

Hochschule für Angewandte Wissenschaften Hamburg

Fakultät Life Sciences

Studiengang Gesundheitswissenschaften

Bachelorarbeit

Kniegelenksarthrose als Berufskrankheit bei Profifußballern?

Eine Literaturrecherche

Zur Erlangung des akademischen Grades Bachelor of Sciences

Farid Arsin



Erstgutachter: Herr Prof. Dr. Andre Klussmann

Zweitgutachterin: Frau wiss. Mit. Natalie Krämer

Abgabetermin: 15.08.2022

Abstract

In the present work, it was examined, how it could be possible for *osteoarthritis* to become an occupational disease in professional footballers, or whether *osteoarthritis* should be one already. For this purpose, an attempt was made to establish a theoretical connection between the disease and a career as a soccer player. This was unsuccessful because it was unclear whether the negative or the positive effects of sport on *osteoarthritis* predominate. In addition, similar occupational diseases such as musician's dystonia or meniscus damage were examined in order to be able to modify possible argumentation patterns from these. This was unsuccessful because the studies on *osteoarthritis* are highly contradictory and there was therefore no basis for arguments. Ultimately, it could not be determined whether osteoarthritis of the knee should be an occupational disease. The current data were not sufficient for this. However, a tendency towards a higher risk of osteoarthritis of the knee could be identified, which means that better studies would be promising.

Zusammenfassung

In der vorliegenden Arbeit wurde untersucht, welche Möglichkeiten es gäbe, damit die *Gonarthrose* bei Profifußballern zu einer Berufskrankheit wird, beziehungsweise, ob die *Gonarthrose* bereits eine sein sollte. Hierzu wurde versucht, einen theoretischen Zusammenhang zwischen der Erkrankung und einer Tätigkeit als Fußballspieler herzustellen. Dies gelang nicht, da unklar war, ob die negativen oder die positiven Effekte des Sportes auf die *Gonarthrose* überwiegen. Weiterhin wurden ähnliche Berufskrankheiten wie die Musikerdystonie oder die Meniskusschäden untersucht, um eventuelle Argumentationsmuster aus diesen abwandeln zu können. Dies gelang nicht, da die Studienlage der *Gonarthrose* stark widersprüchlich ist und deshalb die Grundlage für Argumentationsmuster fehlte. Letztendlich konnte nicht festgestellt werden, ob *Gonarthrose* eine Berufskrankheit sein sollte. Hierzu war die Studienlage nicht ausreichend. Jedoch konnte eine Tendenz zu einem höheren Risiko für *Gonarthrose* festgestellt werden, weshalb bessere Studien aussichtsreich wären.

Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung	1
2	Theorie	2
2.1	Rolle des Fußballs in der Gesellschaft	3
2.2	Definitionen.....	4
2.2.1	Berufskrankheit	4
2.2.2	Fußballprofi	6
2.3	Belastungen beim Fußball	6
2.3.1	Belastungen durch das Laufen.....	6
2.3.1.1	Sprints.....	6
2.3.1.2	Ausdauerläufe	7
2.3.1.3	Richtungswechsel.....	7
2.3.2	Belastungen durch das Schießen	8
2.3.3	Belastungen durch Tacklings	8
2.3.4	Belastungen durch Sprünge	8
2.4	Das Kniegelenk	9
2.5	Gonarthrose im Kniegelenk	14
2.5.1	Das Krankheitsbild der Gonarthrose	14
2.5.2	Ursachen für Gonarthrose	15
3	Methodik.....	17
3.1	Vorgehen bei der Beantwortung der Leitfrage	17
3.2	Begründung des Vorgehens	20
4	Ergebnisse	20
4.1	Ableich der Arthroserisiken mit den Belastungen im Profifußball.....	21
4.2	Bisherige Untersuchungen zur Gonarthrose als Berufskrankheit von Profifußballern	28
4.3	Untersuchung ähnlicher Fälle, welche als Berufskrankheit klassifiziert wurden	31
4.4	Mögliche Klassifizierung der Gonarthrose hin zu einer Berufskrankheit	35
5	Diskussion.....	38
5.1	Weitere Untersuchungen	38
5.2	Gonarthrose als offene Berufskrankheit	38
5.3	Maßnahmen zur Prävention.....	39
5.4	Schutz für Kinder und Jugendliche	39
6	Literaturverzeichnis.....	41
7	Eidstattliche Erklärung.....	46

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Das Kniegelenk (Weber, 2022).....	9
Abbildung 2: Vorderer Bandapparat (Prescher, 2011, S. 8).....	11
Abbildung 3: Seitlicher Bandapparat (Prescher, 2011, S. 9).....	12
Abbildung 4: Hinterer Bandapparat (Prescher, 2011, S. 10).....	13
Abbildung 5: Zentraler Bandkomplex (Prescher, 2011, S. 12).....	13
Abbildung 6: Darstellung der Varus (O-Beine) und Valgus (X-Beine) Fehlstellung (Liebscher-Bracht, 2022).....	26

Tabellenverzeichnis

Tab. 1: Berufskrankheiten, welche der Gonarthrose ähneln.....	19
Tab. 2: Einflüsse der Risikofaktoren.....	28
Tab. 3: Vergleich zweier Metastudien.....	30

1 Einleitung

Die im Jahre 1848 aufgestellten „Cambridge Rules“, dienten als Grundlage des seit 1863 immer mehr an Bedeutung gewinnenden Mannschaftssports Fußball. Die Bedeutung des Fußballs als Freizeitaktivität für die Menschen beschränkt sich nicht nur auf England oder Deutschland, sondern gilt weltweit, sodass es als eine der beliebtesten Sportarten sowohl bei Kindern als auch bei Erwachsenen ist.

Auch die Bedeutung des Fußballs als Profisport steigt signifikant, sodass weltweit immer neue wirtschaftliche Größenordnungen erreicht werden. So werden seit einigen Jahren über 100 Millionen Euro von den Vereinen für einige Spieler ausgegeben und auch die Kosten für die Übertragungsrechte¹ sind immens. Beispielsweise wurden zuletzt insgesamt ca. 1,1 Mrd. Euro pro Saison für die Übertragungsrechte der Deutschen Bundesliga aufgerufen (DFL, 2020).

Außerdem werden Fußballspieler wie Prominente betrachtet und gelten nicht nur als Sportler, wodurch auch in jungen Jahren Gehälter im Mehrstelligen Millionenbereich keine Seltenheit mehr sind. Das Geld, der Ruhm und der Spaß am Fußballspielen führen dazu, dass viele Menschen bereits im Kindesalter den Wunsch hegen Fußballspieler zu werden. Hierfür trainieren sie hart und häufig über ihre Grenzen hinaus, um ihre dazu vergleichsweise geringe Chance auf einen Profivertrag zu nutzen und an Wohlhaben und sozialen Status zu gewinnen. Eine große, körperliche Belastung bereits vor Beginn der Karriere.

Gleichzeitig führt das große wirtschaftliche Interesse zu einem immer engen getakteten Spielplan. Den Profis bleibt während der Saison über circa 10 Monate kaum eine Pause, da mit der Liga, dem Pokal-Wettbewerb (in Deutschland der DFB-Pokal) und europäischen Wettbewerben (Europa-, Champions oder Conference League) bereits bis zu 50 Spiele pro Saison anstehen, wobei Länderspiele hierbei noch nicht mitgezählt sind. Dies spricht ebenfalls für eine große körperliche

¹ Übertragungsrecht sind dabei die Rechte eines Fernsehsenders auf die Übertragung eines Spieles. Indem die Sender bei den Spielen dann Werbung übertragen beziehungsweise die Spiele nur Abonnementkunden zur Verfügung stellen. So verdienen die Fernsehsender dann an den Spielen Geld. Vorher müssen die Sender diese Übertragungsrechte jedoch von dem jeweiligen Rechteinhaber kaufen. Der Verkauf findet dabei meist über ein Bieterverfahren statt und es können mehrere Rechtepakete (zum Beispiel alle Spiele am Montag) gekauft werden. Zuständig für den Rechtverkauf an der Bundesliga und der zweiten Bundesliga ist die Deutsche Fußball Liga (DFL)

Belastung der Sportler. Eine Folge dessen könnte beispielsweise das Krankheitsbild der Arthrose sein, wobei der Knorpel des Gelenks geschädigt ist.

Das lukratives Geschäftsmodell, wächst immer weiter, jedoch nicht nur zu Gunsten der Menschen, sondern es trägt auch zum Leid vieler bei. Dies sind nicht unbedingt die Spieler, die auf Weltklasseniveau spielen und jedes Jahr Millionen Gehälter verzeichnen, sondern diejenigen, die es nicht so weit schaffen. Auch Spieler, die beispielsweise der dritten Liga angehören, haben sind bereits starken Belastungen ausgesetzt, können dabei aber nicht ohne Probleme ihren Lebensunterhalt für die nächsten Jahrzehnte mit diesem Sport bestreiten. Die Drittligisten tragen jedoch eventuell Schäden davon, welche sie für andere Berufe arbeitsunfähig machen könnten. Außerdem müssen auch Kinder, die in Nachwuchsleistungszentren bereits früh ihr ganzes Leben auf den Fußballsport ausrichten, geschützt und aufgeklärt werden. Zu dieser Aufklärung gehört auch die eventuellen Spätfolgen einer Karriere als Fußballspieler abzuklären.

Im Rahmen dieser Thesis soll daher untersucht werden, inwiefern die beim Fußball auftretenden Belastungen für ein erhöhtes Arthroserisiko im Kniegelenk sorgen und ob dieses Risiko durch die Mehrbelastungen eines Profidaseins noch verstärkt werde. Hierzu werden zuerst die vorherrschenden Belastungen während des Fußballspiels anhand einer Literaturrecherche analysiert sowie die Ursachen für Kniegelenksarthrose untersucht. Daraufhin wird verglichen, ob die gefundenen Risikofaktoren für eine Arthrose im Fußball auftreten. Außerdem werden die Ergebnisse der theoretischen Arbeit bestmöglich mit bestehenden Daten zur Arthrose bei Fußballspielern abgeglichen. Diese Arbeit soll also eine Grundlage bilden, um mehr Informationen über mögliche Risikofaktoren bereitzustellen, sodass die Individuen für eine Entscheidung zu einer Karriere als Fußballspieler auch aus gesundheitlicher Sicht aufgeklärt sind und Präventivmaßnahmen ergriffen werden könnten.

2 Theorie

Hier soll zuallererst erläutert werden, wie relevant der Fußball in der heutigen Gesellschaft ist, um so zu zeigen, weshalb eine Einordnung der *Gonarthrose* als Berufskrankheit von besonderer Relevanz ist. Danach sollen die Definition der in dem Kontext wichtigen Begriffe (Berufskrankheit und Fußballprofi) erläutert werden. Danach soll auf die Belastung eingegangen werden, denen ein Fußballer

ausgesetzt ist. Zuletzt wird auf den Aufbau des Knies sowie auf die Krankheit der *Gonarthrose* eingegangen. Die Belastungen und die *Gonarthrose* sind dabei von besonderer Relevanz für die Ergebnisse, da aus diesen eine kausale Verbindung zwischen der Tätigkeit als Fußballspieler und der Erkrankung an einer *Gonarthrose* geschaffen wird.

2.1 Rolle des Fußballs in der Gesellschaft

Der Fußball ist eine der bedeutendsten Sportarten Deutschlands und weltweit. Dies lässt sich anhand der Zahlen eindeutig erkennen. So hat der Deutsche Fußball Bund (DFB) insgesamt über 7 Millionen Mitglieder (DFB, 2022) und die Deutsche Fußball Liga nimmt jährlich hunderte Millionen Euro nur für die nationalen Fernsehgelder ein, bald werden es sogar Milliardenbeträge sein (DFL, 2020). Das ohnehin große Interesse und die Bedeutung des Fußballs scheint also in Deutschland sogar noch zu steigen. Doch auch international erhält der Fußball als Sportart große Aufmerksamkeit. So hat die FIFA, Fédération Internationale de Football Association, 211 Mitgliedsländer (FIFA, 2022) und richtet vierjährlich eine Weltmeisterschaft aus, die international großes Interesse hervorruft. So hatte die Weltmeisterschaft 2018 in Russland über 3,5 Milliarden Zuschauer weltweit. (FIFA, 2018) Und auch der Einfluss des Fußballs auf Kinder und Jugendliche ist immens. So gehörte der Beruf des Profi-Fußballers zu den 10 beliebtesten Traumberufen bei jungen Menschen im Alter zwischen 14 und 30 Jahren (Lenz, 2018), jedoch können nur die wenigsten ihren Traum verfolgen. Dennoch spielen wohl die meisten von ihnen Fußball. Entweder im Verein (und sind damit Mitglied beim DFB) oder nur mit Freunden in ihrer Freizeit. Für viele Kinder in anderen Ländern der Welt und vor allem auf dem afrikanischen Kontinent ist Fußball sogar noch mehr als ein Traumjob. Für diese ist Fußball oft einer der wenigen Wege aus der Armut und diese Hoffnung wird, mit Hilfe der großen Relevanz des Fußballs, genutzt, um die Kinder auszunutzen und Geld mit ihnen zu verdienen. Dass dabei viele Kinder auf der Strecke bleiben, wird hingenommen (Abbot, 2020). Doch auch in Deutschland scheitern immer wieder Karrieren von Kindern, die in ihrer ganzen Kindheit nur das Ziel des Fußballprofis verfolgt haben und bereits früh im Leben alles auf dieses Ziel ausgerichtet haben, nur um dann aussortiert zu werden.

All diese Zahlen und die Berichte über hoffnungsvolle Kinder, die Fußballer werden wollen, zeigen, dass der Fußball in der Gesellschaft einen hohen Stellenwert besitzt.

Fast jeder Mensch in Deutschland kennt den Fußball und viele verfolgen ihn aktiv. Die wirtschaftliche und gesellschaftliche Relevanz ist immens, wodurch es umso relevanter wird die Spieler, seien es ehemalige zukünftige oder momentane, zu schützen. Dies kann geschehen, indem Gesetze verwirklicht werden, die die Ausnutzung von Jugendlichen effektiv stoppen oder indem Strukturen geschaffen werden, die es ehemaligen weniger erfolgreichen² Spielern ermöglichen eine Karriere nach Ende ihrer Fußballkarriere zu haben. Doch auch medizinische Aspekte sollten bei dem Schutz der Spieler dringend berücksichtigt werden. So ist es wichtig, dass bestmöglich langfristigen Schäden vorgebeugt wird und auch, dass die langfristig geschädigten Spieler Hilfe erhalten. Für diese Hilfe könnte die Anerkennung einiger langfristiger Verletzungen als Berufskrankheit von Nutzen sein. Diese Anerkennung, und somit der Schutz der Spieler, ist die Motivation dieser Arbeit und beruht auf der immensen Relevanz des Fußballs, welche hier gezeigt wurde.

2.2 Definitionen

2.2.1 Berufskrankheit

Eine Berufskrankheit ist eine durch die nach §2, 3 oder 6 des Siebten Buches Sozialgesetzbuch begründete Tätigkeit verursachte Erkrankung. Zu den Berufskrankheiten zählen nach Abschnitt 1 §1 Berufskrankheiten der Berufskrankheiten-Verordnung (BKV) die in Anlage 1 aufgeführten Krankheiten.

Die in Anlage 1 aufgeführten Krankheiten werden je nach Ursache in sechs Kategorien unterteilt:

- 1 Durch chemische Einwirkungen verursachte Krankheiten
- 2 Durch physikalische Einwirkungen verursachte Krankheiten
- 3 Durch Infektionserreger oder Parasiten verursachte Krankheiten sowie Tropenkrankheiten
- 4 Erkrankungen der Atemwege und der Lungen, des Rippenfells und Bauchfells und der Eierstöcke
- 5 Hautkrankheiten
- 6 Krankheiten sonstiger Ursache

² Also die Spieler, die keine Millionenbeträge im Jahr verdient haben

Die Einteilung als Berufskrankheit führt dabei dazu, dass von der Krankheit Betroffene, welche in diesem Beruf gearbeitet haben, einen Anspruch auf Leistungen der gesetzlichen Unfallversicherung haben. Des Weiteren können auch vorbeugende Leistungen erbracht werden. Diese können in der Anbringung einer Schutzvorrichtung, dem Austausch gefährlicher Arbeitsstoffe, dem zur Verfügung stellen von Schutzausrüstungen und der Übernahme von speziellen therapeutischen Maßnahmen (BMAS, 2022).

Die Kriterien zur Anerkennung einer Berufskrankheit sind, laut KAISER und ZOBEL (Kaiser & Zobel, 2005), dass die Berufskrankheit:

- Nach gesicherten medizinischen Erkenntnissen durch besondere Einwirkungen verursacht ist,
- Denen bestimmte Personengruppen aufgrund ihrer Arbeit
- In erheblich größerem Maße ausgesetzt sind als die übrige Bevölkerung

Dabei wird in der Praxis meist davon ausgegangen, dass diese Kriterien erfüllt sind, sobald das Risiko einer Krankheit in der Berufsgruppe, der exponierten Gruppe, doppelt so hoch ist, wie in der durchschnittlichen Bevölkerung (Spahn, et al., 2015).

Weiterhin hat EVANS folgende ausführliche Kriterien für eine Erfüllung der ersten Bedingung benannt:

1. Die Prävalenz der Erkrankung ist in Querschnittsstudien bei exponierten höher als bei nicht exponierten Kontrollprobanden.
2. Die Exposition ist in Fall-Kontroll-Studien bei Fällen mit der Erkrankung häufiger als bei Kontrollgruppen ohne die Erkrankung.
3. Die Inzidenz der Erkrankung ist in Kohortenstudien bei exponierten höher als bei nicht exponierten Kontrollprobanden.
4. Die Exposition geht der Erkrankung voraus.
5. Zwischen der Höhe der Exposition und der Häufigkeit der Erkrankung findet sich eine positive Dosis-Wirkungs-Beziehung.
6. Es besteht eine biologische Plausibilität zwischen Exposition und Erkrankung.
7. Eine Senkung der Exposition in Interventionsstudien führt zu einer Senkung der Erkrankungshäufigkeit.

2.2.2 Fußballprofi

Als Fußballprofi sollen in dieser Arbeit alle Personen gelten, die für ihre Tätigkeit als Fußballspieler gesetzlich unfallversichert sind. Dies trifft auf Sportler zu, die der Einkommensteuer und den Sozialversicherungsbeiträgen unterworfen sind und dabei jeden Monat mehr als 200 € netto verdienen. Zusätzlich gilt die Voraussetzung, dass der Fußballer 8,50 € pro Stunde für seine Tätigkeit verdient haben muss (VBG, 2019).

2.3 Belastungen beim Fußball

Beim Fußball ist der Körper und insbesondere die unteren Extremitäten (Hess, 2001) starken Belastungen ausgesetzt, von denen einige im Folgenden aufgeführt werden. In einem Fußballspiel können dabei im Durchschnitt mehr als 1700 Einzelaktionen pro Spiel beziehungsweise eine Einzelaktion alle drei Sekunden gezählt werden (Rahnama, et al., 2002).

2.3.1 Belastungen durch das Laufen

Bei einem Fußballspiel auf hohem Niveau liefen die Spieler, bei Untersuchungen im Jahr 2000, zwischen 8,6 und 11,4 km. Diese Strecke lässt sich noch weiter zwischen Mittelfeldspielern (10,1-11,4 km) und Verteidigern/Stürmern (8,6-10,6 km) aufteilen (Rienzi, et al., 2000). Die Gesamtbelastung durch das Laufen ist also positionsabhängig zu unterscheiden. Dieser Wert hat sich in den letzten Jahren jedoch nochmals gesteigert, woraus sich ableiten lässt, dass die Belastungen noch intensiver geworden sind. Heutzutage sind bei einigen Spielern auch Werte über 12 km pro Spiel keine Seltenheit (Kicker, 2022).

2.3.1.1 Sprints

MÜLLER und LORENZ (1996) haben in ihrer Messung der Laufstrecke ermittelt, dass 7% der Laufleistungen eines Spielers im Spiel auf Sprints beruhen (bei einer Laufleistung von 8.923 m). Diese 7% sind auf viele verschiedene kleine Sprints aufgeteilt. So sind 90% der Sprints kürzer als 30 m und 40% der Sprints sind kürzer als 10 m (Tracktics, 2022). Somit muss nicht nur gesprintet, sondern auch oft beschleunigt beziehungsweise abgebremst werden. Bei den Sprints herrscht eine anaerobe alaktazide³ Belastung. Bei einem Sprint werden dabei von vielen Spielern Geschwindigkeiten von über 30 km/h erreicht (Bundesliga, 2022). Für diese Art der

³ Dies ist eine Form der Bereitstellung von Energie, bei der ohne Beteiligung von Sauerstoff und ohne die Bildung von Laktat große Mengen Energie bereitgestellt werden

Belastung muss eine starke Oberschenkelmuskulatur vorhanden sein, um die explosiven Kräfte der Beschleunigung zu entwickeln, sowie die starken Kräfte des Abbremsens abzufangen.

2.3.1.2 Ausdauerläufe

Die Ausdauerläufe der Spieler decken die restlichen 93% der Läufe ab und lassen sich in Laufen (17%), Traben (44%) und Gehen (32%) einteilen (Müller & Lorenz, 1996). Die Ausdauerläufe scheinen dabei keiner besonderen Belastung zu unterliegen und sind wohl mit den Belastungen eines normalen Ausdauerportlers vergleichbar.

2.3.1.3 Richtungswechsel

Nicht nur durch das Sprinten und die Läufe selbst, sondern auch durch abrupte Stopps und Richtungsänderungen wird das Knie beansprucht. So müssen pro Spiel 20 massive und 120 mittlere Abbremsungen durchgeführt werden. Dabei müssen Geschwindigkeiten von 30 km/h und mehr abgebremst werden (siehe Kapitel 2.3.1.1). Dies bedeutet, wenn ein Gewicht des Spielers von circa 75 kg angenommen wird, dass nach der Gleichung (1) für die kinetische Energie innerhalb kürzester Zeit eine Energie von circa 2600 J (für $v = 30 \text{ km/h} = 8.34 \text{ m/s}$) aufgenommen werden muss.

Unter der Annahme, dass das Gewicht eines Spielers ca. 75 kg beträgt, so ergibt sich aus Gleichung (1):

$$E_{\text{kin}} = \frac{1}{2} \cdot m \cdot v^2 \quad (1)$$

In Gleichung (1) gilt:

m : Masse des Spielers [kg] (hier 75 kg)

v : Geschwindigkeit [m/s] (hier $30 \text{ km/h} = 8,34 \text{ m/s}$)

Daraus folgt, dass innerhalb kürzester Zeit eine Energie von 2600 J aufgenommen werden muss.

Zum Abfangen ist eine gute Stabilisierung des Kniegelenks von Nöten, damit dieses den starken Belastungen standhält und kein Bänderriss oder ähnliche Verletzungen auftreten.

2.3.2 Belastungen durch das Schießen

Beim Schießen des Balles wird dieser zum Teil auf über 100 km/h beschleunigt und der schnellste gemessene Schuss eines Fußballspielers hatte eine Geschwindigkeit von über 210 km/h⁴ (Geile Tore, 2017). Für solche Geschwindigkeiten müssen Kräfte von 4000 N und mehr aufgebracht werden. Dabei kommt es zu einer starken Belastung der Oberschenkelmuskulatur, da diese aus einer vorgedehnten Position explosiv Kraft entwickeln muss, wie es auch schon bei den Sprints der Fall war. In der Schlussphase wird dann die *ischiocurale* Oberschenkelmuskulatur auf der Oberschenkelrückseite zum Abbremsen der kinetischen Bewegung des Beines genutzt. Diese nimmt 85% der kinetischen Energie auf. Dabei sind Schüsse für 10% der Verletzungen im Fußball verantwortlich (Rahnama, et al., 2002).

2.3.3 Belastungen durch Tacklings

Tacklings sind beim Fußball für insgesamt 70% der Verletzungen verantwortlich. Diese 70% teilen sich in 50%, wenn jemand getackelt wird und 20% wenn das Tackling durchgeführt wird auf (Rahnama, et al., 2002). Dabei unterscheidet sich die Belastung je nach Geschwindigkeit, Ort des Treffers und dem Körperteil, mit dem getroffen wird. So ist eine Grätsche, bei der der Gegenspieler einen mit dem Schienbein am eigenen Schienbein erwischt weniger belastend als eine Grätsche, bei der der Knöchel von den Stollen des Gegenspielers getroffen wird, so lange beide bei der gleichen Geschwindigkeit stattfinden. Die ungefähre Energie, die dabei auf den Körper einwirken kann, wird durch die Rechnung in Kapitel 2.3.1.3 ersichtlich.

2.3.4 Belastungen durch Sprünge

Eine weitere Belastung stellen die Sprünge dar, mit denen zum Beispiel zum Kopfball gegangen wird. Bei diesen muss sich erst mit größtmöglicher Kraft vom Boden abgestoßen werden, um eine höchstmögliche Höhe zu erreichen, um danach die durch das Fallen aufgebaute Geschwindigkeit beim Kontakt mit dem Boden wieder abzufangen

⁴ Ob diese Messung tatsächlich der Realität entspricht, ist zweifelhaft, insbesondere da die Methoden zur Bestimmung der Geschwindigkeit leicht zu Abweichungen führen können. Des Weiteren gibt es zu diesem Thema keine wissenschaftlichen Arbeiten, sondern meist nur Zeitungsartikel. Somit beruft sich die obige Zahl auf einen solchen Zeitungsartikel, welcher schwerlich als wissenschaftliche Quelle zu behandeln ist. Trotzdem sollte hierdurch gezeigt sein, dass Fußballer sehr viel Kraft aufbringen können, um den Ball zu beschleunigen.

2.4 Das Kniegelenk

Das Kniegelenk, im Folgenden Knie genannt, ist eines der komplexesten Gelenke des menschlichen Körpers und konnte bis heute von der Forschung nicht in Gänze verstanden werden (Prescher, 2011, p. 1). Dabei sind die Anforderungen an das Knie hoch. Einerseits muss das Knie auch unter hohen Belastungen (siehe 2.3) standhalten und einen Teil des Körpergewichts tragen, andererseits muss das Knie eine gute Beweglichkeit aufweisen, um die freie Bewegung der Wade und des Fußes zu ermöglichen (Prescher, 2011, p. 1). Im Folgenden soll nun der Aufbau des Knies erläutert werden, um dann an diesem die biomechanische Funktionalität des Knies darzustellen.

Der im Folgenden beschriebene Aufbau kann anhand von Abbildung 1 nachvollzogen werden. Die Bestandteile des Knies lassen sich in zwei Kategorien einordnen. Diese sind einerseits die Knochen und andererseits die Weichteile. Zu den Weichteilen gehören dabei die Knorpel, die Menisken, Bänder und Sehnen. Außerdem gehören zu diesen noch die Gelenkkapseln und Schleimbeutel, welche nicht in Abbildung 1 ersichtlich sind.

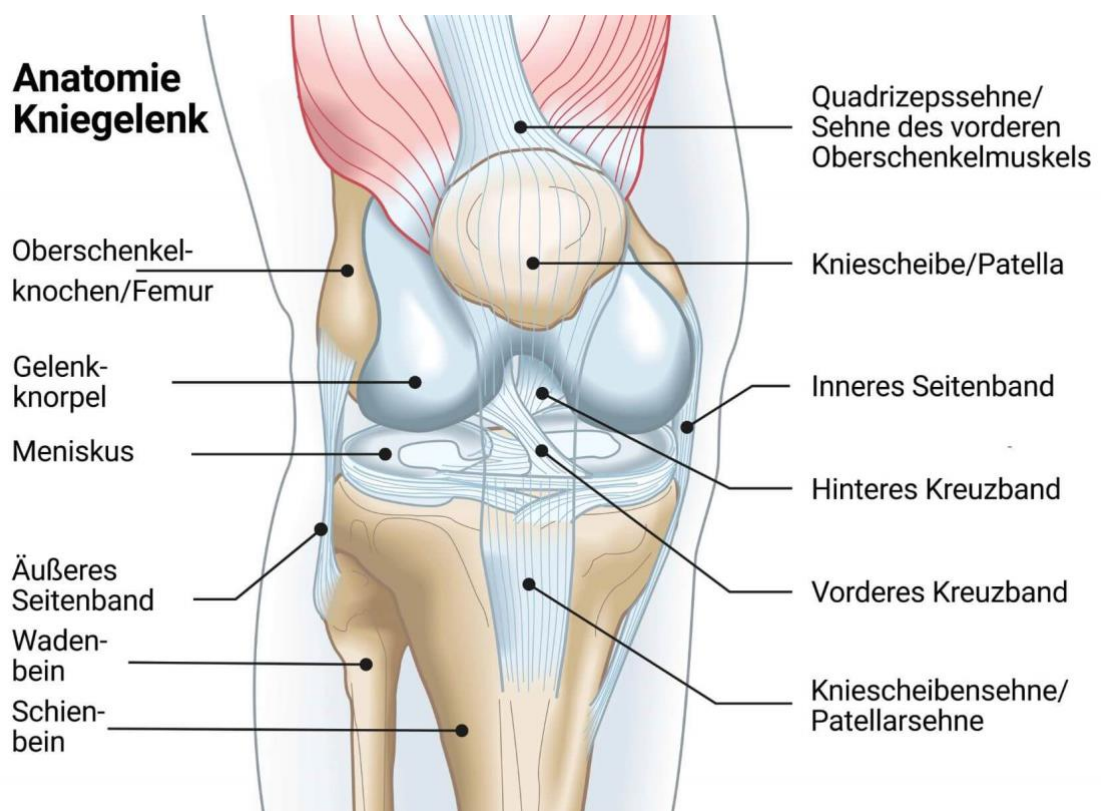


Abbildung 1: Das Kniegelenk (Weber, 2022)

Zu den Knochen gehören der Oberschenkelknochen, auch *Femur* genannt, die Kniescheibe (*Patella*), das Schienbein (*Tibia*) und das Wadenbein. Dabei kommt das *Femur* aus dem Oberschenkel und bildet im Knie dann zwei Gelenkrollen, welche mit Gelenkknorpel überzogen sind. Diese Gelenkrollen verzahnen sich im gestreckten Zustand mit der *Tibia*, wodurch das Knie stabilisiert wird und gleichzeitig eine Rotation verhindert wird. Des Weiteren befindet sich auf dem *Femur*, als Verbindung der Gelenkrollen, ein Gleitlager für die *Patella*. Außerdem haben die später beschriebenen Kreuz- und Seitenbänder am Femur ihren Ursprung (Prescher, 2011, p. 1ff).

Der Zweite Knochen im Knie, die *Patella*, sitzt in einem Gleitlager auf dem Femur und ist in der Quadrizepssehne eingelagert. Ihre Aufgabe besteht darin die Wirksamkeit der Sehne zu steigern, indem deren Hebelwirkung verstärkt wird. Außerdem verringert die *Patella* die Belastung des Kniegelenks und schützt dieses bei Stürzen (Kapandji, 2006).

Der dritte Knochen im Knie ist der *Tibia* bzw. der *Tibiakopf*. Dieser stellt das obere Ende des Schienbeines dar und ist plateauförmig aufgebaut, damit im gestreckten Zustand die Gelenkrollen des *Femurs* aufgenommen werden können. Dies sorgt für die oben bereits erwähnte Stabilität des Knies im gestreckten Zustand (Prescher, 2011).

Zu den wichtigsten Teilen im Knie gehört der Bandapparat, welcher zu den Weichteilen gezählt wird. Dabei kann der Bandapparat in den vorderen, den seitlichen und den hinteren Bandapparat sowie den zentralen Bänderkomplex eingeteilt werden. Der vordere Bandapparat ist, gemeinsam mit der *Patella*, für die Streckung des Knies zuständig. Der vordere Bandapparat ist dreilagig aufgebaut. Von diesen Schichten liegt eine oberhalb der *Patella*, eine verläuft seitlich zu dieser und eine verläuft unterhalb der *Patella*. Die Schichten bestehen aus insgesamt zwölf Teilen, wie der Abbildung 2 zu entnehmen ist. Dabei tragen einige der Bänder auch zu der Rotation des Kniegelenkes bei (Prescher, 2011).

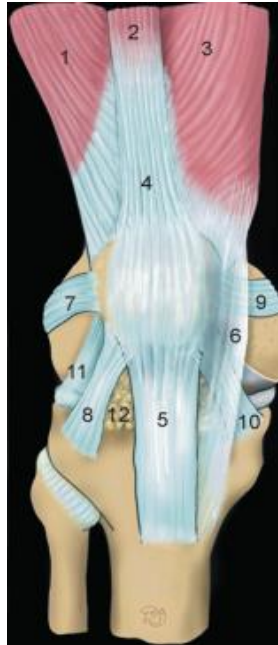


Abbildung 2: Vorderer Bandapparat (Prescher, 2011, S. 8)

Hauptverantwortlich für die Rotation des Kniegelenks ist jedoch der Seitenbandapparat, welche in Abbildung 3 gezeigt wird. Der seitliche Bandapparat teilt sich dabei in einen inneren (*tibiale*, Abbildung 3b) und einen äußeren (*fibulare*, Abbildung 3a) Bandapparat geteilt. In Summe besteht der seitliche Bänderapparat aus 25 Teilen. Die Bänder sind bei Streckung des Knies komplett gespannt und tragen so auch zur Stabilität bei. Erst bei einer Beugung des Knies entspannen sich dann die Bänder und ermöglichen so eine Rotationsbewegung des Gelenks. Dabei sind die Rotationsbewegungen allerdings auch durch den seitlichen Bänderapparat beschränkt, wenn diese erneut vollkommen gespannt sind (Prescher, 2011, p. 8ff.).

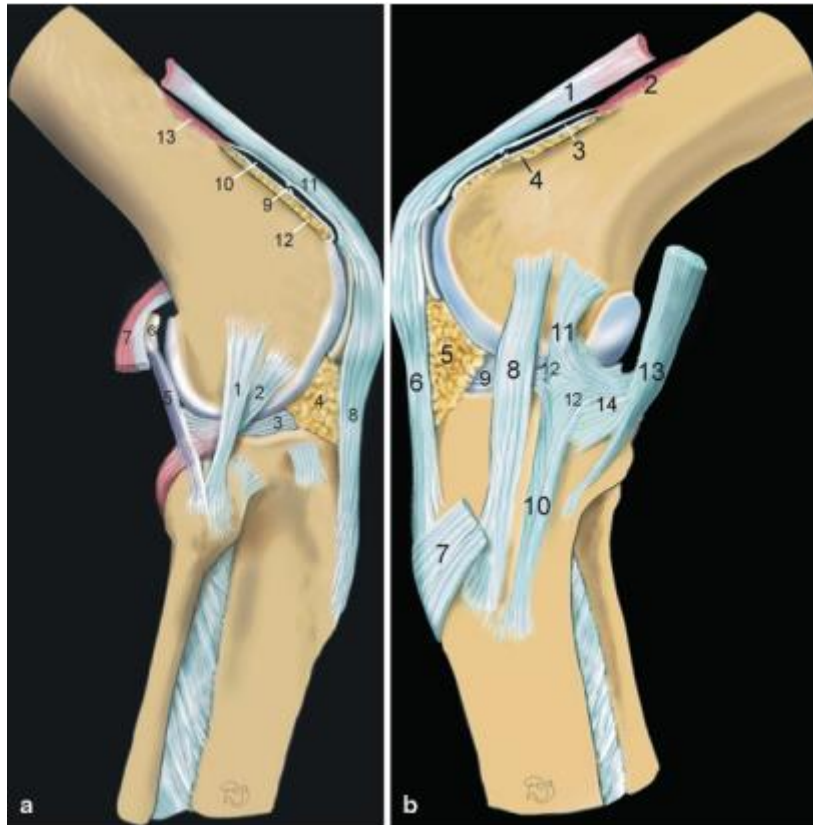


Abbildung 3: Seitlicher Bandapparat (Prescher, 2011, S. 9)

Der hintere Bandapparat hat einerseits die Aufgabe eine Überstreckung des Knies zu verhindern und andererseits das Knie zu beugen. Außerdem trägt der hintere Bandapparat zur seitlichen Stabilität bei. Dieser Apparat besteht aus insgesamt 11 Teilen, deren Aufbau in Abbildung 4 ersichtlich ist (Prescher, 2011, p. 10f.).

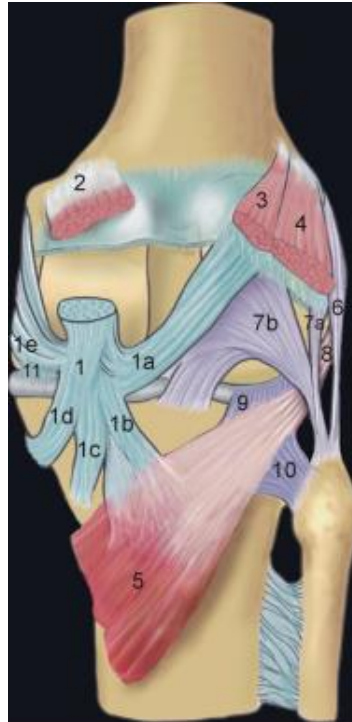


Abbildung 4: Hinterer Bandapparat (Prescher, 2011, S. 10)

Zuletzt ist zu den Bandapparaten noch der Zentrale Bandkomplex zu benennen, welcher vor allem aus den beiden Kreuzbändern besteht und einen großen Beitrag zur Stabilisierung des Knies leisten. Dieser ist in Abbildung 5 dargestellt.

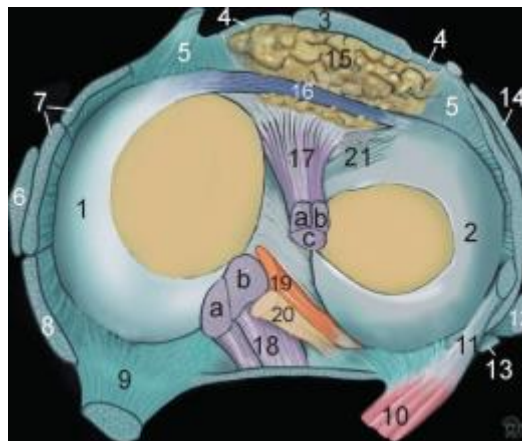


Abbildung 5: Zentraler Bandkomplex (Prescher, 2011, S. 12)

Ein weiterer zu nennender Bestandteil des Knies sind die *Menisken*, welche ebenfalls in Abbildung 5 sowie in Abbildung 1 ersichtlich sind. Diese liegen zwischen *Femur* und *Tibia* und bilden eine verformbare und transportable Gelenkschale für die Gelenkrollen des *Femur*. Durch die Beweglichkeit der Menisken vergrößert sich

der Gelenkspielraum im Vergleich zum Spielraum ohne die zusätzliche Gelenkschale. Außerdem wird durch die vergrößerte Auflage Fläche der *Femurgelenkrollen* auf dem *Tibiakopf* eine besser Lastaufnahme gewährleistet. Damit unterstützen die *Menisken* sowohl die Beug, als auch die Streck, als auch die Rotationsbewegung des Knies. Den größten Einfluss haben die *Menisken* jedoch im gestreckten Zustand, wenn Femur und *Tibia* aufeinander ruhen (Prescher, 2011, p. 13f.).

Auch wenn das Knie, aufgrund seines komplexen Aufbaus, noch viele weitere Bestandteile besitzt, wurden hier nur die wesentlichen Bestandteile aufgeführt, während die anderen Teile eher eine unterstützende Funktion haben. Zu nennen wären hier z.B. die Schleimbeutel (Bursa), welche reibungsvermindernde Flüssigkeiten absondern (Prescher, 2011, p. 15). Außerdem gäbe es noch Nerven und Blutgefäße, welche ebenfalls Teil des Knies sind.

2.5 Gonarthrose im Kniegelenk

2.5.1 Das Krankheitsbild der Gonarthrose

Die *Gonarthrose*, auch *Osteoarthrose* genannt, ist eine degenerative, primär nicht entzündliche Erkrankung des Kniegelenks (Reichel, 2000). Dabei wird die Erkrankung je nach hauptsächlich betroffenem Teil des Gelenks spezifiziert. Dabei gibt es vier Unterarten der *Gonarthrose* (Pap & Meinecke, 2011, p. 33):

- die unikompartimentelle *patellofemorale* Arthrose
- die unikompartimentelle *femorotibiale* Arthrose
- die bikompartimentelle *femorotibiale* Arthrose
- die trikompartimentelle, *patellofemorotibiale* Arthrose (*Pangonarthrose*)

Dabei ist jedoch zu beachten, dass die Arthrose nur ein Sammelbegriff ist um verschiedene Krankheiten zu beschreiben, welche zu Schäden am Gelenkknorpel sowie zu Veränderungen des darunter liegenden Knochens führen. Außerdem wurden in einer weiteren Definition die Involvierung des gesamten Gelenks, also auch Bänderapparat, Kapseln, Muskeln etc. ausgedrückt. Somit ist die *Gonarthrose* also ein Oberbegriff für Krankheiten mit verschiedenen Ätiologien, welche sich auf ähnliche Art und Weise im Gelenk manifestieren (Pap & Meinecke, 2011, p. 34).

Aus den verschiedenen Krankheiten, die zur *Gonarthrose* führen können, folgt ebenso, dass eine *Gonarthrose* aus verschiedensten Ursachen entstehen kann, welche zum Teil noch nicht vollständig erforscht wurden. Somit wurden *Gonarthrosen* in zwei Arten aufgeteilt. Einerseits in die idiopathische *Gonarthrose* und andererseits die sekundäre Arthrose. Dabei zählen zu den idiopathischen *Gonarthrosen* alle Erkrankungen, für die keine unmittelbare Ursache gefunden werden konnte. Wenn eine Ursache gefunden werden kann, zählt man die Erkrankung zu den sekundären Arthrosen (Pap & Meinecke, 2011, p. 34).

Des Weiteren kann die *Gonarthrose* auch aufgrund ihrer schwere klassifiziert werden. Hierzu werden von KELLGREN und LAWRENCE (Kellgren & Lawrence, 1957) festgelegte Charakteristika genutzt. Diese sind die Osteophytenbildung, die Gelenkspaltverschmälerung, die *subchondrale* Sklerosierung, die Geröllzystenbildung und die Gelenkdeformierung. Aufgrund dieser Charakteristika entstanden dann Skalen zur Bewertung der Schwere der *Gonarthrose*. In der Praxis werden die genannten Skalen jedoch selten genutzt. Stattdessen wird hier die schwere der Arthrose weiterhin vor allem aufgrund der Schäden am Knorpel im Kniegelenk bestimmt. Dabei können die Knorpelschäden nach folgender Skala *makroskopisch* bewertet werden (Ayrat, et al., 1998):

- Grad 0 = normaler Knorpel
- Grad 1 = Knorpelerweichung, leichte Knorpelfibrillationen⁵
- Grad 2 = mäßige Knorpelfibrillationen
- Grad 3 = schwere Knorpelfibrillationen
- Grad 4 = ausgeprägte Erosionen mit Knorpelglätze

Des Weiteren gibt es auch eine Skala zur *mikroskopischen* Bewertung, welche hier nicht weiter erläutert werden kann, da die den Umfang des Kapitels übersteigen würde.

2.5.2 Ursachen für Gonarthrose

Viele der Ursachen für *Gonarthrose* sind bis heute nicht abschließend erklärt, jedoch steht fest, dass die *Gonarthrose* nicht aufgrund der Abnutzung des Kniegelenks durch dessen Benutzung im Alltag entsteht. Stattdessen wurde

⁵ *Fibrillation* bedeutet dabei, dass die Oberfläche des Knorpels nicht länger glatt, sondern faserig ist. Dies kann von einer leicht veränderten Oberfläche bis hin zu sichtbaren Löchern in der Oberfläche führen.

festgestellt, dass die Ursache für Arthrose in den Selbstheilungsversuchen des Körpers zu finden ist. Dies zeigt nochmals, weshalb die *Gonarthrose* nur ein Sammelbegriff für verschieden Krankheiten, aber auch Verletzungen, des Kniegelenks sein kann. Denn wenn *Gonarthrose* die Reaktion des Körpers auf Gelenktraumatisierungen und Gelenkzerstörungen ist, und diese durch verschiedene Krankheiten entstehen können, dann hat auch *Gonarthrose* unterschiedliche Ursachen, welche letztendlich zu einem ähnlichen Krankheitsbild führen (Pap & Meinecke, 2011, p. 38f.).

Dabei entscheiden die schwere der Schädigung des Gelenks und die Stärke der Gegenreaktion des Körpers über den Grad der Arthrose. Dies führt dazu, dass Einflussfaktoren sowohl in der Schädigung als auch in der Reaktion des Körpers gesucht werden müssen. Dies bedeutet, dass zwei Menschen mit der exakt gleichen Schädigung des Gelenks dennoch einen unterschiedlich starken Grad der Arthrose erreichen können, zum Beispiel aufgrund eines anderen Geschlechts, anderer Gene, dem allgemeinen Gesundheitszustand (Adipositas etc.) und viele andere Einflüsse (Pap & Meinecke, 2011, p. 39). Umgekehrt bedeutet dies auch, dass zwei Personen mit demselben Arthrose Grad dennoch eine unterschiedlich starke Schädigung erfahren haben könnten⁶. In Summe gibt es also viele Faktoren, die die Bildung von Arthrose beeinflussen. Zusätzlich zu den genannten Faktoren, die eine Reaktion des Körpers beeinflussen können, gibt es auch verschiedene Faktoren, welche zur Schädigung des Gelenks beitragen können. Zu diesen Faktoren gehören verschiedene körperliche Fehlstellungen (zum Beispiel die Varus-Valgus Laxität), aber auch physische Aktivität, Trauma, Gelenkachsen und *Menisketomie* Risikofaktoren für das Entwickeln einer *Gonarthrose*. All die genannten Risikofaktoren lassen sich dabei in zwei Kategorien unterteilen. Diese Kategorien sind einerseits die systemischen Faktoren, also Dinge die das gesamte System des Körpers betreffen, wie zum Beispiel die ethnische Zugehörigkeit, und andererseits die lokalen Faktoren, welche das Knie direkt betreffen. Ein Beispiel

⁶ Dies könnte im späteren Verlauf zu Problemen bei der Bewertung der Studien führen, da unklar ist, inwiefern die Erkrankung der untersuchten Person aufgrund von äußeren Faktoren zustande kam. Hierbei nimmt der Einfluss der äußeren Faktoren zwar mit der Gruppengröße ab, da sich aus allen Personen in den Testgruppen ein Mittel der andern äußeren Einflüsse bilden sollte, jedoch müssten hierzu die Gruppen (also sowohl die der Fußballer als auch die der Vergleichspersonen) vergleichsweise groß sein, was eine Herausforderung für die Studien darstellen könnte.

hierfür sind die Traumata, welche oben bereits genannt wurden (Pap & Meinecke, 2011, p. 41).

All diese Risikofaktoren sind dabei im Rahmen diese Arbeit von besonderem Interesse, da dies Fußballer beeinflussen. So haben Fußballer eine erhöhte Physische Aktivität, sind einem erhöhtem Trauma Risiko ausgesetzt (Fouls etc.), neigen eher zu Gelenkachsen (O-Beine) (GOTS, 2019) und Sportler müssen sich des Öfteren einer *Menisketomie* unterziehen (Hutterer , 2022) Somit scheint es, als wären Fußballer gewissen Risikofaktoren eher ausgesetzt als die Durchschnittsbevölkerung, was Anlass gibt, zu untersuchen, inwiefern die *Gonarthrose* eine Berufskrankheit sein könnte.

3 Methodik

Anders als in anderen Arbeiten zur Feststellung, ob *Gonarthrose* eine Berufskrankheit sein sollte, wurde in dieser Arbeit keine Analyse der vorhandenen Studien durchgeführt, anders als zum Beispiel in der Metaanalyse von zum Beispiel SPAHN et al. (2015). Das exakte Vorgehen und eine genauere Begründung des werden im Folgenden dargestellt.

3.1 Vorgehen bei der Beantwortung der Leitfrage

Das Vorgehen in dieser Arbeit ist so aufgebaut, dass anhand von anderen bestehenden Berufskrankheiten Argumentationswege hergeleitet werden sollen, welche auch für die *Gonarthrose* bei Profifußballern erfolgsversprechend sein könnte. Hierzu wurden insgesamt drei Krankheiten aus der Liste der Berufskrankheiten (BAUA, 2021) ausgewählt, welche aus unterschiedlichen Gründen Ähnlichkeit zur *Gonarthrose* bei Profifußballern haben. Diese, bereits als Berufskrankheit anerkannten, Krankheiten sind erstens die „*Gonarthrose durch eine Tätigkeit im Knien oder vergleichbarer Kniebelastung mit einer kumulativen Einwirkungsdauer während des Arbeitslebens von mindestens 13 000 Stunden und einer Mindesteinwirkungsdauer von insgesamt einer Stunde pro Schicht*“ (Berufskrankheitennummer: 2112), zweitens die „*Fokale Dystonie als Erkrankung des zentralen Nervensystems bei Instrumentalmusikern durch feinmotorische Tätigkeit hoher Intensität*“ (Nummer: 2115) und drittens die „*Meniskusschäden nach mehrjährigen andauernden oder häufig wiederkehrenden, die Kniegelenke überdurchschnittlich belastenden Tätigkeiten*“ (2102). Dabei wurde die erste Krankheit gewählt, da hier dasselbe Krankheitsbild bei einer anderen Berufsgruppe

bereits als Berufskrankheit anerkannt wurde. Die zweite Krankheit wurde gewählt, da die Berufsgruppe der Instrumentalmusiker einige Ähnlichkeiten mit der Berufsgruppe der Profifußballer hat. Insbesondere überschneiden sich einige Probleme bei der Feststellung als Berufskrankheit. So ist ein Problem bei der Festlegung der *Gonarthrose* als Berufskrankheit für Fußballprofis, dass die Tätigkeit des Fußballspielens bereits lange vor der bezahlten Tätigkeit im Kindesalter beginnt (Spahn, et al., 2015). Dieses Problem besteht ebenso für Musiker, welche ebenfalls meist seit ihrer frühen Kindheit ihr Instrument üben. Die dritte Krankheit wurde ausgewählt, da diese Krankheit ebenfalls eine Knieverletzung ist und neben anderen Berufsgruppen auch für Berufssportler gilt. Insbesondere ist hier die Untersuchung von MEYER-CLEMENT (2018) interessant, da hier eine Kausalität zwischen Meniskusschäden und der Tätigkeit als Profisportler hergestellt wurde. Das Vorgehen in dieser Arbeit könnte als Vorbild für den Kausalitätsnachweis zwischen Fußball und einer *Gonarthrose* genutzt werden. Dieser wird nach EVANS (1976) benötigt, um eine Berufskrankheit festzustellen.

Tab. 1: Berufskrankheiten, welche der Gonarthrose ähneln

Nummer der Krankheit	Bezeichnung	Betroffene Gruppen	Begründung
2102	<i>Meniskusschäden nach mehrjährigen andauernden oder häufig wiederkehrenden, die Kniegelenke überdurchschnittlich belastenden Tätigkeiten</i>	<i>Bergbauer, Ofenmaurer, Fliesen/Pakettleger, Rangierarbeiter, Berufssportler (Fußball, Tennis, Ski etc.) und allgemeine Arbeiten unter beengten Raumverhältnissen</i>	
2112	<i>Gonarthrose durch eine Tätigkeit im Knieen oder vergleichbarer Kniebelastung mit einer kumulativen Einwirkungs-dauer während des Arbeitslebens von mindestens 13 000 Stunden und einer Mindesteinwirkungs-dauer von insgesamt einer Stunde pro Schicht</i>	<i>Alle Berufsgruppen, deren Arbeit für insgesamt 13000 Stunden und mindestens eine Stunde pro Schicht auf den Knieen stattfindet und bei denen der Winkel zwischen Ober und Unterschenkel ca. 90° ist.</i>	<i>Die erhöhte Druckkraft auf die Knie beim Arbeiten im Knieen verursacht über lange Zeit Arthrose, da das Wachstum von Knorpel durch den Druck gefördert wird.</i>
2115	<i>Fokale Dystonie als Erkrankung des zentralen Nervensystems bei Instrumentalmusikern durch feinmotorische Tätigkeit hoher Intensität</i>	<i>Spieler verschiedenster Instrumente (Blas-,Zupf-, Tasten-, etc. Instrumente)</i>	

3.2 Begründung des Vorgehens

Dieses Vorgehen kann damit begründet werden, dass eine Feststellung der *Gonarthrose* als Berufskrankheit auf dem „klassischem“ Wege bisher gescheitert ist. Mit dem „klassischem“ Weg ist dabei gemeint, dass untersucht wird, ob das relative Risiko für eine Krankheit in einer Berufsgruppe mindestens doppelt so hoch ist, wie das der restlichen Bevölkerung (siehe Kapitel 2.2.1). Jedoch lässt sich beim Studium der Literatur zu diesem Thema feststellen, dass die Studien sowie die Metastudien zu immer stark unterschiedlichen Ergebnissen kommen. So stellten SPAHN et al. (2015) in ihrer Metastudie fest, dass das relative Risiko sich für Fußballspieler nicht verdoppelt (relatives Risiko: 1,3), solange der Fußballspieler keine Verletzungen des Knies in seiner Karriere erlitten hat. Zu einem anderen Ergebnis kommen jedoch FREIBERG, BOLM-AUDORFF und SEIDLER (2021), welche auch für nicht von Verletzungen beeinflusste Fußballspieler ein relatives Risiko von mindestens 2,7 festgestellt haben. Dies kommt vermutlich, da die verschiedenen Metastudien unterschiedliche Ausschlusskriterien besaßen und so zum Teil unterschiedliche Studien in die Metastudien inkludiert haben. Jedoch zeigen die stark unterschiedlichen Ergebnisse auch, dass Studien, welche sich mit *Gonarthrose* bei Fußballern beschäftigen, stark unterschiedliche Ergebnisse liefern, was für eine schlechte Qualität der Studien spricht. Die schlechte Qualität der Studien lässt sich dabei wohl darüber begründen, dass es schwierig ist, eine Studie aufzulegen, welche genügend Fußballspieler in ihrer Testgruppe hat, um statistisch verlässliche Ergebnisse aufzuweisen. Um das Problem der zu schlechten Studien zu umgehen, soll nun obiges Vorgehen (Kapitel 3.1) als Ansatz dienen. Das Ziel soll hierbei sein, einen Weg zu finden, der beschritten werden müsste, um *Gonarthrose* auch für Fußballer als Berufskrankheit zuzulassen. Ob dieser letztendlich erfolgreich wäre, kann hier nicht abschließend festgestellt werden. Jedoch werden in dieser Arbeit auch Indizien festgestellt, welche für eine Berufskrankheit feststellen, wie zum Beispiel die Möglichkeit, dass Arthrose tatsächlich durch Fußball spezifische Tätigkeiten verursacht wird.

4 Ergebnisse

Im Folgenden sollen nun die Ergebnisse nach obiger Methodik vorgestellt werden, um abschließend festzustellen, wie die *Gonarthrose* im Profifußball noch zur Berufskrankheit werden könnte.

4.1 Abgleich der Arthroserisiken mit den Belastungen im Profifußball

Die Risikofaktoren, welche eine Arthrose begünstigen, wurden bereits im Kapitel 2.5.2 behandelt. Diese Risikofaktoren wurden in systematische und in lokale Faktoren eingeteilt und lauten wie folgt (Pap & Meinecke, 2011, p. 41):

Systemische Faktoren:

- Adipositas
- Knochendichte
- Geschlecht
- Alter
- Ethnische Zugehörigkeit
- Andere (z.T. unbekannte) erbliche Faktoren

Lokale Faktoren:

- Physische Aktivität
- Trauma
- Muskelkraft
- Gelenkachse:
 - *Varus-Valgus* Laxität
 - *Anteroposteriore* Laxität
- *Propriozeption*
- *Menisketomie*

Dabei soll nun im Folgenden der Reihe nach geklärt werden, inwiefern die genannten Risikofaktoren in Verbindung mit einer Tätigkeit als Fußballspieler stehen. Begonnen werden sollte dabei mit dem ersten Risikofaktor, der Adipositas.

Die Adipositas ist eine Krankheit, unter der ein zu hohes Körpergewicht aufgrund eines stark erhöhten Körperfettanteils zu verstehen ist (Stiftung Gesundheitswissen, 2021). Aufgrund der hohen körperlichen Betätigung und der Ansprüche an die Körper von Profifußballern, lässt sich sagen, dass Profifußballer diesem Risikofaktor zu einem geringeren Grad ausgesetzt sind, als die durchschnittliche Bevölkerung. Somit sollte keinen positiven kausalen Zusammenhang zwischen einer Karriere als Fußballspieler und einer durch Adipositas begünstigten *Gonarthritis* geben wird. Viel mehr wird eine Karriere als Profisportler hier einen mindernden Einfluss

ergeben, da diese vermutlich zu einem gesünderen Lebenswandel beiträgt und deshalb auch Adipositas verhindert.

Die Knochendichte ist ein Maß für die Stabilität von Knochen. Dabei ist ein Knochen umso stabiler, desto höher seine Knochendichte ist. Eine niedrigere Knochendichte begünstigt somit die Entstehung einer *Gonarthrose*. Dadurch stellt sich die Frage, inwiefern eine Tätigkeit als Fußballspieler zu einer Ab- beziehungsweise Zunahme der Knochendichte führt. Zu diesem Thema hat eine Studie von P. PLATEN (1997) ergeben, dass aktive Spielsportler⁷ sowohl an der Lendenwirbelsäule als auch am Oberschenkel eine deutlich erhöhte Knochendichte haben, als inaktive Personen, aber auch als Ballett-Tänzer, Radfahrer und Jogger. Dies liegt vor allem an den in diesen Sportarten spezifischen Sprints, Abbremsungen und Richtungswechsel, welche für den Fußball bereits in Kapitel 2.3 vorgestellt wurden. Denn diese Belastungen bieten Trainingsreize für den jeweils belasteten Knochen, wodurch dieser vom Körper verstärkt wird. Diese Verstärkung geschieht durch Kalkeinlagerungen im Knochen. Somit lässt sich feststellen, dass Fußballer im Allgemeinen eine höhere Knochendichte als eine Durchschnittsperson haben sollten. Somit lässt sich auch bei diesem Risikofaktor feststellen, dass die Tätigkeit als Fußballspieler einen negativen Einfluss auf die Häufigkeit von *Gonarthrose* haben sollte.

Beim Geschlecht ist davon auszugehen, dass die Anzahl der Männer, die der Frauen deutlich übersteigt. Da diese Geschlechterverteilung jedoch eher gesellschaftliche und keine sportlichen Ursachen hat, kann dieser Unterschied im Sinne der Bestimmung von einem Zusammenhang zwischen *Gonarthrose* und Fußball wohl grundsätzlich ignoriert werden. Auch wenn es im Hinblick auf die Wahrscheinlichkeit einer Arthrose durchaus einen Unterschied machen kann, ob jemand männlich oder weiblich ist, so sollte dieser Unterschied für die Bestimmung als Berufskrankheit keinen Unterschied machen. Nur sollte dies bei einer Untersuchung des relativen Risikos bedacht und für das Geschlecht das jeweilige Risiko adjustiert werden.

⁷ Spielsportler sind dabei Sportler wie Fußballer, Handballer, Tennisspieler und weitere

In der Betrachtung des Alters sollte bedacht werden, dass Fußballer in ihrer aktiven Zeit meist nicht älter als 35 Jahre⁸ alt sind und meist in ihrer aktiven Karriere noch nicht von Arthrose betroffen sind (Spahn, et al., 2015, p. 38). Das Alter hat zwar einen starken Einfluss auf die Bildung der Arthrose, jedoch ist das Altern unabhängig von der Tätigkeit der jeweiligen Person, kann also keinen Einfluss auf die Einteilung der *Gonarthritis* als Berufskrankheit für Fußballspieler haben. Es sollte aufgrund des Alters als Risikofaktor jedoch bedacht werden, dass Vergleichsgruppen zur Feststellung eines relativen Risikos für *Gonarthritis* erstens gleichalt sein sollten und zweitens alt genug sein sollten, um überhaupt *Gonarthritis* zu entwickeln. Denn, wenn jemand aktive Fußballer, mit einer Gruppe aus durchschnittlichen Deutschen vergleichen würde, dann würde die Gruppe der durchschnittlichen Deutschen bedeutend älter sein und hätte dadurch vermutlich sogar mehr Arthrose, als die Profisportler. So waren lediglich 12% der Patienten im Alter zwischen 55 und 65 Jahren frei von Arthrosezeichen (Ostermeier & Marquaß, 2022), während das Durchschnittsalter der Deutschen im Jahr 2020 bei 44,6 Jahren lag (Rudnicka, 2022). Somit hätte der durchschnittliche Deutsche wohl aufgrund des Alters erheblich mehr Arthrose, als ein aktiver Fußballspieler, weshalb es ein eindeutiger Fehler wäre, zwei ungleich alte Gruppen für das relative Risiko einer *Gonarthritis* zu nutzen.

Bei der ethnischen Zugehörigkeit ließe sich wohl ebenfalls feststellen, dass die unterschiedlichen Gruppen einen unterschiedlichen Anteil an der Zahl der Fußballer hat. Dies ist vermutlich der Fall, da der Fußball kulturell bedingt in manchen Ethnien stärker vertreten ist als in anderen. So ist Fußball in Indien zum Beispiel nicht der beliebteste Sport, sondern Cricket (Diettrich, 2018), weshalb wohl bedeutend weniger Inder auf hohem Niveau Fußball spielen, als dies in europäischen Ländern der Fall ist. Dennoch sollte auch die Ethnie, wie das Geschlecht, beim Feststellen einer Berufskrankheit keine Rolle spielen. Lediglich das relative Risiko sollte für die jeweilige Ethnie adjustiert werden.

⁸ Hier gibt es auch einige Ausnahmen, welche vor allem in den unteren Ligen zu verordnen sind, in welchen zum Teil bereits Gehälter von über 200 € im Monat gezahlt werden, die Ansprüche aber noch gering genug sind, um auch mit 35 Jahren und älter noch (körperlich) mithalten zu können. So spielt der ehemalige HSV Spieler Piotr Trochowski heutzutage noch in der Hamburger Oberliga (HSV e.V., 2022), in der oft Gehälter über 200 € gezahlt werden (Fussballspieler.de, 2022). Demnach müssen auch diese Spieler noch mit in die Gruppe der eventuell von der Krankheit betroffenen einberechnet werden. (Kapitel 2.2.2) Der älteste Fußballer weltweit, Kazuyoshi Miura, ist außerdem mit 54 Jahren auch deutlich älter (Erdmann, 2022).

Für die restlichen erblichen Faktoren gilt, dass diese entweder zu wenig erforscht sind, um Aussagen über diese zu treffen oder nicht erwähnenswert genug sind, um einen relevanten Unterschied zwischen den Gruppen zu machen. Somit stellen auch diese Risiken keine Verbindung zwischen der Tätigkeit als Fußballspieler und einer Erkrankung mit *Gonarthrose* her.

Damit wäre die Betrachtung der systematischen Faktoren abgeschlossen. Dabei konnte festgestellt werden, dass durch keine der Faktoren ein positiver Einfluss des Fußballs auf die Anzahl der Arthroseerkrankung gezeigt werden konnte. Vielmehr konnte in zwei Fällen gezeigt werden, dass der Fußball sogar einen negativen Einfluss auf die Zahl der Arthrosefälle hat. Bis hierher scheint es also, als wäre Fußball gut für das Knie und könnte eine *Gonarthrose* eher verhindern. Doch müssen noch die lokalen Faktoren untersucht werden.

Der erste lokale Faktor ist die physische Aktivität. Diese wurde zwar in Form des Trainings zur Schaffung einer größeren Knochendichte bereits betrachtet, jedoch hat die physische Aktivität aufgrund der Belastung des Knies auch negative Auswirkungen auf das Knie und somit positive Auswirkungen auf die Zahl der Arthrosefälle. Im Allgemeinen gilt also, dass, *ceteri paribus*, eine höhere physische Belastung für eine höhere Wahrscheinlichkeit für eine Kniearthrose sorgt. Da Fußballer als Sportler naturgemäß einer hohen physischen Belastung ausgesetzt sind, ist auch zu erwarten, dass nach dieser Regel Fußballer auch eher zu *Gonarthrose* neigen. Somit wäre dies ein Faktor, der darauf hindeutet, dass eine Tätigkeit als Fußballspieler einen positiven Einfluss auf die Entwicklung einer *Gonarthrose* hat (Platen, 2009).

Auch von dem zweiten Faktor, der Knie traumata, sind Fußballspieler überdurchschnittlich oft betroffen. Die Gründe hierfür liegen, neben der höheren physischen Belastung, an den spezifischen Belastungen, denen Fußballer durch Tritte⁹ ausgesetzt sind. Einige der Verletzungen entstehen jedoch ohne Gegnereinwirkung beim normalen Laufen, Sprinten, Abbremsen oder Springen. So waren in einer Studie von LARSEN et al. (1999) 32 der Spieler von insgesamt 39 verletzten Spielern aufgrund von Gegnerkontakt am Knie verletzt worden. Die restlichen sieben Spieler wurden in Einzelaktionen ohne Gegnerkontakt verletzt.

⁹ Dabei sind sowohl das aktive Treten, als auch das passive Getreten werden mögliche Ursachen für Knie traumata (Rahnama, et al., 2002)

Insgesamt wurden dabei 55% der Spieler in ihrer Karriere verletzt. Dabei wurden zehn Spieler (15%) in ihrer Karriere mehrmals verletzt. Insgesamt wurden also 49 Verletzungen von Fußballspielern gemessen. Von denen waren einige an beiden Knien zugleich verletzt. Es bleibt nach LARSENS Studie also festzustellen, dass Fußball für eine hohe Anzahl an Knieverletzungen verantwortlich ist. Dabei bleibt zunächst unklar, ob Profifußballer stärker von diesen Verletzungen betroffen sind als Amateurspieler. Jedoch kann festgestellt werden, dass die Intensität der Spiele mit der Spielklasse steigt, wodurch Profispiele im Allgemeinen intensiver sein sollten als Amateurespiele. Durch die höhere Intensität sollten jedoch auch die Aktionen gegen den Gegenspieler intensiver werden, wodurch die Verletzungsgefahr eines Amateurs wohl geringer sein sollte als die eines Profis. Somit lässt sich feststellen, dass ein Profifußballer im Allgemeinen einer höheren Gefahr für ein Trauma im Knie ausgesetzt ist. Da eine Verletzung im Knie jedoch in 63% der Fälle zu Anzeichen einer Arthrose führen, führt diese größere Anfälligkeit dazu, dass das Arthroserisiko für den Fußballer im Vergleich zur normalen Bevölkerung steigt. In diesem Fall muss jedoch noch bedacht werden, dass ein Teil der Verletzungen der Fußballer im Knie Verletzungen des Meniskus waren. Insgesamt war an 17 der 49 Verletzungen der Meniskus beteiligt (Larsen, et al., 1999). Meniskusverletzungen werden jedoch bereits durch die Berufskrankheit 2102 beziehungsweise durch den letzten Risikofaktor behandelt.

Der dritte lokale Faktor ist die Muskelkraft. Bei diesem Faktor führt eine Zunahme der Muskelkraft zu einer Abnahme des Risikos für *Gonarthrose*. Dies ist der Fall, da eine gestärkte Muskulatur, vor allem eine gestärkte Oberschenkelmuskulatur, die Knochen entlastet und somit auch für ein geringeres Risiko einer Arthrose sorgt. Des Weiteren liefert die Muskelkraft, und vor allem die Ausgewogenheit der äußeren und inneren beziehungsweise hinteren und vorderen Oberschenkelmuskeln, einen Beitrag zur Entwicklung der Gelenkachsen. Dieser Risikofaktor wird jedoch erst im nächsten Absatz behandelt. *Welche Auswirkung hat die Tätigkeit als Fußballer also auf den Einfluss der Muskelkraft auf die Entwicklung einer Gonarthrose?* Diese Frage zu beantworten, sollte recht offensichtlich sein. Da ein Fußballer erheblich öfter trainiert, als es der Durchschnittsbürger tut, sollte auch seine Muskelkraft gegenüber diesen überlegen sein, so dass ein Fußballer aufgrund seiner Tätigkeit diesem Risikofaktor weniger stark ausgesetzt sein sollte.

Der dritte Faktor betrifft die Gelenkachse. Dabei ist sowohl eine Varus-Valgus Laxität (Abbildung 6), also ein nach innen beziehungsweise außen gebogenes Kniegelenk¹⁰, als auch eine *Anteroposteriore* Laxität, ein nach vorne/hinten gebogenes Kniegelenk, ein Risikofaktor für eine *Gonarthrose*. Dabei findet in der Literatur für das Kniegelenk eher die *Varus-Valgus* Laxität Aufmerksamkeit, weshalb sich hier auf diese konzentriert werden soll.

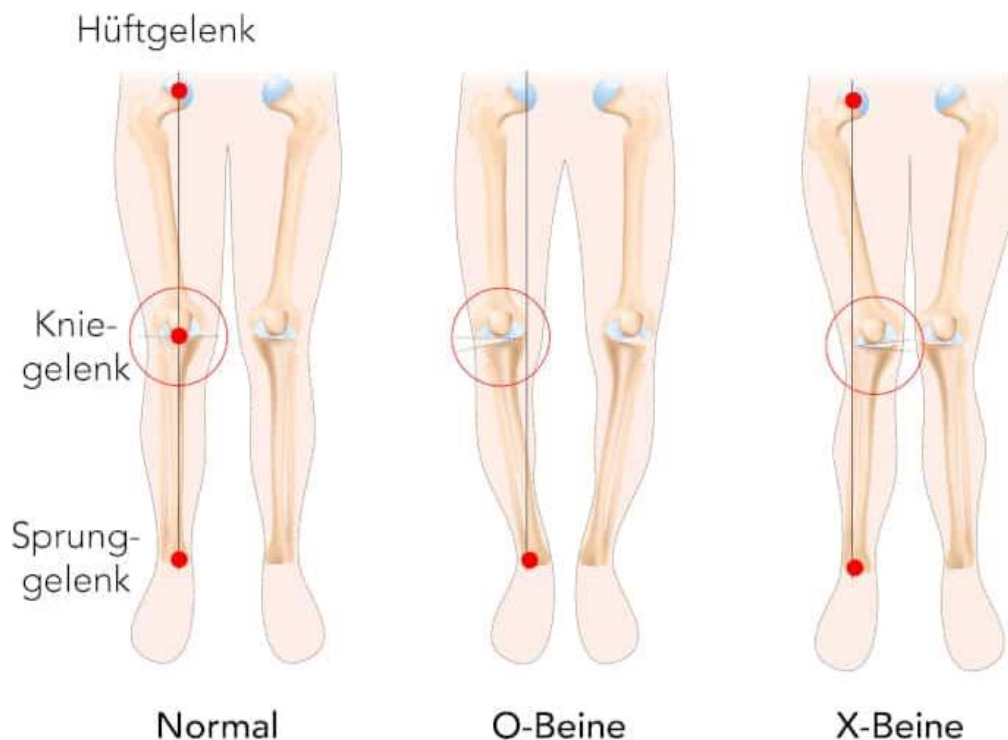


Abbildung 6: Darstellung der Varus (O-Beine) und Valgus (X-Beine) Fehlstellung (Liebscher-Bracht, 2022).

Dabei lässt sich durch Beobachtungen feststellen, dass Fußballspieler überdurchschnittlich häufig unter O-Beinen leiden. Jedoch ließ sich lange Zeit nicht feststellen, ob Profifußballer O-Beine haben, weil sie Fußball spielen oder ob Menschen mit O-Beinen eher Fußballprofis sind, weil sie besser Fußballspielen. Jedoch zeigen neuere Untersuchungen, dass das Fußballspielen in der Jugend, aufgrund der noch nicht geschlossenen Wachstumsfugen, die Entwicklung von O-Beinen fördert (GOTS, 2019) Dabei werden die Wachstumsfugen in den Beinen bei Mädchen zum 14. oder 15. Lebensjahr und die der Jungen zum 16. Lebensjahr geschlossen. Somit ließe sich also feststellen, dass der Fußball eine Fehlstellung in

¹⁰ Auch X- bzw. O-Beine genannt.

der Gelenkachse verursacht und damit mitverantwortlich ist für ein erhöhtes Arthroserisiko. Jedoch findet in diesem Fall die Schädigung meist vor Beginn eines Arbeitsverhältnisses im Zusammenhang mit Fußball statt, also zu einem Zeitpunkt, zu dem der jeweilige Profi noch nicht unfallversichert war und damit noch keine Ansprüche auf Entschädigungen hatte. Hier hilft jedoch der Vergleich mit Berufskrankheit 2115 (siehe Kapitel 3), bei der ebenfalls davon auszugehen ist, dass eine Schädigung bereits vor dem Beginn der Anstellung begonnen hat. Es sollte also trotz der Schädigung vor Beginn der Anstellung möglich sein, diesen Risikofaktor mit in die Berechnung einzubeziehen.

Der nächste und vorletzte Risikofaktor ist die *Propriozeption*. Dieser Begriff ist mit der Tiefensensibilität gleichzusetzen und beschreibt die Wahrnehmung für den eigenen Körper. Genauer gesagt besagt sie die Fähigkeit zur Wahrnehmung von Dingen wie der Stellung der Gelenke, der benutzten Kraft im Muskel und ähnlichem. Dabei ist die *Propriozeption* grundsätzlich bei sportlicheren Menschen ausgeprägter, wird also durch den Sport trainiert. Sportler können ihre Gelenke also besser und dosierter bewegen, wodurch sich die Gefahr von Verletzungen reduziert. Sportler sind durch die bessere *Propriozeption* also besser vor Schäden im Knie geschützt und die *Propriozeption* hat in diesem Sinne einen negativen Einfluss auf die Entwicklung von Arthrose bei Profifußballern (Häfelinger & Schuba, 2013).

Der letzte Faktor ist der der *Menisketomie*. Dieser Faktor ist bei der Betrachtung der *Gonarthrose* als Berufskrankheit jedoch schon durch die Berufskrankheit 2101 (Siehe Kapitel 3) abgedeckt. Diese werden also schon als Berufskrankheit gewürdigt und auch wenn dann noch eine *Gonarthrose* auftreten sollte, sollte die auch bereits als Folge der ersten Krankheit gewürdigt werden. Hier lässt sich also feststellen, dass der Einfluss eigentlich positiv ist, da diese Art der Krankheit eher bei Fußballern auftritt, jedoch sollte letztlich ein neutraler Einfluss notiert werden, da diese Seite der *Gonarthrose* bereits durch eine Berufskrankheit abgedeckt ist (Spahn, et al., 2015).

In Tabelle 2 sind nun noch einmal die Erkenntnisse aus diesem Kapitel notiert. Ein positiver Einfluss bedeutet dabei, dass das Risiko für eine *Gonarthrose* steigt, weil eine Tätigkeit als Fußballprofi vorliegt (Fußball ungesund für den Risikofaktor), Negativ bedeutet, dass er sinkt (Fußball gesund) und neutral bedeutet, dass von

der Tätigkeit als Fußballprofi auf diesen Risikofaktor kein Einfluss ausgeht. Die Einflüsse sind dabei immer *ceteri paribus*, also unter ansonsten gleichen Umständen zu sehen. Es werden also zwei Menschen miteinander verglichen, die sich nur in dem einen Faktor unterscheiden. Zum Beispiel kann der Unterschied nur darin bestehen, dass bei einer Person ein Trauma bestand und bei der anderen nicht, während alle anderen Risikofaktoren dieselben sind.

Tab. 2: Einflüsse der Risikofaktoren

Negativer Einfluss	Positiver Einfluss	Neutraler Einfluss
<ul style="list-style-type: none"> – Adipositas – Knochendichte – Muskelkraft – Propriozeption 	<ul style="list-style-type: none"> - Knie traumata - Gelenkachsen - Physische Aktivität 	<ul style="list-style-type: none"> – Alter – Geschlecht – Ethnische Zugehörigkeit – Restliche erbliche Faktoren – Menisketomie

Somit lässt sich feststellen, dass durch die Tätigkeit als Fußballprofi sowohl einige Einflüsse gemindert als auch einige erhöht werden. Dabei ist durch die reine Literaturrecherche nicht abschließend abzuwiegen, ob die positiven oder die negativen Einflüsse des Fußballspielens auf die Entwicklung einer *Gonarthrose* überwiegen. Lediglich von den Knie traumata lässt sich sagen, dass sie einen sehr stark positiven Einfluss haben (Larsen, et al., 1999). Also hat die Tätigkeit des Fußballspielens in Summe vermutlich einen positiven Einfluss auf die Entwicklung einer *Gonarthrose*, wenn der Fußballer eine Knieverletzung erlitten hatte. Ohne die Verletzung ist der Einfluss jedoch ungewiss und muss anhand von Studien untersucht werden.

4.2 Bisherige Untersuchungen zur Gonarthrose als Berufskrankheit von Profifußballern

In der Vergangenheit wurden bereits verschiedenste Untersuchungen unternommen, um festzustellen, ob Fußballer ein signifikant erhöhtes Risiko für eine *Gonarthrose* besitzen. Dabei wird meist zwischen dem Risiko von Fußballern die Verletzungen am Knie erlitten haben und denen, die keine erlitten haben unterschieden. Dabei stellen laut SPAHN et al. (2015) die Fußballer ohne

Verletzungen die entscheidende Gruppe dar, da Spieler mit Knie Traumata bereits Leistungen erhalten sollten, da diese Verletzungen entweder Meniskusschäden nach sich führen, also durch Berufskrankheit 2102 entschädigungswürdig sind, oder durch einen Unfall zustande kamen, wodurch der Fußballer auch einen Anspruch auf Leistungen hätte. Ein Unfall liegt dabei vor, wenn: „die versicherte Person durch ein plötzlich von außen auf ihren Körper wirkendes Ereignis unfreiwillig eine Gesundheitsschädigung erleidet. Die Unfreiwilligkeit wird bis zum Beweis des Gegenteils vermutet.“ (§178 Abs. 2 VVG) Alle Spieler also, deren Verletzung durch ein plötzliches Ereignis eintraten und die Gonarthrose als Spätfolge haben oder die auf Grund der andauernden¹¹ Belastung Meniskusschäden hatten, müssen von der Feststellung einer Berufskrankheit ausgeschlossen werden. Wenn dies nicht der Fall wäre, kämen sowohl SPAHN et al. (2015) als auch FREIBERG et al. (2021) zu dem Ergebnis, dass das *Gonarthrose* Risiko durch die Tätigkeit als Fußballer signifikant erhöht ist (siehe Tabelle 2). Dabei sind dies zwei Studien, die stellvertretend für das Problem mit den bisherigen Metastudien stehen, da sie zu stark unterschiedlichen Ergebnissen kommen. So stellen SPAHN et al. fest das für Fußballer keine Verdopplung des relativen Risikos für eine *Gonarthrose* besteht, wenn die Daten für Verletzungen adjustiert werden, während FREIBERG feststellt, dass diese Verdopplung besteht. Dabei haben beide Arbeiten zum Teil sogar auf dieselben Studien zurückgegriffen, beispielsweise die von SANDMARK und VINGARD (Sandmark & Vingard, 1999). Auch waren einige Studien bei beiden Autoren in der engeren Auswahl, wurden jedoch in eine Metastudie endgültig aufgenommen und in die andere nicht. So ist es zum Beispiel für LAU et al (Lau, et al., 2000). der Fall. Diese unterschiedliche Auswahl sorgt dafür, dass die Ergebnisse im Endeffekt so unterschiedlich sind. Außerdem ist die unterschiedliche Auswahl, bei der gleichzeitig ohnehin geringen Menge an verwendeten Studien (Tabelle 2) ein Indiz für die Qualität der Studien. Des Weiteren ist offenbar an den verwendeten Studien zum Teil etwas auszusetzen, da die verschiedenen Autoren unterschiedlich negativ bewerten, weshalb die Studien in einem Fall in die Metastudien aufgenommen werden und in einem anderen nicht. So begründen FREIBERG et al. (2021) die Ablehnung von LAU et al. (2000) mit der verwendeten Rekrutierungsmethode, während diese für SPAHN et al. (2015)

¹¹ Also im Gegensatz zum Unfall nicht in kürzester Zeit stattfindenden, sondern sich über Jahre entwickelnd

unproblematischer war. Außerdem sprechen sich sowohl FREIBERG et al. als auch SPAHN et al. für eine allgemeine schwache Studienlage aus. So kritisieren FREIBERG et al. (2021) das hohe Biasrisiko der Studien, welches unter anderem durch die fragliche Studienfinanzierung verursacht wurde. Eventuell ließe sich mit dieser schwachen Studienlage auch die unterschiedliche Auswahl an Studien erklären. Denn, wenn nur die Studien in den Metastudien verwendet worden wären, für die sich beide Autorengruppen entschieden haben, dann hätten die Studien nur einen Umfang von $n = 3^{12}$ (mit $n =$ Anzahl der enthaltenen Studien). Somit wurden eventuelle auch Studien verwendet, welche Schwächen aufzeigen, nur um eine angemessene Anzahl an Studien zu haben. Ein Beispiel für eine eher schwache Studie, die aber dennoch von beiden Metastudien verwendet wurde, ist THELIN et al. (2006). Bei dieser zählten bereits Personen zur Expositionsgruppe, die nur ein Jahr nach ihrem 16. Lebensjahr Fußball gespielt hatten. Ein weiterer Gedanke könnte sein, dass bewusst eher Studien ausgewählt wurden, welche zu dem gewollten Ergebnis führten, während andere Studien eher abgelehnt wurden. Dass so eine Vermutung aber überhaupt erst möglich ist, liegt auch an der schwachen Studienlage, welche dringend aufge bessert werden muss. Weitere Auffälligkeiten waren, dass insgesamt nur eine der verwendeten Studien bei FREIBERG et al. und keine der Studien bei SPAHN et al. die Dauer des Fußballspielens in Stunden angab. Somit war die Angabe einer Dosis-Wirkungsbeziehung auch nur auf diese eine Studie beschränkt. Insgesamt fällt auf, dass durch die bisherigen Studien keine klare Entscheidung hinsichtlich einer Berufskrankheit aufgezeigt werden, da die Studien in Summe, aufgrund unterschiedlichster Faktoren, zu stark widersprüchlich sind.

Tab. 3: Vergleich zweier Metastudien

Quelle	Relatives Risiko mit Verletzungen	Relatives Risiko ohne Verletzungen	Verwendete Studien
(Spahn, et al., 2015)	2,9	1,3	6
(Freiberg, et al., 2021)	2,3-4	2,81	9

¹² Bzw. eventuell auch $n=4$, da eine der Studien in FREIBERG et al. erst im selben Jahr wie Spahn et al. Veröffentlicht wurde.

4.3 Untersuchung ähnlicher Fälle, welche als Berufskrankheit klassifiziert wurden

Für diese Arbeit wurden der Fälle einer Berufskrankheit untersucht, die in einigen Eigenschaften der *Gonarthrose* ähneln. Diese werden in Tabelle 1 dargestellt. Dabei ähnelt die Krankheit 2102 der *Gonarthrose*, da hier ebenfalls Fußballer betroffen sind. Die Krankheit 2112 wurde gewählt, da es sich hier um *Gonarthrose* auf Grund einer anderen Belastung handelt (Arbeiten im Knien¹³), als die Fußballer ausgesetzt sind. Zuletzt wurde Krankheit 2115 gewählt, da diese von einer Krankheit durch das Musizieren handelt, ein Beruf, der gewisse Ähnlichkeiten mit dem eines Fußballers hat. So beginnt die Belastung des Betroffenen sowohl im Fußball als auch beim Musizieren meist schon in der frühen Kindheit. Denn um eine Chance auf diese Berufe zu haben, reicht es nicht nach der Schulzeit eine Lehre anzufangen oder zu studieren. Stattdessen muss bereits die gesamte Kindheit trainiert werden, um überhaupt eine Chance zu haben, mit den anderen mithalten. Doch wie schaffen diese Krankheiten es, als Berufskrankheiten zugelassen zu werden und welche Schlüsse für eine Zulassung der *Gonarthrose* als Berufskrankheit für Profifußballer können daraus geschlossen werden? Dies soll im Folgenden beantwortet werden.

Dabei soll mit Krankheit 2102 (Meniskusschäden nach mehrjährigen andauernden oder häufig wiederkehrenden, die Kniegelenke überdurchschnittlich belastenden Tätigkeiten) begonnen werden. Diese wurde 1952 für Bergmänner als Berufskrankheit zugelassen und 1988 auf alle Berufe erweitert. Dabei werden pro Jahr etwa 1000 – 1200 Verdachtsfälle angezeigt, jedoch von diesen nur ein Fünftel als Berufskrankheit zugelassen (Meyer-Clement, 2018). Es findet demnach für jede der Erkrankungen eine einzelne Kausalitätsprüfung statt, bei der nach Ursachen außerhalb der beruflichen Tätigkeit gefahndet wird. Weiterhin ist wichtig, dass für eine individuelle Zulassung als Berufskrankheit im Beruf eine von drei überdurchschnittlich belastenden Tätigkeiten vorhanden ist. Diese können sein (Meyer-Clement, 2018):

- Belastet Dauerzwangshaltung (schwere körperliche Arbeiten in Zwangshaltung der Kniegelenke),
- Harte Bewegungsbeanspruchung bei ungünstiger Gelenkstellung,

¹³ Jedoch kommt es hier auch auf die Art des Kniens an. Nicht jedes Knien ist Meniskusbelastend (Meyer-Clement, 2018)

- Pathologische Gelenkmechanik bei unkoordinierter Fehlbewegung.

Als Beispiele für Arbeiten, die die erste bzw. zweite Bedingung erfüllen, führt MEYER-CLEMENT (2018) die Arbeiter eines Bergbauers bzw. die Arbeit eines Fußballers an. Des Weiteren muss im Rahmen der Überprüfung begutachtet werden, ob der Meniskus die primäre Erkrankung ist oder nur sekundär auf eine andere Erkrankung folgt. Ein weiteres Kriterium zur Feststellung der Berufskrankheit ist außerdem, wie lange die Exposition her ist. So wird eine Kausalität nach mehr als 15 Jahren als unwahrscheinlich erachtet (Meyer-Clement, 2018). Für die *Gonarthrose* als Berufskrankheit bei Fußballern sollte also der Beweis erbracht werden, dass auch Jahre nach der Exposition der Fußball die Ursache einer Erkrankung sein kann. Eine solche Latenzzeit wird jedoch bereits bei der Begründung zur Berufskrankheit 2112 (Ärztlicher Sachverständigenbeirat, 2005) behauptet, sollte für die *Gonarthrose* also kein Problem darstellen. Weiterhin ist von Interesse, dass bei dieser Art der Verletzung keine Dosis-Wirkung-Beziehung besteht, welche laut EVANS (Evans, 1976), eine Bedingung für eine kausale Beziehung ist. Somit scheint es auch ohne den Nachweis einer Dosis-Wirkung-Beziehung möglich zu sein, eine Erkrankung als Berufskrankheit zuzulassen, obwohl EVANS dies eigentlich fordert. Zum Schluss lässt sich feststellen, dass diese Berufskrankheit, aufgrund ihrer Eigenschaft für alle Berufe offen zu sein, vermutlich keinen Beitrag zum Zulassen der *Gonarthrose* bei Fußballspielern als Berufskrankheit liefern kann. Die Hoffnung ein Argumentationsmuster zu finden, welches sowohl auf Meniskusverletzungen als auch auf *Gonarthrose* für Fußballer anwendbar ist, hat sich nicht erfüllt, da bei dieser Krankheit in jedem Fall detaillierte Einzelprüfungen stattfinden müssen und keine allgemeine Zulassung als Berufskrankheit explizit für Fußballer vorliegt. Jedoch zeigt diese Arbeit auf, dass lediglich eine Öffnung der *Gonarthrose* als Berufskrankheit für alle Berufsgruppen eine Lösung wäre. So könnte die *Gonarthrose* zukünftig eine ähnliche Stellung haben, wie die Meniskusschäden und alle Sportler, aber auch alle anderen Berufsgruppen, könnten Ansprüche auf Versicherungsleistungen haben. Hierzu wäre dann aber ein Beleg nötig, dass ihre professionelle Tätigkeit, und nicht etwa Freizeitbeschäftigungen oder ähnliches, für die Verletzung verantwortlich sind. Dies wäre aber dennoch ein Fortschritt im Vergleich zur jetzigen Situation.

Als zweites soll nun die Berufskrankheit 2112 (*Gonarthrose* durch eine Tätigkeit im Knien oder vergleichbarer Kniebelastung mit einer kumulativen Einwirkungsdauer

während des Arbeitslebens von mindestens 13 000 Stunden und einer Mindesteinwirkungsdauer von insgesamt einer Stunde pro Schicht). Zum Nachweis der kausalen Beziehung dieser Berufskrankheit wurden die Kriterien von EVANS (1976) genutzt, welche in Kapitel 2.2.1 genannt wurden. Dabei konnten die einzelnen Punkte durch insgesamt elf epidemiologische Studien, welche ein signifikant erhöhtes *Gonarthrose*risiko der untersuchten Berufsgruppen nachweisen konnten, unterstützt werden. Außerdem waren die Einwirkung der Arbeitsbelastung und die darauffolgende Erkrankung biologisch plausibel herleitbar. Nur die ebenfalls von EVANS geforderten Interventionsstudien konnten nicht durchgeführt werden, da die Durchführung dieser aufgrund der langen Latenzzeit der *Gonarthrose* nahezu unmöglich ist (Ärztlicher Sachverständigenbeirat, 2005). Letztlich half hier somit die gute Studienlage, die eine „konsistent positive Beziehung“ (Maetzel, et al., 1997) zwischen einer *Gonarthrose* und dem Arbeiten bei hoher Kniebelastung aufzeigte (Ärztlicher Sachverständigenbeirat, 2005). Dabei ist jedoch auffällig, dass keinesfalls alle existenten Studien, die in der wissenschaftlichen Begründung genannt werden, auf eine Verdopplung des relativen Risikos einer *Gonarthrose* hindeuten. Jedoch können für diese Studien Schwächen, zum Beispiel bei der Wahl der Kontrollgruppe, aufgezeigt werden. Dennoch ließen sich hier am Ende genug Studien ohne Schwächen auffinden, um eine ausreichende Evidenz für den Zusammenhang zwischen *Gonarthrose* und den statischen, die Knie belastenden Arbeiten nachzuweisen. Eine Auffälligkeit ist hierbei noch, dass die Arthrose hier für eine Anerkennung als Berufskrankheit beidseitig vorhanden sein muss, da auch beide Beine ungefähr gleich belastet sind (Meyer-Clement, 2018). Eine solche beidseitige Belastung wäre beim Fußball nur bedingt gegeben, da z.B. Rechtsfüßler übermäßig oft ihren rechten Fuß belasten.

Die letzte der drei Berufskrankheiten ist Krankheit 2115 (Fokale Dystonie als Erkrankung des zentralen Nervensystems bei Instrumentalmusikern durch feinmotorische Tätigkeit hoher Intensität). Diese wurde, anders als Berufskrankheit 2112, nicht durch die Kriterien von Evans (1976), sondern durch die Bradford-Hill Kriterien (Fedak, et al., 2015) begründet. Die Bradford-Hill Kriterien sind folgende:

1. Assoziationsstärke:
 - a. je größer die Assoziation zwischen Exposition und Krankheit, desto wahrscheinlicher ist es, dass sie kausal ist.
2. Konsistenz
 - a. Die Ergebnisse sind konsistent mit bekanntem Wissen (z.B. Erreger und Lebensmittelmatrix – Kombination ist bekannt)
3. Spezifität
 - a. Ein Risikofaktor verursacht nur eine Erkrankung (z.B. typische Symptome einer Salmonellose und nicht einer Hepatitis A Infektion)
4. Zeitlichkeit
 - a. Einer Erkrankung geht eine Exposition voraus (z.B. eine Erkrankung (Brechdurchfall) erfolgte im Zeitraum einer möglichen Inkubationszeit (2 Std.) nach vorangegangener Exposition (Reis)).
5. Biologischer Gradient («Dosis-Wirkung»)
 - a. Zeigt sich eine Dosis-Wirkungsbeziehung, so ist es wahrscheinlicher, dass ein Zusammenhang kausal ist (z.B. Personen, die mehr gegessen, getrunken haben sind schwerer krank als solche, welche kaum etwas davon gegessen haben).
6. Plausibilität
 - a. Ein plausibler Mechanismus zwischen Ursache und Wirkung (z.B. hohe Salmonellenzahlen in einem Lebensmittel führen zur Erkrankung).
7. Kohärenz
 - a. Die Ergebnisse aus den epidemiologischen, der betriebshygienischen, analytischen und medizinischen Untersuchungen widersprechen sich nicht. (z.B. Salmonellose wurde verursacht durch den Verzehr von Eiern, welche unter unhygienischen Bedingungen in eine Torte verarbeitet und bei Raumtemperatur belassen wurden).
8. Experimentell
 - a. Die experimentelle Überprüfung der epidemiologischen Daten (z.B. Nachweis von Botulismus Toxin im Mausmodell).
9. Analogie
 - a. In ähnlichen Ausbrüchen wurden ähnliche Reaktionen erreicht (z.B. EHEC auf Sprossen führen bei einigen Patientinnen oder Patienten zu HUS).

Dabei wurde die Stärke der Assoziation mittels einer Prävalenzschätzung der Musiker und Prävalenzdaten verschiedenster Studien und Länder über die Gesamtbevölkerung. Dabei ergab sich eine um den Faktor 100 erhöhte Prävalenz der Musiker gegenüber der Durchschnittsbevölkerung. Hierdurch ließ sich deutlich, trotz Unsicherheiten bei den Prävalenzeinschätzungen für die Musiker, zeigen, dass eine Assoziation der Exposition und der Krankheit besteht. Das Kriterium der Konsistenz wurde dann anhand der Ergebnisse von vier verschiedenen Studien zu diesem Thema bestätigt, da alle ungefähr gleiche Ergebnisse lieferten. Die Spezifität dieser Krankheit ist in diesem Fall ebenfalls eindeutig, da ein solch intensives Musizieren von mehreren Stunden pro Tag nur durch Musiker

durchgeführt wird und auch nur Musiker verstärkt von der Krankheit. Außerdem ließ sich feststellen, dass die Musikerdystonie sich je nach gespieltem Instrument unterschiedlich manifestiert. Wenn z.B. durch das Instrument vor allem eine Hand belastet ist, dann ist auch nur diese erkrankt. Weiterhin ist auch die zeitliche Abfolge eindeutig, da es keine Musiker gab, die nicht bereits mehrere 1000 Stunden der Belastung des Musizierens ausgesetzt sind. Eine Angabe des biologischen Gradients war aufgrund der Literatur jedoch nicht möglich, da sich die genaue Trainingsintensität nicht ermitteln ließ. Lediglich die Jahre der Tätigkeit konnten hier angegeben werden, reichen aufgrund der unklaren Intensität jedoch nicht, um eine Expositions-Wirkungs Beziehung ableiten zu können. Somit scheint es, dass auch diese Bedingung bei entsprechender Begründung umgangen werden kann, womit auch ein Problem der *Gonarthrose* bei Profifußballern umgangen werden könnte.

Außerdem konnte auch die Kohärenz bestätigt werden, da die Studien in allen relevanten Ergebnissen deckungsgleich sind. Auch konnte der Zusammenhang zwischen Exposition und Erkrankung experimentell bestätigt werden, da eine weniger starke Intensität auch zu einer Verringerung der Auswirkung der Krankheit führte. Zuletzt konnte die Analogie bestätigt werden, da ähnliche Belastungen auch zu ähnlichen Erkrankungen führten. Dies wurde am Beispiel des Schreibkrampfes erläutert (Ärztlicher Sachverständigenbeirat, 2016).

Im folgenden Kapitel soll nun untersucht werden, inwiefern das Vorgehen bei den Berufskrankheiten für eine Argumentation hinsichtlich einer Klassifizierung der *Gonarthrose* hin zu einer Berufskrankheit geeignet sind.

4.4 Mögliche Klassifizierung der *Gonarthrose* hin zu einer Berufskrankheit

Für eine Argumentation zur Klassifizierung der *Gonarthrose* als Berufskrankheit sind die Bradford-Hill Kriterien am besten geeignet, da diese genutzt wurden, um eine Berufskrankheit zu etablieren, die in vielen problematischen Eigenschaften Ähnlichkeiten mit der *Gonarthrose* bei Profifußballern hat. Des Weiteren waren die anderen Berufskrankheiten ungeeignet, um Argumentationen hinsichtlich einer Klassifizierung der *Gonarthrose* als Berufskrankheit zu finden. Dies lag bei der Berufskrankheit 2102 (Meniskusschäden) daran, dass keine spezielle Argumentation für die Gruppe der Fußballer geführt wurde. Vielmehr ging es hier um eine Krankheit, die für alle Berufsgruppen offen ist. Bei der Berufskrankheit 2112 (*Gonarthrose* durch statische Belastungen) wurde zwar ebenfalls für die

Gonarthrose als Berufskrankheit argumentiert, jedoch waren hier die Umstände stark unterschiedlich. So wurden nur Berufe untersucht, welche erst ab einem Alter von ungefähr 16 Jahren ausgeführt werden. Außerdem ist die Belastung stark unterschiedlich, da es sich bei den Berufen der Krankheit 2112 um Berufe mit statischer Belastung handelt, während hier eine dynamische Belastung vorliegt. Dies unterstreicht auch nochmals die Vielfalt der *Gonarthrose*, welche nur ein Sammelbegriff für verschiedenste Krankheitsbilder mit der Folge einer Knorpel- und Knochenveränderung im Kniegelenk ist. Somit wird mit der Berufskrankheit 2112 eine Krankheit beschrieben, die zwar ebenfalls *Gonarthrose* heißt, in der Entstehung jedoch wenig gemeinsam hat, mit der in dieser Arbeit untersuchten *Gonarthrose*. Deshalb lassen sich hier auch weniger Parallelen finden, als dies bei Berufskrankheit 2115 (Musikerdystonie) der Fall ist. Somit bleibt zur Analyse also das Vorgehen, wie es bei Berufskrankheit 2115 angewandt wurde. Hierzu müssen demnach die Bradford-Hill Kriterien erfüllt sein. Ob dies der Fall ist, wird anhand der einzelnen Kriterien systematisch untersucht.

Zum ersten Kriterium, der Assoziationsstärke, lässt sich dabei sagen, dass sich für die *Gonarthrose*, nach momentanem Forschungsstand, keine eindeutige Aussage treffen lässt, da Studien zu dem Thema meist widersprüchlich sind und auch die theoretische Herleitung nicht eindeutig ist (Kapitel 4.1). Hierzu sind vor allem weitere eindeutige Studien, sowie das Finden von Erklärungen für die zum Teil stark abweichenden Ergebnisse der bisherigen Studien notwendig. Das zweite Kriterium, die Konsistenz, ist aus denselben Gründen nicht erfüllt.

Das dritte Kriterium, die Spezifität, scheint bei der *Gonarthrose* ebenfalls nicht erfüllt zu sein. Ob dies jedoch problematisch ist, scheint unklar zu sein. Dies ist der Fall, da die *Gonarthrose* nur ein Sammelbegriff für Krankheiten verschiedenster Ursachen ist, welche sich ähnlich manifestieren. Somit kann die *Gonarthrose* per Definition nicht spezifisch für einige wenige Belastungen auftreten und es müssen viele Risikofaktoren vorhanden sein. Somit sollte das nicht Erfüllen dieses Kriteriums in diesem Fall nicht von Bedeutung sein.

Die Zeitlichkeit und somit das vierte Kriterium, ist erfüllt, da die verdächtigen Betroffenen vor ihrer Erkrankung lange Zeit intensiv Fußball gespielt haben. Jedoch gilt auch hier, dass selbstverständlich nicht alle von Arthrose betroffenen vorher

intensiv Fußball gespielt haben. Dies wird erneut von der Vielfältigkeit der Ursachen für Arthrose verursacht.

Das fünfte Kriterium, der biologische Gradient, ist wie bei der Berufskrankheit 2115 schwierig festzustellen. Da jedoch auch diese als Berufskrankheit zugelassen wurde, sollte dies hier auch nicht zu Problemen führen.

Die Plausibilität, das sechste Kriterium, ist ebenfalls erfüllt, da in Kapitel 4.1 gezeigt werden konnte, dass mehrere Risikofaktoren durch das Fußballspielen verstärkt auftreten, welche *Gonarthrose* verursachen. Es konnte lediglich nicht gezeigt werden, dass diese verstärkt auftretenden Risikofaktoren einen größeren Einfluss haben, als die weniger stark auftretenden Risikofaktoren. Dies könnte jedoch durch geeignete Studien bewiesen werden.

Die Kriterien sieben und acht, können ebenfalls bisher nicht bestätigt werden, da auch hier die Studienlage nicht ausreichend ist.

Das neunte Kriterium, die Analogie, lässt sich für die *Gonarthrose* bestätigen, weil auch bei ähnlichen Belastungen, zum Beispiel bei anderen Kontaktsportarten, Arthrose vermutlich verstärkt zu beobachten ist (Hausdorf & Reimers, 2018).

Abschließend lässt sich feststellen, dass auch durch dasselbe Argumentationsmuster wie bei der Berufskrankheit 2115 die *Gonarthrose* bei Profifußballern nicht endgültig als Berufskrankheit spezifiziert werden kann. Zwar werden viele Indizien hierfür gefunden, die schwache und oft widersprüchliche Studienlage lässt jedoch kein anderes Urteil zu. Diese Studienlage war der entscheidende Unterschied zwischen der *Gonarthrose* und Berufskrankheit 2115. Dabei war es bei der Berufskrankheit 2115 der Fall, dass die Musikerdystonie sehr spezifisch für Musiker ist, weshalb widersprüchliche Studienergebnisse beinahe unmöglich waren.¹⁴

¹⁴ Immerhin tritt diese um den Faktor 100 öfter bei Musikern auf, als in der Durchschnittsbevölkerung (Ärztlicher Sachverständigenbeirat, 2016)

5 Diskussion

5.1 Weitere Untersuchungen

Um endgültig zu einem Entschluss bezüglich der Einteilung der Berufskrankheit, zu kommen, müssen weitere Untersuchungen angestellt werden, da die Entscheidung bisher nicht eindeutig getroffen werden konnte. Dabei waren sowohl der genaue Mechanismus unbekannt als auch die Studienlage ungenügend. Der Fokus der weiteren Untersuchungen sollte jedoch auf dem Verbessern der Studienlage liegen, da auch ein genauer Mechanismus bei widersprüchlicher Studienlage nicht zur Anerkennung der *Gonarthrose* als Berufskrankheit führen würde. Dabei muss darauf geachtet werden, Variablen zu mindern, die das Ergebnis verfälschen könnten. Ein Ansatz wäre zum Beispiel eine unabhängige Finanzierung der Studien zu veranlassen und ein anderer wäre das Rekrutierungsverfahren der Testpersonen möglichst neutral zu gestalten. Zum Beispiel um zu verhindern, dass überdurchschnittlich viele ehemalige Spieler an der Studie teilnehmen, die bereits Knieprobleme haben, während Spieler ohne Knieprobleme die Anfragen ignorieren. Weiterhin werden bisherige Studien zu großen Teilen nur mit Fragebögen anstatt mit ärztlichen Untersuchungen durchgeführt. Dies könnte zu verfälschten Ergebnissen führen, wobei die Richtung der Verfälschung unklar ist. Somit sollte auch der Anteil an tatsächlichen ärztlichen Untersuchungen angehoben werden. Hierzu sind jedoch genügend Forschungsgelder von Nöten, insbesondere, wenn die untersuchten Gruppen statistisch aussagekräftige Ergebnisse liefern sollen und dementsprechend groß sind. Ein weiterer verfälschender Faktor könnten ehemalige Amateur Fußballer sein, welche an einer Profikarriere gescheitert sind, aber dennoch lange und intensiv dafür trainiert haben und deshalb dennoch der Belastung zumindest annähernd ähnlich stark ausgesetzt waren und so die Ergebnisse der Kontrollgruppe verfälschen könnten. Ein sinnvolles Vorgehen vor dem Auflegen neuer Studien wäre wohl, die Fehler der bisherigen Studien genauestens zu analysieren, um daraufhin Studien zu entwickeln, welche nicht zu Widersprüchen führen.

5.2 *Gonarthrose* als offene Berufskrankheit

Eine weitere Alternative, wäre die Einordnung der *Gonarthrose* als offene Berufskrankheit, wie es bei Berufskrankheit 2102 der Fall ist. Damit wäre es dann allen Sportlern möglich durch eine Einzelfallprüfung zur Anerkennung ihrer *Gonarthrose* als Berufskrankheit zu kommen. Inwiefern dies hilfreich wäre, lässt

sich jedoch hier nicht beurteilen, da es durch die Öffnung für alle Berufsgruppen zwar die theoretische Möglichkeit der Anzeige einer Berufskrankheit gebe, es jedoch unklar ist, inwiefern eine Einzelfallprüfung im Fußball ohne weitere Untersuchungen zum Erfolg führen könnte.

5.3 Maßnahmen zur Prävention

Da in dieser Arbeit keine eindeutige Einordnung der *Gonarthrose* als Berufskrankheit bei Profifußballern getroffen werden konnte, ist auch zweifelhaft, ob ein Interesse an präventiven Maßnahmen besteht, insbesondere da diese ohne eine Anerkennung als Berufskrankheit nicht von der Unfallversicherung gefördert werden. Ein weiteres Problem ist, dass der Schaden durch die *Gonarthrose* nur die Spieler und nicht die Vereine selbst betrifft, da die Erkrankungen nicht während der aktiven Karriere eintreten. Einer der Risikofaktoren, die Knieverletzungen, ist jedoch in jedem Fall schädigend für die Vereine, weshalb in diesem Bereich auch Präventionen möglich erscheinen, beziehungsweise meist bereits durchgeführt werden. Ein Ansatz könnte dabei Stabilisationstraining für die Knie sein, damit diese eher den Belastungen standhalten und weniger oft Traumata erleide. Dabei ist davon auszugehen, dass die bessere Stabilität auch die anderen Risikofaktoren mindert.

5.4 Schutz für Kinder und Jugendliche

Ein weiteres wichtiges Anliegen sollte sein, die Kinder und Jugendlichen zu schützen, welche bereits früh anfangen eine Karriere als Profifußballer anzustreben. Dies ist insbesondere der Fall, da sich einer der Risikofaktoren, die O-Beine, bereits in der Jugend entwickelt und auch bestand hat, wenn es letztlich nicht zu einer Karriere als Fußballer reicht. So hätten die Erwachsenen im späteren Leben dennoch *Gonarthrose*, ohne jeweils Ansprüche auf Leistungen der Unfallversicherungen zu haben, selbst wenn *Gonarthrose* als Berufskrankheit für Fußballspieler anerkannt werden sollte. Hierzu sollte die Sensibilität und das Verantwortungsbewusstsein in den Vereinen geschärft werden und Untersuchungen unternommen werden, wie sich die O-Beine bestmöglich verhindern lassen. Erste Ansätze könnten sein, im Training auf die Verhinderung von muskulären Dysbalancen zu achten und so den Schäden an den Wachstumsfugen entgegen zu wirken. Des Weiteren könnten Dehnübungen Abhilfe schaffen. So bestünde einerseits die Hoffnung, dass kein Kind im späteren Leben darunter leiden muss, seinen Traum als Jugendlicher verfolgt zu haben und

andererseits könnten auch Auswirkungen auf die tatsächlichen Profis entstehen, wenn dieser in der Jugend entstehende Risikofaktor gemindert wird. Weiterhin sollten die Jugendlichen bestmöglich vor Verletzungen geschützt werden. Hier könnte ebenfalls durch Stabilisierungsübungen im Knie Abhilfe geschaffen werden. Außerdem sollte bereits in der Jugend auf möglichst hochqualitative Spielfelder geachtet werden, da auch durch diese Verletzungen (zum Beispiel durch Umknicken) verursacht werden könnten. So könnte die Gefahr, bereits im Kindesalter für eine spätere *Gonarthrose* prädestiniert zu sein, zu einem Teil gemindert werden und kein Individuum dafür geschädigt werden würde, den eigenen Traum zu verfolgen.

6 Literaturverzeichnis

Abbot, S., 2020. *Spiel des Lebens*. Hamburg: Edel Books.

Ayral, X., Gueguen, A. & Ike, R. W., 1998. Inter-observer reliability of the arthroscopic quantification of chondropathy. *Osteoarthritis Cartilage*, pp. 160-166.

BAUA, 2021. *baua.de*. [Online] Available at:

<https://www.baua.de/DE/Angebote/Publikationen/Praxis-kompakt/F3.html>

[Zugriff am 01 08 2022].

BMAS, 2022. *Bundesministerium für Arbeit und Soziales*. [Online]

Available at: [https://www.bmas.de/DE/Soziales/Gesetzliche-](https://www.bmas.de/DE/Soziales/Gesetzliche-Unfallversicherung/Berufskrankheiten/berufskrankheiten.html#:~:text=Was%20sind%20Berufskrankheiten%3F-,Berufskrankheiten%20sind%20Erkrankungen%2C%20die%20Versicherte%20durch%20ihre%20berufliche%20T%C3%A4tigkeit%)

[Unfallversicherung/Berufskrankheiten/berufskrankheiten.html#:~:text=Was%20sind%20Berufskrankheiten%3F-,Berufskrankheiten%20sind%20Erkrankungen%2C%20die%20Versicherte%20durch%20ihre%20berufliche%20T%C3%A4tigkeit%](https://www.bmas.de/DE/Soziales/Gesetzliche-Unfallversicherung/Berufskrankheiten/berufskrankheiten.html#:~:text=Was%20sind%20Berufskrankheiten%3F-,Berufskrankheiten%20sind%20Erkrankungen%2C%20die%20Versicherte%20durch%20ihre%20berufliche%20T%C3%A4tigkeit%)

Bundesliga, 2022. *Bundesliga.com*. [Online]

Available at: <https://www.bundesliga.com/de/bundesliga/statistiken/spieler/top-speed> [Zugriff am 31 07 2022].

DFB, 2022. *DFB.de*. [Online]

Available at: <https://www.dfb.de/verbandsstruktur/mitglieder/aktuelle-statistik/>

DFL, 2020. *DFL.de*. [Online]

Available at: <https://www.dfl.de/de/aktuelles/dfl-praesidium-fasst-beschluss-zur-verteilung-der-medienerloese-fuer-die-spielzeiten-2021-22-bis-2024-25/>

Diettrich, S., 2018. *Deutschlandfunkkultur*. [Online]

Available at: [https://www.deutschlandfunkkultur.de/sportpolitik-in-indien-ein-land-ohne-medailles-](https://www.deutschlandfunkkultur.de/sportpolitik-in-indien-ein-land-ohne-medailles-100.html#:~:text=Bis%20heute%20ist%20Cricket%20der,schlagen%20die%20Jungs%20die%20B%C3%A4lle)

[100.html#:~:text=Bis%20heute%20ist%20Cricket%20der,schlagen%20die%20Jungs%20die%20B%C3%A4lle](https://www.deutschlandfunkkultur.de/sportpolitik-in-indien-ein-land-ohne-medailles-100.html#:~:text=Bis%20heute%20ist%20Cricket%20der,schlagen%20die%20Jungs%20die%20B%C3%A4lle). [Zugriff am 23 09 2022].

Duda, G. N. et al., 2011. Biomechanik des Kniegelenks. In: *AE-Manual der Endoprothetik*. s.l.:s.n., pp. 19-31.

Erdmann, K., 2022. *Tagesschau.de*. [Online]

Available at: <https://www.tagesschau.de/ausland/japan-aelttester-fussballspieler-der-welt>

101.html#:~:text=Kazuyoshi%20Miura%20ist%20mit%2054,%C3%A4lteste%2C%20aktive%20Profifu%C3%9Fballer%20der%20Welt. [Zugriff am 22 01 2022].

Evans, A. S., 1976. Causation and disease: The Henle-Koch postulates revisited. *J. Biol. Med.* 49, pp. 175-195.

Fedak, K. M., Bernal, A., Capshaw, Z. A. & Gross, S., 2015. Applying the Bradford Hill criteria in the 21st century: how data integration has changed causal inference in molecular epidemiology. *Emerg Themes Epidemiol.*

FIFA, 2018. *FIFA.com*. [Online] Available at: <https://www.fifa.com/de/tournaments/mens/worldcup/2018russia/media-releases/mehr-als-die-halfte-der-weltbevölkerung-verfolgte-die-fifa-fussball-weltmeisters>

FIFA, 2022. *FIFA.com*. [Online] Available at: <https://www.fifa.com/de/about-fifa/associations>

Freiberg, A., Bolm-Audorff, U. & Seidler, A., 2021. Gonarthrosrisiko von Profifußballern. *Dtsch Arztebl Int* 118, pp. 49-55.

Ärztlicher Sachverständigenbeirat, 2005. Wissenschaftliche Begründung zur Berufskrankheit 2112. *BArbBl.*, 10, p. 46ff.

Ärztlicher Sachverständigenbeirat, 2016. Wissenschaftliche Begründung für die Berufskrankheit 2115. 01 07.

Fussballspieler.de, 2022. *Fussballspieler.de*. [Online] Available at: <https://www.fussballspieler.de/gehaelter-der-fussballspieler/#:~:text=Der%20Verein%20bezahlt%20dem%20Spieler,von%20Verein%20zu%20Verein%20unterschiedlich> [Zugriff am 31 07 2022].

GOTS, 2019. *Gesellschaft für Orthopädisch-Traumatologische Sportmedizin*. [Online] Available at: <https://www.gots.org/blog/2019/08/06/pm-o-beine-durch-intensives-fussballspielen/> [Zugriff am 01 08 2022].

Hausdorf, J. & Reimers, C. D., 2018. Hüft- und Kniearthrose (Kox- und Gonarthrose) und Endoprothesen. *Patienteninformationen Sport in der Neurologie - Empfehlungen für Ärzte*, pp. 125-130.

- Hess, T., 2001. Sportorthopädische Aspekte im Handball und Fußball. *Dt Z Sportmed* 52, p. 49.
- HSV e.V., 2022. *hsv-ev.de*. [Online] Available at: <https://www.hsv-ev.de/spitzensport/hsv-iii> [Zugriff am 31 07 2022].
- Hutterer , C., 2022. *Deutsche Zeitschrift für Sportmedizin*. [Online] Available at: <https://www.zeitschrift-sportmedizin.de/dauer-bis-zum-return-to-sports-nach-verschiedenen-meniskusoperationen/>
- Hutterer , C., 2022. *Dt Z Sportmed*. [Online] Available at: <https://www.zeitschrift-sportmedizin.de/dauer-bis-zum-return-to-sports-nach-verschiedenen-meniskusoperationen/>
- Kaiser, V. & Zober, A., 2005. *Hinweise zur Begutachtung von Berufskrankheiten*, Heidelberg: LVBG.
- Kapandji, A. I., 2006. *Funktionelle Anatomie der Gelenke*. 4. Hrsg. Stuttgart: Thieme.
- Kellgren, J. H. & Lawrence, J. S., 1957. Radiological assessment of osteoarthritis. *Ann Rheum Dis* 16, pp. 494-502.
- Kicker, 2022. *Kicker.de*. [Online] Available at: <https://www.kicker.de/bundesliga/laufleistung/2021-22>
- Larsen, E., Jensen, P. K. & Jense, P. R., 1999. Long-term outcome of knee and ankle injuries in elite football. *Scand J Med Sports*, pp. 285-289.
- Lau, E. C., Cooper, C. & Lam, D., 2000. Factors associated with osteoarthritis of the hip and knee in Hong Kong Chinese: obesity, joint injury, and occupational activities. *Am J Epidemiol*, pp. 855-862.
- Lenz, D., 2018. *Forschung und Wissen*. [Online] Available at: <https://www.forschung-und-wissen.de/nachrichten/oekonomie/das-sind-die-berufswuensche-von-kindern-und-jugendlichen-13372612>
- Liebscher-Bracht, R., 2022. <https://www.liebscher-bracht.com/>. [Online] Available at: <https://www.liebscher-bracht.com/schmerzlexikon/x-beine/> [Zugriff am 01 08 2022].

- Müller, E. & Lorenz, H., 1996. Computergestütztes Spielanalysesystem. *Leistungssport* 26, pp. 22-26.
- Maetzel, A., Mäkelä, M., Hawler, G. & Bombardier, C., 1997. Osteoarthritis of the hip and knee and mechanical occupational exposure - a systematic overview of the evidence. *J. Rheumatol.* 24, pp. 1599 - 1607.
- Meyer-Clement, M., 2018. Kausalitätsbeurteilung Berufskrankheit Nr. 2102. *Trauma und Berufskrankheit* 20, pp. 102-107.
- Ostermeier, S. & Marquaß, B., 2022. *gelenk-klinik.de*. [Online] Available at: <https://gelenk-klinik.de/kniegelenk/kniearthrose-gonarthrose-symptome-diagnose-behandlung.html#:~:text=Arthrose%20im%20h%C3%B6heren%20Lebensalter,auch%20die%20Elastizit%C3%A4t%20und%20Belastbarkeit.> [Zugriff am 31 07 2022].
- Pap, G. & Meinecke, I., 2011. Ätiologie und Pathogenese der Gonarthrose. In: *AE-Manual der Endoprothetik*. Berlin, Heidelberg: Springer, pp. 33-46.
- Platen, P., 1997. Prävention und Therapie der Osteoporose: Die Bedeutung des Sports und der körperlichen Aktivität. *Dtsch Ärzteblatt* 94 (40), pp. A-2569 - A-2574.
- Platen, P., 2009. *spomedial*. [Online] Available at: http://vmrz0100.vm.ruhr-uni-bochum.de/spomedial/content/e1918/e2013/index_ger.html [Zugriff am 31 07 2022].
- Prescher, A., 2011. Anatomie des Kniegelenks. In: *AE-Manual der Endoprothetik*. Heidelberg: Springer, pp. 1-18.
- Rahnama, N., Reilly, T. & Lees, A., 2002. Injury risk associated with playing actions during competitive soccer. *Br J Sports Med* 36.
- Reichel, H., 2000. Arthrose. In: *Das Knie*. Stuttgart, New York: Thieme, pp. 221-227.

Rienzi, E. et al., 2000. Investigation of anthropometric and work-rate profiles of elite South American international soccer players. *J Sports Med Phys Fitness* 40, pp. 162-169.

Rudnicka, J., 2022. *Statista.com*. [Online]

Available at:

<https://de.statista.com/statistik/daten/studie/1084430/umfrage/durchschnittsalter-der-bevoelkerung-in-deutschland/#:~:text=Zum%20Ende%20des%20Jahres%202020,in%20Deutschland%2044%2C6%20Jahre.> [Zugriff am 31 07 2022].

Sandmark, H. & Vingard, E., 1999. E. Sports and risk for severe osteoarthritis of the. *Scand J Med Sci Sports* 9, pp. 297-284.

Spahn, G. et al., 2015. Fußballsport als Risikofaktor für nicht unfallbedingte Gonarthrose – Ergebnisse eines systematischen Review mit Metaanalyse. *Sportverletzung Sportschaden*, pp. 27-39.

Stiftung Gesundheitswissen, 2021. *stiftung-gesundheitswissen.de*. [Online]

Available at: <https://www.stiftung-gesundheitswissen.de/wissen/adipositas/hintergrund/#:~:text=Unter%20Adipositas%20versteht%20man%20ein,wird%2C%20als%20er%20verbrauchen%20kann.>

<https://www.stiftung-gesundheitswissen.de/wissen/adipositas/hintergrund/#:~:text=Unter%20Adipositas%20versteht%20man%20ein,wird%2C%20als%20er%20verbrauchen%20kann.> [Zugriff am 31 07 2022].

Thelin, N., Holmberg, S. & Thelin, A., 2006. Knee injuries account for the sports-related increased risk of knee osteoarthritis. *Scand J Med Sci Sports* 16, pp. 329-33.

Tracktics, 2022. *Tracktics.com*. [Online]

Available at: <https://tracktics.com/leistungsdaten-im-fussball-tracktics/#:~:text=In%20der%20Regel%20I%C3%A4uft%20ein,in%20Form%20von%20Sprints%20zur%C3%BCck.>

<https://tracktics.com/leistungsdaten-im-fussball-tracktics/#:~:text=In%20der%20Regel%20I%C3%A4uft%20ein,in%20Form%20von%20Sprints%20zur%C3%BCck.>

VBG, 2019. *Sportvereine bei der VBG*, Hamburg: Jedermann-Verlag GmbH.

Weber, E., 2022. *praktischerarzt.de*. [Online]

Available at: <https://www.praktischerarzt.de/krankheiten/knieschmerzen/>

7 Eidstattliche Erklärung

Hiermit versichere ich, dass ich die vorliegende Bachelorarbeit selbständig verfasst und keine anderen als die angegebenen Quellen und Hilfsmittel benutzt habe, alle Ausführungen, die anderen Schriften wörtlich oder sinngemäß entnommen würden, kenntlich gemacht sind und die Arbeit in gleicher oder ähnlicher Fassung noch nicht Bestandteil einer Studien- oder Prüfungsleistung war.

Hamburg, den 15.08.2022



Farid Arsin