

Aus dem Lehrstuhl für Unfallchirurgie
Prof. Dr. Dr. Volker Alt
der Fakultät für Medizin
der Universität Regensburg

**Epidemiologische Analyse des Kopfballspiels und seiner Folgen im
Semiprofessionellen- und Amateurfrauenfußball**

Inaugural – Dissertation
zur Erlangung des Doktorgrades
der Medizin

der
Fakultät für Medizin
der Universität Regensburg

vorgelegt von
Jana Quint

Aus dem Lehrstuhl für Unfallchirurgie
Prof. Dr. Dr. Volker Alt
der Fakultät für Medizin
der Universität Regensburg

**Epidemiologische Analyse des Kopfballspiels und seiner Folgen im
Semiprofessionellen- und Amateurfrauenfußball**

Inaugural – Dissertation
zur Erlangung des Doktorgrades
der Medizin

der
Fakultät für Medizin
der Universität Regensburg

vorgelegt von
Jana Quint

2026

Dekan:

Prof. Dr. Dirk Hellwig

1. Berichterstatter:

PD Dr. Johannes Weber

2. Berichterstatter:

PD Dr. Konstantin Drexler

Tag der mündlichen Prüfung:

25.08.2026

Inhaltsverzeichnis

Zusammenfassung	4
Summary	6
1 Einleitung	7
1.1 Der Kopfball im Fußball	8
1.2 Kopfverletzungen im Sport	10
1.2.1 Das Schädelhirntrauma	11
1.2.2 Repetitive subconcussive head impacts	15
1.2.3 Second Impact Syndrome	17
1.2.4 Zentral neurologische Langzeitschäden	17
1.2.5 Geschlechterspezifische Unterschiede	19
1.3 Kopfballspiel und Folgen	20
1.4 Prävention im Fußballsport	22
1.4.1 Primäre Prävention	22
1.4.2 Sekundäre Prävention	24
1.4.3 Tertiäre Prävention	26
1.5 Die Videoanalyse im Sport	27
2 Zielsetzung	29
3 Material und Methoden	31
3.1 Material	31
3.1.1 Hardware	31
3.1.2 Software	31
3.2 Methodik	31
3.2.1 Studiendesign	31
3.2.2 Analyseverfahren	33
3.2.3 Statistische Auswertung	35
3.3 Studienförderung	35

4	Ergebnisse	36
4.1	Charakterisierung des Studienkollektivs	36
4.2	Epidemiologische Analyse von Kopfbällen	37
4.2.1	Spielsituation	37
4.2.2	Kopfballverhalten	39
4.2.3	Zweikampfverhalten	42
4.3	Epidemiologische Analyse kopfverletzungsträchtiger Situationen	44
4.3.1	Inzidenz von CIs	44
4.3.2	Analyse der Rahmenbedingungen	45
4.3.3	Analyse der Spielsituation	45
4.3.4	Konsequenzen der CIs	48
4.3.5	Risikofaktoren	48
5	Diskussion	51
5.1	Kopfballsport und seine Folgen	51
5.1.1	Abbild der Kopfbälle im Spielbetrieb	51
5.1.2	Kopfverletzungen als Folge des Kopfballsports?	52
5.1.3	Vergleich zwischen semiprofessionellen Ligen und Amateurligen	56
5.1.4	Geschlechterspezifische Unterschiede	57
5.1.5	Prävention durch Aufklärung	58
5.2	Methodische Aspekte	59
5.2.1	Die Videoanalyse als Instrument der Spielanalyse	59
5.2.2	Standardisierte Fragebögen zur Erfassung der Daten	60
5.2.3	Der Critical Incident als Marker potentieller Verletzungssituationen	61
5.3	Ausblick	62
6	Fazit	63

7	Literaturverzeichnis	64
8	Anhang	76
	Danksagung	
	Lebenslauf	
	Selbstständigkeitserklärung	

Zusammenfassung

Kopfverletzungen im Fußball sind eine gefürchtete Verletzungsentität. Aufgrund ihrer häufig nicht abschätzbaren Schwere und bislang unklaren Langzeitfolgen, rücken diese immer mehr in den Fokus der Öffentlichkeit. In diesem Zusammenhang wird auch zunehmend das Kopfballspiel kontrovers diskutiert, insbesondere auch in Hinblick auf mögliche Langzeitfolgen des repetitiven Kopfballspiels. Die bislang vereinzelt durchgeführten Studien beschränken sich dabei vorwiegend auf den Männerfußball. Die folgende Arbeit soll einen Überblick über die Epidemiologie von Kopfballspiel und kopfballbedingte Kopfverletzungen im Frauenfußball schaffen und Möglichkeiten zur Prävention aufzeigen.

In der vorliegenden Studie wurden dafür 150 Spiele aus dem Semiprofessionellen- und Amateurfrauenfußballbereich einer qualitativen, videogestützten Analyse unterzogen. Dabei wurden einerseits alle Kopfbälle einer detaillierten Kategorisierung unterzogen und weiterführend noch kopfverletzungswahrscheinliche Situationen, sog. Critical Incidents (CI), ausführlich analysiert, sodass hieraus eine Übersicht über die Kopfballhäufigkeit, die dazugehörigen Rahmenbedingungen sowie Daten zur Verletzungsinzidenz und zu potenziellen Risikofaktoren vorlagen.

In 150 Spielen konnten 10.365 Kopfbälle und 29 kopfverletzungsträchtige Situationen analysiert werden. In den semiprofessionellen Ligen ergab sich dabei eine Kopfballhäufigkeit von 3,2 Kopfbällen pro Spielerin und Spiel. Im Amateurbereich ergab sich ein Mittelwert von 3,1 Kopfbällen pro Spielerin und Spiel. Besonders häufig führten dabei Mittelfeldspielerinnen die Kopfbälle aus. Die Kopfbälle wurden dabei zumeist in defensiver Intention zum Passen oder zum Klären einer Situation eingesetzt. Der überwiegende Anteil der Kopfbälle fand im Mittelfeld statt. In 42,6% der Fälle in den semiprofessionellen Ligen bzw. 33,2% in den Amateurligen befand sich die köpfende Spielerin zum Zeitpunkt des Kopfballs in einem Zweikampf.

Die Analyse der kopfverletzungsträchtigen Situationen ergab einen Wert von 0,31 CIs pro Spiel in den semiprofessionellen Ligen und 0,10 CIs pro Spiel in den Amateurligen. Überproportional häufig im Vergleich zum allgemeinen Kopfballverhalten waren dabei Stürmerinnen (OR 1,8) betroffen. Als weiterer Risikofaktor ließ sich ein während des Kopfballs stattfindender Zweikampf mit mehreren beteiligten Spielerinnen eruieren

(OR 20,3). Eine Sonderstellung nahmen dabei die ungewollten Abschüsse am Kopf ein, die sich verhältnismäßig oft ereigneten (5/29 bzw. 17,2%).

Diese Studie bietet als eine der Ersten Einblick in die Epidemiologie von Kopfballsport sowie kopfballsportbedingten Kopfverletzungen im Wettkampfbetrieb im Frauenfußball. In Zusammenschau der Studienergebnisse und im Vergleich mit bereits vorliegender Literatur aus dem Männerbereich, konnten geschlechterspezifische Unterschiede identifiziert und potenzielle Präventionsstrategien speziell für den Frauenfußball abgeleitet werden. Die Langzeitfolgen von repetitivem Kopfballsport bleiben aber weiterhin ungeklärt und geben Anreiz zu weiterführender Forschung in diesem Gebiet.

Summary

Head injuries in soccer are a dreaded type of injury. Due to their often unpredictable severity and as yet unclear long-term consequences, they are increasingly becoming the focus of public attention. In this context, heading the ball is also progressively the subject of controversy, particularly with regard to the possible long-term effects of repetitive heading. The few studies conducted to date have been limited mainly to men's soccer. The following paper aims to provide an overview of the epidemiology of heading and heading-related head injuries in women's soccer and to identify possible prevention strategies.

In this study, 150 games from semi-professional and amateur women's soccer were subjected to a qualitative video-based analysis. All headers were categorized in detail and situations with a high probability of head injury, known as critical incidents (CI), were analyzed in depth to provide an overview of the frequency of headers, the associated conditions, and data on injury incidence and potential risk factors.

In 150 games, 10,365 headers and 29 situations involving potential head injuries were analyzed. In the semi-professional leagues, the frequency of headers was 3.2 headers per player per game. In the amateur leagues, the average was 3.1 headers per player per game. Midfield players performed headers particularly frequently. The headers were mostly used defensively to pass or clear the ball. The majority of headers took place in midfield. In 42.6% of cases in the semi-professional leagues and 33.2% in the amateur leagues, the player heading the ball was in a duel at the time of the header. The analysis of situations involving head injuries revealed a value of 0.31 CIs per game in the semi-professional leagues and 0.10 CIs per game in the amateur leagues. Compared to general heading behavior, female strikers were disproportionately affected (OR 1.8). Another risk factor identified was a duel involving several players during a header (OR 20.3). Unintentional shots to the head, which occurred relatively often (5/29 or 17.2%), hold a special position.

This study is one of the first to provide insight into the epidemiology of heading and heading-related head injuries in competitive women's soccer. By reviewing the study results and comparing them with existing literature from the men's sector, gender-specific differences were identified and potential prevention strategies specifically for women's soccer were derived. However, the long-term effects of repetitive heading remain unclear and encourage further research in this area.

1 Einleitung

Fußball ist eine der beliebtesten Sportarten weltweit. Laut einer Umfrage der FIFA spielten im Jahr 2007 265 Millionen Menschen Fußball (Kunz, 2007). In Deutschland zählten alle Vereine im Jahr 2020 in Summe über sieben Millionen Mitglieder, die in mehr als 24.000 Vereinen organisiert waren (Deutscher Fußball-Bund e.V., 2020). Auf das weibliche Geschlecht bezogen zählte der DFB zum Saisonanfang 2021/2022 147.861 aktive Spielerinnen (Deutscher Fußball-Bund e.V., abgerufen am 14.05.2025).

Wie bei allen Kontaktsportarten ist der Fußballsport verglichen mit Non-Kontakt-Sportarten mit einem erhöhten Verletzungsrisiko vergesellschaftet. Fußball stellt die einzige Sportart dar, bei der der Kopf aktiv dazu eingesetzt wird, den Ball anzunehmen, weiterzuleiten oder eine torgefährliche Aktion des Gegners zu klären. Auch das Erzielen eines Tores per Kopfball ist möglich (Krutsch et al., 2017). Aufgrund der Integration des Kopfes als Spielmittel resultieren folglich auch Verletzungen des Kopfes.

Diese treten im männlichen Kollektiv im Vergleich zu den häufig anzutreffenden Band- und muskulären Verletzungen von Oberschenkel, Knie und Sprunggelenken mit 6,6% zwar deutlich weniger gehäuft auf, allerdings ist diesen Verletzungen eine besondere Bedeutung zuzuschreiben (Luig et al., 2017). Vergleichbare Analysen zur Epidemiologie von Kopfverletzungen im Frauenbereich fehlen bislang.

Aufgrund der häufig erst verzögerten Diagnosestellung und der schwer abzuschätzenden Prognose, sind Kopfverletzungen eine gefürchtete Verletzung. Auch die kumulativen Langzeitauswirkungen repetitiver Kopfverletzungen sind bislang aufgrund fehlender Studien noch nicht abzuschätzen und werden kontrovers diskutiert. Immer wieder zeigen schwere Kopfverletzungen, wie beispielsweise die des Nationalspielers Christoph Kramer im Finale der Weltmeisterschaft 2014, wie gefährlich das Kopfballsport sein kann (Bartens, 2017). Auch aktuell wird in den Medien immer wieder über schwere Kopfverletzungen durch Kollisionen beim Kopfballsport berichtet.

Die Debatte über das Risiko und die Folgen von Kopfverletzungen durch das Kopfballsport im Fußball wird nicht nur in Deutschland, sondern international geführt. Schon 2015 sorgte Amerika mit dem durch die „United States Soccer Federation“

erlassenen Verbots des Kopfballspiels im Nachwuchsbereich für großes Aufsehen. Dieses untersagt Nachwuchsspielern bis einschließlich des zehnten Lebensjahres das Kopfballspiel gänzlich. Zusätzlich müssen Jugendliche zwischen 11 und 13 Jahren im Training auf Kopfbälle verzichten (US Youth Soccer, 2022). Auch England entschloss sich 2020 einen ähnlichen Schritt zu gehen und verbietet seither Kopfbällübungen im Grundschulalter. Im Altersbereich ab der U12 soll das Kopfbälltraining langsam eingeführt werden. Im Regelspielbetrieb sind Kopfbälle aber nach wie vor in allen Altersklassen erlaubt (The Football Association, 2020). Auslöser für diese neue Regelung war eine Studie der FA (Football Association) über die Inzidenz von neurodegenerativen Erkrankungen bei Ex-Fußballprofis. Diese offenbarte, dass die Ex-Fußballprofis eine 3,5-fach erhöhte Wahrscheinlichkeit haben, an Demenz zu versterben, als die Vergleichsgruppe (Mackay et al., 2019). Dies führte weiterhin dazu, dass im Dezember 2021 in England ein neuer „joint brain health action plan“ ins Leben gerufen wurde. Dieser besteht aus Forschung, Aufklärung, der Förderung des Bewusstseins für Kopfverletzungen und zusätzlicher Unterstützung der Spieler (EFL - The English Football League 2021).

Jedoch weisen diese Studienergebnisse hinsichtlich ihrer methodischen Durchführung und Planung Defizite auf, sodass eindeutige Zusammenhangsnachweise, besonders auch im Hinblick auf die Ursache-Wirkungs-Beziehung, weiterhin fehlen. Weiterführend beziehen sich die erhobenen Daten lediglich auf das männliche Kollektiv. Im Frauenfußball blieben die Langzeitfolgen repetitiven Kopfballspiels bislang gänzlich unerforscht.

Auch in Deutschland wird kontrovers diskutiert, ob es eine Abschaffung des Kopfballspiels, zumindest im Jugendbereich, geben sollte (Krutsch et al., 2017).

Im Hinblick auf diese Unsicherheiten im Umgang mit dem Kopfballspiel und Kopfverletzungen, bedarf es hier, besonders auch im Frauenfußballbereich, epidemiologischer Analysen des Kopfballspiels und seiner Folgen.

1.1 Der Kopfball im Fußball

Durch das im Regelwerk festgehaltenen Verbots im Fußballsport, den Ball mit der oberen Extremität zu spielen, entstand der Kopfball als praktisches Hilfsmittel, um hohe Bälle adäquat zu spielen. Der Kopfball wurde damit zu einem integralen Teil des Spiels. Fußball ist damit die einzige Sportart, bei der der Kopf absichtlich verwendet

wird um den Ball zu passen, anzunehmen bzw. ein Tor damit zu erzielen (Kirkendall et al., 2001; Spiotta et al., 2012). Besonders mit steigendem Alter und professionellem Spiel steigt die Anzahl der Kopfbälle, da diese mitunter spielentscheidend sein können. Wichtig ist hierbei eine korrekte Ausführung, weshalb Training und Übung unerlässlich sind (Krutsch et al., 2017). Damit übereinstimmend zeigte sich auch in einer Studie zur Biomechanik des Kopfballspiels, dass eine korrekte Ausführung des Kopfballs zu einer geringeren Krafteinwirkung auf den Kopf führt (Shewchenko et al., 2005a).

Die gezielte Verwendung des Kopfes während des Spiels führt folglich auch zu Kopfverletzungen. Zu solchen Verletzungen kommt es beim Fußball durch den Kontakt mit dem Kopf oder anderen Körperregionen eines anderen Spielers, Kontakt mit dem Torpfosten, Boden oder dem Ball. Das kann zu Gehirnerschütterungen, Kontusionen, Frakturen, Augenverletzungen und in seltenen Einzelfällen sogar bis hin zum Tod führen (Kirkendall et al., 2001).

Bislang liegen kaum epidemiologische Daten vor, die die Rahmenbedingungen und Inzidenzen des Kopfballspiels untersuchen. Es ist unklar, wie häufig es grundsätzlich zum Kopfballspiel in einem Spiel kommt und welche Positionen besonders exponiert gegenüber Kopfbällen sind. Weiterhin liegen bislang noch keine Daten zur Verletzungshäufigkeit beim Kopfballspiel vor. Eine erste Studie offenbart Querschnittsdaten aus dem Spielbetrieb in deutschen Ligen des männlichen Profifußballs. Hier zeigten sich durchschnittlich 5-6 Kopfbälle pro Spieler und Spiel im Profi- und 3-4 Kopfbälle im Amateurbereich (Weber et al., 2020). In einer größer angelegten Studie zeigte sich ein Mittelwert von 6,2 Kopfbällen pro Feldspieler pro Spiel (Weber et al., 2023). In weiteren Studien, erneut im Herrenbereich durchgeführt, wird von 6 bis 12 Kopfbällen pro Spiel ausgegangen (Spiotta et al., 2012).

Im Frauenfußball sind in dieser Hinsicht bislang kaum epidemiologischen Daten vorhanden. In einer ersten Studie konnten im Schnitt 4,8 Kopfbälle pro Spielerin und Spiel gezählt werden (Georgieva et al., 2025). Es fehlen größer angelegte Studien zur allgemeinen Häufigkeit des Kopfballspiels und Inzidenzen von kopfballbedingten Kopfverletzungen explizit für den Damenbereich. Um mögliche Langzeitfolgen abschätzen zu können und langfristig Präventionsstrategien zu entwickeln, sind hier künftige Studien unumgänglich.

Ziel der Arbeit ist es, hier einen Beitrag zu leisten, epidemiologische Daten zum Kopfballspiel und Kopfverletzungen im Frauenfußball zu generieren und mögliche

Präventionsstrategien zu entwickeln. Zusätzlich sollen geschlechterspezifische Unterschiede herausgearbeitet werden, um spezifische Risikofaktoren im Damenbereich ausfindig zu machen und hier besser präventiv tätig werden zu können.

1.2 Kopfverletzungen im Sport

Kopfverletzungen gehören zu den gefährlichsten Verletzungen im Sport, besonders weil sie, auch wenn insgesamt selten vorkommend, die häufigste direkte Todesursache durch eine Verletzung bei Sportlern darstellen (Cantu, 1996).

Im Fußballsport stellen Kopf- und Nackenverletzungen ca. 15% aller Verletzungen dar und stehen damit, nach den Verletzungen der unteren Extremität, an Position zwei der häufigsten Verletzungsentitäten (Junge & Dvorak, 2013).

Wichtig ist hier die Unterscheidung zwischen Schädel-Hirn-Verletzungen und Kopfverletzungen. Kopfverletzungen im Allgemeinen umfassen alle Verletzungsentitäten, die den Kopf betreffen, also neben dem Schädelhirntrauma (SHT) beispielsweise auch Frakturen oder Platzwunden. Schädel-Hirn-Verletzungen hingegen begrenzen sich auf die drei Verletzungsentitäten: Commotio cerebri, Contusio cerebri und schweres SHT (Oesterschlink & Reinsberger, 2024).

Betrachtet man die Kopfverletzungen an sich, handelt es sich dabei am häufigsten um Kontusionen (36,2%), gefolgt von Frakturen (22,8%). Verletzungen des Neurocraniums sind mit 16,8% vertreten (Luig et al., 2017). Auch hier beziehen sich die Daten erneut lediglich auf das männliche Kollektiv, für den Frauenbereich liegen auch hier keine Daten vor.

Trotz verhältnismäßig geringem Anteil der Kopfverletzungen sind diese aufgrund der häufig nicht primär abschätzbaren Schwere, ihrer häufig protrahierten Diagnosestellung und der möglichen neurologischen Langzeitschäden als kritische Verletzungen anzusehen (Krutsch et al., 2017). Auch die damit verbundenen oftmals langen Ausfallszeiten des einzelnen Spielers und die dadurch entstehende Kosten dürfen nicht vernachlässigt werden, da dies auch wirtschaftliche Folgen für Vereine nach sich zieht.

Grundlegend gibt es bei Kontaktsportarten zwei Möglichkeiten, wie es zu einer Verletzung kommen kann: entweder durch direkten Körperkontakt zwischen zwei

Spielern oder durch kontaktlose Mechanismen. Im VBG-Sportreport 2017 zeigte sich, dass beim Eishockey Kontaktverletzungen die häufigste Ursache für eine Verletzung darstellen (73,1%). Beim Basketball, Handball und Fußball handelte es sich bei circa jeder zweiten Verletzung um eine Kontaktverletzung (56,2% bzw. 52,3% bzw. 49,9%) (Luig et al., 2017).

Bisher existieren keine fundierten Analysen dazu, inwieweit Körperkontakt eine Rolle bei kopfballbedingten Kopfverletzungen im Fußball spielt, es gibt lediglich ein paar vereinzelte Studien. In einer per Videoanalyse durchgeführten Studie zeigte sich, dass die häufigste Ursache einer Kopfverletzung im Fußball der Kontakt zwischen Kopf und Ellenbogen zweier Spieler ist (Andersen et al., 2004). In zwei weiteren Analysen wurde der Kopf zu Kopf Kontakt als häufigste Ursache einer Kopfverletzung betitelt (Beaudouin et al., 2019; Cassoudeulle et al., 2020).

Die Auswirkungen solcher Kopfverletzungen sind in anderen Sportarten, wie z.B. im Boxsport deutlich besser untersucht. Im Fußball fehlen hierzu vergleichbare Daten. Gleichzeitig rückt die Debatte über mögliche Folgeschäden des Kopfballspiels immer mehr in den Fokus der Öffentlichkeit. Auch in den Medien wird immer häufiger über Kopfverletzungen im Fußball berichtet.

Hierbei ist die wissenschaftliche Debatte nicht mehr nur auf Ebene von Fachgremien und wissenschaftlichen Experten begrenzt, sondern hat aufgrund prominenter Spieler seit einigen Jahren auch regelhaft den Weg in die Berichterstattung der Presse gefunden und so die Sensibilität für diese Verletzungsentität erhöht.

1.2.1 Das Schädelhirntrauma

Bei einem Schädelhirntrauma handelt es sich um eine Verletzung des Gehirns, die durch biomechanische Kräfte ausgelöst wird und definiert sich über einen komplexen pathophysiologischen Prozess, der das Gehirn betrifft. Ausgelöst wird ein SHT durch eine direkte Gewalteinwirkung auf Kopf, Gesicht, Nacken oder eine andere Körperpartie, die mit einer impulsiven Krafteinwirkung auf den Kopf einhergeht. Daraus resultierend kommt es meist schnell zum Einsetzen kurzzeitiger neurologischer Funktionseinschränkungen, die sich spontan wieder zurückbilden. Teilweise setzen die Symptome auch erst zeitversetzt ein. Die akute neurologische Funktionseinschränkung beruht dabei auf einer funktionellen, nicht auf einer strukturellen Störung und geht somit meist mit einer unauffälligen Bildgebung einher.

Die klinischen Beschwerden bilden sich meist schrittweise zurück, wobei es in Einzelfällen auch zu verlängerter Symptomatik kommen kann (McCrory et al., 2013). In Deutschland ereignen sich circa 267.000 SHTs pro Jahr. Davon sind 90,9% leichte SHTs, die ohne protrahierte schwere Symptome oder Funktionsstörungen einhergehen und am ehesten der klassischen *Commotio cerebri* entsprechen. Die höhergradigen SHTs, die mit strukturellen Störungen einhergehen, machen weniger als 10% aller Fälle aus. Männer sind dabei etwas häufiger betroffen als Frauen (58,4% zu 41,6%) (Rickels, 2009). Am häufigsten ereignet sich ein SHT durch Stürze, weitere häufige Ursachen sind Verkehrsunfälle (26,3%) und Gewalttaten (14,2%). Sportunfälle zählen mit 6,3% zu den eher selteneren Auslösern (Hackenberg & Unterberg, 2016). Subjektive Störungen nach einem SHT beinhalten Übelkeit, Schwindel, Kopfschmerzen, Doppelbilder und Schwerhörigkeit. Objektive Zeichen sind Verletzungen des Kopfes und Austritt von Blut, Liquor oder Hirngewebe aus Mund, Nase oder Ohren. Weitere Hinweise auf Hirnverletzung können Wachheitsstörung, Amnesie, Orientierungsstörung, Lähmungen, Sprachstörungen, Koordinationsstörungen, Hirnnervenausfälle, Krampfanfälle, Streck-/ Beugekrämpfe und vegetative Störungen sein. Die Prognose und Schwere des Traumas ist bedingt durch die Dauer der Bewusstlosigkeit (Rickels, 2009).

Ein Schädelhirntrauma kann Verletzungen der Weichteile, der knöchernen Strukturen, der Gefäße und der Hirnsubstanz nach sich ziehen. Eine Schädigung der Hirnsubstanz wird unterteilt in primäre und sekundäre Hirnschädigung. Die primäre Hirnschädigung entsteht durch den direkten bzw. indirekten Effekt der auf den Kopf einwirkenden Kräfte. Eine sekundäre Hirnschädigung ist die Folge einer primären Schädigung und beschreibt die physiologische Antwort auf das Trauma. Diese sekundäre Schädigung gilt es mittels adäquater Therapie zu minimieren (Rickels, 2009).

Für die Graduierung eines akuten Schädelhirntraumas wurde 1974 die sogenannte Glasgow-Coma-Scale (GCS) eingeführt (Teasdale und Jennett 1974).

Der GCS-Score dient einer ersten schnellen Einschätzung der Schwere eines SHT in der Notfallmedizin, hat aber eine ungenaue prognostische Aussagefähigkeit. Der Goldstandard in der Akutdiagnostik bei höhergradigen Schädelhirntraumata mit vermuteter struktureller Beeinträchtigung und einem GCS-Score <14 ist das cCT (Hackenberg & Unterberg, 2016).

Während der GCS als Score für die Intubationsnotwendigkeit bei SHT in der Notfallmedizin breite Anwendung findet, ist insbesondere das sportbedingte SHT schwer zu diagnostizieren und gilt in der Sportmedizin als komplexe Thematik, da eine adäquate, sichere und zeitnahe Diagnostik als auch Behandlung eine besondere Herausforderung darstellt (McCrory et al., 2018). Oft müssen ärztliches und im Amateurbereich anderes medizinisches Personal, Physiotherapeuten, Trainer, Schiedsrichter oder Betreuer in kürzester Zeit entscheiden, ob ein Spieler das Spiel fortsetzen kann oder aus dem Spielgeschehen ausgeschlossen werden sollte.

In einer Studie zeigte sich, dass nur 18,4% aller Kopfverletzungen im Fußball mit einer Sportpause einhergingen. Unklar bleibt, wie hoch dabei der Anteil an SHTs ist. Zusätzlich wurde ein erheblicher Unterschied zwischen per Videoanalyse registrierten Kopfverletzungen und von den Unfallversicherungen registrierten Fällen registriert (359 zu 83) (Krutsch et al., 2021). Dies legt nahe, dass viele Kopfverletzungen im Fußball undiagnostiziert bleiben und daraus resultierende Folgeschäden nicht erfasst werden.

Eine sogenannte „Sideline Evaluation“, also eine medizinische Beurteilung des verletzten Spielers direkt am Spielfeldrand, bietet die Möglichkeit einer ersten Einschätzung des Gesundheitszustandes. Um die Beurteilung zu erleichtern und zu vereinheitlichen stehen verschiedene Tools zur Verfügung, die gemeinsam von verschiedenen Sportverbänden entwickelt wurden. Beispielsweise das „Concussion Recognition Tool“ oder das „Sports Concussion Assessment Tool“ (SCAT) (vgl. Abb. 1).



Abb. 1: Concussion Recognition Tool (Download: https://www.dfb.de/fileadmin/_dfbdam/130132-LSHT_taschenkarte.pdf, abgerufen am 15.03.2026.)

Diese Tools stellen lediglich schnelle, verneinfachte Screeningmöglichkeiten für den Spielfeldrand dar, ersetzen aber keinesfalls eine anschließende vollständige und ausführliche neurologische Diagnostik (McCrory et al., 2018). Das „Concussion Recognition Tool“ wurde vorrangig für Laien entwickelt und ermöglicht so eine erste Einschätzung der Situation durch Personen ohne medizinische Vorkenntnisse. Das Screening mittels SCAT sollte ausschließlich durch geschultes, am besten medizinisches, Personal durchgeführt werden. Erstmals vorgestellt wurde das SCAT 2004 und ist aktuell in seiner 5. Auflage verfügbar. Für Kindern im Alter von 5 bis 12 Jahren existiert ein gesondertes Child SCAT (Echemendia et al., 2017).

Ergibt sich nach Durchführung dieser Tests ein Hinweis auf eine Gehirnerschütterung, sollte der Spieler unverzüglich aus dem Spielbetrieb ausgeschlossen werden und weiterführender Diagnostik unterzogen werden (McCrory et al., 2018).

Ein weiteres Tool zur Beurteilung eines möglichen Schädelhirn-Traumas, das immer häufiger Anwendung findet, ist die nachträgliche Videoanalyse. So gelingt es, die auslösende Situation detailgetreu zu beobachten um so auch Gehirnerschütterungen

nachvollziehen zu können, die erst verzögert zu Symptomen geführt haben (McCrory et al., 2018). Diese Methode ist vor allem im American Football, seinen Ablegern und im Rugby bereits etabliert.

Aufgrund der Komplexität der Verletzungsentität Schädelhirntrauma im Sport wurde zur besseren Kategorisierung auf der zweiten internationalen Konferenz zu Gehirnerschütterungen im Sport 2004 eine Verletzungseinteilung vorgestellt. Diese sieht vor, sportbedingte Schädelhirntraumata in einfach und komplex zu unterteilen. Verschwinden die Symptome ohne Komplikationen innerhalb von 7-10 Tagen, wird dieses Schädelhirntrauma als „einfach“ klassifiziert. Die Sportler sollten eine Trainingspause einlegen, bis die Symptome vollständig abgeklungen sind. Anschließend sollte ein Return to Play-Protokoll befolgt werden, bevor der Spieler wieder am Spielbetrieb teilnehmen kann (McCrory et al., 2005). Die komplexe Form hingegen wird diagnostiziert bei über Tage und Wochen persistierenden Symptomen, anhaltender Bewusstlosigkeit (länger als eine Minute) oder andauernder kognitiver Beeinträchtigung. Weiterhin sollten Sportler in diese Kategorie eingeschlossen werden, die bereits multiple Gehirnerschütterungen erlitten haben. In diesen Fällen bedarf es eines multimodalen Therapiekonzepts und einer Betreuung durch einen Sportmediziner, einen Sportneurologen oder einen Neurochirurgen (McCrory et al., 2005).

Grundsätzlich wird auch davon ausgegangen, dass Sportler, die in ihrer Karriere bereits eine oder mehrere Gehirnerschütterungen erlitten haben, ein erhöhtes Risiko für eine weitere Gehirnerschütterung haben. Dies konnte sowohl für den Jugendbereich (Guskiewicz et al., 2003) als auch in einer Metaanalyse generell für Kinder im Alter von 5 bis 18 Jahren (Van Ierssel et al., 2021) gezeigt werden, nicht aber bislang für den Seniorenbereich. Inwieweit diese Beobachtungen und Annahmen auch auf den Fußballsport übertragen werden kann, bleibt unklar.

Aufgrund dieser Komplexität der Thematik und vieler Unsicherheiten im Umgang mit Kopfverletzungen im Sport bedarf es hier weiterer Forschungsarbeit, besonders auch im Hinblick auf Diagnostik und Prävention solcher Verletzungen.

1.2.2 Repetitive subconcussive head impacts

Neben dem klassischen Schädelhirntrauma gibt es noch eine weitere Form von Schädelhirnverletzungen, welche für mögliche Langzeitfolgen als auslösend

angesehen werden, die sogenannten „repetitive subconcussive head impacts“ (RSHI). Es handelt sich dabei nicht um vollwertige Schädelhirntraumata, sondern um niederschwelligere Krafteinwirkungen auf den Kopf. Dabei präsentiert der Patient keine klassischen Symptome einer Gehirnerschütterung, es kann aber trotzdem kumulativ zu pathophysiologischen neuronalen Veränderungen im Gehirn führen (Broglia et al., 2012). Diese repetitiven Krafteinwirkungen auf den Kopf stehen im Verdacht einen kumulativen Effekt zu haben und bei mehrmaligem Auftreten langfristig zu einem permanenten neurologischen Defizit zu führen (Bhat et al., 2020). In den letzten Jahren ist diese Form der Schädelhirnverletzung immer mehr in den Fokus gerückt, besonders auch die Frage, ob repetitives Kopfballsport im Fußball auch zu derartigen Folgeschäden führen kann. In einer interventionellen Studie konnte der King-Devick-Test als neuroophthalmologischer Funktionstest zu allen postinterventionellen Testzeitpunkten schneller durch die nicht Kopfbälle ausführende Kontrollgruppe ausgeführt werden, was die Autoren als kurzfristige Einschränkung der Hirnfunktion durch RSHI sahen (Nowak et al., 2020). Eine weitere Studie diesbezüglich, die bei Boxern durchgeführt wurde, kam zu einer ähnlichen Schlussfolgerung. Nach einem dreiminütigen Sparring zeigte sich bei den Probanden ebenfalls eine kurzfristige kortikomotorische Funktionseinschränkung (Di Virgilio et al., 2019). Auch eine dritte Studie dazu, die explizit im Frauenfußballbereich durchgeführt wurde, kam zu ähnlichen Ergebnissen. Dabei führten die Studienteilnehmerinnen einen sog. Point Task auf einem iPad aus, bei dem die Reaktionsschnelligkeit nach einem definierten Signal analysiert wurde. In dieser Studie führten die Fußballspielerinnen den Anti-Point Task im Vergleich zur Kontrollgruppe langsamer aus. Die Autoren führen dies ebenfalls auf repetitives Kopfballsport zurück (Zhang et al., 2013). Jedoch konnte bei o.g. Beobachtungen nicht der pathologische Wert geklärt werden, da die beobachteten Veränderungen auch Zeichen einer transienten Anpassungsreaktion darstellen könnten (Zetterberg et al., 2007). Passend hierzu konnten bislang keine Erhöhung potentieller Biomarker (z.B. S100-Protein) festgestellt werden (ebd.).

Ob RSHIs auch langfristig zu einer kognitiven Einschränkung führen, ist noch nicht hinreichend untersucht und wird vielfach kontrovers diskutiert. Kortikale Veränderungen sind aber bei ehemaligen Fußballspielern bereits beschrieben (Koerte et al., 2016; Lipton et al., 2013).

1.2.3 Second Impact Syndrome

Eine weitere Gefahr bei repetitiven Kopfverletzungen ist das sogenannte „Second Impact Syndrome“ (SIS). Dieses tritt auf, wenn ein Patient nach einer schweren Kopfverletzung erneut ein Kopftrauma erleidet, bevor die Symptome der ersten Kopfverletzung vollständig abgeklungen waren. Das zweite Trauma kann dabei auch von deutlich geringerer Ausprägung sein (Cantu, 1996). Als Ursache wird eine dysfunktionale zerebrale Autoregulation vermutet, die in einem intrakraniellen Druckanstieg resultiert. Folglich kann es zur Herniation und somit auch zum Tod kommen (Weinstein et al., 2013).

Als besonders gefährdet gelten Sportler, da diese häufig verfrüht ihren Sport wieder aufnehmen und daraus resultierend erneut einem Risiko für eine weitere Kopfverletzung ausgesetzt sind (May et al., 2023). Bislang liegen kaum epidemiologische Daten zur Inzidenz des SIS vor. In einem Bericht zur Epidemiologie plötzlicher Todesfälle junger Leistungssportler in Amerika wird von 17 Todesfällen berichtet, die mutmaßlich auf ein SIS zurückzuführen sind. Bei allen Betroffenen wurde in einem Intervall von bis zu 4 Wochen vor dem Ereignis bereits eine Gehirnerschütterung diagnostiziert. Obwohl bei allen 17 Spielern die Symptome noch persistierten, kehrten sie dennoch zurück zum Leistungssport und erlitten in diesem Zuge eine weitere Kopfverletzung. Dies führte schlussendlich zum Tod der Sportler (Thomas et al., 2011).

Man geht davon aus, dass das SIS vorwiegend Sportler im Alter unter 20 Jahren betrifft (Engelhardt et al., 2021). Inwieweit das SIS eine Relevanz für den Fußballsport hat, bleibt bislang aufgrund unzureichender epidemiologischer Daten ungeklärt.

1.2.4 Zentral neurologische Langzeitschäden

Früher wurde das SHT Grad I als kurzfristige Verletzung betitelt. Mittlerweile ist allerdings bekannt und medizinisch gut untersucht, dass auch vermeintlich leichte Schädelhirntraumata bei einem Teil der betroffenen Patienten Langzeitschäden auslösen können. In welcher Form diese bestehen, ist allerdings nicht prognostizierbar.

Mögliche Folgen und Erkrankungen nach einem SHT stellen psychiatrische Erkrankungen dar, dabei ist besonderes Augenmerk auf die Inzidenz von Depressionen zu legen. Im Vergleich zur Gesamtbevölkerung ist die Rate dieser

Erkrankung bei Patienten mit Zustand nach traumatischer Hirnverletzung deutlich erhöht (Deb et al., 1999).

Eine weitere, besonders gefürchtete, Langzeitfolge stellt die chronisch-traumatische Enzephalopathie (CTE) dar. Bei der CTE handelt es sich um eine latente Neurodegeneration, die mit Verhaltensveränderungen und kognitiver Einschränkung einhergeht. Als Ursache dafür stehen repetitive Kopftraumata im Verdacht, andere mögliche Ursachen sind bislang nicht bekannt (Baugh et al., 2012). Daten zur Inzidenz und Prävalenz liegen bislang nicht vor, am häufigsten sollen ehemalige American Football Spieler und Boxer betroffen sein. Auch im Eishockey, Wrestling, Fußball, Rugby und Baseball sind Fälle von CTE beschrieben (McKee et al., 2014). Die CTE lässt sich bislang nur post-mortem nachweisen. Im Rahmen einer Autopsie kann eine Aggregation von hyperphosphoryliertem Tau-Protein und TDP-43 festgestellt werden (Baugh et al., 2012). Zusätzlich finden sich häufig eine Hirnatrophie und Auffälligkeiten am Cavum Septum Pellucidum (Smith et al., 2013). Vollends verstanden ist die CTE bislang aber noch nicht.

In wieweit die CTE eine Relevanz für den Fußballsport hat, bleibt bislang ebenso unbekannt.

In anderen Sportarten wie bspw. beim Boxen und American Football sind die langfristigen Auswirkungen repetitiver Kopftraumata besser untersucht und verstanden. Im American Football zeigte sich, dass ehemalige Spieler, die während ihrer laufenden Karriere mindestens drei Schädelhirntraumata erlitten haben, im Alter eine fünffach höhere Prävalenz für „mild cognitive impairment“ (MCI) zeigten und eine dreimal so hohe Prävalenz für Gedächtnisstörungen aufwiesen (Guskiewicz et al., 2005). Weitere Studien unterstützen diese These und berichten ebenso von gehäuftem Auftreten von kognitiven Einschränkungen in Verbindung mit mehrfach erlittenen Kopfverletzungen (Galetta et al., 2015; Smith et al., 2013). Da nicht alle Sportler, die vermehrt Kopfverletzungen in ihrer Karriere erlitten, langfristige Schäden davontragen, stellt sich die Frage nach weiteren Risikofaktoren. Diese Frage bleibt bislang ungeklärt (Baugh et al., 2012).

Grundsätzlich gibt es in diesem Bereich noch viele offene Kausalitätsfragen, auch bezüglich der jeweiligen Prävalenzen, möglicher weiterer Ursachen und Co-Faktoren.

1.2.5 Geschlechterspezifische Unterschiede

Bislang gibt es keine endgültigen Aussagen bezüglich geschlechterspezifischer Unterschiede in Hinblick auf sportbedingte Kopfverletzungen. In einer Übersichtsarbeit ergaben sich diesbezüglich kontroverse Ergebnisse. Während vier Studien ein erhöhtes Risiko unter männlichen Sportlern fanden, postulierten zehn weitere Studien ein erhöhtes Risiko bei Athletinnen. In neun Studien konnten keine geschlechterspezifischen Unterschiede festgestellt werden (Abrahams et al., 2014).

Bislang blieb der Frauenfußballbereich in dieser Hinsicht ebenfalls kaum untersucht, in vereinzelten Studien ergeben sich jedoch wiederholt Hinweise darauf, dass Frauen insbesondere im Fußball ein erhöhtes Risiko für eine sportbedingte Kopfverletzung zeigen. In einer Studie unter amerikanischen High School Sportlern zeigte sich, dass unter den weiblichen Athleten Fußball die Sportart darstellt, bei der es am häufigsten zu Schädelhirntraumata kommt (Lincoln et al., 2011). In einer weiteren Studie ergab sich für Frauen explizit im Fußball ein eineinhalb bis zweieinhalb-fach erhöhtes Risiko eine Gehirnerschütterung zu erleiden (Abrahams et al., 2014). Weiterhin zeigten in einer radiologischen Studie durchgeführte MRT Untersuchungen an Fußballspielern aus dem Männer- und Frauenbereich, die eine vergleichbare Kopfballexposition aufwiesen, mehr Anzeichen von mikrostrukturellen Veränderungen der weißen Substanz bei Frauen im Vergleich zu den Männern. Es wird angenommen, dass dem eine geschlechterspezifisch unterschiedliche Reaktion des Gehirns auf repetitive Traumata zugrunde liegt (Rubin et al., 2018). Der Krankheitswert dessen ist allerdings unklar.

Eine mögliche Erklärung hierfür wird im Gewicht des Balls gefunden. Dieses ist bei beiden Geschlechtern identisch, was in einer höheren relativen Krafteinwirkung bei Frauen resultiert. Grund dafür ist das Körpergewicht, besonders die Masse des Kopfes und die Anthropometrie des Nackens (Pedersen & Stalsberg, 2019). Inwieweit weitere Risikofaktoren und geschlechterspezifische Unterschiede existieren bleibt bislang ungeklärt.

1.3 Kopfballsport und Folgen

Sowohl das Kopfballsport als auch seine Folgen sind, sowohl im Amateur- als auch im professionellen Bereich noch unzureichend untersucht, gerade über schädliche Effekte und Langzeitfolgen wird derzeit in Presse und Fachwelt kontrovers diskutiert (Kontos et al., 2017).

Großes Aufsehen erweckte das bereits erwähnte Kopfballsportverbot sowohl in Training und Spiel im Jugendfußball in den USA sowie das seit 2019 geltende Verbot in Großbritannien im ebenfalls Jugendbereich, was die wissenschaftliche Aufarbeitung befeuerte. Bisher durchgeführte Studien kommen zu derzeit kontroversen Ergebnissen. Auf der einen Seite fehlen kausale stichhaltige Belege, dass Langzeitschäden wie zum Beispiel die chronisch-traumatische Enzephalopathie ihre Ursache im Kopfballsport hat, auf der anderen Seite wird argumentiert, dass das repetitive Kopfballsport unklare Auswirkungen insbesondere auf unreife Gehirne hat. Bekannt ist, dass es nach einem SHT im Kinder- und Jugendalter gehäuft zu langfristigen neurokognitiven Einschränkungen oder auch Depressionen kommt (LI & LIU, 2013). Inwieweit das auch auf repetitiven Kopfballsport übertragen werden kann bleibt unklar.

Eine erste Metaanalyse, die sich mit den Effekten und Auswirkungen des Kopfballsports im Fußball befasst, konnte bislang keinen Beweis eines kausalen Zusammenhangs zwischen Kopfballsport und einem ungünstigen neurologischen oder kognitiven Outcome herstellen (Kontos et al., 2017).

Studien zur kurzfristigen Auswirkung repetitiven Kopfballsports kommen zu sehr unterschiedlichen Ergebnissen. Einerseits wird postuliert, dass repetitives Kopfballsport keine akuten Auswirkungen auf die kognitive Funktion hat (Putukian et al., 2000; Rieder & Jansen, 2011). Andererseits wird behauptet, dass das Kopfballsport zumindest kurzfristig zu einer Einschränkung der kognitiven Funktion führt (Di Virgilio et al., 2016). Auch in einer weiteren Studie konnte eine Erhöhung der Neurofilament-Light-Protein-Konzentration nach repetitivem Kopfballsport nachgewiesen werden, was diese These unterstützt (Wallace et al., 2018). Weiterführend wird davon ausgegangen, dass Rotationskräfte auf den Kopf ein höheres Verletzungspotenzial haben als Linearbeschleunigungen (Cantu & Hyman, 2012). Bisherige Studien wurden

allerdings mit geringen Fallzahlen durchgeführt und sollten deshalb differenziert betrachtet werden.

Nachdem im Rahmen einer großen nationalen Studienkohorte unter Beteiligung des FIFA Centre Regensburg das Kopfballverhalten im Männerfußball bereits in großem Umfang untersucht wurde, wurde beschlossen, dies auch im Frauenfußball näher zu beleuchten.

Im Frauenfußball gibt es lediglich eine Handvoll wissenschaftliche Studien, welche sich mit den geschlechterspezifischen Auswirkungen des Kopfballspiels beschäftigen. Eine erste Studie, die an ehemaligen Fußballspielerinnen durchgeführt wurde, konnte eine erhöhte Inzidenz für Depressionen bei den Spielerinnen feststellen, die eine hohe Kopfballfrequenz aufwiesen (Prien et al., 2020). Auch in einer weiteren Studie wird davon ausgegangen, dass repetitives Kopfballspiel bei Frauen die kurzfristigen neurokognitiven Funktionen stärker einschränkt als bei Männern (Ye et al., 2022).

Diese wenigen Studien werfen bezüglich des Langzeitoutcomes immer wieder Fragen auf und können, wie auch im Männerfußball, keine endgültige Aussage über die Gefährlichkeit des Kopfballspiels geben.

1.4 Prävention im Fußballsport

Prävention spielt eine entscheidende Rolle in der heutigen Medizin und nimmt einen hohen Stellenwert ein. Es lassen sich dabei drei verschiedene Präventionsstrategien unterscheiden: Primäre, sekundäre und tertiäre Prävention. Eine Übersicht über mögliche Präventionsstrategien in Bezug auf Schädelhirntraumata im Fußball bietet Tabelle 1. Die einzelnen Strategien werden im Folgenden erläutert.

Tab. 1: Präventionsmöglichkeiten für Schädelhirntraumata im Fußballsport (modifiziert nach (Krutsch et al., 2017))

Präventionsstufe	Maßnahme	Beispiel
Primär	Verhinderung des Unfallmechanismus	Zweikampftraining, Kopfballtechniktraining, Fair Play
	Änderung des Regelwerks	Rote Karte für gefährliches Spiel, Kopfballverbot
	Änderung des Equipments	Anpassung der Ballgrößen, Kopfschutz
Sekundär	Änderung des Regelwerks	3-Minuten-Regel
	Verbesserung Akutdiagnostik	SCAT-5, Concussion recognition tool, Aufklärungsarbeit
Tertiär	Weiterbildung	Adäquate Initialtherapie und Nachbehandlung, Return to Play-Protokolle

1.4.1 Primäre Prävention

Die primäre Prävention hat die Erhaltung der Gesundheit zum Ziel. In diesem Fall handelt es sich dabei konkret um die Verhinderung des Unfallmechanismus. Diese kann über verschiedene Maßnahmen erreicht werden.

Ein Beispiel bietet das bereits mehrfach erwähnte Kopfballverbot für Kindern und Jugendliche in England und Amerika (The Football Association, 2020; US Youth Soccer, 2022). Da diese Verbote lediglich im Kinder- und Jugendfußball Anwendung finden, bieten sie keinerlei Prävention im Erwachsenenbereich. Es bleibt zudem fragwürdig, ob diese Maßnahme nicht sogar kontraproduktiv wirkt, da sie sowohl Angst vor als auch Unerfahrenheit im dadurch erst spät erlernten Kopfballduell mit sich bringt (Krutsch et al., 2017). Der DFB dagegen empfiehlt im Kinderfußball das Flachhalten des Balls, was mit kleineren Feldern und niedrigeren Toren erreicht werden soll, um

so weniger Kopfballsituationen zu provozieren. Die Kinder sollen dennoch die richtige Kopfballtechnik erlernen, das Training sollte dabei aber altersentsprechend mit leichten Bällen und in geringem Umfang stattfinden.

Einen weiteren elementaren Baustein in der Kopfverletzungsprävention stellt die Verbesserung der Kopfballtechnik, die durch gezieltes Training erreicht werden kann, dar (Spiotta et al., 2012). In einer kleinen Fallstudie zeigte sich, dass eine starke Nackenmuskulatur zu einer Verringerung der Kopfbeschleunigung beim Köpfen beiträgt (Dezman et al., 2013). Auch eine Zweikampfschulung und damit einhergehendes Falltraining kann einer Verletzung vorbeugen (Krutsch et al., 2017). Weiterhin sind das Training und die Vorbereitung auf ein Spiel Grundbausteine bei der Verhinderung von Verletzungen (Koch et al., 2016), insbesondere vor dem Hintergrund, dass bei Frauen die Nackenmuskulatur meist weniger stark ausgeprägt ist und somit in einer stärkeren Beschleunigung des Kopfes resultiert (Abrahams et al., 2014). Umso wichtiger ist daher ein individuelles Training, dass zudem auch geschlechterspezifische Aspekte berücksichtigt.

Ebenso stellen das Anpassen der Ballgrößen und des -gewichts im Jugend- und Frauenbereich einen weiteren wichtigen Präventionsfaktor dar. Es zeigte sich eine deutliche Reduktion der auf den Kopf auftreffenden Kraft, bei an die jeweilige Physis der Spieler adaptierte Masse und Luftdrücke der Bälle (Krutsch et al., 2017; Shewchenko et al., 2005b).

Über das Tragen von protektivem Equipment wie bspw. eines Kopfschutzes wird kontrovers diskutiert. Einerseits soll es die Krafteinwirkung bei Kopf zu Kopf Traumata reduzieren, andererseits zeigte sich kein Einfluss auf die Krafteinwirkung und Beschleunigung des Kopfes bei Kopfbällen (Withnall et al., 2005). In einer Studie, die sowohl männliche als auch weibliche Fußballspieler einschloss, wurde sogar von einer stärkeren Beschleunigung des Kopfes durch besagten Kopfschutz berichtet. Diese Beobachtung wurde aber lediglich unter den weiblichen Athleten gemacht. Diese Untersuchung zeigt, dass Schutzausrüstung also nicht für jeden Athleten gleichermaßen wirksam ist und so auch nicht uneingeschränkt für alle Sportler empfohlen werden kann (Tierney et al., 2008). Besonders zu beachten ist auch, dass durch das Tragen eines solchen Schutzes das Kopfballspiel möglicherweise verändert oder eingeschränkt wird. Da dieses aber ein integraler Teil des Spiels ist, bleibt der Einsatz dieser Schutzausrüstung umstritten (Spiotta et al., 2012).

Heutzutage erfolgt das Tragen von Schutzausrüstung wie z.B. einer Gesichtsmaske häufig nicht im Rahmen einer primären Prävention, sondern nach erfolgter Verletzung im Rahmen einer tertiären Prävention.

Eine besondere Stellung in Bezug auf die Verletzungsprävention nimmt auch die Ahndung von Foulspielen und das konsequente Durchgreifen der Schiedsrichter ein. Einige Regeländerungen könnten somit zur aktiven Verletzungsprävention beitragen. Hier zeigte eine Studie, dass nach erfolgter Regeländerung die Inzidenz von Kopfverletzungen signifikant gesunken ist. Die neue Regelung bestraft die direkte und vorsätzliche Bewegung des Ellenbogens eines Spielers gegen den Kopf des Gegners mit einer roten Karte. Seither sind die Verletzungsinzidenzen deutlich rückläufig (Beaudouin et al., 2019).

Einen besonders hohen Stellenwert in Bezug auf die Verletzungsprävention nimmt letzten Endes das Fair Play ein. Nur durch ein faires, regelkonformes und nicht überhartes Spiel beider Mannschaften kann eine Minimierung der Verletzungen erreicht werden.

1.4.2 Sekundäre Prävention

Die sekundäre Prävention beinhaltet die Früherkennung von Krankheiten bzw. in diesem Fall die Früherkennung von Schädelhirntraumata. Dies stellt jedoch eine sehr komplexe Aufgabe dar, da die Symptome unspezifisch und sehr variabel sein können und teils erst zeitverzögert auftreten (s. Kapitel 1.2.1).

In diesem Sinne ist eine zuverlässige und schnelle „Sideline Evaluation“ unerlässlich (Hubertus et al., 2019). Dafür stehen beispielsweise das „Concussion recognition tool“ oder der „SCAT5“ im Erwachsenenbereich zur Verfügung (s. Kapitel 1.2.1).

Die in der Saison 2014/2015 im Profibereich neu eingeführte 3-Minuten-Regelung ist ein weiterer Teil der Sekundärprävention. Dabei ist es den Schiedsrichtern erlaubt, das Spiel im Falle einer möglichen Gehirnerschütterung eines Spielers für drei Minuten zu unterbrechen um eine kurze Evaluation des betroffenen Spielers durch medizinisches Personal zu gewährleisten (Krutsch et al., 2017).

Eine weitere Möglichkeit der sekundären Prävention, stellt die Einführung eines temporären Wechsels dar. Dabei kann ein Spieler mit einem möglicherweise erlittenen Schädelhirntrauma vorübergehend durch einen Auswechselspieler ersetzt werden, um eine Evaluation des Betroffenen unter ruhigen Bedingungen und ohne Zeitdruck

vorzunehmen. Stellt sich heraus, dass der vermeintlich verletzte Spieler doch weiter am Spielgeschehen teilnehmen kann, kann dieser wieder eingewechselt werden, ohne dass das Wechselkontingent belastet wird. Das Konzept wird aktuell bei der FIFA diskutiert und findet bislang noch keine Anwendung im Spielbetrieb (Nahar, 2023).

Eine weitere, sich in der Ausarbeitung befindende Präventionsstrategie, ist die Möglichkeit eines zusätzlichen Wechsels im Falle einer Kopfverletzung. Das International Football Association Board (IFAB) hat nun eine Regeländerung verabschiedet, die zusätzliche dauerhafte Auswechslungen bei SHTs möglich macht, auch wenn das Wechselkontingent bereits verbraucht ist. Die Regeländerung tritt ab dem 01.07.2024 in Kraft und die jeweiligen Wettbewerbsorganisatoren dürfen selbst entscheiden, ob diese Regeländerung im jeweiligen Turnier Anwendung findet (IFAB - The International Football Association Board, 2024).

Ein zusätzlicher bedeutender Baustein in der Früherkennung von Schädel-Hirn-Verletzungen ist die Aufklärung und Sensibilisierung von Spielern, Betreuern und Eltern für dieses Thema. Viele Sportler sind nicht hinreichend über Symptome einer Gehirnerschütterung aufgeklärt (Cournoyer & Tripp, 2014; Delaney et al., 2002). Daraus resultierend bleiben viele Gehirnerschütterungen bei Sportlern unentdeckt und können so durch fehlende Behandlung und der Gefahr eines oben beschriebenen „Second impact syndrome“ zu katastrophalen Folgen führen (McCrea et al., 2004). Auch bei den Eltern zeigten sich Wissenslücken, die sportbedingte Gehirnerschütterungen betrafen (Lin et al., 2015). Dies spielt vorwiegend im Kinder- und Jugendbereich eine Rolle, sollte aber in jedem Fall im Rahmen einer langfristigen Präventionsstrategie mit eingebaut werden. Trainer zeigten ebenso ein ausbaufähiges Wissen bezüglich der Symptome einer Gehirnerschütterung (White et al., 2014). Eine Sensibilisierung für das Thema sportbedingte Kopfverletzungen und dessen Folgen sollte für alle im Fußballsport involvierten Personen erfolgen. Durch breite Aufklärungsarbeit für Trainer, Betreuer, Spieler und Eltern könnte man hier effektiv angreifen, um Gehirnerschütterungen möglichst früh zu erkennen und sie dann adäquat zu therapieren.

1.4.3 Tertiäre Prävention

Die Tertiärprävention zielt darauf ab, Krankheitsfolgen abzumildern und einem Rückfall vorzubeugen. Eine adäquate Initialtherapie, sowieso Nachbehandlung und Reha nehmen dabei einen hohen Stellenwert ein (Krutsch et al., 2017).

Viele Spieler kehren nach einem erlittenen Schädelhirntrauma zu früh wieder zurück zu ihrem Sport (Nilsson et al., 2013). Dieses Verhalten kann, wie bereits in Kapitel 1.2.1 erwähnt, mitunter langfristige Folgen, wie beispielsweise ein „Second Impact Syndrome“ nach sich ziehen. Um diesem Verhalten vorzubeugen gibt es sogenannte Return to Play-Protokolle, die einen verletzten Spieler wieder Schritt für Schritt eingliedern und einen zu frühen Wiedereinstieg verhindern sollen (vgl. Tab. 2). Vor Anwendung des Protokolls sollte der Spieler eine Ruhepause von 24-48 Stunden einhalten. Anschließend erfolgt die Wiedereingliederung stufenweise. Sobald der Spieler auf einer Stufe mindestens 24 Stunden symptomfrei ist, darf zur nächsten Stufe fortgeschritten werden. Im Fall einer Verschlechterung der Symptome sollte der Spieler zunächst wieder eine Stufe zurücktreten. Mit Wiedererlangung der Wettkampffähigkeit ist das Protokoll abgeschlossen (McCrory et al., 2018).

Tab. 2: Return to Play-Protokoll (modifiziert nach (McCrory et al., 2018))

Rehabilitationsstufe	Aktivität	Ziel
1. Symptom limitierte Aktivität	Tägliche Aktivitäten, die keine Symptome provozieren	Langsame Wiedereinführung von Arbeits-/ Schulaktivitäten
2. Leichtes aerobes Training	Gehen, Fahrradergometer	Erhöhung der Herzfrequenz
3. Sport-spezifische Übungen	Laufübungen, keine Übungen mit Krafteinwirkung auf Kopf	Bewegung hinzufügen
4. Training ohne Körperkontakt	Progression zu komplexeren Übungen, bspw. Passen	Übung, Koordination und kognitive Belastung
5. Training mit Körperkontakt	Normales Mannschaftstraining unter medizinischer Freigabe	Selbstbewusstsein wiedererlangen, Bewertung der funktionellen Skills durch Trainer
6. Return to Play	Wettkampfeinsatz	

1.5 Die Videoanalyse im Sport

Die Videoanalyse im Sport ist seit mehreren Jahren ein gängiges Mittel, das sich immer häufigerer Anwendung erfreut. Bekannt wurde sie durch die Sportarten Football und Rugby, bei dem sie bereits seit der Jahrtausendwende im Einsatz ist. Im Verlauf kam es dann zur Übernahme auch in den Ballsport. Die erste Studie über die Mechanismen von Kopfverletzungen im Fußball per Videoanalyse wurde 2004 durch Andersen et al. durchgeführt (Andersen et al., 2004).

Mittlerweile ist die Videoanalyse in Deutschland durch den in der Saison 2017/2018 in der 1. Bundesliga eingeführten „Video-Assistent Referee“ bekannt. Dieser beurteilt strittige Schiedsrichterentscheidungen während des laufenden Spiels und kann im Falle einer Fehlentscheidung per Funk mit den Feldschiedsrichtern kommunizieren. Die Analyse per Video findet dabei vor allem im Profisport breite Anwendung, während diese in Amateur- und Jugendmannschaften nur selten zum Einsatz kommt.

Im Fußball zeigen erste Analysen, dass die Videoanalyse auch ein probates Mittel darstellt, um detaillierte Informationen über Kopfverletzungen zu generieren (Andersen et al., 2004; Cassoudeulle et al., 2020).

Im Australian Football findet die Videoanalyse in dieser Hinsicht bereits breite Anwendung. Hier zeigte sich auch, dass eine hohe Kameraauflösung sowie multiple Kamerablickwinkel zu einer Verbesserung der Analyse von Schädelhirntraumata führt (Makdissi & Davis, 2016).

Nicht nur in der nachträglichen Verletzungsanalyse, sondern auch in der Akutdiagnostik kommt es in verschiedenen Sportarten immer häufiger zur Sichtung von Videomaterial (Davis et al., 2019). In diesem Fall wird die Videoanalyse direkt in der Sideline-Evaluation genutzt um den Verletzungsmechanismus detailliert zu analysieren. In Kombination mit dem Ergebnis des klinischen Assessments kann dann beurteilt werden, ob der Sportler möglicherweise ein SHT erlitten hat und ob eine Fortsetzung des Spiels für den betroffenen Spieler möglich ist. In einer Studie im Rugby zeigte sich die Sideline Videoevaluation als ein sehr nützliches Mittel in der Verletzungsbeurteilung (Gardner et al., 2018).

Grundlegend lässt sich daraus schlussfolgern, dass die Videoanalyse ein probates Mittel zur Detektion von Kopfverletzungen im Sport darstellt (Krusch et al., 2021). Trotz der bereits vorhandenen Daten bedarf es auch hier weiterer Untersuchungen,

um noch präzisere Charakteristika herauszuarbeiten, die in der Videoanalyse auf ein Schädelhirntrauma hinweisen (Gardner et al., 2016, 2017).

Im Frauenkollektiv kommt die Videoanalyse bislang nur selten zum Einsatz. Oben genannter „Video-Assistent Referee“ kommt in der deutschen Frauenfußballbundesliga beispielsweise nicht regelhaft zum Einsatz. Lediglich bei einzelnen Spielen, wie beispielsweise dem DFB Pokalfinale, wird dieser eingesetzt. Auch hier sind in Zukunft weitere Diskussionen nötig, ob die Videoanalyse nicht auch im Frauenkollektiv breitere Anwendung finden sollte.

2 Zielsetzung

Sowohl das Kopfballsportspiel als auch seine Folgen sind, sowohl im Amateur- als auch im professionellen Bereich noch unzureichend untersucht. Es fehlen grundlegende Daten über die Häufigkeit von Kopfbällen, die damit verbundene Inzidenz von Kopfverletzungen und die möglichen Langzeitfolgen solcher Verletzungen. Somit ist es bislang noch nicht möglich, eine valide Aussage über die Gefährlichkeit des Kopfballsports zu treffen.

Besonders im Frauenfußballbereich liegen bislang keinerlei epidemiologische Daten zum Kopfballsport und seiner Folgen vor, während erste Untersuchungen im Männerfußball abgeschlossen wurden. Lediglich eine Handvoll wissenschaftlicher Studien, welche sich mit den geschlechterspezifischen Auswirkungen des Kopfballsports beschäftigen, liegen bislang vor. Diese wenigen Studien werfen bezüglich des Langzeitoutcomes immer wieder Fragen auf und können, wie auch im Männerfußball keine Aussage über die Gefährlichkeit des Kopfballsports geben.

Nachdem im Rahmen einer großen nationalen Studienkohorte unter Beteiligung des FIFA Centre Regensburg das Kopfballverhalten im Männerfußball bereits in großem Umfang untersucht wurde, wurde beschlossen, dies auch im Frauenfußball näher zu beleuchten.

Ziel der Studie war es, epidemiologische Daten zum Kopfballsport und kopfverletzungsträchtigen Situationen unter realen Spielbedingungen im Frauenfußball zu generieren und gleichzeitig Rückschlüsse auf Verletzungsmechanismen zu ziehen. Ein weiteres Ziel dieser Analyse war es, Muster abzuleiten, die zeigen, bei welchem besonderen Verhalten während eines Kopfballs es besonders häufig zu einer Kopfverletzung kommt. Daraus sollen längerfristig Präventionsstrategien entwickelt werden, die das Risiko einer Kopfverletzung verhindern sollen.

Die erhobenen Daten wurden dann zusätzlich noch mit Daten aus dem Männerfußball verglichen, um mögliche geschlechterspezifische Unterschiede und Risikofaktoren herauszuarbeiten.

Im Rahmen dieser Promotionsarbeit wurden für diesen Zweck 150 per Zufallsprinzip ausgewählte Spiele aus dem Semi-Professionellen- und Amateurfrauenfußballbereich der Saisons 2018/2019 und 2019/2020 analysiert. Dabei wurden Spiele aus den folgenden Ligen in die Studie eingeschlossen: 2. Bundesliga, Regionalliga, Verbandsliga, Landesliga, Niederrheinliga und Rheinlandliga. Alle Kopfbälle und kopfverletzungsträchtige Situationen der jeweiligen Spiele wurden mittels drei verschiedener, im Rahmen von Vorstudien validierter Auswertungsbögen charakterisiert und in eine eigens dafür geschaffene Datenbank integriert.

3 Material und Methoden

3.1 Material

3.1.1 Hardware

Gerät: Apple MacBook Air 2015 (Cupertino, CA, USA)

3.1.2 Software

Textverarbeitung: Microsoft Office für Mac 2018 (Microsoft, Redmond, WA,USA)

Auswertung und Statistik: SPSS Version 25 (IBM, Armonk, NY, USA)

Abbildungen: Microsoft Office für Mac 2018 (Microsoft, Redmond, WA,USA)

Literaturverwaltung: Zotero 5.0.96.2

Videoanalyse: Video Speed Controller (Firefox Add-On)

Um die Kopfballsituationen möglichst detailgetreu analysieren zu können wurde das Firefox Add-On „Video Speed Controller“ verwendet, um sich Schlüsselszenen in verlangsamer Geschwindigkeit anzusehen. Daraus resultierte eine deutlich detailliertere Analyse der Kopfball- und Verletzungssituationen.

3.2 Methodik

3.2.1 Studiendesign

Im Rahmen einer retrospektiven Kohortenstudie wurden mittels videogestützter Analyse Spiele aus dem Semiprofessionellen- und Amateurfrauenfußballbereich der Saisons 2018/2019 und 2019/2020 für diese Promotionsarbeit analysiert. Dabei wurden Spiele aus den folgenden Ligen in die Studie eingeschlossen: 2. Bundesliga, Regionalliga, Verbandsliga, Landesliga, Niederrheinliga und Rheinlandliga. Die erhobenen Daten wurden dann anhand von online-basierten Fragebögen in eine Datenbank eingefügt und statistisch ausgewertet.

Alle Spiele wurden einer qualitativen Analyse unterzogen, wobei jeder Kopfball und jede kopfverletzungsträchtige Situation mittels verschiedener Items kategorisiert und analysiert wurde.

Über das Online-Fußballportal „www.soccerwatch.de“ konnten alle Spielaufnahmen frei zugänglich abgerufen werden. Die Videodateien umfassten dabei die volle Länge des jeweiligen Spiels inklusive der Halbzeitpause und einer möglichen Verlängerung. Aufgenommen wurden die Spiele mit einer fest installierten Kamera der Internetplattform „Soccerwatch“, die automatisch dem Spielgeschehen folgt. Die Kamera wurde dabei auf Höhe der Mittellinie angebracht. Je nach Spielfeld und Umgebung, waren die Kameras in unterschiedlichen Höhen aufgehängt. Verschiedene Kameraperspektiven einzusehen, war nicht möglich.

In vereinzelten Fällen konnte, durch eine schlechte Kameraeinstellung oder unzureichende Auflösung, das Spielgeschehen nicht ausreichend detailliert verfolgt werden. Die betroffenen Spiele wurden daher aus der Datenerhebung ausgeschlossen.

Die Auswertung erfolgte durch eine Person. Bei unklaren Situationen wurde das Firefox Add-On „Video Speed Controller“ eingesetzt um die betreffende Spielaktion mehrfach in unterschiedlichen Geschwindigkeiten abzuspielen. Zusätzlich konnten Kopfballsituationen in Slow-Motion und im Standbild beurteilt werden. So konnten mögliche Unsicherheiten bei der Auswertung umgangen werden.

In einzelnen Fällen war aufgrund von unzureichender Videoqualität das Erheben einzelner Items mittels Online-Fragebogen nicht möglich. Diese fehlenden Eingaben werden als Datenfehlraten im Diskussionsteil gesondert aufgeführt (s. Tab. 11).

Die Dateneingabe in REDCap, eine Online-Datenbank, fand in Echtzeit statt. RedCap stellt ein online-basiertes Eingabeprogramm dar, in das die verwendeten Fragebögen als elektronische Prüfbögen („Electronic Case Report Form“, eCRF) mit Klick-Auswahlmöglichkeiten integriert wurden. Diese geschützte Datenbank wurde im Rahmen dieses Kopfballprojekts in Kooperation mit dem Zentrum für klinische Studien des Universitätsklinikums Regensburg neu initiiert.

Besagte Datenbank ermöglichte das strukturierte Sammeln und Speichern von Daten, die dann kollektiv als SPSS Datensatz exportiert und einer statistischen Auswertung unterzogen werden konnten.

Die etablierten und validierten eCRFs lagen bereits integriert in REDCap vor und konnten von den vorausgegangenen Studien vollständig übernommen werden.

3.2.2 Analyseverfahren

Im Rahmen dieser Arbeit wurde das Kopfballsport und seine Auswirkungen ausführlich analysiert. Zu diesem Zweck wurde die Häufigkeit aller Kopfbälle und kopfverletzungsträchtiger Situationen erfasst und zusätzlich eine detaillierte Analyse aller genannter Situationen mittels verschiedener Items der eCRFs vorgenommen.

Eine kopfverletzungsträchtige Situation (sog. „Critical Incident“, CI) wurde anhand von drei Kriterien gemäß (Andersen et al., 2003) bzw. modifiziert nach (Bjørneboe et al., 2014) festgelegt. Der Spieler musste für mindestens 15 Sekunden auf dem Spielfeld liegen bleiben, eine Spielunterbrechung durch den Schiedsrichter musste erfolgen und der Betroffene musste eine medizinische Versorgung erhalten haben bzw. sich in einem offensichtlichen Schmerzzustand befunden haben. Mittlerweile ist die Definition des Critical Incidents wissenschaftlich etabliert und findet sportartübergreifend Anwendung (Bjørneboe et al., 2014; Carling et al., 2005; O'Donoghue, 2010; Olsen et al., 2004; Weber et al., 2022).

Im Rahmen dieser Promotionsarbeit wurden alle vorliegenden Spiele einer qualitativen Analyse unterzogen. Zur Erfassung der Daten in REDCap wurden die bereits erwähnten standardisierten Fragebögen herangezogen. Zum Zweck der detaillierten Analyse der jeweiligen Spielsituation standen drei verschiedene Auswertungsbögen zur Verfügung.

Zunächst wurde jedes Spiel anhand seiner Rahmencharakteristika eingeordnet. Dafür wurde jedes Spiel mit einer eigenen Spielnummer versehen, welche aus einem Buchstaben und einer fortlaufenden Nummer besteht. Das dient als Bezugspunkt für die spätere Analyse. Weiterhin wurden allgemeine Spieldaten wie Heim- und Gastmannschaft, Datum des Spiels, Spieltag, Liga und Saison festgelegt. Zusätzlich wurden noch Rahmenbedingungen wie Rasenart, Witterung und Beleuchtung analysiert, die möglicherweise Einflussfaktoren bei kopfballbedingten Verletzungen sein könnten.

Für die detaillierte Erfassung des Kopfballverhaltens wurde ein elektronischer Erfassungsbogen, der in einer Erststudie bereits validiert wurde, herangezogen. Mithilfe dessen konnten alle Kopfbälle mittels verschiedener Items genau charakterisiert werden (s. Anhang 1). Dabei wurde die vorher in den Stammdaten

festgelegte Spielnummer übertragen, damit die Kopfbälle später eindeutig einem Spiel zugeordnet werden können. Weiterhin wurden noch die Rahmendaten wie Spielminute des Kopfballs erhoben und eine Auswahl zwischen Heim- oder Gastmannschaft getroffen. Fand ein Kopfball in der Nachspielzeit statt, wurde dies in einem gesonderten Feld vermerkt. Zusätzlich zu den bereits erwähnten Informationen wurde noch der Spielstand und die Position des Spielers angegeben. Um den Kopfball dann exakt zu charakterisieren, wurde er anhand von weiteren Items analysiert. Dabei spielte die Ausrichtung des Kopfballs und die Ballherkunft eine Rolle. Neben dem Flugweg des Balls, der Bewegung des Spielers zum Ball und der Richtungsänderung des Balls, spielten auch die Art und der Zweck des Kopfballs eine entscheidende Rolle. Zuletzt wurde noch die Auftrefffläche am Kopf evaluiert. Ergänzend wurde dann noch ein möglicher situativer Zweikampf beurteilt. Im Falle eines Zweikampfes wurden dann Items zur Lokalisation des Spielers zum Gegner, die Körperkontaktregionen, die Ellenbogenpositionen, das Sprungverhalten und das mögliche Vorliegen eines Fouls beantwortet. Besonders die Entscheidung über ein mögliches Foul ist hier hervorzuheben, da bei der Prävention von Kopfverletzungen auch den Schiedsrichtern eine entscheidende Rolle zu Teil wird. Zuletzt wurde noch die Position des Kopfballs auf dem Spielfeld erhoben, welche anhand von Spielfeldmarkierungen festgelegt wurde.

In einem gesonderten, ebenfalls elektronischen Erfassungsbogen wurden kopfverletzungsträchtige Situationen mittels 27 Items kategorisiert (s. Anhang 2). Hier wurden analog zur Auswertung der Kopfballsituation ebenso die Rahmenbedingungen der jeweiligen Spielsituation abgefragt. Neben der Spielnummer, der Zugehörigkeit zur Heim- oder Gastmannschaft und dem Ort der Verletzung, wurde auch die Spielernummer und -position, die Spielminute der Verletzung und ab welcher Minute der verletzte Spieler im Einsatz war, erhoben. Weiterhin wurden Fragen zur Situation, die letztendlich zur Verletzung führte, beantwortet. Wichtig für die Verletzungsanalyse war auch hier eine mögliche Zweikampfsituation und den Bodenkontakt zum Zeitpunkt der Verletzung zu evaluieren. Um die Schwere der Verletzung besser abschätzen zu können, wurde zusätzlich das Spielerschicksal und eine mögliche verletzungsbedingte Auswechslung angegeben. Um daraus mögliche Präventionsstrategien abzuleiten, wurde die Bewertung des Vorliegens eines Fouls durch den Schiedsrichter zusätzlich noch einer eigenen Bewertung unterzogen. Wichtig für die vollständige Analyse war

dann zuletzt noch die Erfassung sowohl aller verletzten als auch aller kontaktierten Körperregionen.

3.2.3 Statistische Auswertung

Alle Daten dieses Projekts wurden online-basiert erhoben und in Echtzeit in die eigens dafür geschaffene Datenbank REDCap eingefügt. So befanden sich die Daten zu jeder Zeit abgesichert und zugriffsbeschränkt.

Für die statistische Auswertung der Rohdaten, wurden die zuvor generierten Daten dann als SPSS-Datensatz exportiert. Mittels des Statistikprogramms SPSS Version 25.0 von IBM wurden die Daten dann auf einem Macintosh-basierten Computer ausgewertet. Für die deskriptive Analyse wurde die Berechnung von Häufigkeiten, Mittelwerten und Standardabweichungen durchgeführt. Zur Evaluation von Risikofaktoren wurde die Berechnung der Odds Ratios (OR) herangezogen. Das OR oder auch Chancenverhältnis ist eine statistische Messzahl, die eine Aussage über die Stärke eines Zusammenhangs von zwei Charakteristika trifft. Bei einem OR-Wert von 1 oder kleiner besteht kein erhöhtes Risiko für einen CI. Von einem starken Zusammenhang wird bei Werten über 1 ausgegangen.

Zur Erstellung aller Abbildungen und Tabellen wurden die Programme Microsoft Word und Excel verwendet.

3.3 Studienförderung

Diese Arbeit war Teil des multimodalen Studienprojekts "Kopfbälle im Fußball", das von 2021 bis 2022 durch das Bundesinstitut für Sportwissenschaften (BiSP) gefördert wurde und mehrere, meist universitäre Zentren mit einschloss. Auf Regensburg entfiel die epidemiologische Analyse des Kopfballverhaltens und seiner Folgen mittels Videoanalyse. Im Rahmen der Vorarbeiten zur Durchführung des o.g. Studienprojekts kam es zur Initiierung der online-basierten Erfassungsdatenbank für Kopfbälle (REDCap), die Videodatenakquise selbst erfolgte im Rahmen der Studiendurchführung.

Die Durchführung der vorliegenden Studie wurde durch die Ethikkommission der Universität Regensburg genehmigt.

4 Ergebnisse

4.1 Charakterisierung des Studienkollektivs

In der vorliegenden Arbeit wurden per Zufallsprinzip Spiele aus der 2. Bundesliga, der Regionalliga, der Rheinlandliga, der Niederrheinliga, der Landesliga und der Verbandsliga aus dem Frauenfußballbereich ausgewählt, um das Kopfballspiel und seine Folgen zu untersuchen. Eingeschlossen wurden die Saisons 2018/2019 und 2019/2020. Für die epidemiologische Analyse der Kopfbälle wurde zusätzlich noch eine Unterteilung des Studienkollektivs in zwei Gruppen vorgenommen. Die 2. Bundesliga und die Regionalliga wurden als semiprofessioneller Bereich zusammengefasst, während die sich darunter befindenden Ligen dem Amateurbereich zugeordnet wurden. Bei der epidemiologischen Analyse der Kopfverletzungen wurde aufgrund der geringen Verletzungsrate auf eine Unterteilung verzichtet.

Aufgrund schlechter Videoqualität oder falscher Kameraeinstellung, sodass das Spielgeschehen nicht exakt verfolgt werden konnte, wurden einige Spiele bereits vor der Datenerhebung aus der Studie ausgeschlossen (Drop-Out-Rate 12/162 Spielen, 7,4%; s. Anhang 3)

Letztendlich wurden 150 Spiele einer genauen, in der Folge als qualitativ bezeichneten Analyse unterzogen - dies entsprach 13.500 Spielminuten in der regulären Spielzeit. Insgesamt wurden dabei 10.365 Kopfbälle und 29 kopfverletzungsträchtige Situationen registriert (vgl. Tab. 3). Im Schnitt ereigneten sich $69,1 \pm 22,6$ Kopfbälle und $0,2 \pm 0,5$ Critical Incidents (CI) pro Spiel.

Tab. 3: Beschreibung des Studienkollektivs

	Semiprofessionelle Ligen	Amateurligen
Spiele	68	82
Spielminuten	6.120	7.380
Kopfbälle	4.782	5.583
Kopfverletzungsträchtige Situationen	21	8

In den semiprofessionellen Ligen lag damit die Anzahl der pro Spielerin und Spiel ausgeführten Kopfbälle bei 3,2, während die Anzahl in den Amateurligen 3,1 betrug. Auf 1000 Spielstunden gerechnet ereigneten sich 205,9 Kopfverletzungen im semiprofessionellen Bereich, während der Wert in den Amateurligen mit 65,0 deutlich geringer ausfiel. Auf die einzelne Spielerin berechnet, ergab sich ein Wert von 9,4 bzw. 3,0 Kopfverletzungen in 1000 Spielstunden.

4.2 Epidemiologische Analyse von Kopfbällen

Insgesamt wurden 150 Spiele einer Analyse unterzogen. Dabei wurden insgesamt 10.365 Kopfbälle und 29 Critical Incidents analysiert (vgl. Anhang 4).

4.2.1 Spielsituation

Um die Spielsituation eines stattgehabten Kopfballs näher zu untersuchen, wurde die räumliche Verteilung der Kopfbälle erfasst. Dazu wurde das Spielfeld in mehrere Zonen unterteilt. Hierbei zeigte sich, dass sich in beiden Leistungsbereichen über die Hälfte der Kopfballsituationen im Mittelfeld ereigneten. In den semiprofessionellen Ligen fand circa jeder fünfte Kopfball im Strafraum statt, während der Wert in den Amateurligen mit 12,8% etwas geringer ausfiel (vgl. Tab. 4).

Tab. 4: Verteilung der Kopfbälle auf die Spielfeldzonen

	Semiprofessionelle Ligen	Amateurligen
Mittelfeld	2.471 (51,7%)	2.941 (52,7%)
Außenbahnen	1.357 (28,4%)	1.921 (34,4%)
Strafraum	942 (19,7%)	715 (12,8%)
Außerhalb des Spielfelds	5 (0,1%)	1 (0,0%)

Bei der Verteilung der Spielerpositionen zeigte sich, dass in beiden Kategorien circa die Hälfte aller Kopfbälle durch die Mittelfeldspielerinnen getätigt wurden. Der zweithöchste Anteil von 24,3% bzw. 21,5% entfiel auf die Innenverteidigerinnen. Die Stürmerinnen führten dagegen nur 11,7% bzw. 13,7% aller Kopfbälle aus. Nur in zwei Ausnahmefällen wurde der Ball durch eine Torhüterin geköpft (vgl. Abb. 2). Schließt

man nun die Torhüterinnen und die durch diese gespielten Kopfbälle aus der Analyse aus, ergab sich ein Wert von 3,5 bzw. 3,4 gespielten Kopfbällen pro Feldspielerin und Spiel.

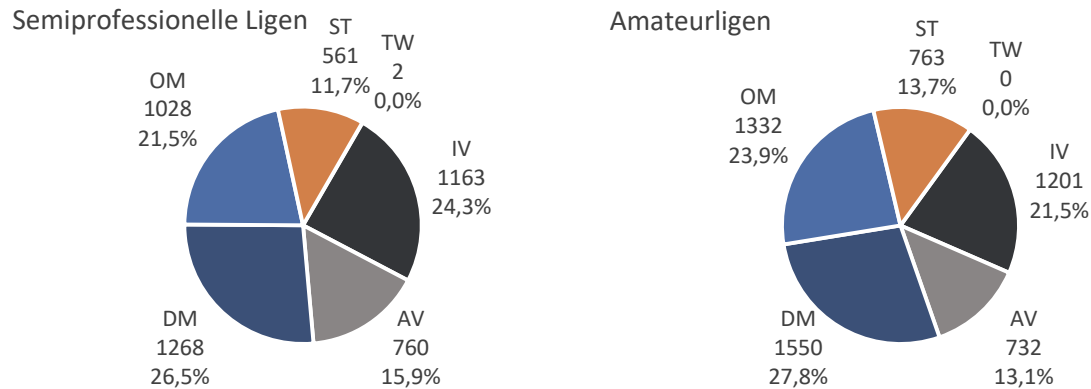


Abb. 2: Verteilung der Kopfbälle auf die Spielerpositionen in den semiprofessionellen Ligen (links, n=4782) und den Amateurligen (rechts, n=5578). ST: Sturm, TW: Torwart, IV: Innenverteidiger, AV: Außenverteidiger, DM: Defensives Mittelfeld, OM: Offensives Mittelfeld

62,2% (2972/4781) der Kopfbälle in den semiprofessionellen Ligen wurden im Rahmen einer defensiven Aktion ausgeführt. In den Amateurligen lag der Anteil bei 61,0% (3408/5583). Die offensiven Aktionen fanden mit 37,8% (1809/4781) bzw. 39,0% (2175/5583) seltener statt.

Im semiprofessionellen Bereich wurde der Ball zuvor in den überwiegenden Fällen von einer Gegnerin gespielt (69,6% bzw. 3330/4782). Im Amateurbereich wurde der Ball in zwei von drei Fällen ebenfalls vor der Kopfballaktion von der gegnerischen Mannschaft gespielt (66,3% bzw. 3702/5581). Die meisten Kopfbälle wurden in beiden Kategorien aus dem freien Spiel heraus auf einen hohen Pass bzw. Ball geköpft (41,4% bzw. 1981/4782 und 38,7% bzw. 2159/5581). Ein Schuss wurde nur in Einzelfällen durch einen Kopfball abgewehrt (0,2% bzw. 11/4782 und 0,2% bzw. 9/5581; vgl. Abb. 3).

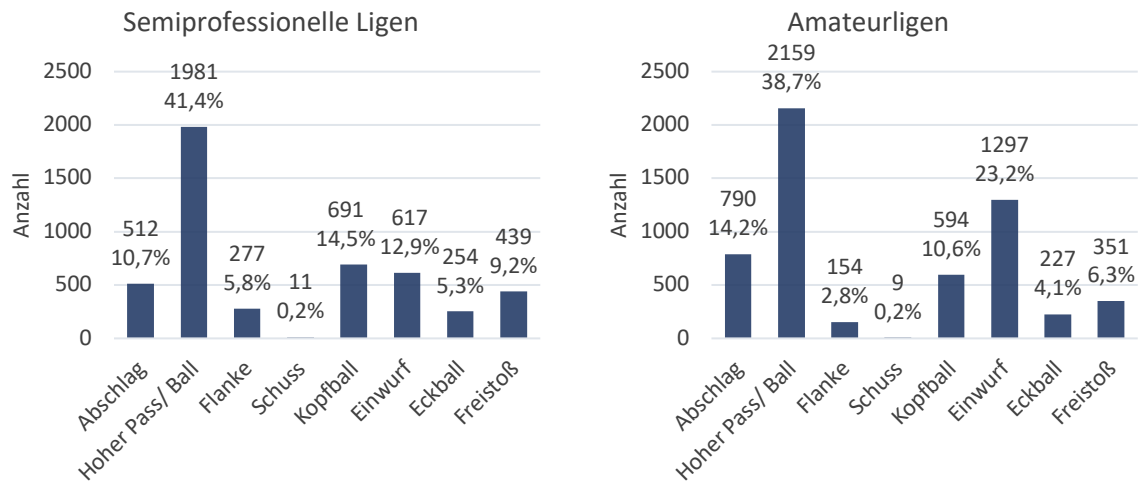


Abb. 3: Verteilung der zum Kopfball führenden Spielsituation in den semiprofessionellen Ligen (links, n=4782) und den Amateurligen (rechts, n=5581)

In beiden Kategorien erfolgte die Hälfte aller gespielten Kopfbälle nach mittellangen Flugwegen (vgl. Tab. 5). Ein weiteres Drittel fand in beiden Bereichen nach langen Flugwegen statt.

Tab. 5: Verteilung der Flugdistanz des Balls

	Semiprofessionelle Ligen (n=4782)	Amateurligen (n=5569)
Kurz (<5 m)	692 (14,5%)	639 (11,5%)
Mittel (5-20 m)	2251 (47,1%)	2899 (52,1%)
Lang (20-50 m)	1574 (32,9%)	1910 (34,3%)
Sehr lang (>50 m)	265 (5,5%)	121 (2,2%)

4.2.2 Kopfballverhalten

Zusätzlich zur Spielsituation wurden Details zum Kopfballverhalten der ausführenden Spielerinnen erhoben. Ein Kriterium dessen stellte der Eingangswinkel zum Ball dar. In beiden Leistungsbereichen kam die köpfende Spielerin im überwiegenden Anteil von unten an den Ball (80,8% im semiprofessionellen und 90,1% im Amateurbereich). Nur ein sehr geringer Anteil wurde von oben geköpft (2,8% in beiden Bereichen).

Weiterhin wurde die Bewegung der Köpfenden zum Ball charakterisiert. Am häufigsten bewegten sich die Spielerinnen vorwärts zum Ball (39,3% bzw. 1880/4780 in den semiprofessionellen Ligen und 42,3% bzw. 2360/5578 in den Amateurligen).

In über der Hälfte der Kopfbälle kam es zu einer starken Richtungsänderung des Balls durch den gespielten Kopfball (59,3% im semiprofessionellen bzw. 55,8% im Amateurbereich, vgl. Tab. 6).

Bei der Untersuchung der Intention des Kopfballs zeigte sich in beiden Kategorien eine vergleichbare Tendenz zum Passen und zum Klären (vgl. Tab. 6). Ein direkter Schuss aufs Tor durch den Kopfball war nur in 4,1% (194/4782) bzw. 3,1% der Fälle (171/5581) zu verzeichnen.

Der überwiegende Anteil der Kopfbälle traf bei den Spielerinnen in beiden Kategorien frontal auf (84,7% bzw. 86,4%). Ein faciales Auftreffen des Balls, das insgesamt nur in 0,8 bis 1,1 % der Fälle beobachtet werden konnte (vgl. Tab. 6), entstand ligenübergreifend häufig durch einen unbeabsichtigten Abschuss am Kopf (33,3% bzw. 33/99 für alle Ligen).

Tab. 6: Verteilung der Richtungsänderung, der Art des Kopfballs und der Auftrefffläche in den semiprofessionellen Ligen und den Amateurligen

	Semiprofessionelle Ligen	Amateurligen
Richtungsänderung	n=4781	n=5580
Kaum (<45°)	1006 (21,0%)	1423 (25,5%)
Mittel (<90°)	941 (19,7%)	1043 (18,7%)
Stark (>90°)	2834 (59,3%)	3114 (55,8%)
Art des Kopfballs	n=4782	n=5581
Pass	2416 (50,5%)	2968 (53,2%)
Schuss	194 (4,1%)	171 (3,1%)
Tiefer KB	42 (0,9%)	21 (0,4%)
Abgleiten	168 (3,5%)	155 (2,8%)
Abschuss	24 (0,5%)	27 (0,5%)
Klären	1682 (35,2%)	1836 (32,9%)
Ballauf-/mitnahme	256 (5,4%)	403 (7,2%)
Auftrefffläche	n=4782	n=5562
Frontal	4051 (84,7%)	4804 (86,4%)
Temporal	557 (11,6%)	528 (9,5%)
Parietal	87 (1,8%)	127 (2,3%)
Occipital	34 (0,7%)	57 (1,0%)
Facial	53 (1,1%)	46 (0,8%)

4.2.3 Zweikampfverhalten

Um mögliche Verletzungsursachen zu detektieren, wurde auch das Zweikampfverhalten näher beleuchtet. Ein Zweikampf wurde als solcher gewertet, wenn beim Kopfball ein Abstand von weniger als einem Meter zwischen zwei Spielerinnen vorlag bzw. diese Körperkontakt zueinander hatten. Hier zeigte sich, dass sich in den semiprofessionellen Ligen in 42,6% (2035/4782) der Kopfballsituationen ein Zweikampf ereignete. In den Amateurligen fiel der Wert mit 33,2% (1851/5583) geringer aus. In beiden Kategorien befanden sich die Köpfenden dabei meist vor der Gegenspielerin (41,4% (842/2035) bzw. 49,6% (918/1851)).

Der Großteil der Zweikämpfe wurde in beiden Kategorien mit Körperkontakt ausgetragen (69,7% in den semiprofessionellen Ligen bzw. 63,0% in den Amateurligen). Selten ereignete sich der Körperkontakt mit Spielerinnen der eigenen Mannschaft oder mehreren Gegnerinnen bzw. Mitspielerinnen (vgl. Tab. 7).

Tab. 7: Körperkontakt während des Kopfballspiels (mit einer Gegnerin, mit einer Mitspielerin oder mit mehreren Gegnerinnen bzw. Mitspielerinnen)

	Semiprofessionelle Ligen (n=2035)	Amateurligen (n=1840)
Kein Körperkontakt	617 (30,3%)	680 (37,0%)
Körperkontakt	1418 (69,7%)	1160 (63,0%)
mit Gegnerin	1353 (95,4%)	1124 (96,9%)
mit Mitspielerin	29 (2,0%)	28 (2,4%)
mit Mehreren	36 (2,5%)	8 (0,7%)

In den semiprofessionellen Ligen trat in 21 Fällen ein situationsbedingter Kontakt mit dem Gehirnschädels des Gegners auf (21/1418 Kopfbälle bzw. 1,5%). In den Amateurligen konnten 17 solcher Fälle verzeichnet werden (17/1160 bzw. 1,5%).

Um einen möglichen Risikofaktor für die Entstehung von kopfballbedingten Kopfverletzungen zu evaluieren, wurde additiv die Ellenbogenposition der am Zweikampf beteiligten Spielerinnen evaluiert. In der Mehrheit aller Fälle konnte dabei eine Ellenbogenposition unterhalb der Schulterhöhe registriert werden (80,0% bei der köpfenden Spielerin und 87,9% bei der am Zweikampf beteiligten Spielerin in den

semiprofessionellen Ligen bzw. 85,2% und 95,2% in den Amateurligen). Ellenbogenpositionen über Schulterhöhe wurden insgesamt selten registriert. Auffällig war dabei allerdings, dass ein gefährliches Spiel mit einer Ellenbogenposition über Schulterhöhe in den semiprofessionellen Ligen sowohl bei der Köpfenden als auch bei der am Zweikampf beteiligten Spielerin ca. doppelt so häufig nachzuweisen war (3,1% vs. 1,6% bzw. 1,6% vs. 0,6%). In vier Ausnahmefällen wurde eine Ellenbogenposition am Kopf registriert. Davon entfielen jeweils zwei Fälle auf die Köpfende und zwei Fälle auf die am Zweikampf beteiligte Spielerin (vgl. Abb. 4).

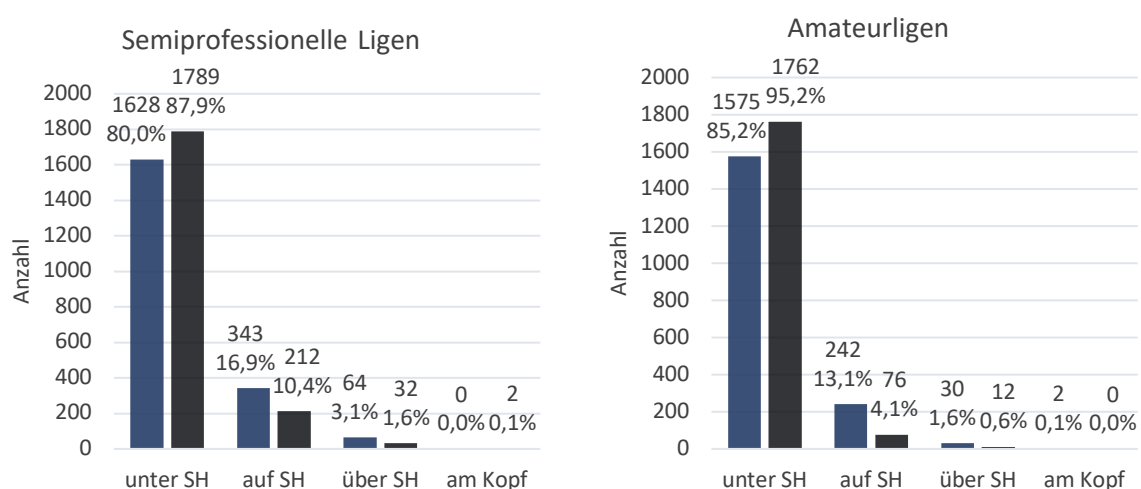


Abb. 4: Verteilung der Ellenbogenposition der Köpfenden (blau) und der am Zweikampf beteiligten Spielerin (grau) in den semiprofessionellen Ligen (links, n=2035 bzw. n=2035) und den Amateurligen (rechts, n=1849 bzw. n=1850)

Weiterhin wurde die Sprungsituation der Spielerinnen analysiert. Im semiprofessionellen Bereich konnte in 72,8% der Fälle ein Sprung der Köpfenden zum Zeitpunkt des Kopfballs registriert werden (3481/4782). Im Amateurbereich fiel der Wert mit 55,7% (3108/5581) geringer aus. Dabei kam es ligenübergreifend zu keinem einzigen Sturz auf den Kopf nach einem Sprung (0/6578).

In den semiprofessionellen Ligen ereignete sich in 47 Fällen ein Foul während des Zweikampfes (3,3% bzw. 47/1409). In zwei Dritteln der Fälle handelte es sich dabei um ein Foul durch die Gegenspielerin (66,0% bzw. 31/47). In den Amateurligen ereigneten sich 38 Fouls während einer Kopfballsituation, dies entspricht ebenfalls 3,3% (38/1159). Auch hier wurde der überwiegende Anteil der Fouls von einer Gegnerin verursacht (73,7% bzw. 28/38).

4.3 Epidemiologische Analyse kopfverletzungsträchtiger Situationen

Im Fußball kommt es zwar verhältnismäßig selten zu schwerwiegenden Kopfverletzungen, dennoch sind diese aufgrund ihrer Gefährlichkeit nicht zu unterschätzen. Im Folgenden wurden 29 verletzungswahrscheinliche Situationen, sog. Critical Incidents, die sich in den 150 untersuchten Spielen ereigneten, analysiert und in Relation zu den gespielten Kopfbällen gesetzt. Um eine bessere Übersicht zu schaffen, wurde hier der semiprofessionelle Bereich und der Amateurbereich zusammengefasst.

4.3.1 Inzidenz von CIs

Im Rahmen dieser Analyse wurden insgesamt 29 CI gezählt (Inzidenz pro Spiel: 0,19; 29/150). Davon entfielen über die Hälfte auf die 2. Frauen-Bundesliga (vgl. Tab. 8). Auf 1000 Spielstunden pro Spielerin berechnet zeigte sich, dass es gehäuft in der 2. Bundesliga und der Regionalliga zu kopfverletzungsträchtigen Situationen kam.

Tab. 8: Ligenabhängige Häufigkeiten der beobachteten Critical Incidents (CI)

	Häufigkeit (n=29)	Prozent	CI pro Spiel	CI pro 1000 Spielstunden pro Spieler
2. Bundesliga	16	55,2%	0,30 (16/54)	9,0
Regionalliga	5	17,2%	0,36 (5/14)	10,8
Verbandsliga	1	3,4%	0,05 (1/20)	1,5
Landesliga	7	24,1%	0,16 (7/45)	4,7
Niederrheinliga	0	0,0%	0,00 (0/12)	0,0
Rheinlandliga	0	0,0%	0,00 (0/5)	0,0

Die Verteilung der Verletzungen zwischen Heim- und Gastmannschaft gestaltete sich ausgeglichen. In 15 Fällen war eine Spielerin der Heimmannschaft und in 14 Fällen eine Spielerin der Gastmannschaft betroffen.

4.3.2 Analyse der Rahmenbedingungen

Im Folgenden wurden die Rahmenbedingungen der verletzungssträchtigen Situationen charakterisiert, um mögliche Risikofaktoren zu identifizieren.

In dreiviertel der Fälle ereignete sich der CI auf Rasen (22/29), nur jeder Vierte fand auf Kunstrasen statt (7/29). In lediglich zwei Fällen wurde ein Spiel mit Flutlicht beobachtet, ebenso war nur bei zwei Situationen eine nasse Witterung zu detektieren. Alle CIs ereigneten sich in der regulären Spielzeit, wobei sich alle verletzten Spielerinnen ab der ersten Spielminute im Einsatz befanden.

4.3.3 Analyse der Spielsituation

Analog zur epidemiologischen Analyse der Kopfballsituationen wurden im Folgenden die Spielsituationen, in denen sich die Verletzungen ereigneten, charakterisiert.

Hier zeigte sich, dass sich ein Großteil der Kopfverletzungen im Mittelfeld ereigneten (vgl. Tab. 9). Dies deckt sich mit den Ergebnissen der vorangegangenen Analyse des Kopfballverhaltens, bei dem sich über die Hälfte der Kopfbälle auch im Mittelfeld ereigneten (vgl. Tab. 4). In eben genannter Analyse zeigte sich ebenso, dass nur 19,7% aller Kopfbälle im semiprofessionellen Bereich bzw. 12,8% im Amateurbereich im Strafraum gespielt wurden. Demgegenüber steht der deutlich höhere Prozentsatz an Kopfverletzungen im Strafraum (34,5% bzw. 10/29. vgl. Tab. 9).

Über die Hälfte der CIs ereigneten sich aus dem freien Spiel heraus (16/29). Dies deckt sich mit den Ergebnissen aus der Kopfballanalyse, in der auch der Großteil der Kopfbälle aus dem freien Spiel heraus getätigt wurden (vgl. Abb. 3). Auch zeigte sich, dass nach einem Eckball gehäuft Kopfverletzungen registriert werden konnten (vgl. Tab. 9).

Am häufigsten kam es kopfballbedingt zur Verletzung des Hinterkopfes und des Gesichts (vgl. Tab. 9). Eine Verletzung der Nackenregion war mit zwei Fällen am seltensten zu verzeichnen (5,9%).

Tab. 9: Verteilung der Spielfeldzonen, der Spielsituation und der verletzten Körperregionen

	Häufigkeit	Prozent
Spielfeldzone	n=29	
Strafraum	10	34,5%
Mittelfeld	12	41,4%
Außenbahnen	7	24,1%
Spielsituation	n=29	
Freies Spiel gesamt	16	55,2%
Standard gesamt	13	44,8%
Einwurf	2	6,9%
Freistoß	3	10,3%
Eckball	5	17,3%
Abstoß	3	10,3%
Verletzte Körperregion	n=34	
Stirn	5	14,7%
Schläfe links	3	8,8%
Schläfe rechts	3	8,8%
Hinterkopf	12	35,3%
Gesicht	9	26,5%
Nacken	2	5,9%

Bei der Verteilung der von der kopfballbedingten Verletzung betroffenen Spielerpositionen, zeigte sich eine Tendenz zu den Mittelfeldspielerinnen (51,7% bzw. 15/29, vgl. Abb. 5). Jedoch zeigte sich in der Kopfballanalyse zuvor, dass die Hälfte aller Kopfbälle auch durch Mittelfeldspielerinnen ausgeführt wurden (vgl. Abb. 2). Bei jeder fünften Verletzung war eine Stürmerin betroffen, wobei diese in der vorangegangenen Analyse nur anteilig auf 11,7% bzw. 13,7% aller Kopfbälle kamen (vgl. Abb. 2). Auch die gesonderte Position der Torhüterin bewahrte nicht vor einer kopfballbedingten Kopfverletzung (2/29).

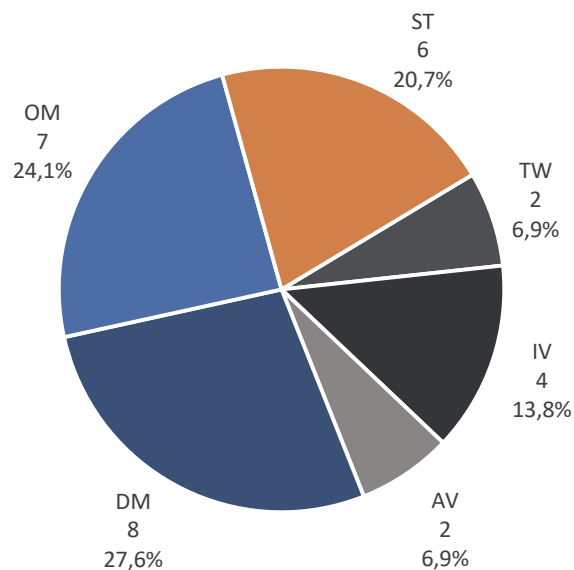


Abb. 5: Verteilung der Cls auf die Spielerpositionen (n=29). ST: Sturm, TW: Torwart, IV: Innenverteidiger, AV: Außenverteidiger, DM: Defensives Mittelfeld, OM: Offensives Mittelfeld

Die Cls ereigneten sich zum Großteil in einem Zweikampf (82,8%, bzw. 24/29). Beim Zweikampf handelte es sich zu 100% um Kopfballduelle (24/24). Die restlichen fünf Verletzungssituationen ohne Zweikampf waren ausschließlich auf Abschussverletzungen am Kopf zurückzuführen (17,2%, bzw. 5/29).

Letztendlich führte in 70,8% der Verletzungssituationen, die sich unter Zweikampf ereigneten, eine Kollision mit einer Gegenspielerin (17/24) bzw. in 29,2% der Fälle eine Kollision mit einer eigenen Mitspielerin (7/24) zur Verletzung. In 5 der 24 Fälle ereignete sich die Verletzung während eines Kopfballduells, in das mehrere Spielerinnen verwickelt waren (20,8%).

In 79,3% der Fälle (23/29) hatte die sich verletzende Spielerin zum Zeitpunkt der Verletzung keinen Bodenkontakt.

4.3.4 Konsequenzen der CIs

Nach Feststellen eines CI wurde zudem noch das Spielerinnenschicksal der verletzten Spielerin analysiert. In über der Hälfte der Fälle verließ die verletzte Spielerin das Spielfeld (16/29 bzw. 55,2%). Dabei erfolgte nur in einem Fall eine verletzungsbedingte Auswechslung (3,4%). In den restlichen 28 Situationen setzte die verletzte Spielerin nach medizinischer Behandlung das Spiel fort (96,6%). Keine Situation wurde durch den Schiedsrichter als Foul gewertet (0/29) und folglich ereignete sich auch keine Verwarnung der Spielerin mittels gelber Karte. Nur in einem Fall wurde die Situation durch die eigene Bewertung als Foul betitelt (1/29 bzw. 3,4%).

4.3.5 Risikofaktoren

Diese qualitative Analyse der CIs ermöglichte eine Evaluation von Risikofaktoren für kopfverletzungsträchtige Situationen.

Für diese Studie wurden die ORs für die verschiedenen Spielerpositionen, die Spielfeldzonen und die Spielsituationen evaluiert. Zusätzlich wurde errechnet, ob bestimmte Rahmenbedingungen, wie beispielsweise eine nasse Witterung oder Flutlicht, die Chance für einen CI erhöhen. Auch die Auswirkung der Beteiligung ein oder mehrerer Spielerinnen wurde untersucht (vgl. Tab. 10). 5 CIs ereigneten sich ohne Einwirkung von Mitspielerinnen rein durch einen Abschuss im Kopfbereich. Die restlichen 24 CIs waren ausschließlich auf Kopfballduelle zurückzuführen.

Die Position der Stürmerin zeigte ein leicht erhöhtes Risiko für eine kopfverletzungsträchtige Situation (OR 1,8). Besonderes Augenmerk sollte hierbei auch auf die Position der Torhüterin gelegt werden. Kumulativ führten die Torhüterinnen in der gesamten Analyse lediglich zwei Kopfbälle aus. Dabei ereignete sich in beiden Fällen ein CI, der die Torhüterin betraf. Hier zeigte sich eine maximal überproportionale Häufigkeit für kopfballbedingte Kopfverletzungen (2/2). Auf eine OR-Berechnung wurde hier aufgrund der geringen Fallzahlen verzichtet.

Weiterhin errechnete sich ein erhöhtes Risiko für einen CI bei im Strafraum ausgeführten Kopfbällen (OR 2,8). Bei der Spielsituation konnte kein signifikanter Unterschied zwischen dem freien Spiel und Standardspielsituationen gefunden werden. Auch bei den Rahmenbedingungen konnte kein Risikofaktor evaluiert werden. Bei der Beteiligung einer Mitspielerin anstatt einer Gegenspielerin zeigte sich ein erhöhtes Verletzungsrisiko (OR 2,4). Als Risikofaktor mit der höchsten Effektstärke in

dieser Studie wurde die Beteiligung mehrerer Spielerinnen während eines Kopfballs errechnet (OR 20,3, vgl. Tab. 10).

Tab. 10: Odds Ratio Berechnung für kopfverletzungsträchtige Situationen

Ligenübergreifend	
Spielerposition	
Innenverteidiger	0,5
Außenverteidiger	0,4
Defensives Mittelfeld	1,0
Offensives Mittelfeld	1,1
Sturm	1,8
Spielfeldzone	
Strafraum	2,8
Mittelfeld	0,6
Außenbahn	0,7
Spielsituation	
Freies Spiel	0,9
Standard	1,1
Rahmenbedingungen	
Witterung nass	0,7
Kunstrasen	0,8
Flutlicht	0,6
Beteiligung anderer Spieler	
Gegenspieler	0,9
Mitspieler	2,4
Mehrere Spieler	20,3

5 Diskussion

Das Ziel der vorliegenden Studie war die Generierung von epidemiologischen Daten zum Kopfballsport und dadurch entstandenen Kopfverletzungen im Semiprofessionellen- und Amateur-Frauenfußballbereich. Mit dieser Studie konnten erstmals Daten zur Kopfball- und Kopfverletzungshäufigkeit im Damenbereich veröffentlicht werden. Weiterhin konnten durch die Analyse der Verletzungssituationen Risikofaktoren für diese eruiert werden.

5.1 Kopfballsport und seine Folgen

5.1.1 Abbild der Kopfbälle im Spielbetrieb

Anhand von den oben beschriebenen Fragebögen konnten die Spielsituationen, in denen sich ein Kopfball ereignete, genau charakterisiert werden. Dies gab dabei Aufschluss über die Rahmenbedingungen, die zu einem Kopfball führten und zum Verhalten der Spielerinnen während eines Kopfballs. Von den 162 zufällig ausgewählten Spielen mussten 12 ausgeschlossen werden, sodass insgesamt 92,6% der Spiele analysiert werden konnten. Die Ergebnisse dieser Datenerhebung ergaben einen detaillierten Einblick in das Kopfballverhalten im Frauenfußball, besonders im Hinblick auf Exposition und Verletzungshäufigkeit. Daraus ließen sich dann schlussendlich Präventionskonzepte ausarbeiten.

Mittels dieser Studie konnte erstmals ein reales Abbild der Kopfballbelastung im semiprofessionellen und Amateurfrauenfußball geschaffen werden. Im Vergleich zu bisherigen Studien zeigte sich in dieser Studie eine deutlich geringere Kopfballfrequenz. Mit 3,2 Kopfbällen pro Spielerin und Spiel in den semiprofessionellen Ligen und 3,1 in den Amateurligen lag man im Frauenfußball deutlich unter den Durchschnittswerten im Männerbereich (Straume-Naesheim et al., 2005; Weber et al., 2020). Die bislang durchgeführten interventionellen Studien zur Untersuchung des Kopfballsports müssen somit neu eingeschätzt werden (Di Virgilio et al., 2016; Haran et al., 2013; Putukian et al., 2000; Rieder & Jansen, 2011). Die aus dieser Studie hervorgegangenen Expositionshäufigkeiten können somit auch künftigen interventionellen Studien als Orientierung für eine Untersuchung des Kopfballsports im Frauenfußball dienen.

In der vorliegenden Studie zeigte sich ligaübergreifend eine relativ homogene Verteilung der Kopfbälle. Über die Hälfte aller Kopfbälle wurde in beiden Kategorien im Mittelfeld und mit defensiver Absicht ausgeführt, am häufigsten kamen dabei die Mittelfeldspielerinnen und Innenverteidigerinnen zum Einsatz. Vor diesem Hintergrund erscheint es wichtig, explizit das defensive Kopfballspiel vermehrt zu trainieren, da wie oben bereits erwähnt eine korrekte Ausführung des Kopfballs zu einer geringeren Krafteinwirkung auf den Kopf führt (Krutsch et al., 2017). Auch ein gezieltes Kopfball- und Zweikampftraining für die am häufigsten betroffenen Spielerpositionen stellt eine weitere mögliche Präventionsstrategie dar.

Da sich der überwiegende Anteil der Kopfbälle in beiden Kategorien im freien Spiel ereigneten, scheint hier ein Training von Standardsituationen nicht unbedingt zielführend zu sein. Vielmehr sollte Zweikampf- und Spieltraining mit in das Kopfballtraining integriert werden um reale Spielsituationen zu reproduzieren.

Die meisten Bälle wurden nach mittellangen Flugwegen (5-20 m) geköpft und es kam in den überwiegenden Fällen zu einer starken Richtungsänderung. Da eine starke Nackenmuskulatur die Krafteinwirkung auf den Kopf abmildern kann, sollte in dieser Hinsicht ein gezieltes Muskelaufbautraining stattfinden (Dezman et al., 2013; McCrory et al., 2017). Häufig wurde auch auf lange Flugwege (20-50 m) hin geköpft. Solche Situationen, wie beispielsweise auf einen Abschlag der Torhüterin zu köpfen, sollte in jedem Fall regelmäßig trainiert werden. Dies kann zu einer besseren Orientierung der Spielerinnen in Bezug auf lange in der Luft fliegende Bälle resultieren und damit verbunden zu einer präziseren und technisch korrekten Ausführung der Kopfbälle führen. So kann die Krafteinwirkung auf den Kopf reduziert werden. In fast der Hälfte der Fälle in den semiprofessionellen Ligen und in jedem dritten Fall in den Amateurligen ereignete sich ein Zweikampf während des Kopfballspiels. Ein gezieltes Zweikampftraining kann hier helfen, ein korrektes Verhalten einzuüben und so das Verletzungsrisiko zu minimieren.

5.1.2 Kopfverletzungen als Folge des Kopfballspiels?

In den letzten Jahren hat die Debatte über das Kopfballspiel und seine Folgen großes mediales Aufsehen erregt und somit zu intensiver Forschungsarbeit angeregt. In dieser Studie im weiblichen Patientenkollektiv zeigte sich, dass Kopfverletzungen im Kopfballspiel fast ausschließlich auf Kollisionen mit den Gegnerinnen oder eigenen Mitspielerinnen zurückzuführen waren. Inwieweit das repetitive Köpfen allein

ursächlich für Hirnschäden sein könnte, kann anhand dieser Studie aufgrund ihres retrospektiven Analysedesigns nicht beurteilt werden. Auch eine Aussage über langfristige Schäden wie beispielsweise eine CTE, lässt sich mit Hilfe dieser Daten nicht treffen. Eine Klärung dieses Zusammenhangs sollte in Zukunft daher ebenfalls weiter erforscht werden. Eine erste Metaanalyse im Männerfußball dazu konnte bislang keinen Zusammenhang zwischen repetitivem Kopfballsport und langfristigen neurologischen Einbußen herstellen (Kontos et al., 2017). Trotzdem gehen einzelne Studien zumindest von kurzfristigen kognitiven Einschränkungen durch repetitives Kopfballsport aus (Di Virgilio et al., 2016; Wallace et al., 2018). Auch langfristige Folgen sind nicht auszuschließen (Koerte et al., 2016; Krusch et al., 2017). In einer Studie wird beschrieben, dass ehemalige Profifußballer häufiger an neurodegenerativen Erkrankungen versterben als die Normalbevölkerung (Mackay et al., 2019). Ebenso soll ein verfrühtes Auftreten von Alzheimer möglich sein (Guskiewicz et al., 2005). Vor diesem Hintergrund wurden auch in den USA und in England die bereits erwähnten Kopfballverbote im Kinder- und Jugendfußball erlassen. Diese teils widersprüchlichen Ergebnisse zeigen, dass es hier weiterer Forschungs- und Aufklärungsarbeit bedarf, um eine realistische Einschätzung über die Gefährlichkeit des Kopfballsports treffen zu können. Zu beachten ist dabei zudem, dass diese Studien lediglich das männliche Kollektiv beleuchten und somit grundsätzlich ungeklärt bleibt, ob diese Thesen überhaupt auf den Frauenfußball übernommen werden können. Dies verdeutlicht noch einmal die Notwendigkeit weiterer Forschungsarbeit, die sich explizit mit dem Frauenkollektiv befasst.

Die vorliegende Studie bringt in Bezug auf kopfballbedingte Kopfverletzungen Aufschluss über Expositionshäufigkeiten gegenüber Kopfbällen für die einzelnen Spielpositionen und die allgemeine Kopfverletzungshäufigkeit in Verbindung mit dem Köpfen. Da diese Daten so zum ersten Mal im Frauenfußball erhoben wurden, ist nun erstmals eine Einordnung und ein Vergleich auch im weiblichen Kollektiv möglich. Besonders, da für Frauen ein erhöhtes Risiko für Schädelhirntraumata proklamiert wird, ist es von großer Bedeutung, valide Daten in ausreichend großer Menge auch im Frauenfußball vorliegen zu haben (Maher et al., 2014).

In der Literatur finden sich unterschiedliche Angaben zu SHT-Inzidenzen im Frauenfußball (Beaudouin et al., 2019; Maher et al., 2014). In einer Analyse im norwegischen und isländischen Profifußball wurden 1,7 Kopfverletzungen pro Spieler

und 1000 Spielstunden registriert, für Gehirnerschütterungen fand sich ein Wert von 0,5 (Andersen et al., 2004). In einer weiteren Studie wurde ein Wert von 12,5 Kopf- bzw. Nackenverletzungen pro 1000 Spielerstunden angegeben (Fuller et al., 2005), was einer um 10-fach höheren Inzidenz entsprach und die Notwendigkeit großer Datenbanken zur Klärung der genauen Belastung der Spielerinnen unterstreicht.

In dieser Analyse zeigten sich ebenso große Unterschiede in der Verletzungshäufigkeit zwischen den einzelnen Spielklassen. Während sich in der 2. Bundesliga 9,0 und in der Regionalliga 10,8 CIs pro 1000 Spielstunden und Spielerin ereigneten, fand man in den unteren Ligen nur Werte zwischen 0,0 und 4,7. Eine höhere Spielklasse kristallisiert sich also als starker Risikofaktor für Kopfverletzungen heraus. Dies lässt sich vermutlich durch das höhere Spielniveau und den damit verbundenen erhöhten Zweikampfraten und erhöhter Spielhärte erklären. Es ist allerdings zu berücksichtigen, dass in den unteren Spielklassen eine geringere Anzahl an Spielen analysiert wurde und somit die Fallzahlen geringer ausfielen und daher ggf. Beobachtungsfehler vorlagen. Ebenso ist zu beachten, dass nicht jeder CI aus dieser Studie gleich als Schädelhirntrauma zu werten ist, jedoch ein hohes Risiko dafür birgt. Um an diese Studie anzuknüpfen sollten weitere Analysen zur Kopfverletzungshäufigkeit durch das Kopfballsport folgen, insbesondere durch Abgleich mit realen Verletzungsdaten, um so ein wahres Abbild der Verletzungsgefahr durch das Kopfballsport generieren zu können. Um valide Aussagen über die Gefährlichkeit des Kopfballsports zu treffen, sind hier großangelegte Studien in unterschiedlichen Kollektiven unerlässlich.

Vorliegende Studie gab zudem Hinweise darauf, dass das Kopfballsport direkt in Zusammenhang mit Kopfverletzungen steht. Bei allen CIs, die in Verbindung mit einem Zweikampf entstanden, handelte es sich um Kopfballduelle. Hier konnte also ein klarer kausaler Zusammenhang zwischen dem Kopfballsport und einer dadurch entstandenen Kopfverletzung gestellt werden. In vorherigen Studien wurde von einem etwas geringeren Einfluss von Kopfballduellen auf Kopfverletzungen ausgegangen (Andersen et al., 2004; Fuller et al., 2005).

In allen Fällen führte dabei eine Kollision mit einer Gegnerin oder einer eigenen Mitspielerin zur Verletzung. Als besonders gefährdend für eine kopfballbedingte Kopfverletzung zeigte sich in dieser Analyse der Zweikampf mit Beteiligung mehrerer Spielerinnen. In diesen Fällen ereignete sich überproportional häufig ein CI, was die

hohe OR bestätigt. Dies deckt sich mit den Angaben in der Literatur, die beobachteten, dass auch im Männerkollektiv ein Spieler-Spieler-Kontakt die häufigste Ursache für eine Kopfverletzung darstellt (Beaudouin et al., 2019; Giannotti et al., 2010; Junge & Dvorak, 2013; Maher et al., 2014; Weber et al., 2023). Die Risikofaktoren kopfballbedingter Kopfverletzungen scheinen somit für beiden Geschlechter die Gleichen zu sein.

Die identifizierten Risikofaktoren dienen dabei als Ansatzpunkte der primären Prävention durch beispielsweise Zweikampfschulungen und Taktikfortbildungen. Da es auch gehäuft im Strafraum zu CIs kam, wäre ein Einbezug dieser Information sicherlich auch hilfreich im Zweikampf- bzw. Kopfballduelltraining. In vorliegender Analyse konnte lediglich für die Position der Stürmerin eine leicht erhöhte CI-Inzidenz festgestellt werden. In der Literatur hingegen wird im Männerkollektiv die Position des Verteidigers in dieser Hinsicht hervorgehoben (Krutsch et al., 2021; Nilsson et al., 2013). Hier scheint sich also ein geschlechterspezifischer Unterschied herauszukristallisieren.

Weiterhin konnte in dieser Analyse kontrovers zu vorangegangenen Studien aus dem Männerbereich keine signifikante Erhöhung der CI-Inzidenz aufgrund eines Foulspiels detektiert werden. Hier zeigt sich also erneut eine Besonderheit des Frauenfußballs. Grundsätzlich wird das Foulspiel in der Literatur als überproportional häufige Ursache für Kopfverletzungen in Kopfballduellen gesehen (Fuller et al., 2005; Junge & Dvorak, 2013). Nach erfolgter Regeländerung, bei der die vorsätzliche Bewegung des Ellenbogens eines Spielers gegen den Kopf des Gegners mit einer roten Karte bestraft wird, zeigte sich die Verletzungsinzidenz laut der Literatur deutlich rückläufig (Beaudouin et al., 2019). Diese Studien beziehen sich aber erneut ausschließlich auf das männliche Kollektiv. In der vorliegenden Studie wurde in keiner der CI-Situationen ein Foul durch den Schiedsrichter detektiert, nur eine einzige Situation wurde in dieser Videoanalyse nachträglich als Foul betitelt. In dieser Studie lässt sich genannter Zusammenhang also nicht feststellen und stellt einen weiteren Unterschied zwischen dem Männer- und Frauenkollektiv dar.

In einer weiteren videogestützten Studie konnte eine hohe Ellenbogenposition als Risikofaktor identifiziert werden (Andersen et al., 2004). Auch in dieser Analyse konnte in der allgemeinen Kopfballanalyse in 12,1% bis 20,0% der Fälle in den semiprofessionellen Ligen eine Ellenbogenposition auf Kopfhöhe bzw. darüber

festgestellt werden. Im Amateurbereich fiel der Wert mit 4,7% bis 14,8% deutlich niedriger aus.

Weder eine nasse Witterung, noch Kunstrasen oder Flutlicht zeigten in dieser Studie einen Einfluss auf die kopfballbedingten Kopfverletzungen.

Eine gesonderte Rolle nehmen in dieser Verletzungsanalyse noch die Abschüsse am Kopf ein. Fünf solcher Ereignisse konnte in dieser Studie registriert werden. Diese sind aber von den regulären Kopfbällen zu differenzieren, man sollte sie eher als ungewollte Schläge des Balls auf den Kopf ansehen und nicht zu den direkten kopfballbedingten Kopfverletzungen zählen (Krutsch et al., 2017). Hervorzuheben ist dabei erneut, dass solch ein Abschuss am Kopf im Vergleich zum Männerfußball (Weber et al., 2023) in dieser Studie überproportional häufig registriert werden konnte und somit von einem weiteren Unterschied zwischen Männer- und Frauenfußball auszugehen ist.

5.1.3 Vergleich zwischen semiprofessionellen Ligen und Amateurligen

Mit dem Einbezug verschiedenen Spielklassen sollte ein weitreichender Überblick über das Kopfballspiel im Frauenfußball geschaffen werden. In den semiprofessionellen Ligen ereigneten sich im Schnitt etwas mehr Kopfbälle als im Amateurbereich (3,20 Kopfbälle pro Spiele und Spieler zu 3,09). Wie oben bereits erwähnt zeigte sich bei den Kopfverletzungen hingegen ein deutlicher Unterschied. Während es im Amateurbereich zu 2,96 Kopfverletzungen pro Spielerin und 1000 Spielstunden kam, ergab sich in den hochklassigeren Spielen ein deutlich höherer Wert von 9,36.

Im Allgemeinen zeigte sich ligenübergreifend ein sehr homogenes Bild der Kopfballsituationen. Sowohl die Spielfeldzonen als auch die Spielerpositionen glichen sich in beiden Unterkategorien. Mittelfeldspielerinnen und Innenverteidigerinnen konnten ligenübergreifend als häufigste Köpfende identifiziert werden. Auch das defensive Kopfballspiel überwog durch alle Ligen übergreifend.

Analog dazu zeigte sich auch, dass in beiden Kategorien die Kopfbälle überwiegend aus dem freien Spiel heraus gespielt wurden. Auch bei den Flugwegen fand sich kein Unterschied zwischen den Spielklassen. Ebenso ereigneten sich die meisten Kopfbälle im Rahmen eines Passes oder mit der Intention des Klärens. Auch hier konnte kein Unterschied zwischen den Unterkategorien gefunden werden. Das Auftreffen des Kopfballs konnte über alle Klassen hinweg überwiegend frontal registriert werden.

Unterschiede zwischen den Spielklassen konnten beim Zweikampfverhalten registriert werden. Im semiprofessionellen Bereich ereignete sich in 42,6% der Kopfbälle ein Zweikampf, während der Wert bei den Amateurligen lediglich 33,2% betrug. Passend hierzu zeigte sich auch wie bereits in Kapitel 5.1.2 erwähnt in den semiprofessionellen Ligen fast doppelt so häufig eine hohe Ellenbogenposition verglichen mit dem Amateurbereich. Eine Erklärung für die geringere CI-Inzidenz in den Amateurligen könnte in diesen Werten gefunden werden. Wie bereits erwähnt hat sich in dieser Studie der Zweikampf, besonders unter Beteiligung mehrerer Spielerinnen als klarer Risikofaktor für eine kopfballbedingte Kopfverletzung herauskristallisiert.

Ebenso ließ sich ein Unterschied in Bezug auf die Sprungsituationen eruieren. Im höherklassigen Bereich befand sich die Köpfende zum Zeitpunkt des Kopfballs in 72,8% der Fälle in der Luft, während der Wert im Amateurbereich mit 55,7% deutlich darunter lag.

Ob die steigende Professionalität und damit einhergehendes körperbetonteres und risikoreicheres Spiel einen Einfluss auf die Inzidenz von kopfballbedingten Kopfverletzungen hat, lässt sich anhand dieser Analyse nicht vollständig klären. Es gibt aber einige Hinweise, wie die erhöhte Zweikampftrate, die erhöhte Ellenbogenposition und das vermehrte Sprungverhalten, die als mögliche Ursachen hierfür gefunden werden konnten.

In jedem Fall sind künftige Untersuchungen in diesem Bereich notwendig, um diesen Zusammenhang weiter aufzudecken.

5.1.4 Geschlechterspezifische Unterschiede

Besonderes Augenmerk sollte bei der Beurteilung der Gefährlichkeit des Kopfballspiels auch auf die geschlechterspezifischen Unterschiede gelegt werden. Bisherige Studien dazu haben sich fast ausschließlich im Männerbereich abgespielt, obwohl mehrfach in der Literatur von einem erhöhten Risiko für Frauen, ein sportbedingtes Schädelhirntrauma zu erleiden, berichtet wird (Abrahams et al., 2014; Gessel et al., 2007; Koerte et al., 2020). Auch in einer Überwachungsstudie der FIFA-Turniere zeigte sich eine höhere Inzidenz an Kopf- und Nackenverletzungen bei den Frauen und damit einhergehend auch eine erhöhte Inzidenz an Gehirnerschütterungen (Junge & Dvorak, 2013).

Diese in der Literatur beschriebene erhöhte Inzidenz für SHTs bei Frauen konnte in dieser Studie nicht nachvollzogen werden. Im Vergleich zum Herrenbereich (16,3 bis

33,2 CIs pro 1000 Spielerstunden (Weber et al., 2023)) fiel die CI-Inzidenz in dieser Studie deutlich geringer aus.

Gründe dafür könnten die grundsätzlich niedrigere Kopfballzahlen sein. Demzufolge ereignen sich auch weniger kopfballbedingte Kopfverletzungen.

Eine weitere Erklärung könnte in einer weniger körperbetonten und faireren Spielweise der Frauen im Vergleich zu den Männern gefunden werden. Diese These wird auch dadurch gestützt, dass sich in dieser Studie laut der Schiedsrichterentscheidung bei keinem CI ein Foul ereignete. Lediglich eine Spielsituation wurde nachträglich als Foul betitelt. Wie oben bereits erwähnt spielt das Fair Play eine große Rolle im Rahmen der primären Prävention und durch einen respektvollen sportlichen Umgang miteinander kann eine Reihe an Verletzungen verhindert werden.

Auch hier bedarf es einer weiteren Analyse und Aufklärung der geschlechterspezifischen Unterschiede. Inwieweit die Physis der Frau, wie beispielsweise eine geringer ausgeprägte Nackenmuskulatur, zu Kopfverletzungen beiträgt, bleibt bislang unbekannt. Eine Aufklärung dieser Unbekannten sollte in künftigen Studien erfolgen.

5.1.5 Prävention durch Aufklärung

In der Literatur ist beschrieben, dass sowohl bei Trainern, Spielern und Eltern eine große Wissenslücke in Bezug auf sportbedingte Kopfverletzungen und Gehirnerschütterungen besteht (Cournoyer & Tripp, 2014; Delaney et al., 2002; Lin et al., 2015; White et al., 2014). Auch werden nur wenige Kopfverletzungen offiziell gemeldet und Spieler halten eine Sportpause oft gar nicht oder nur zeitlich begrenzt ein, was die These der Unwissenheit und Fehleinschätzung von Kopfverletzungen im Sport bekräftigt (Krutsch et al., 2021).

Die Aufklärung aller Beteiligten über Symptome und Folgen, und damit einhergehend eine verbesserte Akutdiagnostik, sind hier fundamental, um schwerwiegende Folgen einer solchen Kopfverletzung zu verhindern. Auch die Verwendung von besagtem „Concussion recognition tool“ oder dem „SCAT-5“ sollte populärer gemacht werden und bei jeder Kopfverletzung Anwendung finden, da Diese einheitliche und valide Tools darstellen und je nach Ausführung auch für medizinisch ungeschultes Personal durchführbar sind. Insbesondere in Hinblick auf das häufigere Fehlen von medizinisch geschultem Personal im Frauenfußballbereich im Vergleich zu den Männern, sind Schulungen für Spieler, Schiedsrichter und betreuendes Personal hier von besonders

großer Bedeutung. Weiterhin hält das Fair Play einen hohen Stellenwert in der Vorbeugung von Verletzungen und sollte stets von Spielern und Betreuern vorgelebt werden.

Einen weiteren wichtigen Faktor in der Verletzungsprävention kann im Zweikampftraining gefunden werden. Mit der hier durchgeführten Analyse der verletzungsauslösenden Situationen konnten Risikofaktoren im Zweikampf ausfindig gemacht werden. Dieses Wissen kann nun in zukünftige Trainingspläne zur Verletzungsprävention aufgenommen werden, um so langfristig den kopfballbedingten Kopfverletzungen präventiv entgegenzuwirken. Solche Trainingspläne sind für Knie- und Sprunggelenksverletzungen im Rahmen des „FIFA 11+ Aufwärmprogramms“ bereits im Einsatz und zeigen deutliche Wirkung (Jones, 2014; Silvers-Granelli et al., 2017).

5.2 Methodische Aspekte

5.2.1 Die Videoanalyse als Instrument der Spielanalyse

In dieser Studie wurden Daten zu Kopfbällen und kopfverletzungsträchtigen Situationen im Frauenfußball per Videoanalyse erhoben und anschließend beurteilt. Wie bereits unter 1.5 erwähnt, stellt die Videoanalyse im Sport ein probates Mittel dar, um detaillierte Informationen über Spielaktionen und Verletzungsmechanismen zu gewinnen (Andersen et al., 2004; Davis et al., 2019). Einen großen Vorteil bietet die Videoanalyse in der Hinsicht, dass Spielaktionen und Verletzungssituationen wiederholt und in verlangsamer Geschwindigkeit betrachtet werden können. Das repetitive Abspielen einer kritischen Spielaktion ermöglichte so eine detailgetreue Analyse der vorliegenden Situation und möglichen Risikofaktoren hierfür. Ebenso war eine Beurteilung des Standbilds der zu analysierenden Situation möglich. Daraus resultierte eine deutlich exaktere Beurteilung, als bei einmaliger Beobachtung des Spielgeschehens. In dieser Studie wurden die Spiele mithilfe einer am Fußballplatz zentral angebrachten Kamera, die selbstständig das Spielgeschehen verfolgt, analysiert. Folglich ergab sich eine Analyse aus der Einkamera-Perspektive, eine Beurteilung des Spielgeschehens aus mehreren Kameraperspektiven war nicht möglich. In Einzelfällen war die Beobachtung des Spielgeschehens für wenige Sekunden nicht möglich, da die Kamera das Spielgeschehen nicht ausreichend schnell verfolgen konnte. Mit Hilfe der standardisierten Fragebögen sollte ein möglichst objektives Beurteilungsverfahren ermöglicht werden. Aufgrund von

unzureichender Videoqualität war eine adäquate Beurteilung von vereinzelt Situationsituationen nicht gegeben. Dieser Umstand führte zu minimalen Fehlraten einzelner Parameter (vgl. Tab. 11).

Tab. 11: Datenfehlraten Kopfballeanalyse

	Häufigkeit (n=10.365)	Prozent
Spielstand	0	0,00%
Position	5	0,05%
Ausrichtung	1	0,01%
Spielsituation	2	0,02%
Ballherkunft	2	0,02%
Flugweg	14	0,14%
Bewegung	7	0,07%
Eingangswinkel	2	0,02%
Richtungsänderung	4	0,04%
Art des Kopfballs	2	0,02%
Auftrefffläche	21	0,20%
Aktion	0	0,00%

Da diese Fehlzeiten aber nur max. 0,20% betragen, sind diese als gering relevant einzustufen. In der Analyse der kopfverletzungsträchtigen Situationen ergaben sich keine Datenfehlzeiten. Abschließend lässt sich sagen, dass die Videoqualität hinsichtlich der Beurteilung von Kopfbällen und CIs als adäquat einzustufen war.

5.2.2 Standardisierte Fragebögen zur Erfassung der Daten

Für die Datenerhebung in dieser Studie wurden standardisierte Fragebögen herangezogen, die bereits an der Klinik und Poliklinik für Unfallchirurgie der Universitätsklinik entwickelt und erprobt wurden. Diese bestehenden Fragebögen fanden bereits mehrfach Anwendung im Herrenbereich und konnten so für die

Datenerhebung im Frauenfußball unverändert übernommen werden. Anhand dieser Fragebögen wurden verschiedene Parameter in Bezug auf gespielte Kopfbälle und Critical Incidents erhoben (vgl. Kapitel 3.2). Um eine möglichst hohe Objektivität zu erreichen, existierten für die Verwendung der Fragebögen klare Voraussetzungen. Der Fragebogen zum Kopfballsport wurde bei jedem mit dem Kopf berührten Ball ausgefüllt. Der CI-Bogen fand dann Anwendung, wenn die unter Kapitel 3.2.2 genannten Kriterien eines Critical Incidents erfüllt waren (Andersen et al., 2003; Bjørneboe et al., 2014).

5.2.3 Der Critical Incident als Marker potentieller Verletzungssituationen

Wie bereits erwähnt ist der CI bereits wissenschaftlich erprobt und findet sportartübergreifend Anwendung. Eine Problematik des CIs im Fußballsport stellt die vermehrte Theatralik der Spieler dar. Häufig bleiben Spieler länger auf dem Feld liegen um entweder ein Foulspiel zu provozieren oder Zeit zu „schinden“. In diesem Fall ist eine Verletzungsbeurteilung mittels der CI-Kriterien schwierig und kann zu falsch hohen Verletzungsinzidenzen führen. Auf der anderen Seite konnten einige Situationen beobachtet werden, in der es zu einem heftigen Zusammenprall zweier Spieler beim Kopfballduell kam, die Spieler aber eine medizinische Versorgung verweigerten um weiterhin am Spiel teilzunehmen. Diese Situationen konnten also nicht in die Datenerhebung aufgenommen werden. Auch wurde teilweise das Spiel durch den Schiedsrichter nicht unterbrochen und somit entging solch eine potentielle Verletzungssituation ebenso der Analyse. Zu beachten ist auch, dass sich ein Schädelhirntrauma häufig erst zeitverzögert mit Symptomen präsentiert. Diese Fälle konnten folglich nicht per Videoanalyse aufgenommen werden. Ebenso ist eine Schwere der Kopfverletzung anhand einer Videoaufnahme nicht abzuschätzen und bleibt bei dieser Analyse ungeklärt.

Im Rahmen dieser Studie wurden kopfverletzungsträchtige Situationen in verschiedenen Ligen im Frauenfußball untersucht. Die Ergebnisse davon bieten einen ersten Überblick über die Gefährlichkeit des Kopfballsports im Frauenfußball. Da die Fallzahlen aber dennoch mit 29 gering sind, sollten weitere Studien in diesem Bereich folgen um verlässliche epidemiologische Daten zu gewinnen.

5.3 Ausblick

Das Spielen des Balls mit dem Kopf stellt einen nicht wegzudenkenden Teil des Fußballsports dar, birgt aber auch ein nicht zu vernachlässigendes Risiko für Kopfverletzungen, die im Verdacht stehen auch langfristige Folgen für den einzelnen Spieler nach sich zu ziehen. Gerade deshalb ist es so wichtig, das Kopfballspiel für alle Spieler sicherer zu machen. Einige Präventionsstrategien, wie beispielsweise ein spezifisches Kopfballtraining, sowie die Schulung und Sensibilisierung von Trainern und Betreuern, könnte hier in Zukunft zu einer Verbesserung der Sicherheit der Spieler führen. Da aber insbesondere im Frauenfußballbereich noch wenig epidemiologische Daten vorliegen, ist explizit in diesem Bereich noch eine weitreichende Analyse der Risikofaktoren für kopfballbedingte Kopfverletzungen sowie des allgemeinen Kopfballverhaltens notwendig.

6 Fazit

Das Kopfballsport stellt einen integralen Teil im Fußballsport dar, der aufgrund des Einsatzes des Kopfes als Spielmittel auch mit Verletzungen desselben einhergeht. In dieser Studie zeigte sich, dass Kopfverletzungen nicht durch das alleinige Köpfen des Balls, sondern in der überwiegenden Mehrheit durch einen Zweikampf und einen dadurch verursachten Zusammenprall mit dem Gegner entstehen. Die langfristigen Auswirkungen repetitivem Kopfballsports bleiben bislang unbekannt und sind Gegenstand der aktuellen Forschung. Erste Studien berichten von kurz- und langfristigen neurologischen Folgen durch mehrfaches Köpfen des Balls, eine valide Aussage kann diesbezüglich bislang aber noch nicht getroffen werden.

Vorliegende Studie hatte zum Ziel, erste epidemiologische Daten zum Kopfballsport und dessen Folgen im Frauenfußball zu erheben. Dazu wurden 150 Spiele aus mehreren verschiedenen Ligen aus dem semiprofessionellen und Amateurbereich analysiert und epidemiologische Daten zum Kopfballsport erhoben. Es zeigte sich eine Kopfballbelastung von 3,1 bis 3,2 Kopfbällen pro Spielerin und Spiel. Bisherige interventionelle Studien zu den Auswirkungen des Kopfballsports sollten anhand dieser Daten neu bewertet werden. Für künftige Studien bieten diese Daten eine Basis, anhand dessen neue interventionelle Analysen durchgeführt werden können, die ein Abbild des realen Spielbetriebs widerspiegeln.

Weiterhin konnte in dieser Studie gezeigt werden, dass es in der Verletzungshäufigkeit eine deutliche Tendenz hin zu den professionellen Ligen gibt. Ebenso konnte ein erster Vergleich der Daten aus dem Frauenfußball zu Studien aus dem Herrenbereich gezogen werden. Eine niedrigere Kopfballexposition und eine geringere Verletzungsinzidenz ließen darauf schließen, dass der Frauenfußball eine etwas niedrigere Gefährlichkeit in Hinblick auf kopfballbedingte Kopfverletzungen mit sich bringt. Als eindeutiger Risikofaktor für kopfballbedingte Kopfverletzungen ließ sich analog zum Herrenbereich ein Zweikampf während des Kopfballs herausarbeiten. Es zeigten sich aber auch einige geschlechterspezifische Unterschiede, wie beispielsweise die erhöhte Kopfballinzidenz unter den Stürmerinnen sowie das erhöhte Vorkommen von ungewollten Abschüssen am Kopf im Frauenkollektiv.

Die Ergebnisse dieser Studie können zur Sensibilisierung und Aufklärung und letzten Endes auch zur Prävention von kopfballbedingten Kopfverletzungen beitragen.

7 Literaturverzeichnis

1. Abrahams, S., Fie, S. M., Patricios, J., Posthumus, M., & September, A. V. (2014). Risk factors for sports concussion: An evidence-based systematic review. *British Journal of Sports Medicine*, 48(2), 91–97. <https://doi.org/10.1136/bjsports-2013-092734>
2. Andersen, T. E., Arnason, A., Engebretsen, L., & Bahr, R. (2004). Mechanisms of head injuries in elite football. *British Journal of Sports Medicine*, 38(6), 690–696. <https://doi.org/10.1136/bjsm.2003.009357>
3. Andersen, T. E., Larsen, Ø., Tenga, A., Engebretsen, L., & Bahr, R. (2003). Football incident analysis: A new video based method to describe injury mechanisms in professional football. *British Journal of Sports Medicine*, 37(3), 226–232. <https://doi.org/10.1136/bjsm.37.3.226>
4. Bartens, W. (2017, Juni 27). Fahrlässigkeit im Finale. *Süddeutsche Zeitung*. <https://www.sueddeutsche.de/gesundheit/sportmedizin-balla-balla-im-finale-1.3562517> (abgerufen am 15.09.2025)
5. Baugh, C. M., Stamm, J. M., Riley, D. O., Gavett, B. E., Shenton, M. E., Lin, A., Nowinski, C. J., Cantu, R. C., McKee, A. C., & Stern, R. A. (2012). Chronic traumatic encephalopathy: Neurodegeneration following repetitive concussive and subconcussive brain trauma. *Brain Imaging and Behavior*, 6, 244–254. <https://doi.org/10.1007/s11682-012-9164-5>
6. Beaudouin, F., aus der Fünten, K., Tröß, T., Reinsberger, C., & Meyer, T. (2019). Head injuries in professional male football (soccer) over 13 years: 29% lower incidence rates after a rule change (red card). *British Journal of Sports Medicine*, 53(15), 948–952. <https://doi.org/10.1136/bjsports-2016-097217>
7. Bhat, N., Harish Bindiganavile, S., & Lee, A. G. (2020). Repetitive Subconcussive Head Impact and Neuro-ophthalmology. *JAMA Ophthalmology*, 138(4), 357. <https://doi.org/10.1001/jamaophthalmol.2019.6140>
8. Bjørneboe, J., Bahr, R., & Andersen, T. E. (2014). Video analysis of situations with a high-risk for injury in Norwegian male professional football; a comparison between 2000 and 2010. *British Journal of Sports Medicine*, 48, 774–778. <https://doi.org/10.1136/bjsports-2012-091856>

9. Broglio, S. P., Eckner, J. T., Paulson, H. L., & Kutcher, J. S. (2012). Cognitive Decline and Aging: The role of Concussive and Subconcussive Impacts. *Exercise and sport sciences reviews*, 40(3), 138–144. <https://doi.org/10.1097/JES.0b013e3182524273>
10. Cantu, R. C. (1996). Head injuries in sport. *British Journal of Sports Medicine*, 30(4), 289–296. <https://doi.org/10.1136/bjsm.30.4.289>
11. Cantu, R. C., & Hyman, M. (2012). *Concussions and Our Kids: America's Leading Expert on How to Protect Young Athletes and Keep Sports Safe*. Boston: Houghton Mifflin Harcourt.
12. Carling, C., Williams, M., & Reilly, T. (2005). *Handbook of soccer match analysis: A systematic approach to improving performance* (Reprinted). Routledge.
13. Cassoude-salle, H., Laborde, B., Orhant, E., & Dehail, P. (2020). Video analysis of concussion mechanisms and immediate management in French men's professional football (soccer) from 2015 to 2019. *Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports*, 31(2), 465–472. <https://doi.org/10.1111/sms.13852>
14. Cournoyer, J., & Tripp, B. L. (2014). Concussion Knowledge in High School Football Players. *Journal of Athletic Training*, 49(5), 654–658. <https://doi.org/10.4085/1062-6050-49.3.34>
15. Davis, G. A., Makdissi, M., Bloomfield, P., Clifton, P., Echemendia, R. J., Falvey, É. C., Fuller, G. W., Green, G., Harcourt, P. R., Hill, T., McGuirk, N., Meeuwisse, W., Orchard, J. W., Raftery, M., Sills, A. K., Solomon, G. S., Valadka, A., & McCrory, P. (2019). International study of video review of concussion in professional sports. *British Journal of Sports Medicine*, 53(20), 1299–1304. <https://doi.org/10.1136/bjsports-2018-099727>
16. Deb, S., Lyons, I., Koutzoukis, C., Ali, I., & McCarthy, G. (1999). Rate of Psychiatric Illness 1 Year After Traumatic Brain Injury. *The American Journal of Psychiatry*, 156(3), 374–378. <https://doi.org/10.1176/ajp.156.3.374>
17. Delaney, J. S., Lacroix, V. J., Leclerc, S., & Johnston, K. M. (2002). Concussions Among University Football and Soccer Players. *Clinical Journal of Sport Medicine*, 12(6), 331–338. <https://doi.org/10.1097/00042752-200211000-00003>.

18. Deutscher Fußball-Bund e.V. (o. J.). *Frauen im Fußball*.
https://www.dfb.de/ePaper/DFB22_Frauen_im_Fussball_DE/#20 (abgerufen am 14.05.2025)
19. Deutscher Fußball-Bund e.V. (2020). *Mitglieder-Statistik 2020*.
https://www.dfb.de/fileadmin/_dfbdam/223584-Mitgliederstatistik.pdf
(abgerufen am 15.09.2025)
20. Deutscher Fußball-Bund e.V. (2022a, Januar 28). *Nachwuchs und Kopfball: DFB beschließt altersgemäße Richtlinien*.
<http://www.dfb.de/news/detail/nachwuchs-und-kopfball-dfb-beschliesst-altersgemaesse-richtlinien-236483/> (abgerufen am 15.09.2025)
21. Deutscher Fußball-Bund e.V. (2022b, Mai 31). *FAQ: Zu den neuen Spielformen im Kinderfußball*.
https://assets.dfb.de/uploads/000/261/493/original_FAQ_Kinderfu%C3%9Fball_31-05-2022.pdf?1653654777 (abgerufen am 15.09.2025)
22. Dezman, Z. D. W., Ledet, E. H., & Kerr, H. A. (2013). Neck Strength Imbalance Correlates With Increased Head Acceleration in Soccer Heading. *Sports Health*, 5(4), 320–326. <https://doi.org/10.1177/1941738113480935>
23. Di Virgilio, T. G., Hunter, A., Wilson, L., Stewart, W., Goodall, S., Howatson, G., Donaldson, D. I., & Ietswaart, M. (2016). Evidence for Acute Electrophysiological and Cognitive Changes Following Routine Soccer Heading. *EBioMedicine*, 13, 66–71.
<https://doi.org/10.1016/j.ebiom.2016.10.029>
24. Di Virgilio, T. G., Ietswaart, M., Wilson, L., Donaldson, D. I., & Hunter, A. M. (2019). Understanding the Consequences of Repetitive Subconcussive Head Impacts in Sport: Brain Changes and Dampened Motor Control Are Seen After Boxing Practice. *Frontiers in Human Neuroscience*, 13, 294.
<https://doi.org/10.3389/fnhum.2019.00294>
25. Echemendia, R. J., Meeuwisse, W., McCrory, P., Davis, G. A., Putukian, M., Leddy, J., Makdissi, M., Sullivan, S. J., Broglio, S. P., Raftery, M., Schneider, K., Kissick, J., McCrea, M., Dvořák, J., Sills, A. K., Aubry, M., Engebretsen, L., Loosemore, M., Fuller, G., ... Herring, S. (2017). The Sport Concussion Assessment Tool 5th Edition (SCAT5): Background and rationale. *British Journal of Sports Medicine*, 51(11), 848–850. <https://doi.org/10.1136/bjsports-2017-097506>

26. Engelhardt, J., Brauge, D., & Loiseau, H. (2021). Second Impact Syndrome. Myth or reality? *Neurochirurgie*, 67(3), 265–275. <https://doi.org/10.1016/j.neuchi.2019.12.007>
27. Fuller, C. W., Junge, A., & Dvorak, J. (2005). A six year prospective study of the incidence and causes of head and neck injuries in international football. *British Journal of Sports Medicine*, 39, i3–i9. <https://doi.org/10.1136/bjsm.2005.018937>
28. Galetta, K. M., Liu, M., Leong, D. F., Ventura, R. E., Galetta, S. L., & Balcer, L. J. (2015). The King-Devick test of rapid number naming for concussion detection: Meta-analysis and systematic review of the literature. *Concussion*, 1(2), CNC8. <https://doi.org/10.2217/cnc.15.8>
29. Gardner, A. J., Iverson, G. L., Stanwell, P., Moore, T., Ellis, J., & Levi, C. R. (2016). A Video Analysis of Use of the New ‘Concussion Interchange Rule’ in the National Rugby League. *International Journal of Sports Medicine*, 37(04), 267–273. <https://doi.org/10.1055/s-0035-1565203>
30. Gardner, A. J., Kohler, R. M. N., Levi, C. R., & Iverson, G. L. (2017). Usefulness of Video Review of Possible Concussions in National Youth Rugby League. *International Journal of Sports Medicine*, 38(1), 71–75. <https://doi.org/10.1055/s-0042-116072>
31. Gardner, A. J., Kohler, R., McDonald, W., Fuller, G. W., Tucker, R., & Makdissi, M. (2018). The Use of Sideline Video Review to Facilitate Management Decisions Following Head Trauma in Super Rugby. *Sports Medicine - Open*, 4(1), 20. <https://doi.org/10.1186/s40798-018-0133-4>
32. Georgieva, J., Arnold, E. J., Peek, K., Smith, A., Lavender, A. P., Serner, A., Fitzgerald, M., Ma’ayah, F., & Campbell, A. (2025). The incidence and characteristics of heading in the 2019 FIFA Women’s World Cup™. *Science and Medicine in Football*, 9(2), 104–111. <https://doi.org/10.1080/24733938.2024.2305396>
33. Gessel, L. M., Fields, S. K., Collins, C. L., Dick, R. W., & Comstock, R. D. (2007). Concussions among United States high school and collegiate athletes. *Journal of Athletic Training*, 42(4), 495–503.
34. Giannotti, M., Al-Sahab, B., McFaull, S., & Tamim, H. (2010). Epidemiology of acute head injuries in Canadian children and youth soccer players. *Injury*, 41(9), 907–912. <https://doi.org/10.1016/j.injury.2009.09.040>

35. Guskiewicz, K. M., Marshall, S. W., Bailes, J., McCrea, M., Cantu, R. C., Randolph, C., & Jordan, B. D. (2005). Association between Recurrent Concussion and Late-Life Cognitive Impairment in Retired Professional Football Players. *Neurosurgery*, 57(4), 719–726. <https://doi.org/10.1093/neurosurgery/57.4.719>
36. Guskiewicz, K. M., McCrea, M., Marshall, S. W., Cantu, R. C., Randolph, C., Barr, W., Onate, J. A., & Kelly, J. P. (2003). Cumulative Effects Associated With Recurrent Concussion in Collegiate Football Players The NCAA Concussion Study. *JAMA*, 290(19), 2549–2555. <https://doi.org/10.1001/jama.290.19.2549>
37. Hackenberg, K., & Unterberg, A. (2016). Schädel-Hirn-Trauma. *Der Nervenarzt*, 87(2), 203–216. <https://doi.org/10.1007/s00115-015-0051-3>
38. Haran, F. J., Tierney, R., Wright, W. G., Keshner, E., & Silter, M. (2013). Acute changes in postural control after soccer heading. *International Journal of Sports Medicine*, 34(4), 350–354. <https://doi.org/10.1055/s-0032-1304647>
39. Hubertus, V., Marklund, N., & Vajkoczy, P. (2019). Management of concussion in soccer. *Acta Neurochirurgica*, 161, 425–433. <https://doi.org/10.1007/s00701-019-03807-6>
40. IFAB - The International Football Association Board. (2024). *Concussion substitutes* | IFAB. <https://www.theifab.com/laws/latest/additional-permanent-concussion-substitutions-protocol/> (abgerufen am 15.09.2025)
41. Jones, N. S. (2014). Update: Soccer Injury and Prevention, Concussion, and Chronic Groin Pain. *Current Sports Medicine Reports*, 13(5), 319–325. <https://doi.org/10.1249/JSR.0000000000000085>
42. Junge, A., & Dvorak, J. (2013). Injury surveillance in the World Football Tournaments 1998–2012. *British Journal of Sports Medicine*, 47, 782–788. <https://doi.org/10.1136/bjsports-2013-092205>
43. Kirkendall, D. T., Jordan, S. E., & Garrett, W. E. (2001). Heading and head injuries in soccer. *Sports Medicine (Auckland, N.Z.)*, 31(5), 369–386. <https://doi.org/10.2165/00007256-200131050-00006>
44. Koch, M., Zellner, J., Berner, A., Grechenig, S., Krutsch, V., Nerlich, M., Angele, P., & Krutsch, W. (2016). Influence of preparation and football skill level on injury incidence during an amateur football tournament. *Archives of Orthopaedic and Trauma Surgery*, 136, 353–360. <https://doi.org/10.1007/s00402-015-2350-3>

45. Koerte, I. K., Mayinger, M., Muehlmann, M., Kaufmann, D., Lin, A. P., Steffinger, D., Fisch, B., Rauchmann, B.-S., Immler, S., Karch, S., Heinen, F. R., Ertl-Wagner, B., Reiser, M., Stern, R. A., Zafonte, R., & Shenton, M. E. (2016). Cortical thinning in former professional soccer players. *Brain Imaging and Behavior*, 10(3), 792–798. <https://doi.org/10.1007/s11682-015-9442-0>
46. Koerte, I. K., Schultz, V., Sydnor, V. J., Howell, D. R., Guenette, J. P., Dennis, E., Kochsiek, J., Kaufmann, D., Sollmann, N., Mondello, S., Shenton, M. E., & Lin, A. P. (2020). Sex-Related Differences in the Effects of Sports-Related Concussion: A Review. *Journal of Neuroimaging*, 30(4), 387–409. <https://doi.org/10.1111/jon.12726>
47. Kontos, A. P., Braithwaite, R., Chrisman, S. P. D., McAllister-Deitrick, J., Symington, L., Reeves, V. L., & Collins, M. W. (2017). Systematic review and meta-analysis of the effects of football heading. *British Journal of Sports Medicine*, 51, 1118–1124. <https://doi.org/10.1136/bjsports-2016-096276>
48. Krutsch, V., Krutsch, W., Härtl, J., Bloch, H., Alt, V., Klein, C., Reinsberger, C., Seiffert, R., Huber, L., & Weber, J. (2021). Head injuries in professional football (soccer): Results of video analysis verified by an accident insurance registry. *PLOS ONE*, 16(8), e0255695. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0255695>
49. Krutsch, V., Krutsch, W., Jansen, P., Hoffmann, H., Angele, P., Lehmann, J., Loose, O., Gänsslen, A., Nerlich, M., & Weber, J. (2017). Prävention von Gehirnerschütterungen im Juniorenfußball – Ist eine Abschaffung des Kopfballspiels notwendig? *Sportverletzung Sportschaden*, 31(3), 143–153. <https://doi.org/10.1055/s-0043-113208>
50. Kunz, M. (2007). 265 million playing football. *FIFA Magazine*, 7, 10–15.
51. LI, L., & LIU, J. (2013). The effect of pediatric traumatic brain injury on behavioral outcomes: A systematic review. *Developmental medicine and child neurology*, 55(1), 37–45. <https://doi.org/10.1111/j.1469-8749.2012.04414.x>
52. Lin, A. C., Salzman, G. A., Bachman, S. L., Burke, R. V., Zaslow, T., Piasek, C. Z., Edison, B. R., Hamilton, A., & Upperman, J. S. (2015). Assessment of Parental Knowledge and Attitudes Toward Pediatric Sports-Related Concussions. *Sports Health*, 7(2), 124–129. <https://doi.org/10.1177/1941738115571570>
53. Lincoln, A. E., Caswell, S. V., Almquist, J. L., Dunn, R. E., Norris, J. B., & Hinton, R. Y. (2011). Trends in concussion incidence in high school sports: A

- prospective 11-year study. *The American Journal of Sports Medicine*, 39(5), 958–963. <https://doi.org/10.1177/0363546510392326>
54. Lipton, M. L., Kim, N., Zimmerman, M. E., Kim, M., Stewart, W. F., Branch, C. A., & Lipton, R. B. (2013). Soccer Heading Is Associated with White Matter Microstructural and Cognitive Abnormalities. *Radiology*, 268(3), 850–857. <https://doi.org/10.1148/radiol.13130545>
 55. Luig, P., Bloch, H., Burkhardt, K., Klein, C., & Kühn, N. (2017, Mai). *VBG-Sportreport* 2017. https://www.bisp.de/SharedDocs/Downloads/DE/SHT/VBG2017.pdf?__blob=publicationFile&v=1
 56. Mackay, D. F., Russell, E. R., Stewart, K., MacLean, J. A., Pell, J. P., & Stewart, W. (2019). Neurodegenerative Disease Mortality among Former Professional Soccer Players. *New England Journal of Medicine*, 381(19), 1801–1808. <https://doi.org/10.1056/NEJMoa1908483>
 57. Maher, M. E., Hutchison, M., Cusimano, M., Comper, P., & Schweizer, T. A. (2014). Concussions and heading in soccer: A review of the evidence of incidence, mechanisms, biomarkers and neurocognitive outcomes. *Brain Injury*, 28(3), 271–285. <https://doi.org/10.3109/02699052.2013.865269>
 58. Makdissi, M., & Davis, G. (2016). Using video analysis for concussion surveillance in Australian football. *Journal of Science and Medicine in Sport*, 19(12), 958–963. <https://doi.org/10.1016/j.jsams.2016.02.014>
 59. May, T., Foris, L. A., & Donnally III, C. J. (2023). *Second Impact Syndrome*. StatPearls Publishing. <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK448119/>
 60. McCrea, M., Hammeke, T., Olsen, G., Leo, P., & Guskiewicz, K. (2004). Unreported Concussion in High School Football Players: Implications for Prevention. *Clinical Journal of Sport Medicine*, 14(1), 13–17. <https://doi.org/10.1097/00042752-200401000-00003>
 61. McCrory, P., Johnston, K., Meeuwisse, W., Aubry, M., Cantu, R., Dvorak, J., Graf-Baumann, T., Kelly, J., Lovell, M., & Schamasch, P. (2005). Summary and agreement statement of the 2nd International Conference on Concussion in Sport, Prague 2004. *British Journal of Sports Medicine*, 39(4), 196–204. <https://doi.org/10.1136/bjsm.2005.018614>
 62. McCrory, P., Meeuwisse, W., Dvorak, J., Aubry, M., Bailes, J., Broglio, S., Cantu, R. C., Cassidy, D., Echemendia, R. J., Castellani, R. J., Davis, G. A.,

- Ellenbogen, R., Emery, C., Engebretsen, L., Feddermann-Demont, N., Giza, C. C., Guskiewicz, K. M., Herring, S., Iverson, G. L., ... Vos, P. E. (2017). Consensus statement on concussion in sport—The 5th international conference on concussion in sport held in Berlin, October 2016. *British Journal of Sports Medicine*, 51, 838–847. <https://doi.org/10.1136/bjsports-2017-097699>
63. McCrory, P., Meeuwisse, W., Dvorak, J., Aubry, M., Bailes, J., Broglio, S., Cantu, R. C., Cassidy, D., Echemendia, R. J., Castellani, R. J., Davis, G. A., Ellenbogen, R., Emery, C., Engebretsen, L., Feddermann-Demont, N., Giza, C. C., Guskiewicz, K. M., Herring, S., Iverson, G. L., ... Vos, P. E. (2018). Consensus statement on concussion in sport—The 5th international conference on concussion in sport held in Berlin, October 2016. *British Journal of Sports Medicine*, 51, 838–847. <https://doi.org/10.1136/bjsports-2017-097699>
64. McCrory, P., Meeuwisse, W. H., Aubry, M., Cantu, B., Dvořák, J., Echemendia, R. J., Engebretsen, L., Johnston, K., Kutcher, J. S., Raftery, M., Sills, A., Benson, B. W., Davis, G. A., Ellenbogen, R. G., Guskiewicz, K., Herring, S. A., Iverson, G. L., Jordan, B. D., Kissick, J., ... Turner, M. (2013). Consensus statement on concussion in sport: The 4th International Conference on Concussion in Sport held in Zurich, November 2012. *British Journal of Sports Medicine*, 47(5), 250–258. <https://doi.org/10.1136/bjsports-2013-092313>
65. McKee, A. C., Daneshvar, D. H., Alvarez, V. E., & Stein, T. D. (2014). The neuropathology of sport. *Acta Neuropathologica*, 127(1), 29–51. <https://doi.org/10.1007/s00401-013-1230-6>
66. Nahar, C. (2023, Januar 13). *Gehirnerschütterungen im Fußball: Gewerkschaft und Ligen fordern vorübergehende Wechsel*. <https://www.sportschau.de/fussball/fifpro-ligen-gehirnerschuetterungen-fussball-ifab-fifa-regeln-auswechslungen-100.html> (abgerufen am 13.01.2023)
67. Nilsson, M., Hägglund, M., Ekstrand, J., & Waldén, M. (2013). Head and Neck Injuries in Professional Soccer. *Clinical Journal of Sport Medicine*, 23(4), 255–260. <https://doi.org/10.1097/JSM.0b013e31827ee6f8>
68. Nowak, M. K., Bevilacqua, Z. W., Ejima, K., Huibregtse, M. E., Chen, Z., Mickleborough, T. D., Newman, S. D., & Kawata, K. (2020). Neuro-Ophthalmologic Response to Repetitive Subconcussive Head Impacts: A Randomized Clinical Trial. *JAMA Ophthalmology*, 138(4), 350–357. <https://doi.org/10.1001/jamaophthalmol.2019.6128>

69. O'Donoghue, P. (2010). *Research Methods for Sports Performance Analysis*. London: *Routledge*.
70. Oesterschlink, J., & Reinsberger, C. (2024). Kopfverletzungen: Was der Teamarzt wissen sollte. *Die Orthopädie*, 53(6), 415–419. <https://doi.org/10.1007/s00132-024-04507-5>
71. Olsen, O.-E., Myklebust, G., Engebretsen, L., & Bahr, R. (2004). Injury Mechanisms for Anterior Cruciate Ligament Injuries in Team Handball: A Systematic Video Analysis. *The American Journal of Sports Medicine*, 32(4), 1002–1012. <https://doi.org/10.1177/0363546503261724>
72. Pedersen, A. V., & Stalsberg, R. (2019). Differences in Soccer Heading Injuries between Male and Female Soccer Players May Be Due to Equal Ball Weight Causing Differences in Relative Impacts. *Radiology*, 290(2), 579–580. <https://doi.org/10.1148/radiol.2018182384>
73. Prien, A., Feddermann-Demont, N., Verhagen, E., Twisk, J., & Junge, A. (2020). Neurocognitive performance and mental health of retired female football players compared to non-contact sport athletes. *BMJ Open Sport & Exercise Medicine*, 6(1). <https://doi.org/10.1136/bmjsem-2020-000952>
74. Putukian, M., Echemendia, R. J., & Mackin, S. (2000). The Acute Neuropsychological Effects of Heading in Soccer: A Pilot Study. *Clinical Journal of Sport Medicine*, 10(2), 104–109. <https://doi.org/10.1097/00042752-200004000-00004>
75. Rickels, E. (2009). Diagnostik und Therapie von Schädel-Hirn-Traumen. *Der Chirurg*, 80(2), 153–164. <https://doi.org/10.1007/s00104-008-1655-y>
76. Rieder, C., & Jansen, P. (2011). No Neuropsychological Consequence in Male and Female Soccer Players after a Short Heading Training. *Archives of Clinical Neuropsychology*, 26(7), 583–591. <https://doi.org/10.1093/arclin/acr055>
77. Rubin, T. G., Catenaccio, E., Fleysher, R., Hunter, L. E., Lubin, N., Stewart, W. F., Kim, M., Lipton, R. B., & Lipton, M. L. (2018). MRI-defined White Matter Microstructural Alteration Associated with Soccer Heading Is More Extensive in Women than Men. *Radiology*, 289(2), 478–486. <https://doi.org/10.1148/radiol.2018180217>
78. Shewchenko, N., Withnall, C., Keown, M., Gittens, R., & Dvorak, J. (2005a). *Heading in football. Part 2: Biomechanics of ball heading and head response*. 39, i26–i32. <https://doi.org/10.1136/bjsm.2005.019042>

79. Shewchenko, N., Withnall, C., Keown, M., Gittens, R., & Dvorak, J. (2005b). Heading in football. Part 3: Effect of ball properties on head response. *British Journal of Sports Medicine*, 39, i33–i39. <https://doi.org/10.1136/bjsm.2005.019059>
80. Silvers-Granelli, H. J., Bizzini, M., Arundale, A., Mandelbaum, B. R., & Snyder-Mackler, L. (2017). Does the FIFA 11+ Injury Prevention Program Reduce the Incidence of ACL Injury in Male Soccer Players? *Clinical Orthopaedics and Related Research*, 475(10), 2447–2455. <https://doi.org/10.1007/s11999-017-5342-5>
81. Smith, D. H., Johnson, V. E., & Stewart, W. (2013). Chronic neuropathologies of single and repetitive TBI: Substrates of dementia? *Nature reviews. Neurology*, 9(4), 211–221. <https://doi.org/10.1038/nrneurol.2013.29>
82. Spiotta, A. M., Bartsch, A. J., & Benzel, E. C. (2012). Heading in Soccer: Dangerous Play? *Neurosurgery*, 70(1), 1–11. <https://doi.org/10.1227/NEU.0b013e31823021b2>
83. Straume-Naesheim, T. M., Andersen, T. E., Dvorak, J., & Bahr, R. (2005). Effects of heading exposure and previous concussions on neuropsychological performance among Norwegian elite footballers. *British Journal of Sports Medicine*, 39, i70–i77. <https://doi.org/10.1136/bjsm.2005.019646>
84. Teasdale, G., & Jennett, B. (1974). Assessment of coma and impaired consciousness. *The Lancet*, 304(7872), 81–84. [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(74\)91639-0](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(74)91639-0)
85. The Football Association. (2020, Februar 24). *Updated heading guidance announced for under-sixes to under-18s*. <http://www.thefa.com/news/2020/feb/24/updated-heading-guidance-announcement-240220> (abgerufen am 15.09.2025)
86. Thomas, M., Haas, T. S., Doerer, J. J., Hodges, J. S., Aicher, B. O., Garberich, R. F., Mueller, F. O., Cantu, R. C., & Maron, B. J. (2011). Epidemiology of Sudden Death in Young, Competitive Athletes Due to Blunt Trauma. *Pediatrics*, 128(1), e1–e8. <https://doi.org/10.1542/peds.2010-2743>
87. Tierney, R. T., Higgins, M., Caswell, S. V., Brady, J., McHardy, K., Driban, J. B., & Darvish, K. (2008). Sex Differences in Head Acceleration During Heading While Wearing Soccer Headgear. *Journal of Athletic Training*, 43(6), 578–584. <https://doi.org/10.4085/1062-6050-43.6.578>

88. US Youth Soccer. (2022, April 23). *US YOUTH SOCCER POLICY ON PLAYERS AND PLAYING RULES*. <https://www.usyouthsoccer.org/wp-content/uploads/sites/160/2023/09/Players-and-Playing-Rules-Policy-4.23.2022-.pdf> (abgerufen am 15.09.2025)
89. Van Ierssel, J., Osmond, M., Hamid, J., Sampson, M., & Zemek, R. (2021). What is the risk of recurrent concussion in children and adolescents aged 5–18 years? A systematic review and meta-analysis. *British Journal of Sports Medicine*, 55(12), 663–669. <https://doi.org/10.1136/bjsports-2020-102967>
90. Wallace, C., Smirl, J. D., Zetterberg, H., Blennow, K., Bryk, K., Burma, J., Dierijck, J., Wright, A. D., & van Donkelaar, P. (2018). Heading in soccer increases serum neurofilament light protein and SCAT3 symptom metrics. *BMJ Open Sport — Exercise Medicine*, 4, e000433. <https://doi.org/10.1136/bmjsem-2018-000433>
91. Weber, J., Angele, P., Alt, V., Reinsberger, C., & Krutsch, W. (2020). *BiSP-Projekt Kopfbälle im Fußball- wie hoch ist das Risiko wirklich? Eine abschließende Analyse nach 2 Jahren Videoanalyse*. 158(S01): 253. <https://doi.org/10.1055/s-0040-1717621>
92. Weber, J., Ernstberger, A., Reinsberger, C., Popp, D., Nerlich, M., Alt, V., & Krutsch, W. (2022). Video analysis of 100 matches in male semi-professional football reveals a heading rate of 5.7 headings per field player and match. *BMC Sports Science, Medicine and Rehabilitation*, 14(1), 132. <https://doi.org/10.1186/s13102-022-00521-2>
93. Weber, J., Reinsberger, C., Krutsch, V., Seiffert, R., Huber, L., Alt, V., & Krutsch, W. (2023). Heading and risk of injury situations for the head in professional German football: A video analysis of over 150,000 headers in 110,000 match minutes. *Science & Medicine in Football*, 7(4), 307–314. <https://doi.org/10.1080/24733938.2022.2114602>
94. Weinstein, E., Turner, M., Kuzma, B. B., & Feuer, H. (2013). Second impact syndrome in football: New imaging and insights into a rare and devastating condition. *Journal of Neurosurgery. Pediatrics*, 11(3), 331–334. <https://doi.org/10.3171/2012.11.PEDS12343>
95. White, P. E., Newton, J. D., Makdissi, M., Sullivan, S. J., Davis, G., McCrory, P., Donaldson, A., Ewing, M. T., & Finch, C. F. (2014). Knowledge about sports-related concussion: Is the message getting through to coaches and trainers?

- British Journal of Sports Medicine*, 48, 119–124.
<https://doi.org/10.1136/bjsports-2013-092785>
96. Withnall, C., Shewchenko, N., Wonnacott, M., & Dvorak, J. (2005). Effectiveness of headgear in football. *British Journal of Sports Medicine*, 39, i40–i48. <https://doi.org/10.1136/bjism.2005.019174>
97. Ye, K., Fleysher, R., Lipton, R. B., Zimmerman, M. E., Stewart, W. F., Sliwinski, M. J., Kim, M., & Lipton, M. L. (2022). Repetitive soccer heading adversely impacts short-term learning among adult women. *Journal of Science and Medicine in Sport*, 25(11), 935–941.
<https://doi.org/10.1016/j.jsams.2022.08.011>
98. Zetterberg, H., Jonsson, M., Rasulzada, A., Popa, C., Styrd, E., Hietala, M. A., Rosengren, L., Wallin, A., & Blennow, K. (2007). No neurochemical evidence for brain injury caused by heading in soccer. *British Journal of Sports Medicine*, 41(9), 574–577. <https://doi.org/10.1136/bjism.2007.037143>
99. Zhang, M. R., Red, S. D., Lin, A. H., Patel, S. S., & Sereno, A. B. (2013). Evidence of Cognitive Dysfunction after Soccer Playing with Ball Heading Using a Novel Tablet-Based Approach. *PLoS ONE*, 8(2), e57364.
<https://doi.org/10.1371/journal.pone.0057364>

8 Anhang

Anhang 1: Annotated Case Report Form (Beobachtung und Auswertung des Kopfballverhaltens)



Annotated Case Report Form (aCRF)



SHT

Prävention von Schädelhirntraumata im Teamsport
Beobachtung und Auswertung des Kopfballverhaltens

Autor:

Gunnar Huppertz
Clinical Data Manager

09.07.2021
(Date)


(Sign)

Version: SHT_aCRF_V1.0_09JUL21

Date: 09.07.2021

SHT

Annotated CRF (aCRF)

09.07.2021

Variable	Item Text	Field Type	Text Validation	Choices	Field Note	Min	Max
001 spiel_nr	Spielnummer:	text			Susanne Waltz: H+Nummer/Jana Quint: I+Nummer		
002 kbv_kbnr	Kopfball-Nummer:	text	integer			0	
003 std_leistungsklasse	Leistungsklasse:	dropdown		1, 1. Bundesliga 2, 2. Liga 3, Regionalliga 4, Verbandsliga 5, Landesliga 6, Niederrheinliga 7, Rheinlandliga			
004 std_saison	Saison:	dropdown		0, 2017/18 1, 2018/19 2, 2019/20	(Bitte auswählen)		
005 std_spielkat	Art des Spiels:	dropdown		1, Ligaspiel (Spieltagsystem) 2, Meisterschaftsspiel / Wettbewerb (KO-System) 3, Trainingsspiel 4, Trainingseinheit 5, Freundschaftsspiel 6, Sonstiges Spiel / Sonderspiel	(Bitte auswählen)		
006 std_spieltag	Spieltag:	text	integer		(bitte ohne Punkt angeben)		
007 std_spielrunde	Spielrunde:	dropdown		1, Qualifikationsphase 2, Gruppenphase 3, Achtelfinale 4, Viertelfinale 5, Halbfinale 6, Spiel um Platz 3 7, Finale 99, Sonstiges Spiel...	(Bitte auswählen)		
008 std_spielrunde_sonst	Sonstiges Spiel:	text					
009 std_liga_sonder	Sonstiges Spiel / Sonderspiel:	text					
010 std_datum	Datum des Spiels:	text	date_dmy		(TT.MM.JJJJ)		
011 std_spiel_heim	Heimmannschaft:	text					
012 std_spiel_gast	Gastmannschaft:	text					
013 std_spiel_mannschaft	Trainierende Mannschaft:	text					
014 std_spielfeld	Spielfeld:	dropdown		1, Rasen 2, Kunstrasen			
015 std_flutlicht	Flutlicht:	dropdown		1, ja 0, nein			
016 std_witterung	Witterung:	dropdown		1, nass 2, trocken			

SHT_aCRF_V1.0_09JUL21

page 2 / 5

Gunnar Huppertz
Clinical Data Manager

SHT

Annotated CRF (aCRF)

09.07.2021

Variable	Item Text	Field Type	Text Validation	Choices	Field Note	Min	Max
017 std_kommentar	Kommentare:	notes					
018 kbv_spielminute	Spielminute des Kopfballs:	text	integer		(bitte ohne Punkt angeben)		
019 kbv_spielminute_nsz	Nachspielzeit, zusätzliche Minuten:	text	integer		(bitte ohne Punkt angeben)		
020 kbv_verein	Ist der Spieler mit dem hier beschriebenen Kopfball Spieler der Heimmannschaft oder der Gastmannschaft?	dropdown		1, Heimmannschaft 2, Gastmannschaft			
021 kbv_spielstand	A) Spielstand:	dropdown		1, Unentschieden 2, Führung 3, Rückstand			
022 kbv_position	B) Position:	dropdown		1, Torwart 2, Innenverteidiger 3, Außenverteidiger 4, Defensives Mittelfeld 5, Offensives Mittelfeld 6, Sturm			
023 kbv_ausrichtung	C) Ausrichtung:	dropdown		1, Defensiv 2, Offensiv			
024 kbv_spielsituation	D) Spielsituation:	dropdown		1, Abschlag/-stoß 2, Hoher Pass/Ball 3, Flanke 4, Schuss 5, Kopfball 6, Einwurf 7, Eckball 8, Freistoß			
025 kbv_ballherkunft	E) Ballherkunft:	dropdown		1, Ball vom Mitspieler 2, Ball vom Gegner			
026 kbv_flugweg	F) Flugweg Ball:	dropdown		1, 50m			
027 kbv_bewegung	G) Bewegung zum Ball:	dropdown		1, keine 2, vorwärts 3, rückwärts 4, zur Seite			
028 kbv_eingangswinkel	H) Eingangswinkel zum Ball:	dropdown		1, von unten 2, parallel 3, von oben			
029 kbv_richtungsänderung	I) Richtungsänderung Ball:	dropdown		1, kaum (90°)			

SHT_aCRF_V1.0_09JUL21

page 3 / 5

Gunnar Huppertz
Clinical Data Manager

SHT

Annotated CRF (aCRF)

09.07.2021

Variable	Item Text	Field Type	Text Validation	Choices	Field Note	Min	Max
030 kbv_art	J) Art des Kopfballs:	dropdown		1, Pass 2, Schuss 3, Tiefer KB 4, Abgleiten 5, Abschuss 6, Klären 7, Ballauf-/mitnahme			
031 kbv_auftreffflaeche	K) Auftrefffläche Kopf:	dropdown		1, frontal 2, temporal 3, parietal 4, occipital 5, facial			
032 kbv_aktion	L) Zweikampf-Aktion:	dropdown		1, kein Zweikampf (Abstand > ca. 1m) 2, Zweikampf			
033 kbv_lokal_gegner	M) Lokalisation:	dropdown		1, ohne Gegner 2, vor Gegner 3, neben Gegner 4, hinter Gegner			
034 kbv_koerperkontakt	N) Körperkontakt:	dropdown		1, kein Körperkontakt 2, Körperkontakt mit einem Gegner 3, Körperkontakt mit einem Mitspieler 4, Körperkontakt mit mehreren Gegnern / Mitspielern			
035 kbv_ellebogen_spieler	Pa) Ellenbogenposition des Spielers:	dropdown		1, unter Schulterhöhe 2, auf Schulterhöhe 3, über Schulterhöhe 4, am Kopf			
036 kbv_ellebogen_anderer	Pb) Ellenbogenposition des Mitspielers / Gegners:	dropdown		1, unter Schulterhöhe 2, auf Schulterhöhe 3, über Schulterhöhe 4, am Kopf			
037 kbv_sprung_spieler	Qa) Sprungsituation des Spielers:	dropdown		1, Sprung 2, kein Sprung			
038 kbv_sprung_anderer	Qb) Sprungsituation des Gegners / Mitspielers:	dropdown		1, Sprung 2, kein Sprung			
039 kbv_landung	R) Landung des Spielers nach dem Sprung: Auf welchem Körperabschnitt?	dropdown		1, Bein 2, Rumpf 3, Arm 4, Kopf			
040 kbv_foul	T) Foul:	dropdown		1, kein Foul 2, Foul durch den Spieler 3, Foul durch den Gegner			

SHT_aCRF_V1.0_09JUL21

page 4 / 5

Gunnar Huppertz
Clinical Data Manager

	Variable	Item Text	Field Type	Text Validation	Choices	Field Note	Min	Max
041	kbv_kommentar	V) Sonstige Kommentare / Bemerkungen zu diesem Kopfball:	notes					

Anhang 2: Annotated Case Report Form (Beobachtung und Auswertung der Verletzungen)



Annotated Case Report Form (aCRF)

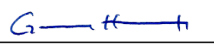
SHT

Prävention von Schädelhirntraumata im Teamsport
Beobachtung und Auswertung der Verletzungen

Autor:

Gunnar Huppertz
Autor Position

09.07.2021
(Date)


(Sign)

Version: 0

Date: 12.07.2021

SHT

Annotated CRF (aCRF)

12.07.2021

Variable	Item Text	Field Type	Text Validation	Choices	Field Note	Min	Max
001 record_id	Record ID	text					
002 spiel_nr	Spielnummer:	text			Susanne Waltz: H+Nummer/Jana Quint: I+Nummer		
003 kbv_kbnr	Kopfball-Nummer:	text	integer			0	
004 std_leistungsklasse	Leistungsklasse:	dropdown		1, 1. Bundesliga 2, 2. Liga 3, Regionalliga 4, Verbandsliga 5, Landesliga 6, Niederrheinliga 7, Rheinlandliga			
005 std_saison	Saison:	dropdown		0, 2017/18 1, 2018/19 2, 2019/20	(Bitte auswählen)		
006 std_spielkat	Art des Spiels:	dropdown		1, Ligaspiel (Spieltagsystem) 2, Meisterschaftsspiel / Wettbewerb (KO-System) 3, Trainingsspiel 4, Trainingseinheit 5, Freundschaftsspiel 6, Sonstiges Spiel / Sonderspiel	(Bitte auswählen)		
007 std_spieltag	Spieltag:	text	integer		(bitte ohne Punkt angeben)		
008 std_spielrunde	Spielrunde:	dropdown		1, Qualifikationsphase 2, Gruppenphase 3, Achtelfinale 4, Viertelfinale 5, Halbfinale 6, Spiel um Platz 3 7, Finale 99, Sonstiges Spiel...	(Bitte auswählen)		
009 std_spielrunde_sonst	Sonstiges Spiel:	text					
010 std_liga_sonder	Sonstiges Spiel / Sonderspiel:	text					
011 std_datum	Datum des Spiels:	text	date_dmy		(TT.MM.JJJJ)		
012 std_spiel_heim	Heimmannschaft:	text					
013 std_spiel_gast	Gastmannschaft:	text					
014 std_spiel_mannschaft	Trainierende Mannschaft:	text					
015 std_spielfeld	Spielfeld:	dropdown		1, Rasen 2, Kunstrasen			
016 std_flutlicht	Flutlicht:	dropdown		1, ja 0, nein			

SHT

Annotated CRF (aCRF)

12.07.2021

Variable	Item Text	Field Type	Text Validation	Choices	Field Note	Min	Max
017 std_witterung	Witterung:	dropdown		1, nass 2, trocken			
018 std_kommentar	Kommentare:	notes					
019 info_1	Spielnummer:	descriptive					
020 vvs_spiel_nr	Ist der Spieler mit der hier beschriebenen Verletzung Spieler der Heimmannschaft oder der Gastmannschaft?	dropdown		1, Heimmannschaft 2, Gastmannschaft			
022 vvs_spielnummer	Spieler-Nr.:	text	integer				
023 vvs_spielnummer_n	— oder:	checkbox		1, Keine Spielernummer erkennbar			
024 info_2		descriptive					
025 vvs_spielminute		text			(bitte ohne Punkt angeben)		
026 vvs_spielminute_nsz	Nachspielzeit, zusätzliche Minuten:	text	integer		(bitte ohne Punkt angeben)		
027 vvs_eingesetzt	Spieler im Einsatz ab Spielminute: ("0" wenn Einsatz in der Startformation, ansonsten Minute der Einwechslung angeben)	text	integer		(bitte ohne Punkt angeben)		
028 vvs_position	Position des verletzten Spielers im Spiel:	dropdown		4, Torwart 5, Innenverteidiger 6, Außenverteidiger 7, Defensives Mittelfeld 8, Offensives Mittelfeld 9, Sturm			
029 vvs_spunterbr	Spielunterbrechung?	dropdown		1, ja 0, nein			
030 vvs_schicksal	Spielerchicksal:	dropdown		1, rausgetragen 2, geht raus 3, bleibt			
031 vvs_auswechslung	Verletzungsbedingte Auswechslung?	dropdown		1, ja 0, nein			
032 vvs_komm_1	Sonstige Angaben / Kommentare / Anmerkungen zu den Rahmenbedingungen:	notes					
033 vvs_ballbesitz	A) Ballbesitz:	dropdown		1, Mitspieler der eigenen Mannschaft 2, Verletzter Spieler selbst 3, Generische Mannschaft 4, keiner			
034 vvs_spielphase	B) Spielphase:	dropdown		1, Freies Spiel 2, Einwurf 3, Freistoß 4, Eckball 5, 11er 6, Abstoß 7, Konter			

page 2 / 8

Gunnar Huppertz

SHT

Annotated CRF (aCRF)

12.07.2021

Variable	Item Text	Field Type	Text Validation	Choices	Field Note	Min	Max
035 vvs_grundaktion	C) Grundaktion des verletzten Spielers:	dropdown		1, Stand 2, Antritt 3, Lauf 4, Sprint 5, Abstoppen 6, Richtungswechsel 7, Ausfallschritt 8, Absprung 9, Flugphase 10, Landung 11, Lande-Richtungswechsel-Komplex 12, Rutschen			
036 vvs_spielaktion	D) Spielaktion des verletzten Spielers:	dropdown		1, Ballannahme 2, Pass 3, Flanke 4, Schuss 5, Grätsche 6, Kopfball 7, Tackling 8, Dribbling 9, sonstiges...			
037 vvs_spielaktion_sonst	— sonstige Spielaktion:	text					
038 vvs_situation	E) Situation:	dropdown		1, vorbereitet 2, unvorbereitet			
039 vvs_beteiligung	F) Beteiligung anderer Spieler:	dropdown		1, keine Beteiligung 2, Beteiligung durch Gegenspieler 3, Beteiligung durch Mitspieler 4, Beteiligung durch Gegenspieler und Mitspieler			
040 vvs_zweikpf	G) Ereignete sich die Verletzung in einem Zweikampf?	dropdown		1, ja 0, nein			
041 vvs_zweikpf_art	— wenn ja, welche Art von Zweikampf?	dropdown		1, Laufduell 2, Kopfballduell 3, Tackling des Gegners 4, Eigenes Tackling 5, Grätsche des Gegners 6, Eigene Grätsche 7, Pressball 8, sonstiges			
042 vvs_zweikpf_art_sonst	— sonstige Art von Zweikampf:	text					
043 vvs_tackling	— wenn Tackling/Grätsche: Aus welcher Richtung?	dropdown		1, von vorne 2, von der Seite 3, von hinten			

page 3 / 8

Gunnar Huppertz

SHT

Annotated CRF (aCRF)

12.07.2021

Variable	Item Text	Field Type	Text Validation	Choices	Field Note	Min	Max
044 vvs_bodenkontakt	H) Bodenkontakt zum Zeitpunkt der Verletzung?	dropdown		1, beidbeinig 2, einbeinig 3, kein Bodenkontakt			
045 vvs_koerperregion	Verletzte Körperkontaktregion(en)	checkbox					
046 vvs_spielfeldzone	Spielfeldzone:	radio					
047 vvs_bewertung_schiedsr	A) Durch den Schiedsrichter:	dropdown		1, kein Foul 2, Foul durch den Gegner 3, Foul durch den Verletzten 4, Schwalbe 5, Täuschlichkeit			
048 vvs_bewertung_konsequenz	B) Konsequenz:	dropdown		1, keine Karte 2, gelbe Karte 3, gelb-rote Karte 4, rote Karte			
049 vvs_bewertung_eigene	C) Eigene Bewertung:	dropdown		1, kein Foul 2, Foul durch den Gegner 3, Foul durch den Verletzten 4, Schwalbe 5, Täuschlichkeit			
050 vvs_kontakt	A) Kontaktart:	dropdown		1, direkter Kontakt 2, indirekter Kontakt 3, kein Kontakt			
051 vvs_grund	B) Was führte letztendlich zu der Verletzung?	dropdown					
052 vvs_grund_sonst	— welcher sonstige Grund führte letztendlich zu der Verletzung?	text					
053 vvs_komm_2	Sonstige Angaben / Kommentare / Anmerkungen:	notes					
054 vvs_region_spieler_v	Kontaktierte Körperkontaktregion(en) Beim Spieler:	checkbox					
055 vvs_region_anderer	Körperkontaktregion(en) Beim Gegner:	checkbox					
056							
057							
058							

page 4 / 8

Gunnar Huppertz

SHT

Annotated CRF (aCRF)

12.07.2021

Variable	Item Text	Field Type	Text Validation	Choices	Field Note	Min	Max
059							
060							
061							
062							
063							
064							
065							
066							
067							
068							
069							
070							
071							
072							
073							
074 vvs_spielfeldzone	Spielfeldzone:	radio		1, 1 - Eckfahne links (eigene Hälfte) 2, 2 - eigener Strafraum 3, 3 - eigener 16er 4, 4 - Eckfahne rechts (eigene Hälfte) 5, 5 - eigenes Mittelfeld links 6, 6 - eigenes Mittelfeld mitte 7, 7 - eigenes Mittelfeld rechts 8, 8 - gegnerisches Mittelfeld links 9, 9 - gegnerisches Mittelfeld mitte 10, 10 - gegnerisches Mittelfeld rechts 11, 11 - Eckfahne links (gegnerische Hälfte) 12, 12 - gegnerischer Strafraum 13, 13 - gegnerischer 16er 14, 14 - Eckfahne rechts (gegnerische Hälfte) 19, unklare Region / nicht erkennbar / außerhalb des Spielfeldes			
075							
076 vvs_bewertung_schiedsr	A) Durch den Schiedsrichter:	dropdown		1, kein Foul 2, Foul durch den Gegner 3, Foul durch den Verletzten 4, Schwalbe 5, Täuschlichkeit			
077 vvs_bewertung_konsequenz	B) Konsequenz:	dropdown		1, keine Karte 2, gelbe Karte 3, gelb-rote Karte 4, rote Karte			

page 5 / 8

Gunnar Huppertz

SHT

Annotated CRF (aCRF)

12.07.2021

Variable	Item Text	Field Type	Text Validation	Choices	Field Note	Min	Max
078 vvs_bewertung_eigene	C) Eigene Bewertung:	dropdown		1, kein Foul 2, Foul durch den Gegner 3, Foul durch den Verletzten 4, Schwalbe 5, Tötlichkeit			
079 vvs_kontakt	A) Kontaktart:	dropdown		1, direkter Kontakt 2, indirekter Kontakt 3, kein Kontakt			
080 vvs_grund	B) Was führte letztendlich zu der Verletzung?	dropdown		1, Kollision mit Mitspieler 2, Kollision mit Ball 3, Kollision mit Gegenspieler 4, Tritt des Gegners 5, Schlag des Gegners 6, sonstiger Kontakt mit dem Gegner 7, Umknicken 8, Verdrehen 9, Verblocken 10, Ausrutschen 11, Strukturelle Überlastung 12, Sturz 19, Sonstiges...			
081 vvs_grund_sonst	— welcher sonstige Grund führte letztendlich zu der Verletzung?	text					
082 vvs_komm_2	Sonstige Angaben / Kommentare / Anmerkungen:	notes					

page 6 / 8

Gunnar Huppertz

SHT

Annotated CRF (aCRF)

12.07.2021

Variable	Item Text	Field Type	Text Validation	Choices	Field Note	Min	Max
083 vvs_region_spieler_v	Kontaktierte Körperkontaktregion(en)	checkbox		1, Stirn 2, Schläfe rechts 3, Schläfe links 4, Hinterkopf 5, Gesicht 6, Nacken 7, Hals 8, Schulter rechts 9, Schulter links 10, (oberer) Rücken 11, Brust 12, Lende 13, Bauch 14, Gesäß 15, Oberarm rechts 16, Oberarm links 17, Ellenbogen rechts 18, Ellenbogen links 19, Unterarm rechts 20, Unterarm links 21, Hand rechts 22, Hand links 23, Oberschenkel rechts 24, Oberschenkel links 25, Knie rechts 26, Knie links 27, Unterschenkel rechts 28, Unterschenkel links 29, Fuß rechts 30, Fuß links			
084							
085	Beim Spieler:						
086							
087							

page 7 / 8

Gunnar Huppertz

Variable	Item Text	Field Type	Text Validation	Choices	Field Note	Min	Max
088	vvs_region_anderer	Körperkontaktregion(en)	checkbox	1, Stirn 2, Schläfe rechts 3, Schläfe links 4, Hinterkopf 5, Gesicht 6, Nacken 7, Hals 8, Schulter rechts 9, Schulter links 10, (oberer) Rücken 11, Brust 12, Lende 13, Bauch 14, Gesäß 15, Oberarm rechts 16, Oberarm links 17, Ellenbogen rechts 18, Ellenbogen links 19, Unterarm rechts 20, Unterarm links 21, Hand rechts 22, Hand links 23, Oberschenkel rechts 24, Oberschenkel links 25, Knie rechts 26, Knie links 27, Unterschenkel rechts 28, Unterschenkel links 29, Fuß rechts 30, Fuß links			

Beim Gegner:

Anhang 3: Auflistung der von der Analyse ausgeschlossene Spiele

Liga	Heimmannschaft	Gastmannschaft	Datum des Spiels
2. Liga	FC Ingolstadt 04	FSV Gütersloh 2009	27.10.2019
	BV Cloppenburg	1. FFC Frankfurt II	20.12.2019
Verbandsliga	Union Biesfeld/ Offermannsheide	Bayer 04 Leverkusen II	08.12.2019
	Union Biesfeld/ Offermannsheide	Sportfreunde Uevekoven 1930 e.V.	17.03.2019
Landesliga	Grün-Weiß Lankern 1975	BV Borussia Bocholt 1960 II	01.03.2020
	Union Biesfeld/ Offermannsheide II	TuS 1910 Birk e.V.	03.11.2019
	Arminia Klosterhardt	SVG Neuss- Weissenberg 1910	14.04.2019
	SpVg Schonnebeck	DJK Tusa Düsseldorf 06	10.03.2019
	Arminia Klosterhardt	HSV Langenfeld 1959	17.02.2019
	SpVg Berghofen II	Fort. Freudenberg	02.12.2018
Niederrheinliga	Vikt. Winnekendonk	SV Hemmerden	23.10.2019
Rheinlandliga	FV Rübenach	SV Niederburg	08.03.2020

Anhang 4: Auflistung aller analysierten Spiele

Spielnr.	Begegnung
1	FC Borussia Dröschede : SV Hohenlimburg 1910 am 26/08/2018
2	SpVg Schonnebeck : SUS Niederbonsfeld 1936 am 09/09/2018
3	Arminia Klosterhardt : SUS Niederbonsfeld 1936 am 16/09/2018
4	Union Biesfeld/ Offermannsheide : SV Allner/ Bödingen am 16/09/2018
5	SV Bergfried Leverkusen : SV Rot-Weiß Eulenthal e.V. am 30/09/2018
6	FC Borussia Dröschede : SC Borchten am 07/10/2018
7	SpVg Schonnebeck : SSVg 02 Velbert am 07/10/2018
8	FC Borussia Dröschede : SC Wiedenbrück e.V. am 21/10/2018
9	SpVg Schonnebeck : HSV Langenfeld 1959 am 21/10/2018
10	FC Borussia Dröschede : SV Kutenhausen-Todtenhausen am 04/11/2018
11	SpVg Berghofen : Alemannia Aachen am 04/11/2018
12	SV Bergfried Leverkusen : Sportvereinigung Deutz 05 e.V. am 04/11/2018
13	Arminia Klosterhardt : SSVg 02 Velbert am 11/11/2018
14	SpVg Berghofen : Vorwärts Spoho 98 e.V. am 17/11/2018
15	FC Borussia Dröschede : DJK VfL Billerbeck am 18/11/2018
16	SV Bergfried Leverkusen : KSV 59/65 e.V. Heimersdorf am 18/11/2018
17	SpVg Berghofen : SV Budberg 1946 am 02/12/2018
18	SpVg Berghofen : VfL Bochum 1848 am 24/02/2019
19	Arminia Klosterhardt : SV Bayer Wuppertal am 17/03/2019
20	FC Borussia Dröschede : SC Gremmendorf am 17/03/2019
21	SpVg Berghofen : Borussia Mönchengladbach II am 17/03/2019
22	SpVgg Steele 03/09 : Sportfreunde Baumberg am 17/03/2019
23	Arminia Klosterhardt : TSV Fortuna Wuppertal am 31/03/2019
24	SpVg Berghofen : DSC Arminia Bielefeld am 31/03/2019
25	SpVg Berghofen II : TuS Niederaden am 31/03/2019
26	SpVgg Steele 03/09 : Düsseldorfer CfR Links am 31/03/2019
27	SpVg Schonnebeck : DJK Adler Union Frintrop am 07/04/2019
28	FC Borussia Dröschede : BSV Ostbevern am 14/04/2019
29	Grün-Weiß Lankern 1975 : Borussia Bocholt 1960 II am 14/04/2019
30	SpVg Berghofen : 1. FC Köln II am 14/04/2019
31	SpVgg Steele 03/09 : VFR SW Warbeyen 1945 e.V. am 14/04/2019
32	SpVgg Steele 03/09 : SG Essen-Schönebeck 19/68 III am 28/04/2019
33	Grün-Weiß Lankern 1975 : TSV Kaldenkirchen 1885/07 am 03/05/2019
34	SpVg Berghofen : Warendorfer SU am 05/05/2019
35	SpVg Schonnebeck : SVG Neuss-Weissenberg am 05/05/2019
36	Union Biesfeld/ Offermannsheide : SC Fortuna Köln e.V. II am 05/05/2019
37	SpVgg Steele 03/09 : MSV Duisburg II am 12/05/2019
38	SV Bergfried Leverkusen : TuS 1910 Birk e.V. am 12/05/2019

39	Arminia Klosterhardt : DJK Adler Union Frintrop am 19/05/2019
40	FC Borussia Dröschede : 1. FFC Recklinghausen am 19/05/2019
41	TSG 1899 Hoffenheim U20II : FC Bayern München II am 19/05/2019
42	SV Bergfried Leverkusen : DJK Südwest Köln am 26/05/2019
43	Union Biesfeld/ Offermannsheide : TuS 08 Jüngersdorf-Stütgerloch am 26/05/2019
44	SpVg Berghofen : Borussia Mönchengladbach II am 01/09/2019
45	SpVgg Steele 03/09 : VFR SW Warbeyen 1945 E.V. am 08/09/2019
46	Arminia Klosterhardt : FSC Mönchengladbach 1966 e.V. am 15/09/2019
47	DSC Arminia Bielefeld : SV Meppen am 15/09/2019
48	FV Rübenach : SV Rengsdorf am 15/09/2019
49	SpVg Berghofen : Herforder SV Bor. Friedenstal am 15/09/2019
50	Union Biesfeld/ Offermannsheide : GW Brauweiler 1961 e.V. am 15/09/2019
51	1. FC Saarbrücken : TSG 1899 Hoffenheim am 22/09/2019
52	1. FFC Frankfurt : DSC Arminia Bielefeld am 22/09/2019
53	Borussia Mönchengladbach : VfL Wolfsburg II am 22/09/2019
54	BV Cloppenburg : FC Bayern München II am 22/09/2019
55	FC Ingolstadt 04 : 1. FFC Turbine Potsdam II am 22/09/2019
56	SG 99 Andernach : FSV Gütersloh 2009 am 22/09/2019
57	SpVg Berghofen : Alemannia Aachen am 22/09/2019
58	SpVgg Steele 03/09 : DJK TUSA Düsseldorf 06 am 22/09/2019
59	SV Meppen : Werder Bremen am 22/09/2019
60	TSV Kaldenkirchen 1855/07 : PSV Wesel-Lackhausen 1928 am 22/09/2019
61	Union Biesfeld/ Offermannsheide : SC West Köln 1900/11 e.V. am 22/09/2019
62	DSC Arminia Bielefeld : SG 99 Andernach am 28/09/2019
63	FSV Gütersloh 2009 : 1. FC Saarbrücken am 28/09/2019
64	TSG 1899 Hoffenheim : Borussia Mönchengladbach am 28/09/2019
65	VfL Wolfsburg II : FC Bayern München II am 28/09/2019
66	Arminia Klosterhardt : BW Fuhlenbrock am 29/09/2019
67	FC Ingolstadt 04 : BV Cloppenburg am 29/09/2019
68	FV Rübenach : SC 2013 Bad Neuenahr II am 29/09/2019
69	SpVgg Steele 03/09 : SSVg 02 Velbert am 29/09/2019
70	SV Bergfried Leverkusen : Union Biesfeld/ Offermannsheide II am 29/09/2019
71	Werder Bremen : 1. FFC Frankfurt am 29/09/2019
72	Union Biesfeld/ Offermannsheide : TuS 08 Jüngersdorf-Stütgerloch am 06/10/2019
73	Union Biesfeld/ Offermannsheide II : SV Rot-Weiß Eulenthal e.V. am 06/10/2019
74	FC Borussia Dröschede : FC Iserlohn 46/49 am 09/10/2019
75	1. FFC Frankfurt : 1. FFC Turbine Potsdam 71 II am 13/10/2019
76	Borussia Mönchengladbach : FSV Gütersloh 2009 am 13/10/2019
77	DSC Arminia Bielefeld : Werder Bremen am 13/10/2019
78	FC Bayern München II : TSG 1899 Hoffenheim am 13/10/2019

79	FC Ingolstadt 04 : VfL Wolfsburg II am 13/10/2019
80	SC Union Nettetal 1996 : Linner SV 1918 am 13/10/2019
81	SG 99 Andernach : 1. FC Saarbrücken am 13/10/2019
82	SpVgg Steele 03/09 : SG Essen-Schönebeck 19/68 III am 13/10/2019
83	SV Meppen : BV Cloppenburg am 13/10/2019
84	TSV Kaltenkirchen 1885/07 : BV Borussia Bocholt 1960 II am 16/10/2019
85	1. FC Saarbrücken : Borussia Mönchengladbach am 20/10/2019
86	Arminia Klosterhardt : DSC 99 e.V. am 20/10/2019
87	FC Borussia Dröschede : SV Hohenlimburg 1910 am 20/10/2019
88	FSV Gütersloh 2009 : FC Bayern München II am 20/10/2019
89	VfL Wolfsburg II : SV Meppen am 20/10/2019
90	Werder Bremen : SG 99 Andernach am 20/10/2019
91	DSC Arminia Bielefeld : BV Cloppenburg am 27/10/2019
92	FC Bayern München II : 1. FC Saarbrücken am 27/10/2019
93	SC Union Nettetal 1996 : SV Brünen 1946 am 27/10/2019
94	SG 99 Andernach : Borussia Mönchengladbach am 27/10/2019
95	SpVgg Steele 03/09 : Düsseldorfer CfR Links am 27/10/2019
96	SV Meppen : TSG 1899 Hoffenheim am 27/10/2019
97	TSV Neuenstein : SV Musbach am 27/10/2019
98	Werder Bremen : 1. FFC Turbine Potsdam 71 II am 27/10/2019
99	1. FC Saarbrücken : FC Ingolstadt 04 am 03/11/2019
100	Arminia Klosterhardt : SUS Niederbonsfeld 1936 am 03/11/2019
101	Borussia Mönchengladbach : FC Bayern München II am 03/11/2019
102	BV Cloppenburg : Werder Bremen am 03/11/2019
103	FSV Gütersloh 2009 : SV Meppen am 03/11/2019
104	FV Rübenach : SV Ellingen am 03/11/2019
105	SG Coesfeld 06 e.V. : SV Union Wessum am 03/11/2019
106	SpVg Berghofen : SG Essen-Schönebeck 19/68 II am 03/11/2019
107	SpVg Berghofen II : SpVgg Horsthausen am 03/11/2019
108	Union Biesfeld/ Offermannsheide : SV Eintracht Hohkeppel 1966 am 03/11/2019
109	VfL Wolfsburg II : DSC Arminia Bielefeld am 03/11/2019
110	SpVg Berghofen II : SpVgg Horsthausen am 04/11/2019
111	FSV Gütersloh 2009 II : BSV Ostbevern am 10/11/2019
112	FV Rübenach : FC Urbar am 10/11/2019
113	Grün-Weiß Lankern 1975 : Duisburger FV 08 am 10/11/2019
114	SpVgg Steele 03/09 : SV 1913 Walbeck am 10/11/2019
115	SV Meppen : 1. FC Saarbrücken am 10/11/2019
116	TSV Kaltenkirchen 1885/07 : Linner SV 1918 am 10/11/2019
117	TSV Neuenstein : FV Asch-Sonderbuch am 10/11/2019
118	Arminia Klosterhardt : TSV Fortuna Wuppertal am 17/11/2019

119	FC Ingolstadt 04 : Borussia Mönchengladbach am 17/11/2019
120	SV Bergfried Leverkusen : TuS 1910 Birk e.V. am 17/11/2019
121	TSV Neuenstein : FFV Heidenheim am 17/11/2019
122	Union Biesfeld/ Offermannsheide : Sportfreunde Ippendorf 1923 e.V. am 17/11/2019
123	DSC Arminia Bielefeld : TSG 1899 Hoffenheim am 20/11/2019
124	F.C. Oeding 25 e.V. : SC Gremmendorf am 22/11/2019
125	1. FC Saarbrücken : 1. FFC Frankfurt am 23/11/2019
126	Borussia Mönchengladbach : SV Meppen am 23/11/2019
127	FSV Gütersloh 2009 : DSC Arminia Bielefeld am 23/11/2019
128	FC Bayern München II : FC Ingolstadt 04 am 24/11/2019
129	FV Rübenach : SV Ehrang am 24/11/2019
130	Werder Bremen : VfL Wolfsburg am 27/11/2019
131	BV Cloppenburg : VfL Wolfsburg am 01/12/2019
132	DSC Arminia Bielefeld : 1. FC Saarbrücken am 01/12/2019
133	FC Borussia Dröschede : SV Oesbern am 01/12/2019
134	SpVg Berghofen : SV Menden 1912 e.V. am 01/12/2019
135	SV Meppen : FC Bayern München am 01/12/2019
136	TSV Kaldenkirchen 1885/07 : SV Brünen 1946 am 01/12/2019
137	Werder Bremen : FSV Gütersloh 2009 am 01/12/2019
138	DSC Arminia Bielefeld : Borussia Mönchengladbach am 08/12/2019
139	SC Union Nettetal 1996 : SV Budberg 1946 II am 08/12/2019
140	SpVgg Steele 03/09 : SV Jägerhaus-Linde am 08/12/2019
141	TSV Kaldenkirchen 1885/07 : DJK Barlo 1959 am 08/12/2019
142	Werder Bremen : 1. FC Saarbrücken am 08/12/2019
143	1. FC Saarbrücken : 1. FFC Turbine Potsdam 71 am 23/02/2020
144	Borussia Mönchengladbach : Werder Bremen am 23/02/2020
145	DSC Arminia Bielefeld : FC Ingolstadt 04 am 01/03/2020
146	SG Coesfeld 06 e.V. : SuS Concordia Flaesheim am 01/03/2020
147	TSV Kaldenkirchen 1885/07 : Reeser SV 1945 am 01/03/2020
148	Werder Bremen : FCB München II am 01/03/2020
149	SpVg Berghofen : 1. FC Köln II am 08/03/2020
150	SpVg Berghofen II : SC Drolshagen am 08/03/2020

Danksagung

Im Folgenden möchte ich meinen besonderen Dank an die nachstehenden Personen aussprechen, ohne deren Hilfe, diese Arbeit nicht zustande gekommen wäre:

Zu aller erst möchte ich mich ganz herzlich bei meinem Doktorvater, Herrn PD Dr. Johannes Weber, für die wertvolle und stets angenehme Zusammenarbeit von Anfang an bedanken. Die mehrfache Durchsicht dieser Dissertation und die detaillierten Anmerkungen haben maßgeblich zur Fertigstellung der Arbeit beigetragen. Dafür möchte ich mich recht herzlich bedanken. Zudem gilt mein Dank Herrn Prof. Dr. Werner Krutsch, der mir dieses Thema überlassen und mir damit diese Arbeit erst ermöglicht hat.

Darüber hinaus möchte ich mich bei Herrn PD Dr. Konstantin Drexler für die Zweitbegutachtung meiner Arbeit herzlich bedanken.

Mein aufrichtiger Dank gilt weiterführend Herrn Gunnar Huppertz für die Unterstützung in der Umsetzung und Verwaltung der RedCAP-Datenbank.

Zuletzt möchte ich mich noch bei meiner Familie und meinen Freunden bedanken, die mir Tag und Nacht mit Rat und Tat zur Seite gestanden haben. Insbesondere meiner Mutter, meiner Schwester und meinem Partner möchte ich hier einen ganz besonderen Dank aussprechen. Sie haben mich sowohl im Studium als auch bei dieser Arbeit zu jeder Zeit bedingungslos unterstützt. Ihnen möchte ich diese Arbeit widmen.

Selbstständigkeitserklärung

Ich, Jana Quint, geboren am 18.04.1998 in Forchheim, erkläre hiermit, dass ich die vorliegende Arbeit ohne unzulässige Hilfe Dritter und ohne Benutzung anderer als der angegebenen Hilfsmittel angefertigt habe. Die aus anderen Quellen direkt oder indirekt übernommenen Daten und Konzepte sind unter Angabe der Quelle gekennzeichnet. Insbesondere habe ich nicht die entgeltliche Hilfe von Vermittlungs- bzw. Beratungsdiensten (Promotionsberater oder andere Personen) in Anspruch genommen. Niemand hat von mir unmittelbar oder mittelbar geldwerte Leistungen für Arbeit erhalten, die im Zusammenhang mit dem Inhalt der vorgelegten Dissertation stehen. Die Arbeit wurde bisher weder im In- noch im Ausland in gleicher oder ähnlicher Form einer anderen Prüfungsbehörde vorgelegt.

Regensburg, den 17.03.2026