in allen Altersbereichen und Leistungsniveaus eine bedeutsame Rolle (Memmert, 2006; Memmert & Raabe, 2018, 2019). Eine Reihe von Experten sieht in der Taktik sogar die Größe, der bis jetzt im Trainingsprozess am wenigsten Aufmerksamkeit gewidmet wurde (Memmert, 2019). Aus diesem Grund scheinen im taktischen Bereich die größten Potenziale zu schlummern. Das Projekt „Vergleich der fußballspezifischen-taktischen Leistungsfähigkeit von Frauen und Männern in Europa“ kann dem UEFA-Schwerpunktthema Frauen-Fußball und Fußball in Europa zugeordnet werden. Die Hauptfragestellung konzentriert sich auf die Gemeinsamkeiten und Unterschieden im taktischen Verhalten von Frauen- und Herrenmannschaften im Fußball, um dadurch praxisrelevante Ergebnisse für die Interpretation von Spielstrategien, Objektivität von Analysten und die Fußball-Ausbildung für beide Geschlechter und verschiedene Länder zu gewinnen. Um geschlechtsspezifische Bias bei der weitestgehend subjektiven Bewertung von Fußballspielen zu vermeiden, ist es die zentrale Idee dieses Projektes, nicht nur Video-Daten, sondern auch Event- und Positions-Daten von Frauen und Männern miteinander zu vergleichen. Bei den Video-Daten werden

Geschlechts-Unterschiede bei taktischen Schlüssel-Indikatoren (Key-Performance Indizes = KPIs) aufgrund von Vorurteilen vermutet. Bei den Event- und Positions-Daten kommen auch neuartige, objektive Analysewerkzeuge, wie künstliche, neuronale Netze zum Einsatz. Für alle hier eingesetzten individual- und gruppentaktischen Leistungsparameter wird erwartet, dass sich tendenziell eher Gemeinsamkeiten als Unterschiede zwischen beiden Geschlechtern ausmachen lassen, weil keine Rückschlüsse auf das Geschlecht möglich ist.

Beitrag zum europäischen Fußball und zur Mission der UEFA

Die FIFA Weltmeisterschaft (WM) der Frauen 2019 in Frankreich war ein Meilenstein in der Entwicklung des Sportspiels Frauen-Fußball. Neben der Organisation und der sportlicher Leistungen waren es vor allem das mediale und öffentliche Interesse an der Veranstaltung und der Zuschauerzuspruch, die eine neue Ära einleiteten und die stets diskutierte Frage nach einem Vergleich der taktischen Leistungsfähigkeit von Männern und Frauen im Sportspiel Fußball erneut aufkommen ließ.

Ohne Zweifel ist die Beantwortung der Frage bzgl. der Unterschiede zwischen Frauen- und Männer-Fußball aufgrund der Komplexität des Spiels, sowie der verschiedenen physiologischen und anatomischen Konditionen beider Geschlechter alles andere als trivial. Die geringe, bis fehlende wissenschaftliche Datenlage zu diesem Untersuchungsziel ist dieser Problematik geschuldet. Im Boulevard-Journalismus sind dennoch ohne wissenschaftliches Fundament quantitative Fakten aus Spielen vergangener FIFA-WM der Männer, mit Zahlen der letzten FIFA-WM der Frauen verglichen worden. Der Forschungsstand und das öffentliche Interesse rechtfertigen allein eine detaillierte wissenschaftliche Untersuchung.

Bei diesem Projekt können aufschlussreiche Erkenntnisse hinsichtlich taktischer Komponenten sowohl für die UEFA, als auch für die verschiedenen Nationalverbände und vor allem für die öffentliche Wahrnehmung des Sportspiels geliefert werden. Aufgrund der anonymen Vorgehensweise (ein Neuronales Netz kann nicht wissen, ob es sich um ein Frauen- oder Männer-Spiel handelt) werden die Ergebnisse eine hohe Objektivität besitzen, womit aktuell existierende Meinungen mit Hilfe von Zahlen und Fakten wider- oder unterlegt werden können. Die verschiedenen nationalen Ligen werden davon profitieren, da Rückschlüsse auf die Ausbildung von Spieler/-innen gezogen werden können. Ein weiterer Mehrwert für die Praxis ist, dass eine mögliche Anpassung der Ausbildungspläne der UEFA, Nationalverbände und Klubs möglich wird. Zusätzlich dazu wird dieses Projekt eine

erste wissenschaftlich fundierte Basis für Folgestudien bilden, um insgesamt den Frauen-Fußball differenzierter zu beschreiben. Zusammenfassend werden eine Weiterentwicklung und Professionalisierung des Frauen-Fußballs im Bereich des taktischen Verhaltens in Europa angestrebt. Zudem soll durch eine Objektivierung der Vergleiche, der taktischen Leistungsfähigkeit von Frauen- und Herrenmannschaften auch das Profil des Frauen-Fußballs geschärft werden. Schließlich wird durch einen taktisch ansprechenden Fußball auch die Attraktivität des Frauen-Fußballs weiter gesteigert und damit der Vorbild Charakter der Mannschaften und Spielerinnen gestärkt.

Stand der Forschung

Das Hauptproblem bei der Beantwortung der oben angeführten Fragestellungen ist die Definition der Analysekriterien, welche die taktische Leistungsfähigkeit valide bewertbar machen. Individualtaktische Parameter sind größtenteils quantitativ messbar, wohingegen gruppen- und mannschaftstaktische Verhaltensauffälligkeiten deutlich schwieriger quantitativ zu erfassen sind und somit den Grad der Objektivität der Messung gravierend beeinflussen, da die Bewertung auf qualitativem Niveau erfolgen muss, sprich die Bewertung der Aktionen/Situationen in ihrer Güte. Berücksichtigt werden bei der vorgeschlagenen Studie Variablen der Leistungsfähigkeit, die dem individual-, gruppen- und mannschaftstaktischen Verhalten zugeordnet sind. Diese werden aktuell von der deutschen Fußballnationalmannschaft der Herren für Spielanalysen herangezogen.

Technologisch gesehen können heute für eine Reihe von taktischen Leistungsfaktoren auch sportinformatische Analyseverfahren (für die technische Umsetzung vgl. Grunz, Memmert, & Perl, 2009, 2012; Memmert & Raabe, 2018; Memmert et al., 2011, 2019; Memmert & Perl, 2006, 2009a,b) eingesetzt werden, die computergestützt fußballspezifische Ereignisse objektivieren können, in dem die Maschine den Menschen bei der Bewertung der Situationen substituiert. Dabei bilden Positions-Daten der Spieler/-innen und des Balles über die gesamte Spielzeit die Datenbasis für die Analysen (vgl. Abb. 1). Bei 25 Updates pro Sekunde ergibt sich für eine 90 minutige Spieldauer ein Datenumfang von 135.000 Datensätzen. Wobei jeder Datensatz jeweils die Positionen der 22 Spieler/-innen und des Balles in x- und y-Koordinaten zum betreffenden Zeitpunkt enthält.

Ein wesentlicher Aspekt der Beurteilung taktischen Verhaltens von Mannschaften ist die Interaktion spezifischer taktischer Gruppen, wie etwa Angriff und Verteidigung.

Auf Grund der immensen Datenumfänge ist trotz der Verfügbarkeit der Positions-Daten, eine Analyse etwa der taktischen Bewegungen von Spielerkonstellationen mit konventionellen Methoden kaum durchführbar. In zwei, von der Deutschen Forschungsgemeinschaft (DFG) geförderten Projekten (ME 2678/7-1 und ME 2678/7-2) wurde eine Hierarchie von Künstlichen Neuronalen Netzen (KNN) entwickelt, um die Interaktion zwischen zwei Fußball-Mannschaften zu modellieren und automatisch Spielsequenzen zu identifizieren, sowie verschiedenen taktischen Kategorien beispielsweise Spieleröffnung zuzuordnen.

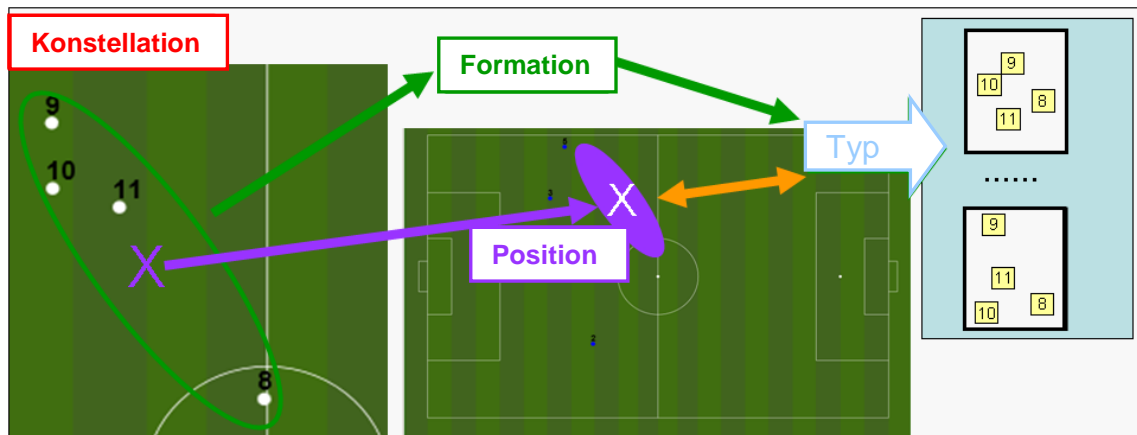


Abb. 1: Netz-basierte Erkennung von Formationstypen und die Re-Kombination mit Positions- und Zeitinformationen (Perl & Memmert, 2011, 2018a,b).

Hier liefern die Fähigkeiten KNN, Muster zu erkennen, wesentliche neue Möglichkeiten, wie sie in Abb. 1 angedeutet sind. Konstellationen können von ihrer Position auf dem Spielfeld getrennt und so als charakteristische Formationen vom Netz gelernt werden. Auf diese Weise ist es möglich, Häufigkeitsverteilungen typischer Gruppenformationen zu bestimmen und Häufigkeiten und Verläufe taktischer Interaktionen zu erkennen. Auf diese Weise wird es möglich, den Grad der Umsetzung taktischer Muster zu bestimmen oder auch die Fähigkeit einer Mannschaft zu erkennen, situationsbezogen neue Muster zu generieren. Der Vorteil ist dabei, dass das Selektieren einzelner Spielsequenzen aus Fußballspielen nicht mehr manuell durchgeführt werden muss (konventionelle Analyse), sondern von KNNs übernommen und so automatisiert werden kann.

Zur Validierung der trainierten Neuronalen Netze wurden einerseits die aus der traditionellen Spielanalyse („golden standard“) und die aus der netzgestützten der Positions-Daten-basierten Vorgehensweise andererseits erzielten Ergebnisse miteinander verglichen. In ersten Studien zeigte sich (Grunz et al. 2012), dass fast 90% von den durch die traditionelle Spielanalyse erkannten Spielereignissen durch

unsere neuronalen Netze hinsichtlich verschiedener Gruppentaktiken, wie Spieleröffnung, Standardsituationen (weiter ausdifferenziert in Einwurf, Freistoß und Eckstoß) und Torabschluss erkannt wurden. Zusammenfassend lassen sich die häufigsten taktischen Muster beider Mannschaften bestimmen und in ihrem situativen Kontext gegenüberstellen.

Methodik

Um subjektive Voreinstellungen zur Leistungsfähigkeit von Frauen und Männer im Sportspiel Fußball ebenfalls thematisieren zu können, werden zunächst taktische Leistungen von ausgebildeten Analysten anhand der herkömmlichen Videosignale des Spiels erstellt. Auf Basis der Positions-Daten können neuronale Netze und andere Algorithmen in einem zweiten Schritt nicht erkennen, ob es sich um ein Spiel der Herren oder um ein Spiel der Frauen handelt. Nur Individual- und Gruppentaktiken werden differenziert untersucht, technische Fertigkeiten hingegen werden nicht eingehender analysiert, was dem Methodendesign bei der Untersuchung qualitativer Daten geschuldet ist. Abschließend wird in einem Experiment geprüft (war nicht im genehmigten Antrag aufgeführt), ob Menschen anhand einer Visualisierung des Fußball-Spiels in zweidimensionaler Form auf der Basis von Positions-Daten erkennen können, ob es sich um ein Frauen- oder Männer-Spiel handelt (Aspekt Spiel-Geschwindigkeit).

Statistisches Vorgehen

Während die Analysten nach traditionellem Vorgehen das Spiel anhand einer traditionellen Videoaufnahme beobachten und hinsichtlich der taktischen Kategorien bewerten, erfolgte die Auswertung weiterer Variablen automatisch mit neuronalen Netzen und anderen Algorithmen auf der Basis von Event- und Positions-Daten. Insgesamt 23 KPIs wurden in Abhängigkeit vom Geschlecht statistisch untersucht. Für die videobasierten KPIs wurde zusätzlich eine varianzanalytische Untersuchung durchgeführt, bei welcher neben dem Geschlecht auch die Nationalitätengruppe (mittel-europäische versus ost-europäische Mannschaften) berücksichtigt wurde. Aufgrund der in der Stichprobe enthaltenen Messwiederholungen, wurde allen Analysen ein gemischtes lineares Modell zugrunde gelegt. Die statistische Bedeutsamkeit der Unterschiede wurde durch t-Tests und Varianz-Analysen überprüft.

Die zentrale Kernannahme ist, dass auf der Basis von Event- und Positions-Daten bei elementaren individual- und gruppentaktischen Maßnahmen relativ ähnliche Spiel-Muster bei beiden Geschlechtern zu beobachten sein werden, nicht aber zwingend bei den verschiedenen europäischen Ländern und vor allem nicht bei der Auswertung der Video-Daten auf der Basis einer klassischen Vorgehensweise (Beobachter-Beurteilung). Hier werden bei spezifischeren Individual- und Gruppentaktiken möglicherweise Unterschiede diagnostiziert werden.

Datenlage und KPIs

Video-Daten

Für die qualitativen Analysen der Video-Daten standen auch Spiele der osteuropäischen Mannschaften zur Verfügung. Analysten haben nach traditionellem Vorgehen das zwei-dimensionale Spiel beobachtet und hinsichtlich der taktischen Kategorien (s. ***Auswertungsstrategie***) bewertet. Folgende Frauen- und Männer-Spiele konnten ausgewertet werden.

Frauen-Spiele:

1. 17.06.19 Deutschland-Südafrika (WM-Gruppenphase)
2. 22.06.19 Deutschland-Nigeria (WM-Achtelfinale)
3. 30.08.18 Schweden-Ukraine (WM-Qualifikation)
4. 04.09.18 Russland-Bosnien H. (WM-Qualifikation)
5. 04.09.18 Polen-Schweiz (WM-Qualifikation)
6. 04.09.18 Ukraine-Ungarn (WM-Qualifikation)

Männer-Spiele:

1. 21.03.19 Österreich-Polen (EM-Qualifikation)
2. 22.03.19 England-Tschechien (EM-Qualifikation)
3. 24.03.19 Kasachstan-Russland (EM-Qualifikation)
4. 24.03.19 Niederlande-Deutschland (EM-Qualifikation)
5. 08.06.19 Weißrussland-Deutschland (EM-Qualifikation)

6. 10.06.19 Ukraine-Luxembourg (EM-Qualifikation)

Pro Geschlechtergruppe standen 6 Spiele zur Verfügung, in welchen jeweils zwei Mannschaften beobachtet wurden und die Beobachtungen für die zwei Halbzeiten getrennt durchgeführt wurden. Es ergibt sich somit eine Stichprobengröße von $n=24$.

Event-Daten

Für den Frauen-Fußball wurden die Event-Daten der folgenden Spiele der Europameisterschaft 2017 ausgewertet.

1. 27.07.17 Portugal-England (EM 2017 Gruppenphase)
2. 17.07.17 Deutschland-Schweden (EM 2017 Gruppenphase)
3. 19.07.17 England-Schottland (EM 2017 Gruppenphase)
4. 25.07.17 Russland-Deutschland (EM 2017 Gruppenphase)
5. 30.07.17 Österreich-Spanien (EM-Viertelfinale 2017)
6. 06.08.17 Niederlande-Dänemark (EM-Finale 2017)

Für den Herrenfußball lagen der Deutschen Sporthochschule Köln (Institut für Trainingswissenschaft und Sportinformatik) folgende Spiele zur Auswertung vor.

1. 07.07.16 Deutschland-Frankreich (EM-Halbfinale 2016)
2. 02.07.16 Deutschland-Italien (EM-Viertelfinale 2016)
3. 29.05.16 Deutschland-Slowakei (Freundschaftsspiel)
4. 26.03.16 Deutschland-England (Freundschaftsspiel)
5. 11.10.15 Deutschland-Georgien (EM-Qualifikation)
6. 08.10.15 Republik Irland-Deutschland (EM-Qualifikation)

Pro Geschlechtergruppe standen 6 Spiele zur Verfügung, in welchen jeweils zwei Mannschaften beobachtet wurden und die Beobachtungen für die zwei Halbzeiten getrennt durchgeführt wurden. Es ergibt sich somit eine Stichprobengröße von $n=24$.

Positions-Daten

Für den Frauen-Fußball wurden die Positions-Daten der folgenden Spiele der Europameisterschaft 2017 ausgewertet.

1. 16.07.2017 Niederlande – Norwegen (Frauen EM 2017)
2. 29.07.2017 Niederlande – Schweden (Frauen EM-Viertelfinale 2017)
3. 06.08.2017 Niederlande – Dänemark (Frauen EM-Finale 2017)

Für den Herren-Fußball lagen der Deutschen Sporthochschule Köln (Institut für Trainingswissenschaft und Sportinformatik) folgende Spiele zur Auswertung vor.

1. 26.03.16 Deutschland-England (Freundschaftsspiel)
2. 11.10.15 Deutschland-Georgien (EM-Qualifikation)
3. 08.10.15 Republik Irland-Deutschland (EM-Qualifikation)

Pro Geschlechtergruppe standen 3 Spiele zur Verfügung. Für die Pressing-Analyse (P20 und P21, s.u.) wurden für jedes Spiel beide Mannschaften in beiden Halbzeiten getrennt beobachtet, wodurch sich eine Stichprobengröße von $n=12$ ergibt. Für die Pass-Analyse (P19, P22, P23, s.u.) wurden die gespielten Pässe analysiert, womit sich eine Stichprobe von $n=4846$ ergibt.

Auswertungsstrategie (u.a. nach Memmert & Raabe, 2018, 2019)

A) Video-Daten

V1	Tore nach Standardsituation
V2	Konterangriffe
V3	Positionsangriffe
V4	„Spielen & Gehen“ (u.a. Doppelpass) im Abwehrdrittel
V5	„Spielen & Gehen“ im Mittelfeldrittel
V6	„Spielen & Gehen“ im Angriffsdrittel
V7	Wie viele Spieler sind zwischen den Räumen anspielbar
V8	Wie viele Spieler werden zwischen den Räumen angespielt
V9	So breit wie nötig, so tief wie möglich (Spieler anspielbar)
V10	So breit wie nötig, so tief wie möglich (Spieler angespielt)
V11	Räume im Rücken erkennen

B) Event-Daten

E12	Anzahl Pässe
E13	Anzahl erfolgreicher Pässe
E14	Passerfolgsquote
E15	Anzahl Flanken
E16	Anzahl Dribblings
E17	Anzahl Rettungsaktionen
E18	Anzahl Torabschlüsse

C) Positions-Daten

	Parameter	Operationalisierung
P19	Qualität der Pässe im Angriff	überspielte Gegenspieler
P20 P21	Umschalten nach Ballverlust (Defensives Verschieben zum Ball nach Ballverlust) (Kompakt)	Pressing-Index <ul style="list-style-type: none"> • Spieler näher als 10m zum Ball • Spieler weiter als 10m vom Ball
P22 P23	Schaffen, Erkennen und Nutzen von Räumen in der Offensive	<ul style="list-style-type: none"> • Raumkontrolle 16er • Raumkontrolle 30m-Bereich

Ergebnisse

Video-Daten

Die Video-Daten der Stichprobe wurden von je zwei Experten für Frauen- und Männer gesichtet und nach den 11 Indikatoren ausgewertet. Die Experten wurden in Bezug auf die spezifische Auswertungsmethode eingehend geschult. Hierzu wurden mithilfe der EasyTag App die definierten Ereignisse manuell gezählt. Der Indikator „Spielen & Gehen“ wurde in die drei Spielfeld Drittel (1 = Abwehrdrittel, 2 = Mittelfeld Drittel, 3 = Angriffsdrittel) aufgeteilt.

Die beiden Indikatoren „Wie viele Spieler sind zwischen den Räumen“ (ZR anspielbar/angespielt) und „So breit wie nötig, so tief wie möglich“ (Breite & Tiefe anspielbar/angespielt) sind jeweils in die zwei Kategorien „anspielbar“ und „angespielt“ unterteilt worden.

Die Übereinstimmung zwischen den Analysten wurde mittels Korrelationsanalyse untersucht und ergab einen Intraklassen-Korrelationskoeffizienten (ICC) von 0.83 ± 0.06 . Hier zeigt sich zunächst, dass trotz höchster Bemühungen um die Standardisierung von Analysemethoden, die manuelle Bewertung durch menschliche Analysten keine vollständig objektive Beurteilung gewährleisten kann.

Um die Video-Daten neben dem Geschlecht auch in Bezug auf die Unterteilung mitteleuropäische versus osteuropäische Mannschaften auszuwerten, wurde hier eine zweifaktorielle Varianz-Analyse mit den Faktoren Geschlecht und

Nationalitätenzugehörigkeit (jeweils zwei Faktorstufen) durchgeführt. Auch hier wurde die Messwiederholung durch Modellierung der Mannschafts-ID berücksichtigt. Die Anzahl der beobachteten Ereignisse in Abhängigkeit von Geschlecht und Nationalitätengruppe sind in Abbildung 2 zu sehen.

Die Varianz-Analyse ergab einen signifikanten Effekt des Geschlechts auf die folgenden Variablen. In Frauen-Spielen wurden signifikant häufiger Positionsangriffe, Konter sowie Spielen und Gehen im Abwehrdrittel und Mittelfeldrittel beobachtet. In Männer-Spielen waren signifikant mehr Spieler in den Zwischenräumen anspielbar und wurden absolut sowie relativ (zu Anspielmöglichkeiten) signifikant häufiger angespielt.

Tab. 1: Unterschiede zwischen Männern und Frauen für die videobasierten KPIs. Positive Differenzen bedeuten höhere Werte für die Männer. Die berichteten Zahlen spiegeln Häufigkeiten der Ereignisse wieder. *SE*: Standardfehler der Differenzen; *T*: Teststatistik für den t-Test; *p*: p-Wert des Tests (Signifikanzniveau 5%)

	Parameter	Differenz	SE	T	p
V1	Tore nach Standardsituation	-0,38	0,36	-1,06	0,3
V2	Konterangriffe	-14,79	1,84	-8,04	<0,001
V3	Positionsangriffe	-21,02	7,26	-2,9	0,01
V4	„Spielen & Gehen“ (u.a. Doppelpass) im Abwehrdrittel	-3,59	0,73	-4,9	<0,001
V5	„Spielen & Gehen“ im Mittelfeldrittel	-8,87	2,05	-4,32	<0,001
V6	„Spielen & Gehen“ im Angriffsdrittel	-2,16	1,1	-1,95	0,07
V7	Wie viele Spieler sind zwischen den Räumen anspielbar	17,08	7,41	2,3	0,04
V8	Wie viele Spieler werden zwischen den Räumen angespielt	18,62	6,96	2,68	0,02
V9	So breit wie nötig, so tief wie möglich (Spieler anspielbar)	1,35	3,93	0,34	0,73
V10	So breit wie nötig, so tief wie möglich (Spieler angespielt)	1,28	2,58	0,5	0,63
V11	Räume im Rücken erkennen	-1,26	3,84	-0,33	0,75

Darüber hinaus ergab die Varianz-Analyse einen signifikanten Effekt der Nationalitätengruppe auf die folgenden Variablen. Bei osteuropäischen Mannschaften wurden signifikant mehr Konter beobachtet. Bei mitteleuropäischen Mannschaften waren signifikant mehr Spieler in den Zwischenräumen sowie breit

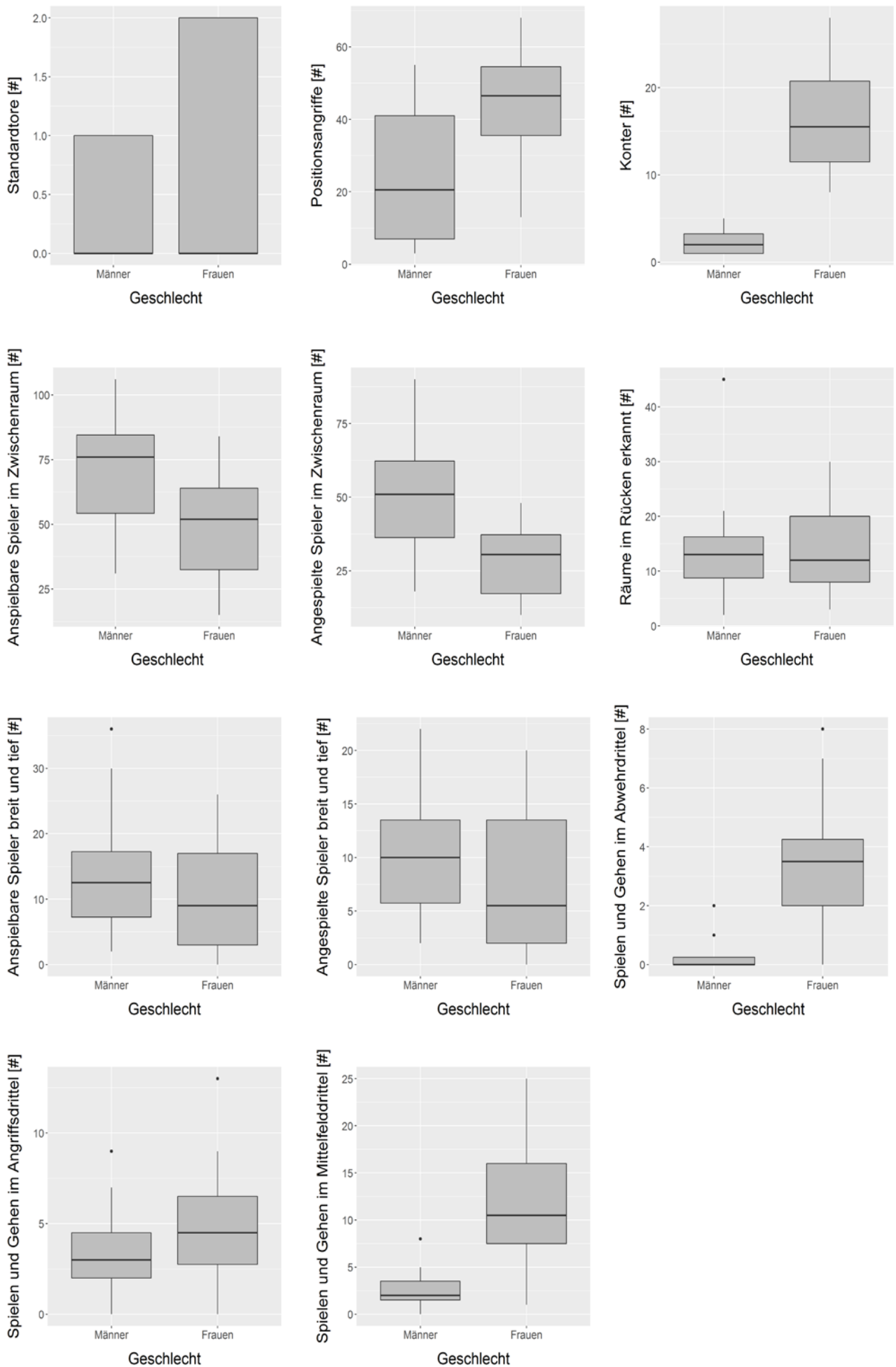


Abb. 2: Anzahl der Ereignisse der videobasierten KPIs (V1-V11) in Abhängigkeit vom Geschlecht

und tief anspielbar und es wurden in beiden Situationen signifikant mehr Spieler angespielt. Außerdem wurden bei mitteleuropäischen Mannschaften signifikant mehr Spielen und Gehen-Ereignisse im Angriffsdrittel, sowie signifikant mehr Räume im Rücken-Ereignisse beobachtet. Die Mittelwerte und Standardfehler der Differenzen, sowie die Test-Statistiken für den Geschlechtervergleich sind Tabelle 1 zu entnehmen. Die entsprechenden Ergebnisse des Nationalitätenvergleichs sind in Tabelle 2 zu sehen.

Tab. 2: Unterschiede zwischen mittel- und osteuropäischen Mannschaften für die videobasierten KPIs. Positive Differenzen bedeuten höhere Werte für die mitteleuropäischen Mannschaften. Die berichteten Zahlen spiegeln Häufigkeiten der Ereignisse wider. *SE*: Standardfehler der Differenzen; *T*: Teststatistik für den t-Test; *p*: p-Wert des Tests (Signifikanzniveau 5%)

	Parameter	Differenz	SE	T	p
V1	Tore nach Standardsituation	-0,08	0,36	-0,23	0,82
V2	Konterangriffe	-5,46	1,84	-2,97	0,01
V3	Positionsangriffe	12,19	7,26	1,68	0,11
V4	„Spielen & Gehen“ (u.a. Doppelpass) im Abwehrdrittel	0,26	0,73	0,35	0,73
V5	„Spielen & Gehen“ im Mittelfeld drittel	0,87	2,05	0,42	0,68
V6	„Spielen & Gehen“ im Angriffsdrittel	3,46	1,1	3,13	0,01
V7	Wie viele Spieler sind zwischen den Räumen anspielbar	28,85	7,41	3,89	0,002
V8	Wie viele Spieler werden zwischen den Räumen angespielt	19,79	6,96	2,85	0,01
V9	So breit wie nötig, so tief wie möglich (Spieler anspielbar)	8,65	3,92	2,2	0,04
V10	So breit wie nötig, so tief wie möglich (Spieler angespielt)	5,56	2,58	2,15	0,04
V11	Räume im Rücken erkennen	9,93	3,84	2,59	0,02

Event-Daten

Die Auswertung von sechs Variablen (s. **Auswertungsstrategie**) erfolgte automatisch mithilfe eines eigens für dieses Projekt programmierten Programms. Uns standen Event-Daten der gesamten Frauen Europameisterschaft 2017 zur Verfügung. Für jede Ereigniskategorie wurde die Anzahl der gezählten Ereignisse pro Halbzeit und pro Mannschaft festgestellt und weiter ausgewertet. Es wurden die Ereignisse Rettungsaktionen, Flanken, Pässe, erfolgreiche Pässe, Dribblings, Torabschlüsse, sowie die Passerfolgsquote analysiert. Die Anzahl der jeweiligen Ereignisse in Abhängigkeit vom Geschlecht sind in Abbildung 3 zu sehen.

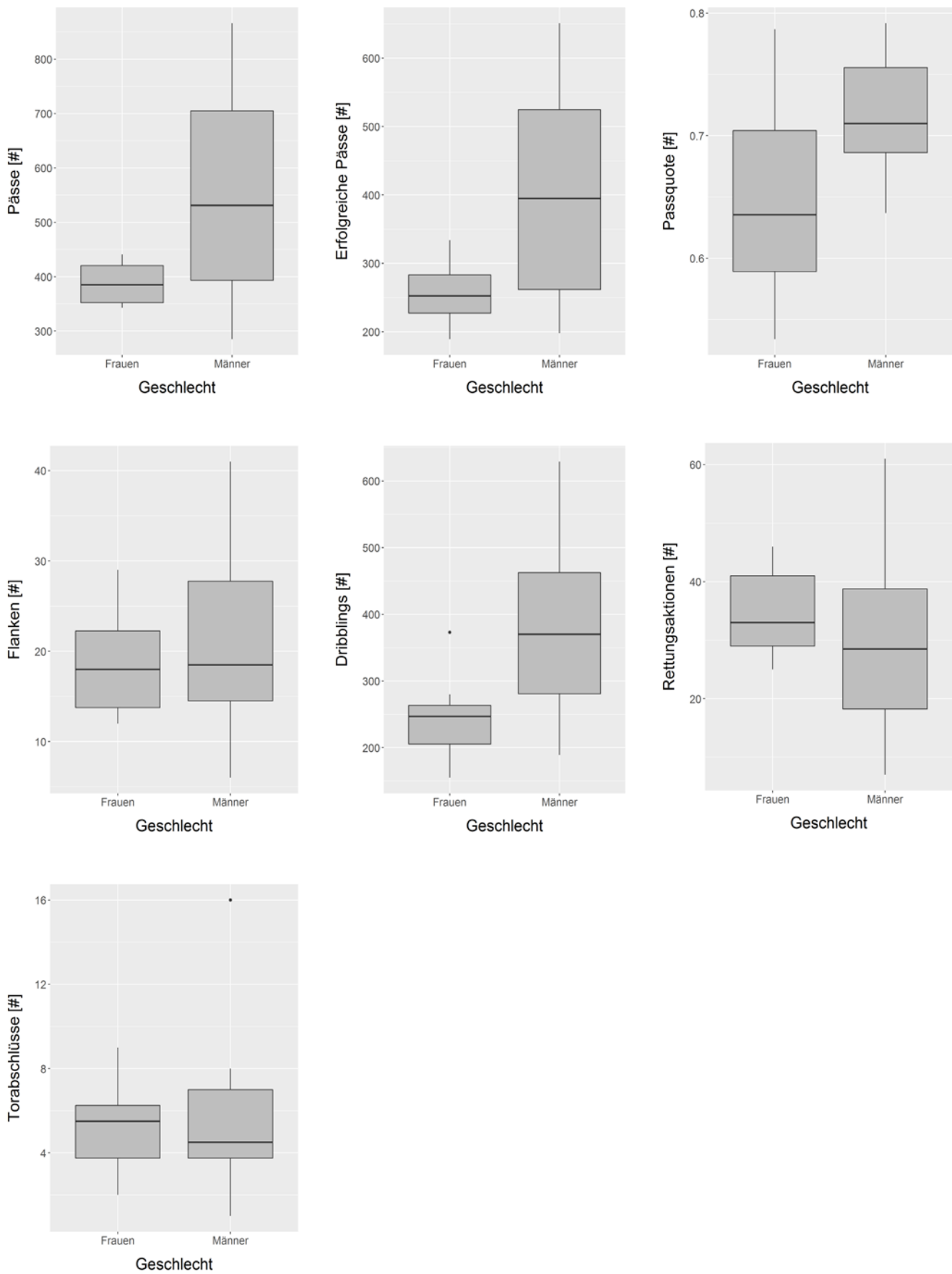


Abb. 3: Anzahl der Ereignisse der jeweiligen eventbasierten KPIs (E12-E18) in Abhängigkeit vom Geschlecht

Zur inferenzstatistischen Analyse wurde für jede der Variablen ein unabhängiger t-Test mit der unabhängigen Variable Geschlecht durchgeführt. Da teilweise die gleichen Mannschaften mehr als einmal beobachtet wurden, wurde dieser Messwiederholung in der Modellierung der Daten Rechnung getragen, indem der Effekt der Mannschafts-ID als zufälliger Effekt modelliert wurde. Das Signifikanz-Niveau wurde auf 5% festgelegt.

Die inferenzstatistische Untersuchung ergab für keine der Variablen einen signifikanten Unterschied zwischen Männern und Frauen. Die Mittelwerte und Standardfehler der Differenzen, sowie die Teststatistiken sind Tabelle 3 zu entnehmen.

Tab. 3: Unterschiede zwischen Männern und Frauen für die eventbasierten KPIs. Positive Differenzen bedeuten höhere Werte für die Männer. Die berichteten Zahlen spiegeln Häufigkeiten der Ereignisse wider. SE: Standardfehler der Differenzen; T: Teststatistik für den t-Test; p: p-Wert des Tests (Signifikanzniveau 5%)

	Parameter	Differenz	SE	T	p
E12	Anzahl Pässe	79,59	71,7	1,11	0,29
E13	Anzahl erfolgreicher Pässe	84,81	59,06	1,44	0,17
E14	Passerfolgsquote	0,07	0,04	1,97	0,07
E15	Anzahl Flanken	0,11	4,12	0,03	0,98
E16	Anzahl Dribblings	98,48	50,24	1,96	0,07
E17	Anzahl Rettungsaktionen	-2,1	6,32	-0,33	0,75
E18	Anzahl Torabschlüsse	0,25	1,28	0,2	0,85

Positions-Daten

Die Auswertung der einzelnen Variablen (s. **Auswertungsstrategie**) erfolgte automatisch mithilfe von neuronalen Netzen auf der Basis von @SOCCER (für die technische Umsetzung vgl. Grunz, et al., 2009, 2012; Memmert & Raabe, 2018; 2019; Memmert & Perl, 2006, 2009a,b; Perl & Memmert, 2011, 2018a,b). Der Pressing-Index wurde für jedes Spiel und für jede Halbzeit für jede der beiden Mannschaften gebildet. Dabei wurden die Prozess-Geschwindigkeiten sowohl für die

näher, als 10 Meter zum Ball befindlichen Spieler, als auch für alle weiter entfernten Spieler in den ersten 3 Sekunden nach Ballverlust ermittelt.

Zur Beurteilung der Passqualität wurden die Variablen überspielte Gegenspieler, Zugewinn der Raumkontrolle im Strafraum und Zugewinn der Raumkontrolle im Angriffsdrittel für jede Mannschaft ermittelt. Dabei wurde jeder Pass einzeln in die Analyse eingeschlossen. Die statistische Auswertung für diese Variablen erfolgte analog zu dem, bei Event-Daten verwendeten Verfahren. Die Daten für den Pressing-Index und zur Passqualität sind in Abbildung 4 zu sehen.

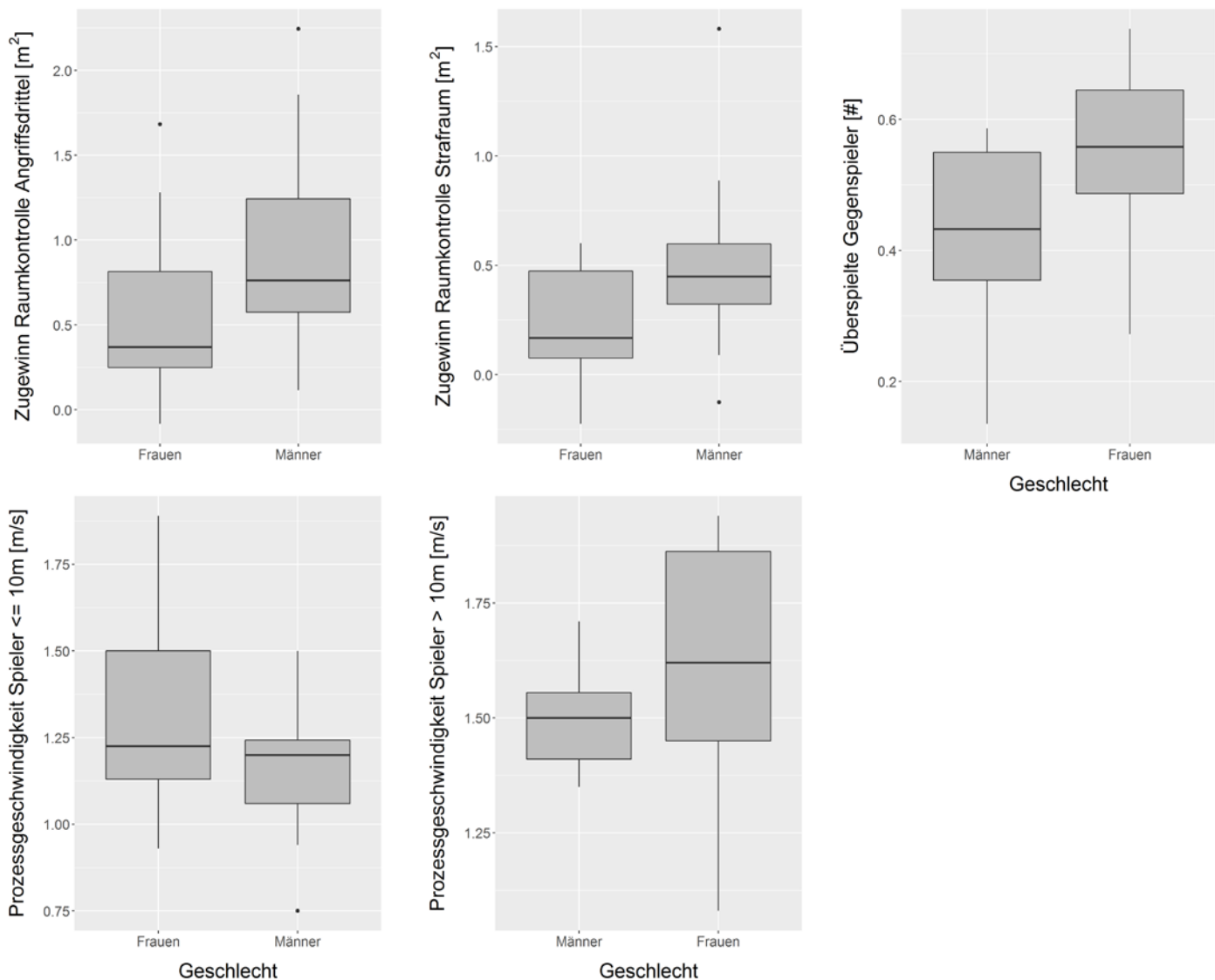


Abb. 4: Ausprägung der Positions-Datenbasierten KPIs (P19-P23) in Abhängigkeit vom Geschlecht

Die inferenzstatische Überprüfung der Daten zu Pressing und Passqualität ergab für keine der fünf KPIs einen signifikanten Unterschied zwischen Männern und Frauen.

Die Mittelwerte und Standardfehler der Differenzen, sowie die Teststatistiken sind Tabelle 4 zu entnehmen.

Tab. 4: Unterschiede zwischen Männern und Frauen für die Positions-Datenbasierten KPIs. Positive Differenzen bedeuten höhere Werte für die Männer. SE: Standardfehler der Differenzen; *T*: Teststatistik für den t-Test; *p*: p-Wert des Tests (Signifikanzniveau 5%)

	Parameter	Differenz	SE	<i>T</i>	<i>p</i>
P19	überspielte Gegenspieler [Anzahl Spieler]	-0,13	0,07	-1,77	0,08
P20	Pressing-Index [m/s] <i>Spieler näher als 10m zum Ball</i>	0,15	0,1	1,54	0,14
P21	Pressing-Index [m/s] <i>Spieler weiter als 10m vom Ball</i>	-0,11	0,08	-1,34	0,19
P22	Zugewinn Raumkontrolle Strafraum [m ²]	-0,32	0,23	-1,37	0,26
P23	Zugewinn Raumkontrolle Angriffsdrittel [m ²]	0,47	0,28	-1,67	0,15

Experiment

Zusätzlich ist ein großes Experiment mit mindestens 200 Teilnehmern zur geschlechterspezifischen Einordnung von Video-Material geplant, welches nicht im genehmigten Antrag aufgeführt war, aber weitere wichtige Erkenntnisse liefern soll. Dies wurde aufgrund von Corona vorerst verschoben, wird nun aber voraussichtlich als Online-Studie umgesetzt. Die Aufgabe der Probanden wird darin bestehen, Fußball-Videomaterial in Form von reinen Positions-Daten aus internationalen Turnieren von Frauen und Männern dahingegen zu bewerten, ob es sich um ein Männer- oder Frauenspiel handelt. Zudem werden einige demographische Angaben zur Person sowie Angaben zur Fußballerfahrung (sowohl zuschauen als auch aktiv spielen) erhoben. Die Fußballerfahrung wird miterhoben, um zusätzlich explorative Analysen rechnen zu können.

Eine Pilotierungsstudie ist bereits abgeschlossen, in der 40 Probanden (20 Laien und 20 Experten, Männer und Frauen) befragt wurden, anhand welcher Merkmale sie Szenen, in denen sie lediglich die animierten Positions-Daten sehen, Männer- und Frauenspielen zuordnen würden. Aus den offenen Antworten werden wir für die Hauptstudie Multiple-Choice-Items generieren, die die Probanden vor und nach der eigentlichen Bewertungsaufgabe beantworten werden.

Wir nehmen an, dass Probanden zwar im Vorhinein davon ausgehen, dass sie anhand reiner Positions-Daten unterscheiden können, ob die Abschnitte aus Frauen-

oder Männer-Spielen stammen (analog zur Overconfidence bei Forecasting von Fußball-Ergebnissen beispielsweise), dass dies de facto aber nicht der Fall ist.

Im Detail wird jeder Proband 15 Szenen aus Männer-Spielen und 15 Szenen aus Frauen-Spielen in randomisierter Reihenfolge gezeigt bekommen und bewerten. Die Szenen werden 15 Sekunden lang sein und randomisiert aus 5 verschiedenen Männer- und 5 verschiedenen Frauen-Spielen auf Nationalmannschaft-Niveau gezogen werden. Ausgeschlossen werden Szenen, in denen der Ball zu irgendeinem Zeitpunkt ruht (Spielunterbrechungen, Standardsituationen etc.). Die Männer- und Frauen-Spiele werden hinsichtlich Spielniveau (Weltranglistenplatz) und Gegnerstärke (Unterschied in den Weltranglistenplätzen der beiden spielenden Teams) bestmöglich gematcht, um so potenzielle konfundierende Variablen zu eliminieren.

Zusätzlich werden wir alle angenommenen Unterschiede zwischen Männer- und Frauen-Spielen (die die Probanden im Multiple-Choice-Fragebogen angeben) einem Realitätscheck unterziehen (zumindest für alle technisch umsetzbaren Faktoren), um zu klären, ob es sich um Vorurteile oder belegbare Fakten handelt.

Limitierungen

Da trotz Anfrage an alle Verbände (u.a. DFB) und Organisationen (u.a. UEFA, FIFA) keine Positions- und Event-Daten von osteuropäischen Mannschaften zu bekommen waren, müssen die Fragestellungen zum Nationalitätenvergleich auf die videobasierte Analyse beschränkt bleiben. Zudem konnte für die restlichen Fragestellungen keine große Stichprobe erzielt werden, was der Problematik geschuldet ist, dass bislang nur sehr wenige Positions- und Event-Datensätze von Frauen-Spielen zur Verfügung stehen. Die wenigen existenten Datensätze werden von den Verbänden, teilweise auch aus politischen Gründen, nicht freigegeben. Hieraus resultiert auch, dass pro Land nur wenig Spiele ausgewertet werden konnten. Offensichtlich mussten verschiedene KPIs für Video-, Event- und Positions-Daten verwendet werden. Somit wurden bei der Bewertung teilweise verschiedene Aspekte des Spiels betrachtet. Dies ist der Tatsache geschuldet, dass noch nicht alle beobachtbaren Kriterien in einem Video-Spiel auch so programmiert werden können, dass diese Algorithmen auch bei Event- und Positions-Daten angewendet werden können.

Ausblick

Bei diesem Projekt konnten aufschlussreiche Erkenntnisse hinsichtlich taktischer Komponenten sowohl für die UEFA als auch für die verschiedenen Nationalverbände und vor allem für die öffentliche Wahrnehmung des Sport-Spiels geliefert werden.

So konnte gezeigt werden, dass unter Verwendung objektiver, datenbasierter Analyseverfahren keine Unterschiede in der fußballspezifischen taktischen Leistungsfähigkeit zwischen Frauen und Männern erkennbar sind, während videobasierte Analysen solche Unterschiede zeigen. Im Speziellen zeigte die Analyse eventbasierter KPIs (E12-E18), dass individueltaktische Ereignisse in Frauen- und Männer-Spielen in ähnlicher Häufigkeit auftreten. Die Positions-Datenbasierte Analyse offenbarte, dass Frauen und Männer eine vergleichbare Passqualität (P19, P22, P23) sowie ein vergleichbares Umschaltverhalten nach Ballverlust (P20, P21) aufweisen. Ausschließlich in der videobasierten Auswertung mannschaftstaktischer KPIs (V1-V11) zeigten sich vereinzelt Unterschiede zwischen Frauen- und Männer-Fußball. Dieser Kontrast unterstreicht die Bedeutung objektiver Analysemethoden zur Vermeidung subjektiver (Geschlechter-)Verzerrungen.

Die verschiedenen nationalen Ligen werden davon profitieren, da Rückschlüsse auf die Ausbildung von Spieler-/innen in verschiedenen Kulturen gezogen werden konnten. Ein weiterer Mehrwert für die Praxis ist, dass eine mögliche Anpassung der Ausbildungspläne der UEFA, Nationalverbände und Klubs jetzt möglich wird. Aus der Erkenntnis, dass Frauen- und Männer-Fußball sich in Bezug auf taktische Muster praktisch nicht unterscheiden, lässt sich somit schlussfolgern, dass auch die Ausbildung geschlechterübergreifend ähnlich sein kann bzw. sollte.

Zusammenfassend wurden eine Weiterentwicklung und Professionalisierung des Frauen-Fußballs im Bereich des taktischen Verhaltens angestrebt. Zudem sollte durch eine Objektivierung der Vergleiche der taktischen Leistungsfähigkeit von Frauen- und Herrenmannschaften auch das Profil des Frauen-Fußballs geschärft werden. Schließlich wurde durch einen taktisch ansprechenden Fußball auch die Attraktivität des Frauen-Fußballs in Europa weiter gesteigert und damit der Vorbild Charakter der Mannschaften und Spielerinnen gestärkt.

In Bezug auf den Nationalitätenvergleich konnten einige Erkenntnisse aus der videobasierten Analyse gewonnen werden. So zeigte sich, dass osteuropäische Mannschaften signifikant häufiger Konterangriffe initiierten, während mitteleuropäische Mannschaften häufiger Spieler in den Zwischenräumen erreichten,

der Maßgabe „so breit wie nötig, so tief wie möglich) folgten und Räume im Rücken der Abwehr erkannten.

Literatur

- Grunz, A., Memmert, D., & Perl, J. (2009). Analysis and Simulation of Actions in Games by Means of Special Self-Organizing Maps. *International Journal of Computer Science in Sport*, 8, 22-36.
- Grunz, A., Memmert, D., & Perl, J. (2012). Tactical pattern recognition in soccer games by means of special self-organizing maps. *Human Movement Science*, 31(2), 334–343. doi:10.1016/j.humov.2011.02.008
- Memmert, D. & Perl, J. (2006). Analysis of Game Creativity Development by Means of Continuously Learning Neural Networks. In E. F. Moritz & S. Haake (Eds.). *The Engineering of Sport 6, Vol. 3 (pp. 261–266)*. New York: Springer.
- Memmert, D. & Perl, J. (2009). Analysis and Simulation of Creativity Learning by Means of Artificial Neural Networks. *Human Movement Science*, 28, 263–282.
- Memmert, D. & Perl, J. (2009a). Analysis and Simulation of Creativity Learning by Means of Artificial Neural Networks. *Human Movement Science*, 28, 263–282.
- Memmert, D. & Perl, J. (2009b). Game Creativity Analysis by Means of Neural Networks. *Journal of Sport Science*, 27, 139–149.
- Memmert, D. (2006). *Optimales Taktiktraining im Leistungs-Fußball*. Balingen: Spitta Verlag.
- Memmert, D., & Raabe, D. (2018). *Data Analytics in Football. Positional Data Collection, Modelling and Analysis*. Abingdon: Routledge.
- Memmert, D., & Raabe, D. (2019). *Data Analytics in Football. Positional Data Collection, Modelling and Analysis (2. Auflage)*. Abingdon: Routledge.
- Memmert, D. (2019). Fußballspiele werden im Kopf entschieden: Kognitives Training, Kreativität und Spielintelligenz im Amateur- und Leistungsbereich. Aachen: Meyer & Meyer.
- Memmert, D., Bischof, J., Endler, S., Grunz, A., Schmid, M., Schmidt, A., & Perl, J., (2011). World-level analysis in top level football. Analysis and simulation of football specific group tactics by means of adaptive neural networks. . In C. L. P. Hui (Ed.), *Artificial Neural Networks - Application* (p. 3-12), ISBN: 978-953-307-188-6, InTech, Available from: <http://www.intechopen.com/articles/show/title/world-level-analysis-in-top-level-football-analysis-and-simulation-of-football-specific-group-tactic>
- Memmert, D., Raabe, D., Schwab, S., & Rein, R., (2019). A Tactical Comparison of the 4-2-3-1 and 3-5-2 Formation in Soccer: A Theory-Oriented, Experimental Approach Based on Positional Data in an 11 vs. 11 Game Set-Up. *PLoS ONE* 14(1): e0210191. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0210191> .
- Perl, J. & Memmert, D. (2011). Net-Based Game Analysis by Means of the Software Tool SOCCER. *International Journal of Computer Science in Sport*, 10, 77-84.
- Perl, J., & Memmert, D. (2018a). Soccer: Process and interaction. In A. Baca & J. Perl, *Modelling and Simulation in Sport and Exercise* (pp. 73-94). Abingdon: Routledge.
- Perl, J., & Memmert, D. (2018b). Key performance indicators. In A. Baca & J. Perl, *Modelling and Simulation in Sport and Exercise* (pp. 146-166). Abingdon: Routledge.