



universität
wien

MASTERARBEIT / MASTER'S THESIS

Titel der Masterarbeit / Title of the Master's Thesis

„Auswirkungen einer leistungssportlichen Karriere auf die Lebenserwartung – eine systematische Literaturübersicht“

verfasst von / submitted by

Franziska Gschlad, Bakk.rer.nat.

angestrebter akademischer Grad / in partial fulfilment of the requirements for the degree of

Master of Science (MSc)

Wien, 2022 / Vienna 2022

Studienkennzahl lt. Studienblatt / A 066 826

degree programme code as it appears on
the student record sheet:

Studienrichtung lt. Studienblatt / Masterstudium Sportwissenschaft

degree programme as it appears on
the student record sheet:

Betreut von / Supervisor:

Ass.-Prof. Mag. Dr. Harald Tschan

Kurzzusammenfassung

Das Ziel der vorliegenden Masterarbeit liegt darin, mit einer systematischen Literaturübersicht herauszufinden, ob eine leistungssportliche Karriere die Lebenserwartung verkürzt oder verlängert. Wie in vielen Fällen bekannt, ist Gesundheitssport gut für das körperliche und geistige Wohlbefinden und kann zu einer verlängerten Lebensdauer führen. Dies bestätigt zum Beispiel die Studie von Wen et al. (2011) und wird auch in vielen anderen Studien belegt. Es stellt sich die Frage, ob dies auch für hochintensiven, physisch und psychisch belastenden Leistungssport gilt.

Es konnten mittels umfangreicher Literaturrecherche und einer qualitativen Bewertung, 15 Studien gefunden werden, die genau auf die Inklusionskriterien der vorliegenden Masterarbeit zutreffen. 14 Studien, verschiedene Länder und Sportarten betreffend, bestätigen eine verlängerte Lebenserwartung unter den Spitzensportlerinnen und Spitzensportlern im Vergleich zur durchschnittlichen Allgemeinbevölkerung. Einzig Kuss et al. (2010) sprechen von einer verminderten Restlebensdauer unter deutschen Profifußballern.

Die größten Überlebensvorteile zeigen die Untersuchungen von Antero et al. (2021), die eine signifikante Steigerung der Lebensdauer von 5,1 Jahren unter Leistungssportlerinnen und Leistungssportlern präsentieren und Takeuchi et al. (2019), deren Untersuchung einen Überlebensvorteil von 71% ergibt.

Zusätzlich zeigt sich, dass Herz-Kreislauf-Erkrankungen und Krebserkrankungen durch eine ehemalige leistungssportliche Karriere minimiert werden können.

Diese Ergebnisse sollen nun im Verlauf der vorliegenden Arbeit näher untersucht werden und mögliche Gründe für die verlängerte Lebensdauer der ehemaligen Spitzensportlerinnen und Spitzensportler, wie besserer Gesundheitsstatus, trainierter Bewegungsapparat, geringere Sturzrate, besserer sozioökonomischer Status, hohes Krankenversicherungsniveau, abgeschlossene Ausbildung sollen belegt werden.

Schlüsselwörter: Leistungssport, Lebenserwartung, Sterblichkeitsrate

Abstract

The aim of the present master's thesis is to find out, by means of a systematic literature review, whether a career in competitive sport shortens or lengthens life expectancy. As is known in many cases, healthy sport is good for our physical and mental well-being and can lead to an extended lifespan. This is confirmed, for example, by the study of Wen et al. (2011) and is also documented in many other studies. However, the question arises whether this also applies to high-intensity, physically and psychologically stressful competitive sports. By means of an extensive literature research and a qualitative assessment, 15 studies were found that exactly meet the inclusion criteria of this master's thesis. 14 studies, concerning different countries and sports, confirm a prolonged life expectancy among elite athletes compared to the average general population. Only Kuss et al. (2010) speak of a reduced remaining lifespan among German professional soccer players.

The greatest survival benefits are shown by the studies of Antero et al. (2021), who present a significant increase in lifespan of 5.1 years among elite athletes, and Takeuchi et al. (2019), whose study shows a survival benefit of 71%.

Additionally, cardiovascular diseases and cancer are shown to be minimised by a former competitive sporting career.

These results will now be examined in more detail in the course of this paper and possible reasons for the extended lifespan of former top athletes, such as better health status, trained musculoskeletal system, lower rate of falls, better socio-economic status, high level of health insurance and completed education will be proven.

Keywords: competitive sport, life expectancy, mortality rate

Inhaltsverzeichnis

Kurzzusammenfassung	2
Abstract	3
Inhaltsverzeichnis	4
1. Einleitung	5
1.1 Grundlagen	5
1.2 Forschungsstand	8
2. Methodik	18
2.1 Thema und Fragestellung	18
2.2 Suchvorgang	18
2.3 PRISMA-Flow Diagramm	18
2.4 Inklusions- und Exklusionskriterien	20
2.5 Durchführung der Qualitätsbewertung	23
3. Ergebnisse	27
3.1 Beschreibung der inkludierten Studien	33
3.2 Ergebnisse nach Gesamtsterblichkeit	35
3.3 Ergebnisse nach Todesursachen	39
3.4 Zusammenfassung der Ergebnisse aus den inkludierten Studien	41
4. Diskussion	44
4.1 Diskussion der einzelnen Studien	47
4.2 Stärken und Schwächen	53
5. Conclusio	55
Abbildungsverzeichnis	61
Tabellenverzeichnis	62
Anhang	63

1. Einleitung

Ziel der vorliegenden Arbeit ist es die Auswirkungen einer leistungssportlichen Karriere auf die Lebenserwartung zu untersuchen.

Thieme, L. (2020) hat vor kurzem einen Artikel zur Mortalität deutscher Olympiateilnehmer unter dem Titel „Jung stirbt, wen die Götter lieben?“ veröffentlicht und so auf das Thema aufmerksam gemacht. Der Autor hat im genannten Artikel viele Faktoren und Studien dieses Thema betreffend, zusammengefasst. Die Masterarbeit soll den aktuellen Forschungsstand zusammenfassen und die Frage, ob eine leistungssportliche Karriere eine verkürzte oder verlängerte Lebenserwartung mit sich bringen kann, beantworten.

1.1 Grundlagen

Um Erkenntnisse über die gesundheitlichen Auswirkungen von Spitzensport gewinnen zu können, muss zuerst definiert werden, was man hier unter dem Begriff Spitzensport oder Leistungssport verstehen kann.

Laut dem Bundesgesetzblatt für die Republik Österreich wird Leistungssport/ Spitzensport als wettkampforientierter Sport mit dem Ziel nationale oder internationale Höchstleistungen hervorzubringen, definiert (BGBl. I - Ausgegeben am 26. Juli 2017 - Nr. 100, S.4).

Dresel et al. (2011) unterscheiden zwischen Leistungssport und Hochleistungssport bzw. Spitzensport. „...Leistungssport wird meist aufgefasst als eine Form des Wettkampfsports mit dem Ziel, die höchstmögliche persönliche Leistung zu erbringen. Im engeren Sinne erfordert Leistungssport ein hohes Niveau fachlicher und persönlicher Bemühungen, um die bestehenden Normen möglichst gut zu erfüllen. Um dies zu erreichen, bedarf es einer zielgerichteten Leistungsförderung, einer Spezialisierung und eines systematischen Trainings auf höchstem Niveau“ (Dresel et al., 2011, S.93). „...Hochleistungssport ist Leistungssport im (noch) engeren Sinne. Athlet(inn)en werden dann als Hochleistungssportler(innen) betrachtet, wenn sie nationale und internationale Topleistungslevels erreichen“ (Dresel et al., 2011, S.93).

In der vorliegenden Arbeit werden ausschließlich Studien herangezogen, deren Probandinnen und Probanden im Spitzensport tätig waren und eine Teilnahme an Olympischen Spielen, Weltmeisterschaften, Europameisterschaften, international angesehenen Wettkämpfen, sowie Tour de France, National Football League, National Basketball League, National Baseball League oder einer Profifußballliga vorweisen können. Untersuchungen, deren Probandinnen und Probanden nicht als Leistungssportlerinnen und -sportler gelten, werden exkludiert.

Weiters muss in den herangezogenen Studien eine Vergleichsgruppe bestehen, die in Alter, Nationalität und Geschlecht mit den Athletinnen und Athleten übereinstimmt und deren Daten alle vorhanden und nachvollziehbar sind. Es werden ausschließlich Studien inkludiert,

deren Vergleichsgruppe nicht im Spitzensport tätig war, also in den meisten Fällen aus der allgemeinen Bevölkerung stammt. Studien, die Sportlerinnen und Sportler untereinander vergleichen werden exkludiert.

Zum Vergleich werden Überlebenszeitanalysen genutzt, Todesursachen verglichen und Überlebenschancen bzw. Lebenserwartungen untersucht. Dazu werden häufig die standardisierte Mortalitätsrate (SMR) oder das Hazard Ratio (HR) mit Angabe des 95% Konfidenzintervalls, sowie Überlebenskurven herangezogen.

Liddell (1984) erklärt die standardisierte Mortalitätsrate (SMR) als das Verhältnis der beobachteten zu den erwarteten Todesfällen auf der Grundlage der Sterblichkeitsraten einer Referenzpopulation.

Das Hazard Ratio (HR) ist nach Zwiener et al. (2011) ein Quotient aus den momentanen Sterberaten von zwei Gruppen und gibt an, um wie viel die Sterberate in der einen Gruppe höher ist im Vergleich zu der Sterberate der anderen Gruppe. Es ist ein deskriptives Maß zum Vergleich von Überlebenszeiten zwischen zwei verschiedenen Gruppen von Personen, z.B. wie groß das Ereignisrisiko in Gruppe 2 ist, im Verhältnis zum Ereignisrisiko in Gruppe 1. Gruppe 1 ist also als Referenzgruppe anzusehen. Hierbei gilt, ist das Hazard Ratio > 1 , so ist das Ereignisrisiko in Gruppe 2 größer als in Gruppe 1, ist das Hazard Ratio < 1 , so ist das Ereignisrisiko in Gruppe 2 kleiner als in Gruppe 1 und ist das Hazard Ratio ungefähr gleich 1, so ist das Ereignisrisiko in beiden Gruppen ungefähr gleich groß (Zwiener et al., 2011).

Das Konfidenzintervall wird nach Ressing et al. (2010) als ein statistisch berechneter Bereich beschrieben ein sogenannter Vertrauensbereich, in dem mit einer bestimmten Wahrscheinlichkeit, meist 95 %, der wahre Wert liegt. Man kann also besser einschätzen wo beispielsweise der wahre Mittelwert eines Datensatzes liegt. „...Schließt das Konfidenzintervall die 1 nicht mit ein, wird der Effektschätzer als statistisch signifikant bezeichnet“ (Ressing et al., 2010, S.190). „...Ziel der Berechnung einer standardisierten Inzidenzratio (SIR) beziehungsweise einer standardisierten Mortalitätsratio (SMR) ist es, die Inzidenz beziehungsweise Mortalität in der Kohorte mit der Allgemeinbevölkerung zu vergleichen. Es wird untersucht, ob sich die Inzidenz beziehungsweise Mortalität in der Kohorte von derjenigen in der Allgemeinbevölkerung unterscheidet. Es wird berechnet, wie viele Todesfälle man in der Kohorte erwarten würde, falls die Inzidenz- beziehungsweise Mortalitätsrate in der Kohorte gleich wäre wie in der Allgemeinbevölkerung“ (Ressing et al., 2010, S.188).

Überlebenszeit wird in Weiß (2019) als die Zeitspanne zwischen einem definierten Anfangsereignis und dem Eintritt eines zufallsbedingten Endereignisses erläutert. In den vorliegenden Untersuchungen handelt es sich bei dem Anfangsereignis um die Geburt und beim Endereignis um den Tod eines Individuums. Weiß (2019) erklärt weiter die Überlebensfunktion bzw. Überlebenskurve. „...T sei eine Zufallsvariable zur Beschreibung einer Überlebenszeit. Die zugehörige Verteilungsfunktion $F(t)$ (die sog. Sterbefunktion) gibt die Wahrscheinlichkeit

an, mit der ein Individuum vor dem Zeitpunkt t stirbt. Daraus ergibt sich die Überlebenswahrscheinlichkeit oder Überlebensfunktion: $S(t) = P(T > t) = 1 - F(t)$. $S(t)$ ist also die Wahrscheinlichkeit, dass ein Individuum den Zeitpunkt t überlebt“ (Weiß, 2019, S.105, 106).

In der vorliegenden Arbeit werden einige Studien inkludiert, die die sogenannte Kaplan-Meier-Methode zur Darstellung von Überlebenszeitanalysen anwenden. Weiß (2019) erklärt hierzu, dass man eine Kohorte so lange beobachten müsste bis der letzte Proband verstorben ist, um das Überleben einer Kohorte für jeden Zeitpunkt bis zum Ende der Studie zu beschreiben. Dies ist jedoch in den meisten Fällen nicht möglich, da man häufig mit Studienabbruchern rechnen muss oder zum Zeitpunkt der Datenanalyse nicht bei jedem Probanden das Endereignis, in diesem Fall der Tod, eingetreten ist. „...Diese (Überlebens-) Zeiten nennt man zensiert. Es würde das Studienergebnis verzerren, wenn man alle Patienten mit zensierten Zeiten von der Analyse ausschließen würde. Zwei Statistiker – Edward Lynn Kaplan (1920-2006) und Paul Meier (1924-2011) – entwickelten im Jahre 1958 die nach ihnen benannte Kaplan-Meier-Methode, die die Informationen aller Patienten (also auch zensierte Zeiten) so weit wie möglich berücksichtigt“ (Weiß, 2019, S.262). Barraclough et al. (2011) erklären, dass eine Kaplan-Meier (KM)-Kurve verwendet wird, um das Überleben zu schätzen und stellt Überlebensdaten dar. Die Kurve stellt den Anteil der Personen dar, die zu jedem Zeitpunkt ereignisfrei (z.B. lebend) waren. Barraclough et al. (2011) schreiben außerdem, dass die Kurve nicht glatt, sondern eine Reihe von Abwärtsschritten ist, die jedes Mal auftreten, wenn bei einer Person ein Ereignis eintritt (z.B. Tod). Zu jedem Zeitpunkt kann bei Personen nur eines der folgenden Ereignisse auftreten, Tod, weitere Überwachung oder Beendigung der Überwachung. Personen, deren Überwachung beendet wurde, hatten zum Ende des Beobachtungszeitraums kein Ereignis, und es ist nicht bekannt, ob es in Zukunft ein Ereignis geben wird (Barraclough et al., 2011).

Eine weitere Methode, um Überlebenszeiten zu vergleichen liegt in der Berechnung der kumulativen relativen Überlebensrate (RSR). Kuss et al. (2011) erklären hierzu, dass das beobachtete Überleben mit dem erwarteten Überleben der Allgemeinbevölkerung verglichen werden kann, indem jedes Mitglied der Kohorte einer virtuellen Kontrolle aus der allgemeinen Bevölkerung zugeordnet wird, wobei die Zuordnung nach Alter, Geschlecht und Kalenderjahr erfolgt. Das beobachtete Überleben in der Studienkohorte wird dann mit dem erwarteten Überleben in der virtuellen Kontrollgruppe verglichen, indem ein Verhältnis von beobachtetem und erwartetem Überleben, das sogenannte relative Überlebensverhältnis (RSR), berechnet wird. Kuss et al. (2011) erklären weiter, dass das relative Überleben darauf abzielt, die Sterblichkeit aufgrund der interessierenden Exposition (z.B. Ausübung von Spitzensport) von der Sterblichkeit aufgrund anderer zugrunde liegender Ursachen (Expositionen) zu trennen, wodurch eine Schätzung der auf die interessierende Exposition zurückzuführenden Sterblichkeit gegeben wird.

Die jüngste Untersuchung zum Thema Lebenserwartung unter Spitzensportlerinnen und Spitzensportlern von Antero et al. (2021) zieht zur Berechnung und Darstellung der Unterschiede in der Überlebenszeit, die sogenannte Years-Saved-Methode heran. Antero et al. erklären diese Methode folgendermaßen. „...Um Langlebigkeitsgewinne oder -verluste zu quantifizieren, haben wir die Years-Saved-Methode (YS) verwendet, die zuvor bei einer Kohorte französischer Olympioniken angewendet wurde. Zunächst wurde die kumulative Sterbewahrscheinlichkeit für Olympioniken mit dem Aalen-Johansen-Schätzer geschätzt. Anschließend wurde diese erwartete Sterbewahrscheinlichkeit für die Referenten in der Allgemeinbevölkerung berechnet. Für jedes Individuum in unserer Studie wurden die Allgemeinbevölkerungssterblichkeitswerte von Personen gleichen Geschlechts und Kalenderjahres berücksichtigt und deren Werte für alle Altersgruppen aus der Zeit genommen der Teilnahme an Olympischen Spielen bis zum Ende des Follow-up. Auf diese Weise wurden alle Vergleiche mit der Allgemeinbevölkerung nach Geschlecht, Geburtsdatum und Nachbeobachtungszeiträumen bereinigt. Die durchschnittliche Anzahl der verlorenen/gesparten Jahre wurde dann geschätzt, indem die Differenz der Flächen unter diesen beiden Kurven berechnet wurde. Die Gesamtzahl der YS wurde vom Zeitpunkt der ersten Olympiateilnahme bis zum Todesalter berechnet, je nachdem, was zuerst eintritt“ (Antero et al., 2021, S. 3).

1.2 Forschungsstand

Nach derzeitigem Forschungsstand gibt es ausreichend Studien, die die Auswirkungen einer leistungssportlichen Karriere auf die Lebenserwartung untersucht haben. Insgesamt konnten 15 Studien gefunden werden, die die Einschlusskriterien für die vorliegende Arbeit erfüllen. Tabelle 1 zeigt einen Überblick der herangezogenen Studien.

Tabelle 1: Beschreibung der inkludierten Studien (Quelle: eigene Darstellung, 2021)

Studie	Sportlerinnen/Sportler	Geschlecht	N	Vergleichsgruppe	Ergebnis
Antero et al. (2021)	Amerikanische Olympiateilnehmerinnen und -teilnehmer von 1912-2012	weiblich und männlich	w=2301 m=5823	allgemeine, amerikanische Bevölkerung	Lebenserwartung rund 5,1 Jahre erhöht, geringeres Risiko von Herz-Kreislauf-Erkrankungen und Krebs; Störungen des Nervensystems und mentale Erkrankungen weisen keine Unterschiede auf
Antero-Jacquemin et al. (2015)	Französische Leistungssportler, die von 1948-2010 an Olympischen Spielen teilgenommen haben	weiblich und männlich	w= 601 m=1802	allgemeine, französische Bevölkerung	Sterblichkeit bei Frauen, um 51% und bei Männern, um 49 % geringer, Überlebenszeit signifikant überlegen
Antero-Jacquemin et al. (2014)	Französische Ruderer, die von 1912-2012 an Olympischen Spielen teilgenommen haben	männlich	m=203	allgemeine, französische Bevölkerung	Kohorte zeigt eine signifikante um 42% verminderte Gesamtsterblichkeit
Clarke et al. (2012)	Olympische Medaillengewinnerinnen und -gewinner zwischen 1896-2010 aus 9 verschiedenen Ländern	weiblich und männlich	w=3555 m=11619	allgemeine Bevölkerung aus dem jeweiligen Land	Medaillengewinnerinnen und -gewinner leben durchschnittlich 2,8 Jahre länger, in 8 von 9 Ländern waren die Überlebenschancen signifikant verbessert
Gajewski und	Polnische Leistungssportlerin-	weiblich	w=424	allgemeine, polnische	Sterblichkeitsrate bei Athle-

Poznańska (2008)	nen und -sportler, die zwischen 1946-2000 an den olympischen Spielen teilgenommen haben.	und männlich	m=1689	Bevölkerung	ten signifikant, um 50% vermindert und bei Athletinnen, um 27% vermindert
Keller (2018)	Olympiagewinner im Ringen zwischen 1896-2016	männlich	m=271 *m=341 (aufgrund fehlender Daten 70 exkludiert für die Vergleiche der Lebenserwartung)	allgemeine Bevölkerung aus dem jeweiligen Land	verminderte Sterblichkeit verglichen mit passenden Individuen aus der jeweiligen Gesamtbevölkerung
Kontro et al. (2018)	Finnische Leistungssportler, die von 1920 bis 1965 an Olympischen Spielen, Weltmeisterschaften, Europameisterschaften oder internationalen Wettkämpfen teilgenommen haben	männlich	m=900	Brüder	mittleres Todesalter bei finnischen Ausdauersportlern bei 79,9 Jahren, bei gemischten Sportarten 75,9 Jahren und bei Kraftsportlern bei 72,2; mittleres Todesalter bei vergleichbaren Brüdern bei 77,5 Jahren, 73,7 Jahren und 72,2 Jahren
Kuss et al. (2010)	Nationalfußballspieler, die zwischen 1908-2006 für Deutschland gespielt haben.	männlich	m=812	allgemeine Bevölkerung	mittlere Restlebensdauer der Fußballprofis ist um 1,9 Jahre verkürzt zum Zeitpunkt des Eintrittes in die Kohorte und um 0,7 Jahre nach 25

					Jahren
Lincoln et al. (2017)	Spieler der National Football League (NFL), deren letzte Saison zwischen 1986 und 2012 war.	männlich	m=9778	Allgemeine, amerikanische Bevölkerung	Sterblichkeitsrate im Allgemeinen um 54% signifikant geringer
Mackay et al. (2019)	Schottische Profifußballer	männlich	m=7676	allgemeine Bevölkerung	Gesamtsterblichkeit bei Profifußballern niedriger, die Sterblichkeit durch neurodegenerative Erkrankungen jedoch höher
Marijon et al. (2013)	Französische Radrennfahrer, die von 1947-2012 an der Tour de France teilgenommen haben.	männlich	m=786	allgemeine, französische Bevölkerung	Radrennfahrer weisen eine um 41% verminderte Sterblichkeitsrate auf
Radonić et al. (2017)	Kroatische, olympische Medaillengewinner zwischen 1948 und 2016 (1948-1988 für Jugoslawien und 1992-2016 für Kroatien)	männlich	m=233	Allgemeine, kroatische Bevölkerung	signifikant geringere Sterblichkeit (SMR=0,73; CI 0,56-0,94, P=0,013) als die Gesamtbevölkerung, reduziertes Risiko von Herz-Kreislauf-Erkrankungen
Sarna et al. (1993)	Finnische Leistungssportler (Leichtathletik, Langlauf, Fußball, Eishockey, Basketball, Boxen, Ringen, Gewichthe-	männlich	m=1712	Finnische Männer, die im Alter von 20 Jahren beim Militär als gesund eingestuft wurden.	Ausdauersportler zeigen mittlere Lebenserwartung von 75,6 Jahren, Leistungssportler aus den gemischten

	ben, Schießen), die von 1920-1965 an Olympischen Spielen, Weltmeisterschaften, Europameisterschaften oder internationalen Wettkämpfen teilgenommen haben				Sportarten eine Lebenserwartung von 73,9 Jahren und Kraftsportler eine mittlere Lebenserwartung von 71,5 Jahren; Vergleichsgruppe zeigt eine mittlere Lebenserwartung von 69,9 Jahren
Taioli (2007)	Italienische Profifußballer zwischen 1975 und 2003	männlich	m=5389	allgemeine, italienische Bevölkerung	verminderten Sterblichkeit der Profifußballer durch Herz-Kreislauf-Erkrankungen und Krebs, jedoch vier Todesfälle wegen Amyotropher Lateralsklerose (ALS) und lediglich 0,2 erwartet, was einem SMR von 18,18 (95% CI 5,00-46,55) entspricht
Takeuchi et al. (2019)	Japanische Olympiateilnehmerinnen und -teilnehmer von 1952-2017	weiblich und männlich	w=1118 m=2263	allgemeine, japanische Bevölkerung	längere Überlebenszeit bei japanischen Olympiasportlern (SMR 0,29, 95% CI, 0,25-0,34) gegenüber der allgemeinen Bevölkerung

Weiters gibt es zwei Reviews und eine Meta-Analyse, die bereits das Thema auf Grundlage mehrerer Studien zusammengefasst haben. Teramoto und Bungum (2010) haben insgesamt 14 Studien nach Sportarten klassifiziert und verglichen. Die Literaturübersicht zeigt, dass Sportlerinnen und Sportler aus Ausdauersportarten mit hohem Anteil aerober Energiebereitstellung und aus sogenannten gemischten Sportarten, die sowohl aerobe als auch anaerobe Energiebereitstellung aufweisen, länger leben als die allgemeine Bevölkerung, was sich in einer geringeren Sterblichkeit und einer höheren Lebensdauer zeigt. Die geringere Sterblichkeit aufgrund von Herz-Kreislauf-Erkrankungen ist wahrscheinlich der Hauptgrund für ihre besseren Überlebensraten. Weiters, schreiben Teramoto und Bungum (2010), gibt es auf der anderen Seite widersprüchliche Ergebnisse bei Studien über Kraftsportlerinnen und Kraftsportler, die überwiegend anaerob arbeiten. Wenn verschiedene Sportarten ausgeübt und gemeinsam analysiert werden, ist die Sterblichkeit wiederum niedriger als die der Allgemeinbevölkerung. Teramoto und Bungum (2010) fassen zusammen, dass langfristiges, intensives körperliches Training mit erhöhten Überlebensraten bestimmter Sportlergruppen verbunden ist.

Lemez und Baker (2015) haben mehr Einschlusskriterien, als in der vorliegenden Arbeit zugelassen und insgesamt 54 Studien und drei Artikel inkludiert. Die Literaturübersicht betrachtet die Beziehung zwischen der Ausübung von Spitzensport und dem Sterblichkeitsrisiko im Vergleich zu anderen Sportlerinnen und Sportlern und alters- und geschlechtsangepassten Kontrollgruppen aus der Bevölkerung. Lemez und Baker (2015) fassen zusammen, dass Ergebnisse für eine längere Lebensdauer von Leistungssportlerinnen und Leistungssportlern vor allem in Ausdauer und sogenannten gemischten Sportarten gefunden werden konnten und resümieren schlussendlich, dass die Teilnahme am Spitzensport im Allgemeinen günstig für die Lebensdauer ist.

Garatachea et al. (2014) inkludieren in ihrer Meta-Analyse 10 Studien und legen neben den allgemeinen Ursachen zur Sterblichkeit bei Spitzensportlerinnen und Sportlern den Fokus auf Krebserkrankungen und Herz-Kreislauf-Erkrankungen. Die Untersuchung hat ergeben, dass Spitzensportlerinnen und -sportler länger leben als die Allgemeinbevölkerung und ein geringeres Risiko für die zwei berücksichtigten Haupttodesursachen, nämlich Herz-Kreislauf-Erkrankungen und Krebs, aufweisen.

Die in Tabelle 1 aufgelisteten Studien sind Einzeluntersuchungen das vorliegende Thema betreffend. Viele dieser Untersuchungen weisen eine verminderte Mortalitätsrate von Olympiateilnehmerinnen und -teilnehmern im Vergleich zur Gesamtbevölkerung auf. So berichten Antero et al. (2021) von 2301 amerikanischen Olympiateilnehmerinnen und 5823 amerikanischen Olympiateilnehmern, die durchschnittlich, um 5,1 Jahre länger leben als die amerikanische Gesamtbevölkerung. Die größten Vorteile liegen in einem verminderten Risiko von

Herz-Kreislauf-Erkrankungen und Krebs. Störungen des Nervensystems oder mentale Krankheiten zeigen keine Unterschiede bzw. Verbesserungen für die Überlebenszeit zwischen den Sportlerinnen und Sportlern verglichen mit der Gesamtbevölkerung.

Antero-Jacquemin et al. (2015) veröffentlichen ebenso eine Untersuchung für französische Olympiateilnehmerinnen und -teilnehmer, bei der die Gesamtsterblichkeit unter den sportlichen Frauen, um 51% vermindert und die der sportlichen Männer, um 49% vermindert ist. Das Überleben der Spitzensportlerinnen und -sportler ist somit signifikant überlegen gegenüber dem der französischen Gesamtbevölkerung.

Clarke et. al. (2012) und Radonić et al. (2017) vergleichen in ihren Studien ausschließlich olympische Medaillengewinnerinnen und -gewinner. Clarke et al. (2012) inkludieren in ihrer Untersuchung sowohl Frauen als auch Männer und stellen fest, dass die Spitzensportlerinnen und -sportler durchschnittlich 2,8 Jahre länger leben als deren Vergleichsgruppe. In 8 von 9 Ländern ist die Lebenserwartung sogar signifikant verbessert unter den Medaillengewinnerinnen und -gewinnern. Die kroatischen Medaillengewinner (1948-1988 für Jugoslawien und 1992-2016 für Kroatien) zeigen ebenso eine signifikant geringere Sterblichkeit (SMR=0,73; 95% CI 0,56-0,94, P=0,013) als die Gesamtbevölkerung und ein reduziertes Risiko von Herz-Kreislauf-Erkrankungen.

Gajewski und Poznańska (2008) berichten neben Schauspielerinnen und Schauspielern, Mönchen und Nonnen in ihrer Untersuchung ebenso von 424 weiblichen und 1689 männlichen polnischen Olympiasportlerinnen und -sportlern. Die Sterblichkeitsrate ist bei Athleten signifikant, um 50% vermindert und bei Athletinnen, um 27% vermindert. Die statistische Auswertung bei Frauen ist nicht signifikant, was auf eine geringe Anzahl von Todesfällen unter den weiblichen Sportlerinnen zurückgeführt werden könnte.

Takeuchi et al. (2019) stellen auch eine längere Überlebenszeit bei japanischen Olympiasportlerinnen und Olympiasportlern gegenüber der allgemeinen Bevölkerung fest, beobachten jedoch auch, dass Spitzensportlerinnen und Spitzensportler mit mehrmaliger Teilnahme an den olympischen Spielen eine höhere Sterblichkeitsrate aufweisen als jene, die nur einmalig an den olympischen Spielen teilgenommen haben. Takeuchi et al. (2019) unterteilen die Kohorte bei ihrer Untersuchung auch nach Sportdisziplinen und klassifizieren sie nach geringer, mittlerer und hoher statischer Intensität und geringer, mittlerer und hoher dynamischer Intensität. Sie finden heraus, dass intensivere Sportdisziplinen gegenüber denjenigen mit geringer Intensität eine höhere Sterblichkeitsrate aufweisen, eine Ausnahme bilden die Sportdisziplinen mit mittlerer statischer Intensität und geringer dynamischer Intensität, worunter nach der Einteilung von Takeuchi et al. (2019) Bogenschießen, Turmspringen und Reitsport gehören.

Zwei weitere Studien (Kontro et al., 2018 und Sama et al., 1992) präsentieren ihre Ergebnisse finnische Spitzensportler betreffend, inkludieren jedoch nicht ausschließlich Olympiateil-

nehmer, sondern auch Teilnehmer von Weltmeisterschaften, Europameisterschaften und internationalen Wettkämpfen. Darüber hinaus unterteilen sie die Kohorten bei ihren Untersuchungen auch nach Sportdisziplinen und klassifizieren sie nach Ausdauersportarten mit hoher aerober Energiebereitstellung, Kraftsportarten mit überwiegend anaerober Energiebereitstellung und Sportarten mit aerober und anaerober Energiebereitstellung, die sogenannten gemischten Sportarten. Kontro et al. (2018) vergleichen 900 Spitzensportler mit ihren altersentsprechenden Brüdern und finden dabei heraus, dass das mittlere Todesalter bei den finnischen Ausdauersportlern bei 79,9 Jahren, 75,9 Jahren bei den Sportlern aus sogenannten gemischten Sportarten und bei den Kraftsportlern bei 72,2 Jahren liegt. Verglichen dazu liegt das mittlere Todesalter bei den altersentsprechenden Brüdern der Ausdauersportler bei 77,5 Jahren, bei den Brüdern der gemischten Sportarten bei 73,7 Jahren und bei den Brüdern der Kraftsportler bei 72,2 Jahren. Sarna et al. (1992) die eine ähnliche Untersuchung 16 Jahre zuvor veröffentlicht haben, zeigen ähnliche Ergebnisse. Sie vergleichen 1712 finnische Spitzensportler mit Männern, die im Alter von 20 Jahren beim Militär als gesund eingestuft wurden. Diese Vergleichsgruppe weist eine mittlere Lebenserwartung von 69,9 Jahren auf. Die Ausdauersportler zeigen eine mittlere Lebenserwartung von 75,6 Jahren, die Leistungssportler aus den gemischten Sportarten eine Lebenserwartung von 73,9 Jahren und die Sportler aus den Kraftsportarten eine mittlere Lebenserwartung von 71,5 Jahren.

Abgesehen von den bisher zusammengefassten Studien wurden noch weitere Einzeluntersuchungen inkludiert, die gezielt eine Sportart, das vorliegende Thema betreffend, behandeln. Marijon et al. (2013) berichten dabei von der Sterblichkeit von 786 französischen Radrennfahrern, die zwischen 1947 und 2012 an der Tour de France teilgenommen haben. Verglichen zur französischen Gesamtbevölkerung weisen die Radrennfahrer eine um 41% verminderte Sterblichkeitsrate auf. Ähnliche Ergebnisse zeigt auch die Studie über 203 olympische Ruderer, die zwischen zwei Kohorten unterscheidet. Antero-Jacquemin et. al. (2014) stellen bei der ersten Untersuchungsgruppe von 1912-1936 eine verminderte Sterblichkeitsrate von 37% und bei der zweiten Kohorte von 1948-2012 eine verminderte Sterblichkeitsrate von 60% fest. Die französischen Ruderer zeigen insgesamt eine um 42% signifikant verminderte Gesamtsterblichkeit und wiederum geringere Herz-Kreislauf-Erkrankungen im Vergleich zur Gesamtbevölkerung.

Auch 271 Olympiasieger im Ringen weisen laut Keller (2019) eine verminderte Sterblichkeit verglichen mit passenden Individuen aus der jeweiligen Gesamtbevölkerung auf.

Lincoln et al. (2017) veröffentlichen eine Untersuchung über amerikanische Footballspieler und stellen fest, dass die ehemaligen NFL Spieler eine niedrigere Sterblichkeitsrate, sowohl allgemein als auch die fünf meisten Todesursachen (Herz-Kreislauf-Erkrankungen, Tötlichkeit, Transportverletzungen, andere Verletzungen und Krebs) betreffend, aufweisen. Die

Sterblichkeitsrate im Allgemeinen ist um 54% signifikant geringer als die der passenden Vergleichsgruppe aus der amerikanischen Gesamtbevölkerung.

Zuletzt werden noch drei Befunde (Kuss et al., 2011, Mackay et al., 2019, Taioli, 2007) aus der Sportart Fußball zusammengefasst.

Kuss et al. (2011) stellen eine verminderte Lebensdauer unter den Spitzensportlern fest. Die Autoren schreiben von einem Verlust der mittleren Restlebensdauer von 1,9 Jahren bei den deutschen Fußballprofis beim Eintritt in die Kohorte und von einer Verkürzung um 0,7 Jahre nach 25 Jahren Nachbeobachtungszeit. Außerdem resümieren sie, dass je früher ein Fußballspieler zum Nationalspieler wird, umso höher ist sein Risiko früher zu sterben als erwartet. Jedes Jahr, um das ein Spieler sein erstes Länderspiel später bestreitet, reduziert das überschüssige Sterberisiko um 28,5% im Vergleich zur Durchschnittsbevölkerung.

Taioli (2007) hat zuvor auch schon italienische Profifußballer betrachtet und schreibt von einer verminderten Sterblichkeit der Profifußballer durch Herz-Kreislauf-Erkrankungen und Krebs, jedoch wurden vier Todesfälle wegen Amyotropher Lateralsklerose (ALS) festgestellt und lediglich 0,2 erwartet, was einem SMR von 18,18 (95% CI 5,00-46,55) entspricht. Im Fazit fasst er zusammen: „...Die Auswirkungen dieser Ergebnisse auf die öffentliche Gesundheit müssen gegen die signifikant niedrigere Sterblichkeit bei Krebs und Herz-Kreislauf-Erkrankungen abgewogen werden. Allerdings werfen das frühe Sterbealter und die jugendliche Zusammensetzung der Kohorte Fragen zum relativen Gewicht der ALS-Mortalität in dieser Population in den kommenden Jahren auf“ (Taioli, 2007, S. 600).

In der dritten Untersuchung, schottische Fußballspieler betreffend, haben Mackay et al. (2019) vor allem ein Augenmerk auf neurodegenerative Erkrankungen gelegt und herausgefunden, dass die Gesamtsterblichkeit bei den ehemaligen Profifußballern niedriger als bei der dazu passenden Kontrollgruppe aus der Gesamtbevölkerung, die Sterblichkeit durch neurodegenerative Erkrankungen jedoch bei den Fußballspielern höher ist.

In der vorliegenden Arbeit wird nun ein Vergleich der bisher vorliegenden Ergebnisse aus den inkludierten Studien zur Lebenserwartung bzw. Sterblichkeit von Spitzensportlerinnen und Sportlern gezogen und diskutiert, worin die Ursachen für eine verlängerte oder verkürzte Lebensdauer liegen könnten.

Darüber hinaus wäre es noch interessant herauszufinden, ob es einen Zusammenhang zwischen der Mortalitätsrate ehemaliger Spitzensportlerinnen und -sportler und dem Stellenwert des Sports im jeweiligen Land gibt. Es stellt sich die Frage, ob Sportlerinnen und Sportler in einem Land, in dem Sport nicht so große Bedeutung beigemessen wird, verglichen mit einem Land in dem Sport einen sehr hohen Stellenwert hat, kürzer oder länger leben. Weiters gilt hier auch die Belohnung und Entlohnung für eingebrachte Erfolge zu berücksichtigen und die Infrastruktur in den jeweiligen Ländern. Es findet sich eine Forschungslücke, bei der man die Athletinnen und Athleten der verschiedenen Länder hinsichtlich ihrer Lebenserwartung

unter Berücksichtigung von Infrastruktur und Stellenwert des Sports im jeweiligen Land, untereinander vergleichen könnte.

Die Arbeit endet mit einer Diskussion der gewonnen Ergebnisse aus der bestehenden Literatur, einer Zusammenfassung und gibt anhand der herausgefundenen Forschungslücken noch einen Ausblick auf weiteren Forschungsbedarf.

2. Methodik

In diesem Abschnitt der vorliegenden Arbeit wird auf die Themenfindung, Zusammenstellung der Fragestellung, sowie die Methodik in der Recherche genau eingegangen. Es wird erläutert in welchen Datenbanken nach Studien, systematischen Reviews und Metaanalysen gesucht und wie diese bewertet wurden. Dazu wird der Suchprozess erklärt, die gefunden Studien werden nach Inklusions- und Exklusionskriterien sortiert und es findet eine Qualitätsbewertung der inkludierten Studien statt.

2.1 Thema und Fragestellung

Für die vorliegende Arbeit wurde zu Beginn das Thema „Auswirkungen einer leistungssportlichen Karriere auf die Lebenserwartung – eine systematische Literaturübersicht“ definiert. Danach wurde grob recherchiert und sich überblicksmäßig in das Thema eingelesen, um Forschungsfragen, das Thema betreffend, zu definieren und etwaige Forschungslücken ausfindig zu machen.

Folgende Fragestellung soll nun im Zuge der Arbeit näher recherchiert und beantwortet werden.

- Verlängert oder verkürzt eine leistungssportliche Karriere die Lebenserwartung?

2.2 Suchvorgang

Um die Fragestellung beantworten zu können, müssen nun Studien, systematische Reviews und Metaanalysen in der Literatur gefunden werden, die genau auf dieses Thema abzielen. Dazu wurde mit unterschiedlichen Suchkriterien in den wissenschaftlichen Datenbanken von PubMed und Web of Science im Juni 2021 recherchiert.

Für die Recherche wurden die search strings „mortality“, „life expectancy“, „longevity“, „athletes“ und zur Eingrenzung „elite athletes“, „olympians“ verwendet und durch AND und OR Befehle unterschiedlich verknüpft.

2.3 PRISMA-Flow Diagramm

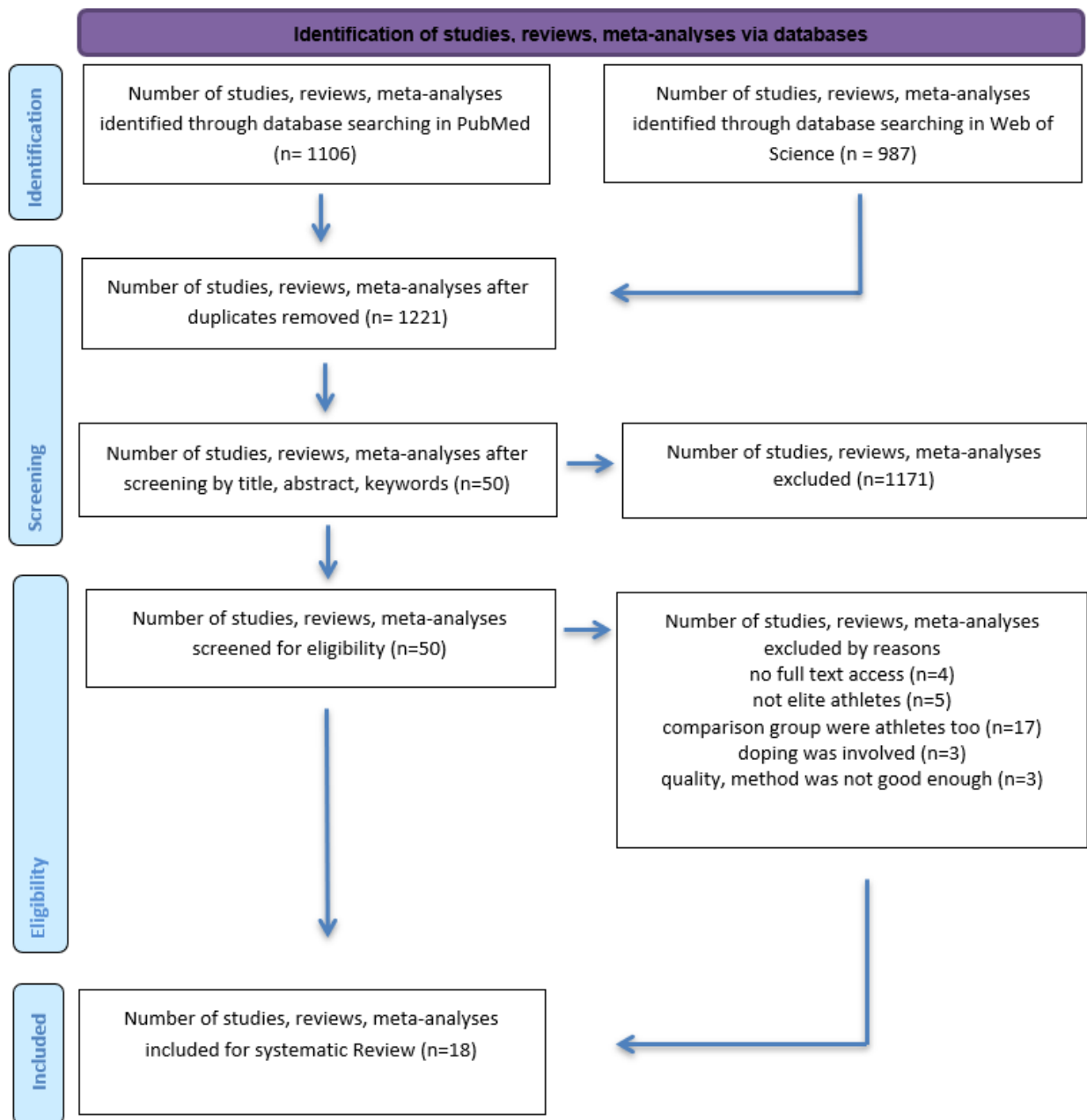
Um sicherzustellen, dass eine systematische Überprüfung der gefunden Studien im Suchverlauf stattgefunden hat, legen Page et al. (2021) fest, dass eine transparente, vollständige und genaue Angabe darüber erstellt werden soll, warum eine Überprüfung der Studien durchgeführt wurde, wie Studien identifiziert und ausgewählt wurden und was gefunden wurde. Aktuelle Berichterstattungsleitfäden, wie in diesem Fall das PRISMA-Chart mit den vorgegeben Richtlinien erleichtern dies. Die PRISMA-Erklärung von 2020 umfasst eine Checkliste mit 27 Punkten, Erläuterungen und Ausarbeitungsunterlagen, sowie das Flow-

Diagramm und ist empfohlen für die Berichterstattung in systematischen Übersichtsarbeiten, es ersetzt die PRISMA Erklärung von 2009, die nicht mehr verwendet werden soll. (Page et al., 2021)

PRISMA steht für „Preferred Reporting Items for Systematic reviews and Meta-Analyses“ (Page et al., 2021).

Über die zuvor angegebenen Suchwörter konnten Reviews und Meta-Analysen in den erwähnten Datenbanken gefunden werden. In PubMed konnten 1106 Treffer und in Web of Science 987 Treffer erzielt werden. Im nächsten Schritt wurden die Duplikate entfernt, was zu einer Reduktion auf 1221 Titel führte. Danach wurden die Reviews und Meta-Analysen auf Titel, Abstract, Schlüsselwörter überprüft und jene entfernt, die nicht zur Thematik der vorliegenden Arbeit passten. Danach blieben 50 Titel übrig, wovon 4 weitere ausgeschlossen werden mussten, weil kein Zugriff auf den Volltext möglich war. Die 46 übrigen Reviews und Meta-Analysen wurden nun gelesen und auf ihre Berechtigung überprüft. 5 Titel wurden exkludiert, weil es sich bei der Kohorte nicht um Elitesportlerinnen und -sportler handelte, 17 weitere wurden ausgeschlossen, weil die Vergleichsgruppe ebenso Sportlerinnen und Sportler darstellte, 3 Reviews wurden ausgeschlossen, weil die Überlebenszeitanalysen in Zusammenhang mit Doping untersucht wurden und weitere 3 Titel wurden exkludiert, weil die Qualität nicht ausreichend war und sie keine nachvollziehbare Methode aufweisen konnten. Im Endeffekt wurden 18 Reviews und Meta-Analysen für die vorliegende Arbeit inkludiert und analysiert.

Zur Veranschaulichung und Dokumentation des gesamten Prozesses wird nun das PRISMA-Flow-Diagramm dargestellt. Es umfasst 4 Phasen „Identification“, „Screening“, „Eligability“ und „Included“.



From: Page MJ, McKenzie JE, Bossuyt PM, Boutron I, Hoffmann TC, Mulrow CD, et al. The PRISMA 2020 statement: an updated guideline for reporting systematic reviews. *BMJ* 2021;372:n71. doi: 10.1136/bmj.n71

For more information, visit: <http://www.prisma-statement.org/>

Abbildung 1: PRISMA Flow Diagramm (mod. n. Page et al., 2020, S.5)

2.4 Inklusions- und Exklusionskriterien

Im vorangegangenen Unterkapitel wurde das Prisma Flow Diagramm erstellt und zur Auswahl der herangezogenen Titel bereits die Inklusions- und Exklusionskriterien berücksichtigt, welche im folgenden genauer erklärt werden. Um die Literatursuchstrategien zu verbessern und eine umfassende Literaturrecherche sicherzustellen wird das sogenannte PICO Schema herangezogen. Das PICO-Tool der National Library of Medicine bietet Studierenden eine

Methode zur Durchführung evidenzbasierter Literaturrecherchen in der Praxis, um die Qualität neuer und bestehender Interventionen und Programme zu verbessern. (Brown, 2020) Dem PICO System folgend werden die Auswahlkriterien für die Reviews in vier Kategorien, P=Population, I=Interventions, C=Comparison und O=Outcomes, eingeteilt. (Agoritsas et al., 2012)

Mit Hilfe dieses Schemas, können nun anhand der Kategorien nachvollziehbare Inklusions- und Exklusionskriterien identifiziert und definiert werden. (Page et al., 2021)

„Population“

In dieser Kategorie werden Personen inkludiert, die eine leistungssportliche Karriere absolviert haben und deren Daten zur Nachverfolgung registriert sind.

Antero-Jacquemin et al. (2015) veröffentlichen eine Studie mit einer Kohorte bestehend aus allen französischen Frauen und Männern, die Frankreich bei den olympischen Sommer- oder Winterspielen zwischen 1948 und 2010 vertreten haben und deren körperlicher Status vom „Répertoire national d'identification des personnes physiques“ (RNIPP) bestätigt ist. Ebenso wird berücksichtigt, dass ihre biografischen Informationen aus zuverlässigen Quellen stammen und mit den Informationen von IOC und den offiziellen Verbänden verglichen werden. Antero et al. veröffentlichten zwei weitere Studien über die Lebenszeitanalysen von Olympischen Spitzensportlerinnen und -sportlern. Einerseits (2021) eine Studie über weibliche und männliche amerikanische Olympiateilnehmerinnen und -teilnehmer, die zwischen 1912 und 2012 mindestens ein Mal an den olympischen Spielen teilgenommen haben und deren Daten vollständig aus einer zuverlässigen historischen Datenbank erfasst werden konnten. Athletinnen und Athleten mit fehlenden Daten wurden ausgeschlossen. Andererseits veröffentlichten Antero-Jacquemin et al. (2014) eine Studie über französische Ruderer, die ebenso an den olympischen Spielen teilgenommen haben und deren Vitalstatus durch das nationale Register zur Identifizierung von Personen (RNIPP) bestätigt werden konnte.

Bei allen weiteren inkludierten Studien wurde ebenso darauf geachtet, dass die Daten vollständig aus einer zuverlässigen Informationsquelle entstammen.

„Intervention“

Um eine Abgrenzung zwischen Spitzensport und Breitensport zu erzielen, werden nur Studien herangezogen, die Daten von Teilnehmerinnen und Teilnehmern an spezifischen Spitzensportereignissen vorweisen. Zu diesen Ereignissen zählen unter anderem Olympische Spiele, Weltmeisterschaften, Europameisterschaften, international angesehene Wettbewerbe, sowie Tour de France, National Football League, National Basketball Association, National Baseball League oder eine der Profifußballligen, die der FIFA unterliegen. Studien, deren Kohorte keine spitzensportliche Karriere absolviert hat, werden ausgeschlossen.

Abgesehen davon können sowohl Einzel- als auch Mannschaftssportarten herangezogen werden, sowie Sportarten die überwiegend aerob, aber auch überwiegend anaerob ausgeübt werden.

Kontro et al. (2018) inkludieren in ihrer Studie ehemalige männliche Spitzensportler, die Finnland zwischen 1920 und 1965 bei Olympischen Spielen, Weltmeisterschaften, Europameisterschaften oder internationalen Wettbewerben vertreten haben. Die Athleten werden in folgende drei Gruppen, deren Sportarten betreffend, eingeteilt. Die erste Gruppe sind Ausdauerathleten mit einer Stichprobe von $n=217$, darunter fallen Läufer und Skilangläufer, die zweite Gruppe wird als sogenannte „mixed sports“- Gruppe bezeichnet, in der die Sportarten Fußball, Eishockey, Basketball, Hochsprung, Weitsprung, Dreisprung, Stabhochsprung, Hürdenlauf, Sprint und Zehnkampf berücksichtigt werden und beinhaltet eine Stichprobe von $n=307$ und die dritte Gruppe stellt die Kraftsportler mit einer Stichprobe von $n=376$ dar und inkludiert Gewichtheber, Boxer, Ringer, Kugelstoßer, Diskuswerfer, Hammerwerfer und Speerwerfer.

Um eine Abgrenzung zwischen „sauberem“ Leistungssport und der Einnahme von unerlaubten Substanzen ziehen zu können und damit die Lebenserwartung nicht durch die Einnahme von Doping beeinflusst werden kann, werden Studien, die in ihren Untersuchungen die Überlebenszeitanalysen in Zusammenhang mit Doping untersuchen, exkludiert.

„Comparison“

Um die Lebenserwartung der Spitzensportlerinnen und Spitzensportler vergleichen zu können benötigt jede Studie, die für die vorliegende Arbeit verwendet werden kann, eine Vergleichsgruppe. Hier ist es möglich die durchschnittliche Gesamtbevölkerung heranzuziehen, ebenso wie Geschwisterkonstellationen. Studien die Spitzensportlerinnen und Spitzensportler untereinander in verschiedenen Sportarten vergleichen, werden exkludiert. Wichtig ist darauf zu achten, dass die Vergleichsgruppen einer annähernd gleichen Altersgruppe, gleicher Nationalität und gleichen Geschlechts entsprechen. Kontro et al. (2017) haben hier für ihre Studie, finnische Spitzenathleten betreffend, deren Brüder mit allen vorhandenen Daten, die altersmäßig am besten zur Kohorte passen, inkludiert. Antero-Jacquemin et al. (2015) haben die Sterblichkeit der Olympionikinnen und Olympioniken mit der der allgemeinen französischen Bevölkerung durch standardisierte Mortalitätsraten (SMRs) und Kaplan-Meier Kurven verglichen.

Überwiegend wurde die Sterblichkeitsrate, Überlebenszeit oder Lebenserwartung der Spitzensportlerinnen und -sportler mit Individuen aus der allgemeinen Gesamtbevölkerung, die in Alter, Geschlecht und Herkunft passend sind, verglichen. Die am häufigsten verwendete Methode war die Standardisierte Mortalitätsrate (SMR) mit Angabe des 95% Konfidenzintervalls.

„Outcome“

In dieser Kategorie wird überprüft, ob die inkludierten Studien die Lebenserwartung, Mortalitätsraten, Überlebenszeiten von Spitzensportlerinnen und Spitzensportlern auch tatsächlich untersuchen. Zu den Maßzahlen für die Sterblichkeit gehören Hazard Ratio (HR), Lebenserwartung (LE), standardisierte Mortalitätsrate (SMR), relatives bedingtes Überleben (RCS), relatives Überlebensverhältnis (RSR), die mit Hilfe verschiedener Methoden berechnet wurden. Alle eingeschlossenen Studien zeigen Ergebnisse über die geforderten Messungen.

Weiters wird bei den inkludierten Studien überprüft, ob die drei quantitativen Gütekriterien, Reliabilität, Validität und Objektivität gegeben sind.

Unter Reliabilität versteht man, ob die Forschung bei wiederholter Durchführung zuverlässige Ergebnisse liefert, Validität bezieht sich auf die Gültigkeit der Forschung und ist dann gegeben, wenn eine Messung tatsächlich das misst, was sie messen soll und Objektivität trifft auf die Forschung zu, wenn keine ungewollten Einflüsse durch involvierte Personen entstehen. (Pfeiffer, 2021)

Alle eingeschlossenen Studien erfüllen die quantitativen Gütekriterien gänzlich.

2.5 Durchführung der Qualitätsbewertung

Systematische Reviews haben immer wichtigere Bedeutung zum Aufbau einer Evidenzbasis bekommen, die die klinische Praxis informiert und Bereiche aus dem Gesundheitswesen aufdeckt, die weiteren Forschungsbedarf haben. Eine Meta-Analyse wird oft in Verbindung durchgeführt und bietet eine statistische Methode zur Zusammenführung von einzelnen Studienergebnissen. Ein wichtiger Schritt bei der Durchführung einer systematischen Überprüfung besteht darin, die methodische Qualität jeder eingeschlossenen Studie zu beurteilen. (de Morton, 2009)

Im Zuge des Schreibprozesses hat sich herausgestellt, dass das vorliegende Thema für eine qualitative Beurteilung der inkludierten Studien mit Hilfe von PEDro oder einer Downs and Black Checkliste wenig geeignet ist. Obwohl die inkludierten Studien viele Punkte, dieser zwei Qualitätsbewertungssysteme erfüllt haben, wurde aufgrund der Tatsache, dass PEDro und Downs and Black eher bei Therapiestudien und medizinischen Reviews zum Einsatz kommen, trotzdem davon abgesehen.

Da es sich in der vorliegenden Arbeit um eine systematische Literaturübersicht handelt, die epidemiologische Studien (Kohortenstudien, Fall-Kontroll-Studien, Beobachtungsstudien, Querschnittstudien) einschließt, musste eine mögliche Methode gefunden werden, um die Qualität zu beurteilen.

Unter epidemiologischen Studien versteht man Beobachtungsstudien am Menschen unter realen Umweltbedingungen. Sie unterscheiden sich damit grundlegend von experimentellen

Studien, in denen Versuchspersonen zufällig (randomisiert) und unter kontrollierten Laborbedingungen einer Exposition ausgesetzt werden (Bundesamt für Strahlenschutz, 2020).

Die häufigste Studienform in der vorliegenden Arbeit sind Kohortenstudien. Ressing et al. (2010) erklären, dass hierbei Personen, die bestimmten Risikofaktoren ausgesetzt sind, in diesem Fall hoch intensivem und umfangreichem Training und Wettkampf, mit Personen verglichen werden, die nicht diesen Einflüssen ausgesetzt sind. „...Das Auftreten von Erkrankungen oder Todesfällen in den beiden Gruppen wird prospektiv beobachtet. Aus Daten einer Kohortenstudie können Inzidenzrate und Mortalitätsrate als deskriptive Häufigkeitsmaße und als vergleichende Maßzahl das relative Risiko (RR) beziehungsweise Hazard Ratio (HR) geschätzt werden. Für den Vergleich mit der Allgemeinbevölkerung werden standardisierte Inzidenz- beziehungsweise Mortalitätsratios (SIR beziehungsweise SMR) berechnet“ (Ressing et al., 2010, S.187).

Ressing et al. (2010) schreiben außerdem, dass ein wichtiges Ziel epidemiologischer Forschung darin liegt, Risikofaktoren für die Entstehung von Erkrankungen zu identifizieren. „...Dafür werden in Abhängigkeit von der Fragestellung Kohortenstudien, Fall-Kontroll-Studien oder Querschnittstudien durchgeführt“ (Ressing et al., 2010, S.187).

Wichtige Häufigkeitsmaße in Kohortenstudien sind Inzidenz und Mortalität, wie man auch anhand der inkludierten Studien erkennen kann. „...Außerdem können verschiedene vergleichende Maßzahlen wie relatives Risiko (RR), Hazard Ratio (HR), standardisierte Inzidenzratio (SIR), standardisierte Mortalitätsratio (SMR) und Odds Ratio (OR) berechnet werden. Als vergleichende Maßzahl kann in Fall-Kontroll- und Querschnittstudien das OR bestimmt werden“ (Ressing et al., 2010, S. 187).

Um nun die Qualität der inkludierten Studien zu beurteilen, wurde die sogenannte Newcastle-Ottawa-Skala (NOS) verwendet. „...Die Newcastle-Ottawa-Skala (NOS) ist eine laufende Zusammenarbeit zwischen den Universitäten Newcastle in Australien und Ottawa in Kanada. Es wurde entwickelt, um die Qualität nicht randomisierter Studien zu beurteilen, wobei Design, Inhalt und Benutzerfreundlichkeit darauf ausgerichtet sind, die Qualitätsbewertungen in die Interpretation metaanalytischer Ergebnisse einzubeziehen“ (Wells et al., 2021, http://www.ohri.ca/programs/clinical_epidemiology/oxford.asp, Zugriff am 21.10.2021). Es wurde ein „Sternensystem“ entwickelt, in dem eine Studie nach drei Qualitätsparametern, Auswahl (Selection), Vergleichbarkeit (Comparability) und Ermittlung der Exposition oder des Ergebnisses (Exposure/ Outcome) beurteilt werden soll (Wells et al., 2021).

In der ersten Kategorie können vier Sterne vergeben werden, im zweiten Beurteilungsparameter können zwei Sterne vergeben werden und in der dritten Kategorie können maximal drei Sterne vergeben werden, wenn die Kriterien von der jeweiligen Studie erfüllt werden. Somit ist ein maximaler Score von neun Sternen erreichbar und stuft die jeweilige Studie als qualitativ hochwertig ein.

In der folgenden Tabelle 2 wird nun ersichtlich welchen Qualitätsscore die inkludierten Studien nach der 9-stufigen Newcastle-Ottawa-Skala erreicht haben.

Tabelle 2: Qualitätsbewertung nach NOS für Kohortenstudien (Quelle: eigene Darstellung, 2021)

Kohortenstudie	Representativeness of exposed cohort	Selection of non-exposed cohort	Ascertainment of exposure	Demonstration that outcome of interest was not present at start of study	Controls for the most important risk factors	Controls for other risk factors	Assessment of outcome	Follow-up length	Loss to follow-up rate	Gesamtpunkte
	Selection				Comparability		Outcome			
<i>Antero et al. (2021)</i>	*	*	*	*	*	*	*	*	*	9/9
<i>Antero-Jacquemin et al. (2015)</i>	*	*	*	*	*	*	*	*	*	9/9
<i>Antero-Jacquemin et al. (2014)</i>	*	*	*	*	*	*	*	*	*	9/9
<i>Clarke et al. (2012)</i>	*	*	*	*	*		*	*	*	8/9
<i>Gajewski und Poznańska (2008)</i>	*	*	*	*	*		*	*	*	8/9
<i>Kontro et al. (2018)</i>	*	*	*	*	*		*	*	*	8/9
<i>Kuss et al. (2010)</i>	*	*	*	*	*		*	*	*	8/9
<i>Lincoln et al. (2017)</i>	*	*	*	*	*	*	*	*	*	9/9
<i>Mackay et al. (2019)</i>	*	*	*	*	*	*	*	*	*	9/9
<i>Marijon et al. (2013)</i>	*	*	*	*	*	*	*	*	*	9/9
<i>Radonic et al. (2017)</i>	*	*	*	*	*	*	*	*	*	9/9
<i>Sarna et al. (1993)</i>	*	*	*	*	*	*	*	*	*	9/9
<i>Taioli (2007)</i>	*	*	*	*	*	*	*	*	*	9/9
<i>Takeuchi et al. (2019)</i>	*	*	*	*	*		*	*	*	8/9

Tabelle 3: Qualitätsbewertung nach NOS für Fall-Kontroll-Studien (Quelle: eigene Darstellung, 2021)

Fall-Kontroll-Studie	Is the case definition adequate?	Representativeness of the case	Selection of controls	Definition of controls	Controls for the most important risk factors	Controls for other risk factors	Ascertainment of exposure	Same method of ascertainment for case and controls	Non-Response rate	Gesamtpunkte
	Selection				Comparability		Exposure			
<i>Keller (2018)</i>	*	*	*	*	*		*	*	*	8/9

Abbasi et al. (2020) geben bekannt, dass die maximale Anzahl von 9 Sternen auf die vollständige Abwesenheit jeglicher Verzerrung hinweist. Sie schreiben außerdem, dass die Ergebnisse der NOS später in die Standards der Agency for Healthcare Research and Quality (AHRQ) umgewandelt wurden, um die Studien abschließend mit gut, mittelmäßig und schlecht bewerten zu können. Abbasi et al. (2020) fassen zusammen, dass für eine gute Qualität eine Studie drei oder vier Sterne in der Kategorie Auswahl, ein oder zwei Sterne in der Kategorie Vergleichbarkeit und zwei oder drei Sterne in der Kategorie Ergebnis aufweisen muss. Weiters muss eine Studie für eine mittelmäßige Qualität zwei Sterne, ein oder zwei Sterne und zwei oder drei Sterne in den jeweiligen drei Qualitätsparametern anzeigen. Bei schlechter Qualität liegt der Score bei null oder einem Stern in der Kategorie Auswahl, bei null Sternen in der Kategorie Vergleichbarkeit und bei null oder einem Stern in der Kategorie Ergebnis.

Die 14 Kohortenstudien weisen alle einen Gesamtscore von acht oder neun Sternen auf und können somit als gut eingestuft werden. Die Fall-Kontroll-Studie zeigt einen Gesamtscore von 8 Sternen und wird somit ebenso als gut eingestuft.

Die in die vorliegende Literaturübersicht eingeschlossenen Studien sind somit nach der Newcastle- Ottawa- Scale von hoher Qualität.

3. Ergebnisse

Anhand der vorliegenden Literaturübersicht bestehend aus 15 Einzelstudien, 2 Reviews und einer Meta-Analyse wurde versucht, die Auswirkungen einer leistungssportlichen Karriere auf die Lebenserwartung zusammenzufassen. Die nachfolgenden Tabellen 4 und Tabelle 5 zeigen einen Überblick über Studiendesign, statistische Auswertungsmethoden, Kohortengröße der Sportlerinnen und Sportler, Anzahl der Verstorbenen im Laufe der Untersuchungen, durchschnittliches Todesalter der Sportlerinnen und Sportler, sowie die Ergebnisse der Gesamtsterblichkeit und der Haupttodesursachen aus den 15 Einzelstudien.

Nahezu alle Studien sind Kohortenstudien, die meisten Autorinnen und Autoren verwenden die standardisierte Mortalitätsrate (SMR) oder die Hazard Ratio (HR) bzw. das Cox proportional Hazard Modell, um die HR zu berechnen. Alle Methoden werden inklusive 95% Konfidenzintervall angegeben, um die Sterblichkeitsraten der Sportlerinnen und Sportler vergleichen mit der jeweiligen Vergleichsgruppe darzustellen. Sieben Studien verwenden außerdem Kaplan-Meier Kurven, um beobachtete und erwartete Überlebenskurven darzustellen, die Unterschiede werden dann mittels log rank Test verglichen und bewertet. Weitere statistische Methoden zur Auswertung und Darstellung der Sterblichkeit, Lebenserwartung oder Überlebensdauer, die verwendet wurden, sind die Years-Saved-Methode, Tallis and Colleagues Technik, Cumulative relative survival ratios, Mid-p exact test mit Miettinen's Modifikation und die Darstellungen über Mediane, Mittelwerte, Quartillen, Standardabweichungen, Prozentzahlen.

Tabelle 4: Überblick von Studiendesign, Statistischen Auswertungsmethoden, Kohortengröße, Verstorbenen, Durchschnittsalter bei Tod (Quelle: eigene Darstellung, 2021)

Studie	Studiendesign	Statistische Auswertung	Kohortengröße der Sportlerinnen und Sportler	Verstorbene innerhalb des Beobachtungszeitraums	Durchschnittsalter bei Tod
<i>Antero et al. (2021)</i>	Kohortenstudie	Kaplan-Meier-Kurven, years-saved method, Aalen-Johansen estimator, 95% CI	n=8124 (♀=2301, ♂=5823)	†= 2309 (♀=225, ♂=2084)	72,4±16,1 Jahre
<i>Antero-Jacquemin et al. (2015)</i>	Kohortenstudie	SMR und 95% CI, Kaplan-Meier-Kurven	n=2403 (♀=601, ♂=1802)	†=235 (♀=13, ♂=222)	-
<i>Antero-Jacquemin et al. (2014)</i>	Kohortenstudie	SMR und 95% CI, Kaplan-Meier-Kurven, log rank test	n=203	†=46	72,5±15,6 Jahre (P1=1912-1936) 74±9,1Jahre (P2=1948-2012)
<i>Clarke et al. (2012)</i>	Kohortenstudie	Tallis and Colleagues Methode	n=15174 (♀=3555, ♂=11619)	†=5095	-
<i>Gajewski und Poznańska (2008)</i>	Kohortenstudie	SMR und 95% CI, Kaplan-Meier-Kurven, log-rank test	n=2113 (♀=424, ♂=1689)	†=295 (♀=28, ♂=257)	♀=79,1 (1,6 SE) Jahre ♂=77,7 (0,7 SE) Jahre
<i>Keller (2018)</i>	Fall-Kontroll-Studie	Means ± SD, proportions, Interquartile ranges, Kaplan-Meier-Kurven	n=271	†=11 (ohne Interpolation) †=29 (mit Interpolation)	-
<i>Kontro et al. (2018)</i>	Kohortenstudie	Cox regressions model, Cox proportional hazards model, Age adjusted HR und 95% CI, mean and SD und 95%CI, Median	n=900	†=649	75,9 (95% CI= 75,1-76,7) Jahre

<i>Kuss et al. (2010)</i>	Kohortenstudie	Cumulative relative survival ratios (RSRs), median, min., max., Q1, Q3	n=812	†=428	-
<i>Lincoln et al. (2017)</i>	Kohortenstudie	SMR und 95% CI, Cox proportional hazard model	n=9778	†=227	-
<i>Mackay et al. (2019)</i>	Kohortenstudie	Hazard ratio mit 95% CI, means ± SD	n=7676	†=1180	67,9 ± 13,0 Jahre
<i>Marijon et al. (2013)</i>	Kohortenstudie	SMR und 95% CI, means ± SD, proportions, IQR, Median	n=786	†=208	-
<i>Radonić et al. (2017)</i>	Kohortenstudie	SMR und 95% CI, Kaplan-Meier-Kurven, Mid-P exact test with Miettinen's modification	n=233	†=57	67,7±16,3 Jahre
<i>Sarna et al. (1993)</i>	Kohortenstudie	Kaplan-Meier-Kurven, Cox proportional hazard model, mean life expectancy, 95% CL (confidence limits)	n=2613	-	Ausdauersportler 75,6 (95% CL= 73,6-77,5) Jahre Mannschaftssportler 73,9 (95% CL= 72,7-75,1) Jahre Kraftsportler 71,5 (95% CL=70,4-72,2) Jahre
<i>Taioli (2007)</i>	Kohortenstudie	SMR und 95% CI	n=5389	†=63	-
<i>Takeuchi et al. (2019)</i>	Kohortenstudie	SMR und 95% CI	n=3381 (♀=1118, ♂=2263)	†=153 (♀=9, ♂=144)	-

Tabelle 5: Überblick der Ergebnisse der Gesamtsterblichkeit und der Todesfälle nach Hauptursachen (Quelle: eigene Darstellung, 2021)

Studie	Gesamtsterblichkeit	Herz-Kreislauf- Erkrankung	Krebs, Neoplasie	Externe Ursachen	Neurodegenerative Erkrankungen
<i>Antero et al. (2021)</i>	♀: mediane Überlebenszeit nach Olympiateilnahme 66,0 (95% CI 63,0-67,6) Jahre → 13% bessere Überlebenschancen ♂: mediane Überlebenszeit nach Olympiateilnahme 56,7 (95% CI 55,8-57,3) Jahre → 20% bessere Überlebenschancen Lebensdauer um 5,1 Jahre (95% CI 4,3-6,0) erhöht	Geringeres Risiko an HKE, verbesserte Lebensdauer um x Jahre ♀: 1,8 Jahre (95% CI 1,3-2,3) ♂: 2,3 Jahre (95% CI 2,0-2,6)	Geringeres Risiko an Krebserkrankungen, verbessert Lebensdauer um x Jahre ♀: 1,1 Jahre (95% CI 0,5-1,8) ♂: 1,6 Jahre (95% CI 1,3-1,9)	verbessert Lebensdauer um x Jahre ♀: 0,4 Jahre (95% CI 0,3-0,5) ♂: 0,6 Jahre (95% CI 0,4-0,7)	-
<i>Antero-Jacquemin et al. (2015)</i>	♀: SMR 0,49 (95% CI 0,26-0,85) ♂: SMR 0,51 (95% CI 0,45-0,59)	♀: (16,6%) ♂: (24,3%) SMR 0,55 (95% CI 0,41-0,73)	♀: (50%) keine signifikanten Unterschiede ♂: (36,1%) SMR 0,55 (95% CI 0,43-0,69)	♀: (33,3%) ♂: (14,4%) SMR 0,66 (95% CI 0,44-0,94)	-
<i>Antero-Jacquemin et al. (2014)</i>	SMR 0,58 (95% CI 0,43-0,78)	(21%) SMR 0,41 (95% CI 0,16-0,84)	(33%) SMR 0,59 (95% CI 0,29-1,07)	(18%) SMR 1 (95% CI 0,38-2,29)	-
<i>Clarke et al. (2012)</i>	durchschnittliche Lebensdauer, um 2,8 Jahre verlängert	-	-	-	-
<i>Gajewski und Poznańska (2008)</i>	♀: SMR 0,73 (95% CI 0,48-1,05) ♂: SMR 0,50 (95% CI 0,44-0,56)	-	-	-	-
<i>Keller (2018)</i>	Ø erhöhte Lebensdauer um 19,1 ± 19,1 Jahre (ohne Interpolation) Ø erhöhte Lebensdauer um 13,0	-	-	-	-

	± 18,4 Jahre (mit Interpolation)				
<i>Kontro et al. (2018)</i>	Age adjusted HR 0,75 (95%CI 0,65-0,87) HR 0,61 (95% CI 0,45-0,82) Ausdauer: Ø LE 79,9 Jahre (95% CI 79,1-80,7) mixed sports: Ø LE 75,9 Jahre (95% CI 75,1-76,7) Kraftsport: Ø LE 74,1 Jahre (95% CI 73,3-75,0)	-	-	-	-
<i>Kuss et al. (2010)</i>	Verlust der mittleren Restlebensdauer um 1,9 Jahre (95% CI 0,6-3,2) bei Eintritt in die Kohorte und um 0,7 Jahre (95% CI -0,5-1,9) nach 25 Jahren	-	-	-	-
<i>Lincoln et al. (2017)</i>	SMR 0,46 (95% CI 0,40-0,52)	SMR 0,65 (95% CI 0,50-0,84) bei unter 65-jährigen: (21%) SMR 0,68 (95% CI 0,50-0,90)	bei unter 65-jährigen: SMR 0,41 (95% CI 0,26-0,62)	bei unter 65-jährigen: Gewalt (17%): SMR 0,38 (95% CI 0,27-0,52)	-
<i>Mackay et al. (2019)</i>	HR 0,87 (95% CI 0,8-0,93)	Ischämische Herzkrankheit: HR 0,8 (95% CI 0,66-0,97)	Lungenkrebs: HR 0,53 (95% CI 0,4-0,7)	-	HR 4,10 (95% CI 2,88-5,83), wurde angepasst SubHR 3,45 (2,11-5,62)
<i>Marijon et al. (2013)</i>	SMR 0,59 (95% CI 0,51-0,68)	(29%) SMR 0,67 (95% CI 0,50-0,88)	(32,2%) SMR 0,56 (0,42-0,72)	(15,8%) SMR 1,06 (95% CI 0,71-1,53)	-
<i>Radonić et al. (2017)</i>	SMR 0,73 (95% CI 0,56-0,94)	SMR 0,61 (95% CI 0,38-0,93)	SMR 0,70 (95% CI 0,40-1,12)	SMR 1,23 (95% CI 0,63-2,20)	-
<i>Sarna et al. (1993)</i>	Ausdauer: Ø LE 75,6 Jahre (95% CL 73,6-77,5) Team Sport: Ø LE 73,9 Jahre (95% CL 72,7-75,1) Kraftsport: Ø LE 71,5 Jahre (95%	Ausdauer: OR 0,49 (95% CL 0,26-0,53) Team Sport: OR 0,61 (95% CL 0,41-0,92)	Ausdauer: OR 0,36 (95% CL 0,12-0,92) Kraftsport: OR 0,55 (95% CL 0,33-0,92)	-	-

	CL 70,4-72,2) Referenzgruppe: Ø LE 69,9 Jahre (95% CL 69,0-70,9)				
<i>Taioli (2007)</i>	SMR 0,68 (95%CI 0,52-0,86)	SMR 0,41 (95% CI 0,20-0,73)	SMR 0,31 (95% CI 0,15-0,55)	Autounfall: SMR 2,23 (95%CI 1,46-3,27) Selbstmord: SMR 0,81 (95%CI 0,35-1,59)	ALS: SMR 18,18 (95% CI 5,0-46,55)
<i>Takeuchi et al. (2019)</i>	SMR 0,29 (95% CI 0,25-0,34)	-	-	-	-

3.1 Beschreibung der inkludierten Studien

Die oben angeführte Tabelle 4 fasst die herangezogenen 15 Einzelstudien zusammen, die sich hinsichtlich Kohortengröße, Anzahl der Todesfälle und der unterschiedlichen Auswertungsmethoden der Lebensdauer unterscheiden.

Clarke et al. (2012) weisen die größte Untersuchungsgruppe von 15.174 Sportlerinnen und Sportlern auf, wovon 11.619 Männer sind. Im Laufe seiner Untersuchung sind 5.095 Personen verstorben. Die kleinste Stichprobe an Sportlern wurden bei Antero-Jacquemin et al. (2014) inkludiert. Hierbei wurden 203 Ruderer herangezogen, wovon 46 im Laufe der Untersuchung verstorben sind. In vier Studien wurden sowohl Männer als auch Frauen inkludiert und deren Geschlecht bei den Untersuchungen berücksichtigt. So vergleichen Antero et al. (2021) 8.124 Personen, wovon 2.301 Olympiasportlerinnen und 5.823 Olympiasportler sind. Davon sind im Verlauf der Untersuchung 225 Frauen und 2.084 Männer verstorben. In einer weiteren Studie von Antero-Jacquemin et al. (2015) werden 2.403 Olympiasportlerinnen und -sportler verglichen, wovon 601 Frauen und 1.802 Männer sind. Aus dieser Stichprobe sind 13 Frauen und 222 Männer verstorben. Gajewski und Poznańska (2008) inkludieren 2.113 Personen, wovon 424 Frauen und 1.689 Männer sind und davon im Untersuchungszeitraum 28 Frauen und 257 Männer gestorben sind. Die vierte Studie, die sowohl Männer als auch Frauen einschließt ist von Takeuchi et al. (2019) und vergleicht 1.118 japanische Olympiateilnehmerinnen und 2.263 japanische Olympiateilnehmer, wovon eine sehr geringe Anzahl, nämlich nur 9 Frauen und 144 Männer im Laufe der Untersuchung verstorben sind. Eine ähnlich kleine Stichprobe an Sportlern weisen Keller (2018) und Radonić et al. (2017) auf. Keller (2018) berichtet von 271 Olympiasiegern im Ringen, wovon 11 ohne Interpolation bzw. 29 mit Interpolation verstorben sind und Radonić et al. (2017) verzeichnen 233 kroatische Olympiamedaillengewinner, wovon 57 im Verlauf der Studie verstorben sind.

Keller (2018) verwendet Interpolation, um die Zahl der übereinstimmenden Personen aus der Allgemeinbevölkerung mit den Olympiasiegern im Ringen zu erweitern. Der Autor interpoliert das angegebene durchschnittliche Sterbealter der Allgemeinbevölkerung aus der Humansterblichkeitsdatenbank, indem das erste verfügbare durchschnittliche Sterbealter auf alle vorherigen Geburtsjahrgänge übertragen wird. Keller (2018) schreibt, dass unter Berücksichtigung der steigenden Lebenserwartung nicht zu erwarten sei, dass Personen mit früherem Geburtsjahr eine deutlich höhere Lebenserwartung aufweisen. „...Daher sollte diese Interpolation die Lebenserwartung der allgemeinen Bevölkerung überschätzen“ (Keller, 2018, S. 62).

Ebenso ähnliche Kohortengrößen finden sich bei Kuss et al. (2010), die 812 Nationalspieler, wovon 428 verstorben sind, inkludieren, bei Kontro et al. (2018), die 900 Sportler einschließen, wovon 645 verstorben sind und bei Marijon et al. (2013), die 786 Radsportler heranziehen von denen 208 im Verlauf der Untersuchung verstorben sind. Sarna et al. (1993) ver-

gleichen 2.613 finnische Spitzensportler und geben keine genaue Anzahl über die Verstorbenen an. Größere Stichproben finden sich bei Lincoln et al. (2017), die 9.778 NFL Spieler einschließen, von denen 227 im Studienverlauf verstorben sind, sowie bei Mackay et al. (2017), die 7.676 schottische Fußballspieler vergleichen, wovon 1.180 verstorben sind. Taioli (2007) untersucht 5.389 italienische Profifußballer, wovon nur 63 im Studienverlauf gestorben sind.

Abbildung 2 zeigt einen Überblick über die Gesamtgröße der Kohorte und die Anzahl der verstorbenen Personen pro Studie.

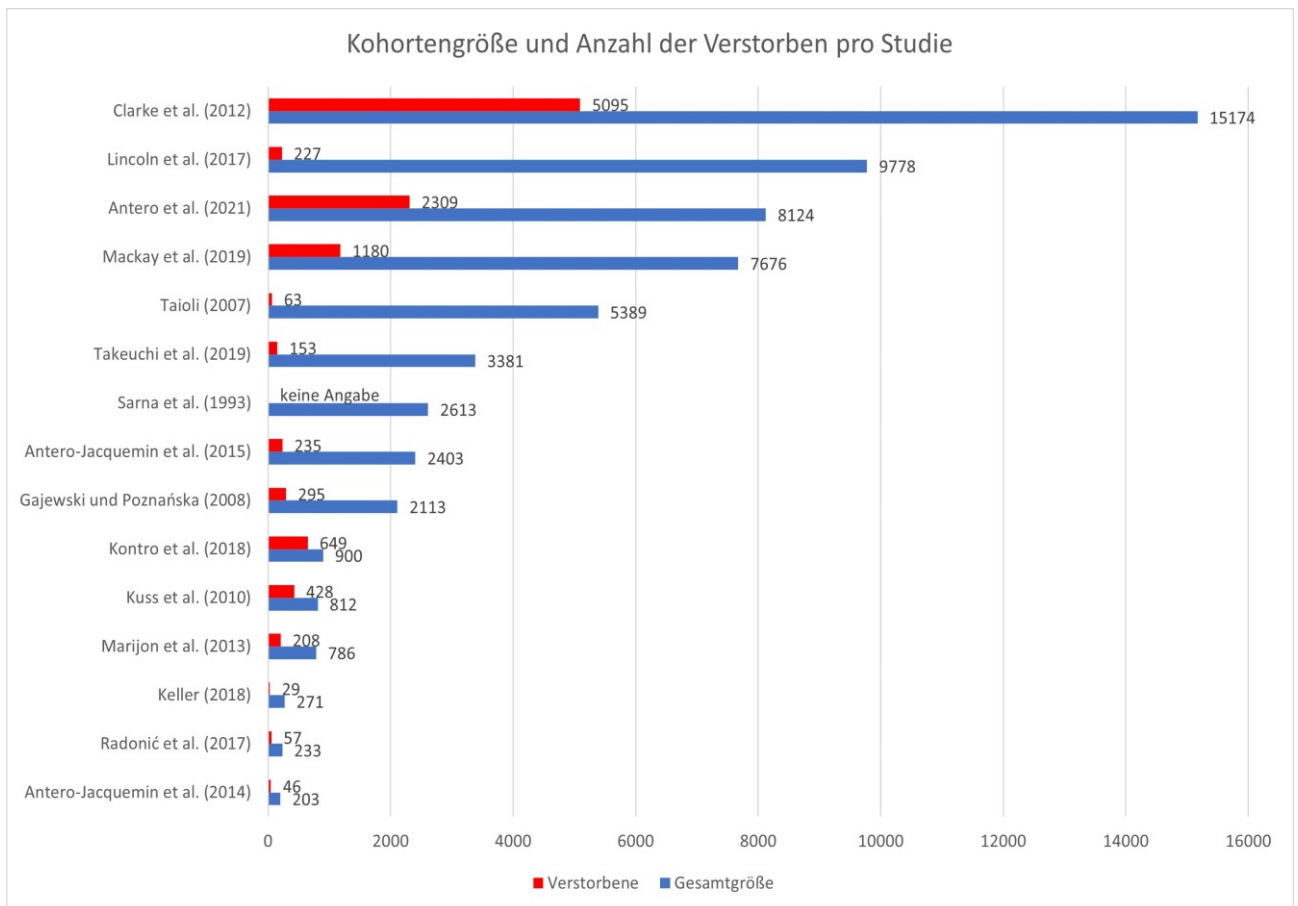


Abbildung 2: Überblick über die Kohortengröße der Sportlerinnen und Sportler und die Anzahl der Todesfälle im Untersuchungszeitraum pro Studie (Quelle: eigene Darstellung, 2021)

Bei den Untersuchungen spielt es auch eine Rolle, wann der Untersuchungszeitraum stattgefunden hat, wie lange der Untersuchungszeitraum angesetzt wurde, wie viele Sportarten inkludiert wurden und ob bei den Spitzensportlerinnen und Spitzensportlern auch weitere Ausschlusskriterien, wie Sieg oder Medaillengewinn eine Rolle gespielt haben. Dementsprechend können dann auch die Kohortengröße und die Anzahl der Todesfälle variieren.

Außerdem geben sieben Autorinnen und Autoren bei den Untersuchungen auch das durchschnittliche Todes bzw. Lebensalter der Sportlerinnen und Sportler an, das ebenso aufgrund

des Untersuchungszeitraumes variieren kann. Das höchste durchschnittliche Lebensalter der Spitzensportlerinnen und Sportler geben Gajewski und Poznańska (2008) an. Es liegt bei 79,1 Jahren (1,6- standard error (SE)) bei den Frauen und bei 77,7 Jahren (0,7 SE) bei den Männern. Radonić et al. (2017) verzeichnen die kürzeste durchschnittliche Lebensdauer von $67,7 \pm 16,3$ Jahren.

3.2 Ergebnisse nach Gesamtsterblichkeit

Tabelle 5 zeigt die Ergebnisse der einzelnen Untersuchungen die Gesamtsterblichkeit betreffend.

Acht Studien stellen ihre Ergebnisse anhand der standardisierten Mortalitätsrate dar. Im folgenden wird zuerst auf diese acht Studien näher eingegangen.

Antero-Jacquemin et al. (2015), die von französischen Olympiateilnehmerinnen und Olympiateilnehmern berichten, stellen einen signifikanten Überlebensvorteil für die Athletinnen und Athleten fest. Die Gesamtsterblichkeit war bei den Sportlerinnen um 51% (SMR 0,49; 95%CI 0,26-0,85) und bei den Sportlern um 49% (SMR 0,51; 95%CI 0,45-0,59) niedriger verglichen mit den Landsleuten. Antero-Jacquemin et al. (2015) schreiben weiters, dass das geringere Gesamtsterblichkeitsrisiko bei weiblichen Olympionikinnen ähnlich ist, wie bei männlichen Olympioniken. Beide weisen einen großen Überlebensvorteil gegenüber ihren Landsleuten auf. „...Diese Ergebnisse unterstreichen, dass männliche und weibliche Spitzensportler gemeinsame Determinanten für eine längere Lebensdauer haben, wie die Veranlagung, einen sportlichen Spitzenstatus zu erreichen, und möglicherweise das Training und der Lebensstil, der für die Teilnahme an Olympischen Spielen erforderlich ist. Der Überlebensvorteil französischer Olympioniken bestätigt die Ergebnisse früherer Studien, die eine höhere Langlebigkeit bei Spitzensportlern zeigen“ (Antero-Jacquemin et al., 2015, S.1508).

Die 203 französischen Ruderer aus der Studie von Antero-Jacquemin et al. (2014) weisen eine ähnlich signifikant reduzierte Gesamtsterblichkeit von 42% (SMR 0,58; 95% CI 0,43-0,78) verglichen mit der allgemeinen Gesamtbevölkerung auf. Die beobachtete Kaplan-Meier Kurve der Ruderer unterscheidet sich signifikant von der erwarteten Kurve, die von der übereinstimmenden französischen Gesamtbevölkerung abgeleitet wurde ($p = 0,008$). „...Die Kurve der beobachteten Ruderer divergiert und verschiebt sich zu Beginn der Nachbeobachtungszeit nach rechts. Die Lücke vergrößert sich bis zum 45-jährigen Follow-up und verkleinert sich danach bis zum Ende der Follow-up. Mit zunehmender Zeit tragen immer weniger Ruderer zur Überlebensschätzung bei“ (Antero-Jacquemin, 2014, S.3).

Gajewski und Poznańska (2008) stellen ebenso eine verminderte Sterblichkeit unter den 2.113 polnischen Olympiasportlerinnen und -sportlern fest. Die Athleten zeigen einen signifikanten Sterblichkeitsrückgang mit einer SMR von 0,50 (95% CI 0,44-0,56). Bei den Athletinnen nähern sich die Unterschiede dem angenommenen Signifikanzniveau nur an, obwohl

der SMR-Wert für diese Gruppe bei 0,73 (95%CI 0,48-1,05) liegt. Diese Tatsache könnte laut Gajewski und Poznańska (2008) auf die geringe Anzahl von Todesfällen bei weiblichen Sportlern zurückzuführen sein.

Lincoln et al. (2018), die Sterberisiko und Todesursachen bei ehemaligen NFL Spielern untersuchen, kommen zu dem Ergebnis, dass das Sterberisiko in Bezug auf die Gesamtmortalität bei den Profisportlern mit einer SMR von 0,46 (95% CI 0,40-0,52) signifikant niedriger ist als bei der Allgemeinbevölkerung.

Bei den französischen Radrennfahrern haben Marijon et al. (2013) eine um 41% (SMR 0,59, 95% CI 0,51-0,68) niedrigere Sterblichkeitsrate beobachtet. Weiters wurden die Untersuchung für die Sterblichkeitsrate unter Berücksichtigung von drei Zeitperioden (1947-70, 1971-90, 1991-2010) durchgeführt. Die niedrigere Sterblichkeit unter den Radrennfahrern verglichen mit der französischen Gesamtbevölkerung, konnte ohne signifikante Unterschiede in allen drei Perioden nachgewiesen werden. Außerdem untersuchen Marijon et al. (2008) die SMR auch unterteilt in Altersklassen mit einem zeitlichen Abstand von fünf Jahren und finden heraus, dass die SMR über das Alter hinweg in allen Altersklassen konstant ist, abgesehen von den unter 30jährigen. In dieser Altersklasse wurde eine nicht signifikante SMR von 1,65 (95% CI 0,75-3,25) beobachtet. 9 Radrennfahrer sind in dieser Altersgruppe verstorben, Marijon et al. (2008) schreiben hier von einer Übersterblichkeit.

Radonić et al. (2017) stellen eine signifikant niedrigere Sterblichkeitsrate unter den kroatischen Olympiasportlern fest, die SMR liegt bei 0,73 (95% CI 0,56-0,94). Die Autoren untersuchen auch die Sterblichkeit nach Altersgruppen und resümieren eine signifikant niedrigere Sterblichkeit unter den 45-54jährigen und unter den 65-74jährigen Medaillengewinnern, jedoch keinen signifikanten Vorteil für die Altersgruppen 25-34, 35-44, 55-64 und älter als 75. Die Kaplan-Meier Kurve, die die Unterschiede zwischen den beobachteten und erwarteten Sterblichkeitsraten in der Nachbeobachtungszeit abbildet, zeigt durchgehend an, dass das Überleben für die Athleten höher ist als das der allgemeinen Bevölkerung. Die Rechtsverschiebung variiert allerdings im Laufe der Nachbeobachtungszeit, und so beobachten Radonić et al. (2008) eine steigende Differenz nach 20-39 Jahren Nachbeobachtungszeit und eine verringerte Differenz nach 40-47 Jahren Nachbeobachtungszeit.

Die italienischen Profifußballer weisen ebenso eine signifikant niedrigere Gesamtsterblichkeit verglichen mit der allgemeinen Gesamtbevölkerung auf, Taioli et al. (2007) schreiben hier von einer SMR von 0,68 (95% CI 0,52-0,86).

Takeuchi et al. (2019) finden in ihrer Untersuchung, japanische Olympiasportlerinnen und -sportler betreffend, eine sehr niedrige standardisierte Mortalitätsrate heraus. Die SMR von 0,29 (95% CI 0,25-0,34) ist der kleinste Wert der inkludierten Studien. Die Autoren beobachten die Sterblichkeitsraten auch nach folgenden drei Beobachtungsperioden und kommen zu dem Ergebnis, dass von 1948-1997 34 Athletinnen und Athleten gestorben sind, was zu ei-

ner SMR von 0,28 (95% CI 0,19-0,38) führt, von 1998-2007 sind 58 Athletinnen und Athleten verstorben, was eine SMR von 0,41 (95% CI 0,32-0,53) ergibt und 2008-2017 sind 61 Sportlerinnen und Sportler gestorben, die SMR liegt hier bei 0,24 (95% CI 0,18-0,30).

Zwei Studien veröffentlichen ihre Ergebnisse anhand des Hazard Ratio (HR). Mackay et al. (2019) berichten von schottischen Fußballspielern, deren Gesamtmortalität mit einem HR von 0,87 (95% CI 0,80-0,93) signifikant niedriger als bei vergleichbaren Kontrollen ist. Die Autoren führten jedoch auch eine zeitabhängige Analyse durch, die zeigt, dass die Sterblichkeit bei ehemaligen Fußballspielern bis zum Alter von 70 Jahren niedriger als bei vergleichbaren Kontrollen war und danach höher.

Auch Kontro et al. (2018) kommen mit einem HR von 0,75 (95% CI 0,65-0,87) zu einem signifikant niedrigerem Ergebnis, was die Gesamtmortalität bei den finnischen Spitzensportlerinnen und Spitzensportlern verglichen mit ihren Brüdern betrifft. Sie unterteilen ihre Untersuchung allerdings auch in Ausdauersportler, wie Langstreckenläufer, Mittelstreckenläufer und Langläufer, Kraftsportler, wie Gewichtheber, Boxer, Ringer, Kugelstoßer, Diskuswerfer, Speerwerfer, Hammerwerfer und Sportler aus gemischten Sportarten, wie Fußball, Eishockey, Basketball, Hochsprung, Stabhochsprung, Weitsprung, Dreisprung, Hürdenlauf, Kurzstreckenlauf, Zehnkampf. Die Ausdauersportler weisen ein HR von 0,61 (95% CI 0,45-0,82) auf, das HR der Kraftsportler beträgt 0,78 (95% CI 0,62-0,98) und das HR der Sportler aus den gemischten Sportarten zeigt einen Wert von 0,85 (95% CI 0,65-1,10).

Antero et al. (2021) verwenden zur Berechnung und Darstellung ihrer Ergebnisse die sogenannte Years-Saved-Methode und finden heraus, dass sowohl US Olympiateilnehmerinnen als auch Olympiateilnehmer im Vergleich zur Gesamtbevölkerung bessere Überlebensraten aufweisen. Der Unterschied in der Überlebensrate der männlichen Olympioniken verglichen mit der Gesamtbevölkerung ist größer als der der weiblichen Olympionikinnen. Antero et al. (2021) fassen zusammen, dass die mediane Überlebenszeit der Männer 56,7 Jahre (95% CI 55,8-57,3) nach ihrer Olympiateilnahme beträgt, während nur 30% der Kollegen aus der Allgemeinbevölkerung so lange lebten, was eine Überlebenslücke von 20% zugunsten der Athleten darstellt. Die Frauen erreichen eine mediane Überlebenszeit von 66,0 Jahren (95% CI 63,0-67,6) und somit eine um 13% verbesserte Überlebenschance. Insgesamt resümieren Antero et al. (2021) eine geringer Sterbewahrscheinlichkeit von den Spitzensportlerinnen und Spitzensportlern resultierend in einem Überlebensvorteil von 5,1 Jahren (95% CI 4,3-6,0).

Clarke et al. (2012) kommen bei den olympischen Medaillengewinnerinnen und -gewinnern aus neun verschiedenen Ländern zu einer ähnlichen Erkenntnis und finden heraus, dass in den 30 Jahren Nachbeobachtungszeit mehr Spitzensportlerinnen und -sportler am Leben waren als vergleichbare Personen aus der Kontrollkohorte. (relativ bedingtes Überleben 1,08 (95% CI 1,07-1,10)). Die Medaillengewinnerinnen und -gewinner lebten durchschnittlich 2,8 Jahre länger und in acht der neun Länder war der Überlebensvorteil signifikant. Clarke et al.

(2012) führten ebenso eine Untersuchung nach Sportarten durch und klassifizieren die Sportlerinnen und Sportler ähnlich wie Kontro et al. (2018) in Ausdauersportlerinnen und -sportler (Langstreckenlauf, Langlauf), Sportlerinnen und Sportler aus gemischten Sportarten (Fußball, Eishockey, Basketball, Sprungdisziplinen aus der Leichtathletik, Kurzstreckenlauf), sowie in Kraftsportlerinnen und -sportler (Gewichtheben, Ringen, Boxen, Wurfdisciplinen aus der Leichtathletik). Clarke et al. (2012) resümieren hier, dass die Sportlerinnen und Sportler aus Ausdauersportarten (relativ bedingtes Überleben 1,13 (95% CI 1,09-1,17)) und gemischten Sportarten (relativ bedingtes Überleben 1,11 (95% CI 1,09-1,13)) einen größeren Überlebensvorteil verglichen mit der Gesamtbevölkerung haben als jene aus den Kraftsportarten (relativ bedingtes Überleben 1,05 (95% CI 1,01-1,08)).

Bei den Olympiasiegern im Ringen hat Keller (2018) einen signifikanten Vorteil in der Lebenserwartung im Vergleich zur Allgemeinbevölkerung beobachtet und fasst zusammen, dass die Ringer ohne Interpolation im Durchschnitt $19,1 \pm 19,1$ Jahre länger leben und mit Interpolation im Durchschnitt $13,0 \pm 18,4$ Jahre länger leben als die vergleichbaren Personen aus der Gesamtbevölkerung.

Sarna et al. (1993) teilen ihre Kohorte aus finnischen Spitzensportlern, wie auch Kontro et al. (2018) und Clarke et al. (2012) ebenfalls in drei Kategorien. Ausdauersportler (Langstreckenlauf, Langlauf) weisen hier eine durchschnittliche Lebenserwartung von 75,6 Jahren (95% CL 73,6-77,5) auf, Mannschaftssportler (Fußball, Eishockey, Basketball, Kurzstreckenlauf, Mittelstreckenlauf, Hürdenlauf, Sprungdisziplinen aus der Leichtathletik) weisen eine durchschnittliche Lebenserwartung von 73,9 Jahren (95% CL 72,7-75,1) auf und Kraftsportler (Boxen, Ringen, Gewichtheben, Wurfdisciplinen aus der Leichtathletik) haben eine durchschnittliche Lebenserwartung von 71,5 Jahren (95% CL 70,4-72,2). Die Referenzgruppe aus der allgemeinen Bevölkerung hat im Vergleich dazu nur eine durchschnittliche Lebenserwartung von 69,9 Jahren (95% CL 69,0-70,9).

Die Untersuchung von Kuss et al. (2011), deutsche Profifußballer betreffend, kommt zu dem Ergebnis, dass das beobachtete Überleben der Profifußballer immer kleiner als das erwartete Überleben der Vergleichsgruppe aus der allgemeinen Bevölkerung war. Die Fußballer weisen einen Verlust der medianen Restlebensdauer von 1,9 Jahren (95% CI 0,6-3,2) bei Eintritt in die Kohorte (nach dem letzten Länderspiel) und von 0,7 Jahren (95% CI -0,5-1,9) nach 25 Jahren Nachbeobachtungszeit auf. Kuss et al. (2011) finden außerdem heraus, je früher ein Fußballspieler Nationalspieler wird, desto höher ist sein Risiko, früher als erwartet zu sterben. Jedes Jahr erhöht das Sterberisiko um 28,5% im Vergleich zur Gesamtbevölkerung.

3.3 Ergebnisse nach Todesursachen

Bei neun Studien werden auch die Sterblichkeitszahlen nach Haupttodesursachen untersucht. Tabelle 5 zeigt einen Überblick geordnet nach Herz-Kreislauf-Erkrankungen, Krebs beziehungsweise Neoplasien, externen Gründen und neurodegenerativen Ursachen. Zu den externen Gründen zitieren Antero-Jacquemin et al. (2014) die ICD (International Statistical Classification of Diseases and Related Health Problems) und schreiben, dass darunter Unfälle, Tötungsdelikte, Selbstmorde und Stürze fallen. Radonić et al. (2017) zählen zu den externen Ursachen Unfälle, Stürze und Angriffe.

Unter neurodegenerativen Erkrankungen versteht man laut Hartung et al. (2019) Krankheiten, die mit dem Zugrundegehen von Nervenzellen assoziiert werden und so die Funktion bestimmter Hirnareale oder Nervenbahnen einschränken. Zu den häufigsten neurodegenerativen Erkrankungen zählen Alzheimer, Parkinson und Chorea Huntington. Taioli (2007) untersucht bei den italienischen Profifußballern Fälle von amyotropher Lateralsklerose (ALS), die ebenfalls als neurodegenerative Erkrankung gelten. Unter ALS versteht man laut Zeiler und Auff (2007) eine rasch progressive Degeneration des oberen und unteren Motoneurons des Pyramidensystems, was zu einer fortschreitenden Lähmung der Muskulatur führt.

Antero-Jacquemin et al. (2015) haben unter den 13 verstorbenen Frauen drei Todesursachen, nämlich Neoplasien, Herz-Kreislauf-Erkrankungen und externe Gründe untersucht und aufgrund der niedrigen Anzahl an Todesfällen keine signifikanten Unterschiede im Vergleich zur Gesamtbevölkerung feststellen können. Bei den Männern fanden Antero-Jacquemin et al. (2015) heraus, dass die Haupttodesursachen Neoplasie auf 36,1% der Todesfälle zurückzuführen ist und mit einer SMR von 0,55 (95% CI 0,43-0,69) signifikant niedriger ist als bei der Gesamtbevölkerung. Ähnlich sieht es auch bei Herz-Kreislauf-Erkrankungen mit einer SMR von 0,55 (95% CI 0,41-0,73) und bei externen Gründen als Todesursache mit einer SMR von 0,66 (95% CI 0,44-0,94) aus. Bei allen drei Haupttodesursachen ist das Risiko frühzeitig daran zu sterben für die Spitzensportler signifikant verringert.

In der anderen Studie von Antero-Jacquemin et al. (2014) wurden ebenso die drei Todesursachen Neoplasie, Herz-Kreislauf-Erkrankungen und externe Gründe untersucht und die Autoren haben dabei herausgefunden, dass Neoplasie mit 33% der Todesfälle, die häufigste Ursache ist, jedoch genauso wie bei externen Ursachen kein signifikanter Unterschied zur Gesamtbevölkerung festgestellt werden konnte. Bei den Herz-Kreislauf-Erkrankungen haben Antero-Jacquemin et al. (2014) festgestellt, dass diese bei den Ruderern um 59% (SMR 0,41 (95% CI 0,16-0,84) signifikant niedriger ausfallen, verglichen mit der französischen Gesamtbevölkerung.

Lincoln et al. (2018) untersuchen die Todesursachen bei unter 65-jährigen und kommen zu dem Ergebnis, dass Krebs mit einer SMR von 0,41 (95% CI 0,26-0,62) und Herzerkrankun-

gen mit einer SMR von 0,68 (95% CI 0,50-0,90) unter den NFL Spielern signifikant niedriger ausfallen im Vergleich zur amerikanischen Gesamtbevölkerung. Als weitere Ursache haben die Autoren die Sterblichkeit aufgrund von tätlicher Gewalt bei den unter 65-jährigen untersucht, was in der vorliegenden Arbeit zu externen Ursachen zählt. Hierbei sind sie zu dem Ergebnis gekommen, dass die ehemaligen NFL Spieler ein um 62% (SMR 0,38 (95% CI 0,27-0,52)) geringeres Risiko haben an den Ursachen von tätlicher Gewalt zu sterben.

Unter den Radrennfahrern der Tour de France haben Marijon et al. (2013) herausgefunden, dass Neoplasie mit einer SMR von 0,56 (95% CI 0,42-0,72) und Herz-Kreislauf-Erkrankungen mit einer SMR von 0,67 (95% CI 0,50-0,88) signifikante Unterschiede verglichen mit der französischen Gesamtbevölkerung aufweisen. Externe Gründe mit einer SMR von 1,06 (95% CI 0,71-1,53) zeigen hingegen keine signifikanten Unterschiede.

Bei den kroatischen Olympiamedaillengewinnern haben Radonić et al. (2017) nur bei Herz-Kreislauf-Erkrankungen eine um 39% (SMR 0,61 (95% CI 0,38-0,93)) signifikant niedriger Anzahl an Todesfällen feststellen können. Neoplasie und externe Ursachen weisen keine signifikanten Unterschiede zur kroatischen Gesamtbevölkerung auf.

Taioli (2007) untersucht die 63 Todesfälle unter den italienischen Profifußballern ebenfalls nach ihren Ursachen und findet dabei heraus, dass die Sterblichkeit aufgrund von Herz-Kreislauf-Erkrankungen und Krebs unter Fußballern signifikant geringer ist. Mit einer SMR von 0,41 (95% CI 0,20-0,73) bei den Herz-Kreislauf-Erkrankungen und einer SMR von 0,31 (95% CI 0,15-0,55) bei den Krebserkrankungen zeigen die Profifußballer signifikante Vorteile gegenüber der italienischen Gesamtbevölkerung. Taioli (2007) untersucht außerdem auch zwei externe Ursachen und resümiert, dass mit einer SMR von 2,23 (95% CI 1,46-3,27) 41% der Todesfälle unter den Fußballspielern aufgrund von Autounfällen verursacht wurden und mit einer SMR von 0,81 (95% CI 0,35-1,59) acht Selbstmordfälle registriert wurden. Interessant zu beobachten ist, dass Taioli (2007), ebenso wie Mackay et al. (2019), neurodegenerative Erkrankungen unter den Todesursachen beobachtet und dabei vier Fälle von amyotropher Lateralsklerose (ALS) registriert. Das bedeutet eine SMR von 18,18 (95% CI 5,0-46,55), da nur 0,2 Fälle in der Kohorte erwartet wurden.

Mackay et al. (2019) untersuchen ebenso ehemalige Profifußballer und spezialisieren sich in ihrer Forschung auf neurodegenerative Erkrankungen als Todesursache bei den Spitzensportlern. Sie finden heraus, dass 1,7% der schottischen Fußballer und nur 0,5% der Vergleichskohorte aufgrund von neurodegenerativen Erkrankungen verstorben sind. Die HR liegt bei 4,10 (95% CI 2,88-5,83). Nach einer Anpassung aufgrund konkurrierender Ursachen, wie ischämische Herzerkrankungen oder Krebs wurde die Sterblichkeitsrate etwas abgeschwächt und die SubHR liegt dennoch bei 3,45 (95% CI 2,11-5,62). Die höchste Anzahl mit einer HR von 5,07 (95% CI 2,92-8,82) zeigt sich bei den Alzheimererkrankungen und die geringsten Krankheitsfälle mit einer HR von 2,15 (95% CI 1,17-3,96) spiegeln sich

bei den Parkinsonerkrankungen wider. Außerdem schreiben Mackay et al. (2019), dass das Todesalter bei neurodegenerativen Erkrankungen keine signifikanten Unterschiede verglichen mit der Kontrollkohorte zeigt, außer bei Demenzpatienten ohne Alzheimerveränderung (77,5 Jahre \pm 7,5 Jahre bei den Profifußballern und 81,3 Jahre \pm 7,3 Jahre bei der Kontrollkohorte). Weiters schreiben Mackay et al. (2019), dass die ehemaligen schottischen Profifußballer mit einer Odds Ratio von 4,9 (95% CI 3,81-6,31) häufiger ein demenzbezogenes Medikament verschrieben bekommen haben als die Vergleichsgruppe. Die Todesursachen von ischämischen Herzerkrankungen (HR 0,8 (95% CI 0,66-0,97)) und Lungenkrebs (HR 0,53 (95% CI 0,4-0,7)) sind bei den Spitzensportlern vergleichsweise niedriger. (Mackay et al., 2019)

Die älteste Studie von Sama et al. (1993) befasst sich auch mit den Mortalitätsraten bei Herz-Kreislauf-Erkrankungen und Krebs. Die Autoren kommen zu dem Ergebnis, dass bei Ausdauersportlern sowohl das Risiko an Herz-Kreislaufferkrankungen zu sterben mit einer OR von 0,49 (95% CL 0,26-0,53) deutlich verringert ist, als auch das Krebsrisiko mit einer OR von 0,36 (95% CL 0,12-0,92) niedriger ist. Bei den Teamsportlern finden Sama et al. (1993) heraus, dass diese ebenfalls eine signifikant geringere Sterblichkeitsrate von Herz-Kreislauf-Erkrankungen aufweisen (OR 0,61 (95% CL 0,41-0,92)) und die Kraftsportler zeigen eine signifikant geringere Sterblichkeitsrate an Krebserkrankungen (OR 0,55 (95% CL 0,33-0,92)) verglichen mit den jeweiligen Referenzkohorten.

Antero et al. (2021), die bei ihren Forschungen die Years-Saved-Methode verwenden, stellen fest, dass die ehemaligen Olympiasportlerinnen eine verbesserte Lebensdauer, um 1,8 Jahre (95% CI 1,3-2,3) betreffend Herz-Kreislauf-Erkrankungen und um 1,1 Jahre (95% CI 0,5-1,8) bei den Krebserkrankungen aufweisen. Die Olympiasportler zeigen sogar eine verbesserte Lebensdauer von 2,3 Jahren (95% CI 2,0-2,6) durch ein geringes Sterberisiko an Herz-Kreislauf-Erkrankungen und eine verlängerte Lebensdauer von durchschnittlich 1,6 Jahren (95% CI 1,3-1,9) aufgrund von geringerem Krebsrisiko. Die anderen Todesursachen weisen bei Antero et al. (2021) keine signifikanten Verbesserungen gegenüber der allgemeinen Gesamtbevölkerung auf.

3.4 Zusammenfassung der Ergebnisse aus den inkludierten Studien

Die vorliegende Literaturübersicht enthält insgesamt 15 inkludierte Studien, die aufgrund von Prisma Flow-Diagramm, PICO Analyse und der Qualitätsbewertung nach NOS alle eine hohe Qualität aufweisen.

Die Literaturarbeit umfasst 58.955 Athletinnen und Athleten, darunter 7.999 Frauen, die nur einen geringen Anteil von 13,6 % ausmachen. Unter den Studien gibt es fünf Einzeluntersuchungen, die Frauen in ihren Forschungen explizit einschließen. Keine Studie untersucht ausschließlich die Mortalität von Frauen im Spitzensport.

In den eingeschlossenen Studien waren fünf Einzeluntersuchungen, die Olympiasportlerinnen und -sportler aus den Ländern Amerika, Frankreich, Polen, Kroatien und Japan untersuchen (Antero, 2021, Antero-Jacquemin, 2015, Gajewski, 2008, Radonić, 2017, Takeuchi, 2019) und eine Studie, die sich mit Olympiasportlerinnen und -sportlern aus neun verschiedenen Ländergruppen (Amerika, Deutschland, Skandinavien, Russland, Großbritannien, Frankreich, Italien, Kanada, Australien/Neuseeland) befasst (Clarke, 2012). Zwei Studien erforschen finnische Leistungssportlerinnen und -sportler, die an unterschiedlichen Spitzensportevents teilgenommen haben, beschränken sich aber nicht ausschließlich auf olympische Spiele (Kontro, 2018, Sarna 1993). Vier Einzeluntersuchungen konzentrieren sich einzig und allein auf eine der folgenden Sportarten, Rudern, Ringen, Radsportfahren, American Football (Antero-Jacquemin 2014, Keller, 2018, Marijon, 2013, Lincoln 2017) und drei Studien untersuchen Profifußballer aus den Ländern Deutschland, Schottland und Italien (Kuss, 2010, Mackay, 2019, Taioli 2007).

Das allgemeine Ergebnis der Studien ist eine längere Lebensdauer unter den Spitzensportlerinnen und Spitzensportlern. Acht Untersuchungen (Antero-Jacquemin 2015, Antero-Jacquemin, 2014, Gajewski, 2008, Lincoln, 2017, Marijon, 2013, Radonić, 2017, Taioli, 2007, Takeuchi, 2019) erzielen ihre Ergebnisse durch Berechnung der SMR. Den größten Überlebensvorteil von 71% finden dabei Takeuchi et al. (2019) heraus, der geringste Wert von 27% Überlebensvorteil zeigt sich bei den kroatischen Olympiateilnehmern (Radonić, 2017) und den weiblichen polnischen Olympiateilnehmerinnen (Gajewski, 2008). Durchschnittlich liegt die SMR aus diesen acht Einzeluntersuchungen bei den männlichen Spitzensportlern bei 0,54, was einen Überlebensvorteil von 46% bedeutet. Die zwei Studien, die auch Frauen inkludieren (Antero-Jacquemin 2015, Gajewski, 2008) zeigen eine durchschnittliche SMR von 0,61.

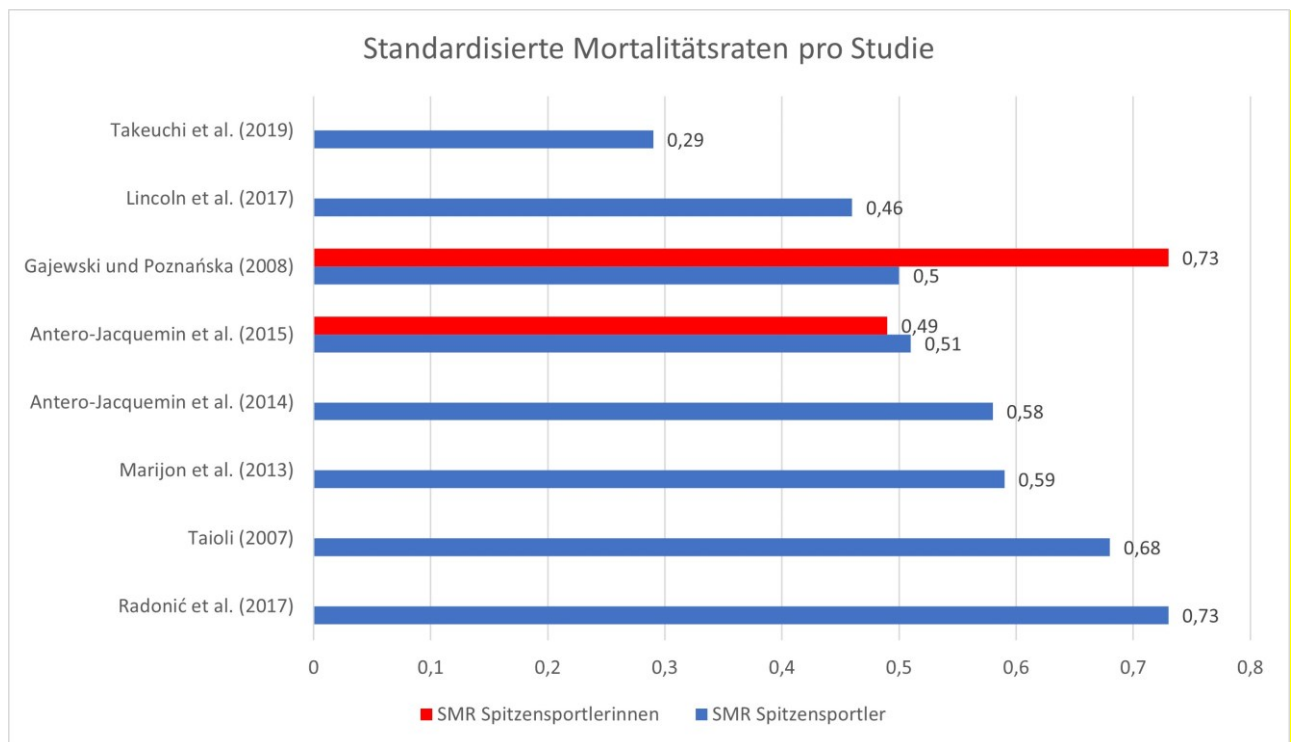


Abbildung 3: Überblick über die 8 Einzelstudien die, die Überlebensvorteile mittels SMR berechnen (Quelle: eigene Darstellung, 2021)

Zwei Forschungen (Kontro, 2018, Mackay, 2019) berechnen die Lebenserwartung anhand der HR, der durchschnittliche Wert liegt hierbei bei einer HR von 0,74 und somit ebenfalls einem verringerten Sterberisiko.

Vier weitere Untersuchungen (Antero, 2021, Clarke, 2012, Keller, 2018, Sarna, 1993) ermitteln die Lebenserwartung anhand von Jahren und finden durchwegs Vorteile für die Sportlerinnen und Sportler heraus.

Einzig und allein die Studie deutsche Profifußballer betreffend von Kuss et al. (2010) ermittelt einen Verlust der Restlebensdauer.

Die neun Studien (Antero 2021, Antero-Jacquemin 2015, Antero-Jacquemin 2014, Lincoln 2017, Mackay, 2019, Marijon 2013, Radonić 2017, Taioli 2007), die auch die Todesursachen untersuchen, zeigen durchwegs verbesserte Lebenswartungen aufgrund niedriger Herz-Kreislauf-Erkrankungen und Krebserkrankungen unter den Spitzensportlerinnen und -sportlern. Einzig wiederum zwei Einzeluntersuchungen schottische und italienische Profifußballer betreffend (Mackay, 2019, Taioli, 2007), weisen ein höheres Sterblichkeitsrisiko wegen neurodegenerativen Erkrankungen verglichen mit der allgemeinen Bevölkerung auf.

4. Diskussion

Ziel der vorliegenden Masterarbeit war es, anhand einer systematischen Literaturübersicht herauszufinden, inwieweit sich eine leistungssportliche Karriere auf die Lebenserwartung auswirkt. Konkret sollte untersucht werden, ob eine leistungssportliche Karriere die Lebenserwartung verkürzt oder verlängert. Insgesamt lässt sich an diesem Punkt nun ableiten, dass in 14 von 15 berücksichtigten Untersuchungen gezeigt werden konnte, dass die Überlebenszeit erhöht beziehungsweise die Mortalitätsrate unter Spitzensportlerinnen und Spitzensportlern vermindert ist.

Angesichts der Tatsache, dass sportliche Betätigung auf vielen Ebenen positive körperliche Anpassungsprozesse erzielt, wie eine Steigerung des Wohlbefindens, eine Verminderung von Herz-Kreislauf-Erkrankungen, eine Verbesserung des Stütz- und Bewegungsapparates, eine Stärkung des Immunsystems, eine verbesserte Leistungsfähigkeit für den Alltag, sowie eine Verringerung des Risikos von Bluthochdruck, Übergewicht, Diabetes, Krebserkrankungen, und vielen weiteren, war die Neugierde groß, herauszufinden, ob dies auch für den Hochleistungssport gilt. Beim Hochleistungssport ist man wohlwissend anderen Trainingsintensitäten und -umfängen ausgesetzt und unterliegt auch anderen Ernährungsgewohnheiten als beim Gesundheitssport. Abgesehen davon sind die Athletinnen und Athleten hohen psychischen und körperlichen Belastungen ausgesetzt, haben geringe Regenerationsphasen, was auch oft zu diversen Verletzungen führen kann.

Wenn man nun jedoch die durchschnittliche Gesamtbevölkerung betrachtet, die einen viel größeren Teil der Population einnimmt als die Spitzensportlerinnen und Spitzensportler, erkennt man, dass der Großteil von ihnen keinen gesunden Lebensstil führt und nicht zu den Gesundheitssportlerinnen und Gesundheitssportlern zählt.

Allein die Statistik zum weltweiten Raucheranteil öffnet hier ein wenig die Augen. Radtke (2021) gibt bekannt, dass jedes Jahr weltweit über 7 Millionen Menschen an den Folgen des Rauchens sterben. Somit kann jeder siebte Todesfall auf die Folgen direkten Rauchens und 2% aller Todesfälle auf die Folgen von Passivrauchen zurückgeführt werden (Radtke, 2021).

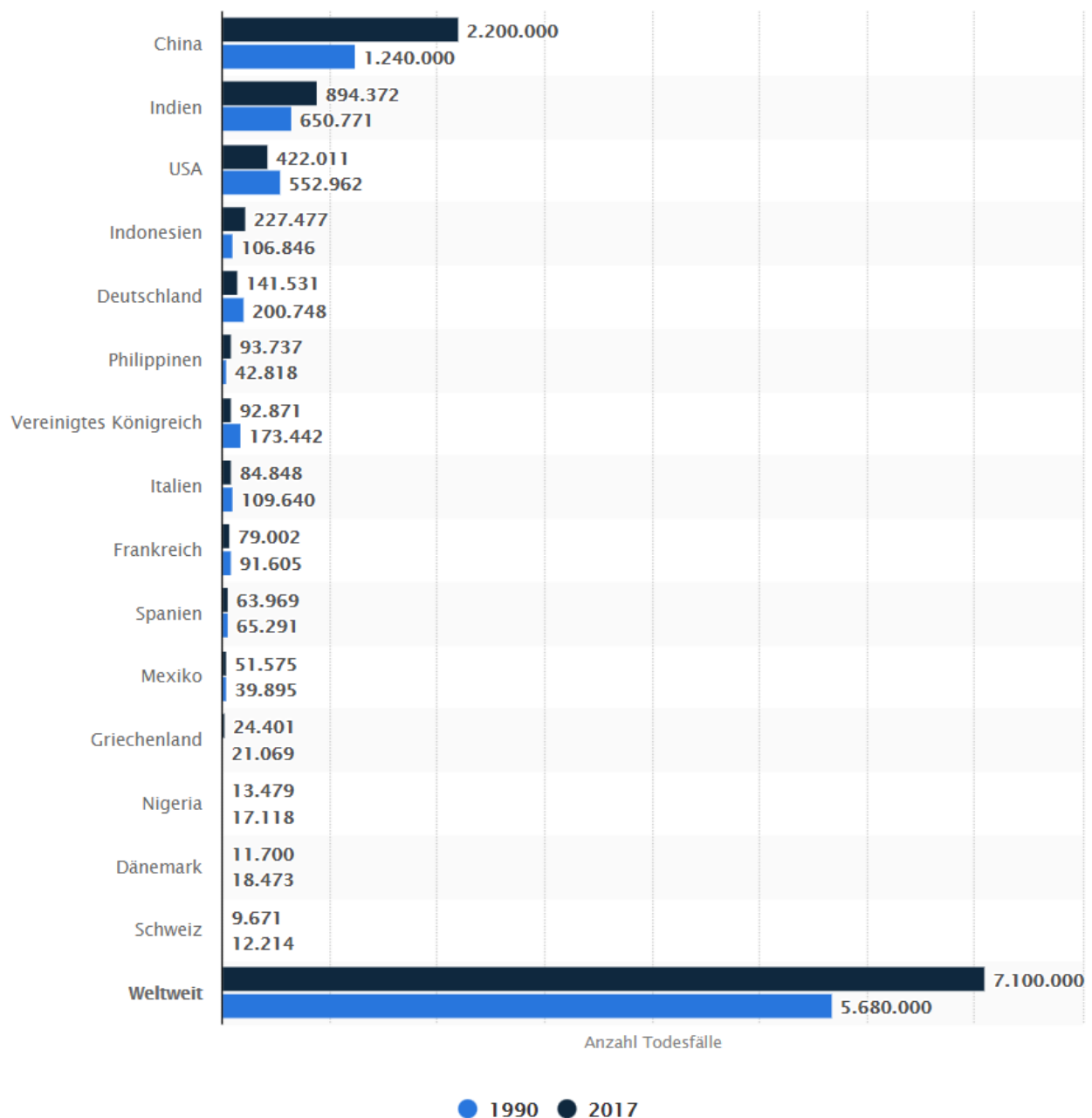


Abbildung 4: Anzahl Todesfälle aufgrund von Rauchen in ausgewählten Ländern im Vergleich der Jahre 1990 und 2017 (Quelle: Statista, 2020, <https://de.statista.com/statistik/daten/studie/1172030/umfrage/anzahl-todesfaelle-aufgrund-von-rauchen-in-ausgewaehlten-laendern/>)

Lincoln et al. (2018) berichten in ihrer Studie von einer Untersuchung der Universität von Michigan, die besagt, dass weniger als 8% der ehemaligen Spieler der National Football League Raucher sind, während in der Allgemeinbevölkerung mehr als 20% der Männer regelmäßig rauchen.

Auch eine Gesundheitsbefragung der Statistik Austria zum Thema körperliche Aktivität aus den Jahren 2006/2007 liefert erschreckende Ergebnisse und zeigt, warum Sportlerinnen und Sportler im Vergleich zur allgemeinen Bevölkerung eine längere Lebenserwartung aufwei-

sen. Laut dieser Umfrage sind in Österreich im Jahr 2006/2007 lediglich 31,6% der Männer und 23,3% der Frauen körperlich aktiv. Als körperlich aktiv eingestuft werden Personen, die an zumindest 3 Tagen pro Woche durch Radfahren, Laufen oder Aerobic ins Schwitzen kommen. (Statistik Austria, Gesundheitsbefragung 2006/2007) Unten stehende Abbildung 4 zeigt die Ergebnisse im Detail. 68,4% der Männer und 76,7% der Frauen in Österreich sind 2006/2007 inaktiv, obwohl die Anforderungen für eine Einstufung als körperlich „aktiv“ so gering sind.

Tabelle 6: Körperliche Aktivität der Österreicherinnen und Österreicher 2006/2007 (Quelle: Statistik Austria, Gesundheitsbefragung 2006/2007. Erstellt am 23.10.2007, https://www.statistik.at/web_de/statistiken/menschen_und_gesellschaft/gesundheit/gesundheitsdeterminanten/koerperliche_aktivitaet/026448.html)

Körperliche Aktivität 2006/07

Körperliche Aktivität ¹) in %	Insgesamt (15 Jahre und älter)	15 - 29 Jahre	30 - 44 Jahre	45 - 59 Jahre	60 - 74 Jahre	75 Jahre und älter
Männer						
aktiv	31,6	42,1	32,7	28,4	27,3	12,0
inaktiv	68,4	57,9	67,3	71,6	72,7	88,0
Frauen						
aktiv	23,3	25,5	26,8	27,7	21,6	5,4
inaktiv	76,7	74,5	73,2	72,3	78,4	94,6

Anhand nur dieser zwei kurzen Exkurse ist nun eine erhöhte Lebenserwartung unter Leistungssportlerinnen und Leistungssportlern, trotz der umfangreichen und intensiven Trainingsbelastung verglichen mit der allgemeinen Gesamtbevölkerung zu erwarten, wie auch die Literatur bestätigt. Abgesehen davon endet die sportliche Karriere nicht abrupt mit dem letzten sportlichen Großereignis, es findet in den meisten Fällen eine Phase des Abtrainierens statt und ehemalige Athletinnen und Athleten führen häufig einen gesunden Lebensstil fort. Antero-Jacquemin et al. (2015) berichten auch, dass Sportlerinnen und Sportler vor, während und nach ihrer Karriere gesündere Gewohnheiten beibehalten, wie niedrige Raucherquote, gesunde Ernährung und Sport. Antero et al. (2021) stimmen dem ebenso zu und schreiben, dass vermeintlich gute Lebensgewohnheiten, ein sozioökonomischer Status, sowie günstige genetische und nicht genetische Veranlagungen, vermutlich zur erhöhten Lebenserwartung beitragen. Das Ausmaß dieser spezifischen Faktoren bleibt jedoch aufgrund von fehlenden Details unbekannt.

4.1 Diskussion der einzelnen Studien

Die einzelnen Studien zeigen nun fast ausschließlich eine verlängerte Lebenserwartung für Spitzensportlerinnen und Spitzensportler verglichen mit der allgemeinen Gesamtbevölkerung aus dem jeweiligen Land. Die größten Vorteile liegen in der Verringerung der Herz-Kreislauf-Erkrankungen und Krebserkrankungen, die sich durchwegs immer wieder signifikant zeigen.

4.1.1 Einfluss sozioökonomischer Status

Antero et al. (2021) resümieren zusätzlich, dass ein trainierter Bewegungsapparat mit einer geringeren Sturzrate verbunden ist und Spitzensportlerinnen und Spitzensportler einen höheren sozioökonomischen Status haben, was zu weniger externen Todesursachen, wie Tötungsdelikten führt. Nachdem es sich bei der Studie von Antero et al. (2021) um US Olympiateilnehmerinnen und -teilnehmer handelt, spielt der höhere sozioökonomische Status und die dadurch verringerte Anzahl an Tötungsdelikten verglichen mit der amerikanischen Gesamtbevölkerung eine beeinflussende Rolle in der Gesamtbewertung.

Auch Lincoln et al. (2018), die von amerikanischen Footballspielern berichten, erkennen sogar signifikante Vorteile, die Gewalt betreffend, unter den Leistungssportlern. Sie berichten außerdem, dass weitere Gründe für eine verlängerte Lebenszeit unter den Spitzensportlern, ein relativ hohes Krankenversicherungsniveau, eine abgeschlossene Ausbildung und ein hohes Einkommen als Profisportler, sein können.

Sport hat zwar in allen Ländern einen unterschiedlichen Stellenwert, dennoch ist es in den meisten Ländern so, wie von den beiden Autoren berichtet, dass Spitzensportlerinnen und Spitzensportler einen hohen sozioökonomischen Status haben. Obwohl sie starken psychischen Belastungen ausgesetzt sind und unter Leistungsdruck stehen, sind die Sportlerinnen und Sportler dennoch meistens psychisch stabiler und wachsen in einem geschützteren Rahmen auf. Gerade in Ländern, wo Gewalt und auch Rassenunterschiede nach wie vor eine Rolle spielen, spiegelt sich dies auch in den Sterblichkeitsraten wider.

Die 2016 veröffentlichte Studie „The Association between Income and Life Expectancy in the United States, 2001-2014“ von Chetty et al. berichtet, dass ein besserer sozioökonomischer Status mit einer höheren Lebenserwartung zusammenhängt. Radonić et al. (2008) gehen auch davon aus, dass die ehemaligen kroatischen Olympiasportler im Vergleich zur Gesamtbevölkerung sozioökonomisch privilegierter waren. Auch Clarke et al. (2012) sprechen davon, dass ein höherer sozioökonomischer Status, aufgrund von Bildung, Zugang zu besserer medizinischer Versorgung und verbesserter Ernährung mit einer geringeren Sterblichkeit einhergeht.

Was den sozialen Status im Zusammenhang mit einer verbesserten Lebenserwartung betrifft, sind auch Clarke et al. (2012) skeptisch. Reichtum und Bekanntheitsgrad stehen nicht in Verbindung mit einem verminderten Sterberisiko und auch Clarke et al. (2012) resümieren,

dass es bei ihrer Untersuchung keine Unterschiede gab, ob die Olympiateilnehmer Gold, Silber oder Bronze gewonnen haben.

Ein möglicher Ansatz, um mehr Informationen darüber zu gewinnen, ob der sozioökonomische Status und die Langlebigkeit von Spitzensportlerinnen und Spitzensportlern zusammenhängen, könnte gefunden werden, wenn man ausschließlich Personen aus der Allgemeinbevölkerung heranzieht, die einen ähnlichen sozioökonomischen Status aufweisen. Auf diese Weise könnte man den sportlichen Belastungen im Hinblick auf höhere Lebenserwartung mehr Gewichtung zuweisen.

4.1.2 Einfluss Trainingsintensität

Zu Beginn der Arbeit war große Skepsis vorhanden, ob sich die hohe Trainingsintensität bei Hochleistungssportlerinnen und -sportlern nicht negativ auf die Lebenserwartung auswirken könnte. Der Volksmund geht mit dem Sprichwort „Sport ist Mord“ offensichtlich davon aus, dass hinter dem Training nicht nur positive Effekte stecken. Antero-Jacquemin et al. (2015) sprechen ebenso von einem erhöhten Risiko für Muskel-, Skelett- und Bindegewebserkrankungen bei hohen intensiven sportlichen Leistungen. Auch wenn diese vielleicht nicht direkt zum Tod führen, könnte eine erhöhte Abnutzung oder sogar Erkrankung die Lebensqualität und somit auch indirekt die Lebenserwartung beeinträchtigen.

In unseren herangezogenen Studien wird nicht genau auf die Dosis-Wirkungs-Beziehungen zwischen Leistungssport und gesundheitlichen Vorteilen eingegangen. Aber die übermäßige Belastung durch hochintensives Training dürfte sich nicht schädlich auf die Sportlerinnen und Sportler auswirken, was auch die Ergebnisse der Untersuchungen zeigen. Zutreffender ist eher, dass die Athletinnen und Athleten sich an die intensive Aktivität anpassen können und sogar Vorteile daraus ziehen. Antero-Jacquemin et al. (2015) berichten zusätzlich, dass der Fitnessgrad ehemaliger Olympioniken eine sogenannte „Gesundheitsbank“ darstellt. Dieser Vorteil kann über Jahre anhalten und die altersbedingte Degeneration wird auf einem höheren Niveau gestartet. Antero Jacquemin et al. (2015) sehen hier unter anderem die Zusammenhänge für eine erhöhte Lebenserwartung und schreiben außerdem, dass einer früher gut trainierte Person, es auch im Alter leichter fällt, weiterhin körperlich aktiv zu sein.

Auch Clarke et al. (2012) resümieren, dass Sportlerinnen und Sportler viele gesundheitliche Vorteile vorweisen können, wie verbesserter funktioneller Gesundheitszustand, geringeres Risiko für Herz-Kreislauf-Erkrankungen, koronare Herzkrankheiten, Schlaganfälle, Depression, Typ 2 Diabetes, sowie Brust- und Dickdarmkrebs und fassen zusammen, dass diese Vorteile nicht nur für Menschen mit mittlerem bis hohem Aktivitätsniveau gelten, sondern auch Spitzensportler die Überlebensvorteile genießen. Clarke et al. (2012) schreiben jedoch auch, dass einige ehemalige Spitzenathleten in einer Umfrage angaben unter Muskel-Skelett-

Erkrankungen, wie Osteoarthritis zu leiden, was jedoch nicht direkt mit der Sterblichkeitsrate zusammenhängt.

Takeuchi et al. (2019) beobachten jedoch sehr wohl, dass intensivere Trainingsbelastungen sich auch negativ auf die SMR auswirken können. Die Autoren haben ihre Untersuchung in neun Kategorien von geringer statischer und geringer dynamischer Belastung bis hin zu hoher statischer und hoher dynamischer Belastung gegliedert und schreiben, dass eine höhere Sterblichkeit bei Kategorien mit höherer Intensität im Vergleich zur Referenzkategorie beobachtet wurden. Allerdings konnten Takeuchi et al. (2019) bei Sportlern, die in den Disziplinen mit hoher statischer und hoher dynamischer Belastung teilgenommen haben, keine signifikant höhere Sterblichkeit herausfinden.

Um diese Ergebnisse näher untersuchen zu können bedarf es einem detaillierten Vergleich zwischen Spitzensportlerinnen und Spitzensportlern untereinander. Dieser Vergleich wurde im Rahmen der vorliegenden Arbeit nicht durchgeführt und könnte anhand einer fortführenden Untersuchung überprüft werden.

4.1.3 Einfluss Lebenserwartung Frauen

Die Kaplan-Meier Kurven werden in einigen Studien herangezogen, um die beobachteten und erwarteten Überlebenskurven zu vergleichen. Sie zeigen bei manchen Auswertungen Rechtsverschiebungen, die weitere Interpretation benötigen. Bei Antero-Jacquemin et al. (2015) findet man zum Beispiel bei den Frauen eine andere Dynamik als bei den Männern. Der Überlebensvorteil der Sportlerinnen zeigt sich erst später im Leben und wird sich bei einer längeren Nachbeobachtungszeit noch vergrößern. Dies könnte daher kommen, dass Frauen auch in der Allgemeinbevölkerung besser Überlebensvorteile zeigen und eine relativ hohe Lebenserwartung haben.

4.1.4 Einfluss Kriegereignisse

Bei den kroatischen Olympiasportlern erkennt man ebenfalls Variationen in der Kaplan-Meier Kurve. Von 1968-1987 erkennen Radonić et al. (2008) eine stärkere Rechtsverschiebung, während von 1988-1995 der Abstand auf der Kaplan-Meier Kurve geringer ist. Zu diesem Zeitpunkt wurden mehr Todesfälle bei den ehemaligen Sportlern vor allem unter den 55-64-Jährigen beobachtet. Gründe für diese Beobachtungen könnten der Kroatienkrieg, der von 1991-1995 geführt wurde, sein. Es besteht zwar kein direkter Zusammenhang zwischen dem Krieg und den erhöhten Todesfällen, es könnte aber indirekte Zusammenhänge geben und die Konvergenz in der Überlebenskurve erklären. Radonić et al. (2008) erklären, dass nach 1995 die erwartete Überlebenskurve verglichen mit der beobachteten Überlebenskurve wieder auseinander geht und ab diesem Zeitpunkt auch relativ konstant bleibt.

4.1.5 Einfluss plötzlicher Tod bei jungen Spitzensportlerinnen und Spitzensportlern

In der Studie von Marijon et al. (2013) hat sich auch eine Übersterblichkeit bei jungen Radfahrern gezeigt, die genauerer Interpretation bedarf. Junge Radfahrer können bei sehr intensiver Anstrengung eine Kardiomyopathie oder eine Ionenkanalerkrankung haben, die zu einem plötzlichen Tod führen kann. Außerdem wurde eine erhöhte Anzahl an Todesfällen durch Verkehrs- oder Rennunfälle in dieser Altersgruppe registriert (Marijon, 2013).

Auch Takeuchi et al. (2019) erkennen zu Beginn der Nachbeobachtungszeit eine hohe SMR, was sie durch plötzliche Todesfälle oder Suizide bei jungen Sportlern erklären. Takeuchi et al. (2019) zitieren eine italienische Studie (Corrado, 2003), die herausgefunden hat, dass das relative Risiko eines plötzlichen Todes bei Sportlern 1,95 (95% CI 1,3-2,6) und bei Sportlerinnen 2,0 (95% CI 0,6-4,9) im Vergleich zu Nichtsportlerinnen und -sportlern beträgt. Corrado et al. (2003) erklären, dass das erhöhte Risiko eines plötzlichen Todes in engem Zusammenhang mit vorherrschenden kardiovaskulären Erkrankungen, wie Koronararterienanomalie, Kardiomyopathie und koronaren Herzkrankheiten steht und während körperlicher Anstrengung eben zu diesem plötzlichen Tod führen kann.

4.1.6 Einfluss Geschwistervergleich

In der Studie von Kontro et al. (2018) ist auch etwas Besonderes zu beobachten. Kontro et al. (2018) berichten von 900 finnischen Spitzensportlern und ihren altersangepassten Brüdern als Vergleichsgruppe. Hierbei haben sie, wie im Verlauf der vorliegenden Arbeit nachzulesen, herausgefunden, dass die Spitzensportler aus den Ausdauersportarten den größten Vorteil, die Lebensdauer betreffend, aufweisen, gefolgt von den Sportlern aus gemischten Sportarten, gefolgt von den Sportlern aus den Kraftsportarten. Interessant ist hier zu sehen, dass auch die Brüder, die ja grundsätzlich keinen Leistungssport betreiben, dennoch Unterschiede im mittleren Todesalter aufweisen. Die Brüder der Ausdauersportler zeigen eine mittlere Lebenserwartung von 77,5 Jahren, die Brüder der Sportler aus gemischten Sportarten werden im Durchschnitt 73,7 Jahre alt und die Brüder der Sportler aus den Kraftsportarten werden durchschnittlich 72,2 Jahre alt. Somit ist auch hier eine Abstufung zu erkennen. Dies könnte genetische Hintergründe haben oder es zeigt, dass der Leistungssport der Profisportler, die Brüder auch in eine Richtung des Sporttreibens motiviert hat. Auch Kontro et al. (2018) bekräftigen das und schreiben, dass die Brüder körperlich aktiver waren als die allgemeine Bevölkerung, was auf einen familiären Beitrag zur sportlichen Aktivität hindeutet, der vermutlich von der Karriere der Profisportler angetrieben wurde.

4.1.7 Neurodegenerative Erkrankungen

Im Zuge dieser Literaturarbeit wurde herausgefunden, dass erhöhte Todeszahlen aufgrund von neurodegenerativen Erkrankungen bei ehemaligen Fußballern aufgetreten sind. Zwei

Studien (Mackay, 2019, Taioli, 2007) berichten von dieser Tendenz. Eine weitere Studie von Kuss (2011), Fußballer betreffend, geht nicht auf genaue Todesursachen ein, stellt aber als einzige Studie einen Verlust der Lebenserwartung bei Spitzensportlern fest.

Die neurodegenerativen Erkrankungen betreffend, haben Mackay et al. (2019) herausgefunden, dass die Sterblichkeit bei ehemaligen Profifußballern höher ist als bei der Kontrollkohorte. Sie sprechen außerdem von einer erhöhten Sterblichkeit unter den Fußballern ab einem Alter von 70 Jahren. Weiters wurden im Vergleich zur Kontrollkohorte demenzbezogene Medikamente häufiger an die ehemaligen Profisportler verschrieben.

Bei den italienischen Profifußballern, hat Taioli (2007) herausgefunden, dass das Risiko der Sportler an ALS zu sterben 18-mal höher ist als erwartet. Die Ergebnisse zeigen außerdem ein niedrigeres Sterbealter bei ALS Erkrankungen der Profifußballer verglichen mit ALS Erkrankungen in der Allgemeinbevölkerung.

Die erhöhten Sterblichkeitsraten aufgrund neurodegenerativer Erkrankungen könnten daher kommen, dass Fußballer im Laufe ihrer Karriere extrem vielen Kopfballsituationen ausgesetzt sind. Oft wird dies unterschätzt, aber wenn man nicht nur an Spielsituationen denkt, sondern auch an das Training, bei dem oft ausschließlich das Kopfballspiel trainiert wird, kommt es im Zuge einer leistungsorientierten Fußballkarriere zu sehr hohen Belastungen aufgrund dieser Kopfballsituationen. Erst kürzlich wurde eine schottische Studie veröffentlicht, in der die Spielerposition und die Länge der sportlichen Karriere mit dem Risiko einer neurodegenerativen Erkrankung bei ehemaligen Profifußballern untersucht wurden. Russell et al. (2021) resümieren in dieser Untersuchung, dass das Gesamtrisiko für eine neurodegenerative Erkrankung bei ehemaligen Profifußballern ungefähr 3,5-mal höher war als bei der Vergleichskohorte aus der allgemeinen Bevölkerung. Bei Verteidigern und Profifußballern mit einer Karrieredauer von über 15 Jahren war das Risiko am höchsten. Auch Russell et al. (2021) führen diese Ergebnisse auf die wiederholten Kopfstöße im Fußball zurück.

Taioli (2007) nennt außerdem, als mögliche Ursache für die erhöhten ALS Erkrankungen unter den Fußballspielern, die anstrengende körperliche Aktivität und die Produktion von Neurotoxinen während anstrengender körperlicher Betätigung bei anfälligen Personen. Taioli (2007) spricht dabei aber von einem Missbrauch von Medikamenten, weshalb diese Theorie in der vorliegend Arbeit vernachlässigt werden kann.

Abgesehen davon wurde in keiner anderen inkludierten Studie von erhöhten ALS Erkrankungen im Zusammenhang mit intensiver körperlicher Anstrengung geschrieben und auch eine Untersuchung von Huisman et al. (2013) bestätigt, dass bei körperlicher Aktivität keine Dosis-Wirkungs-Beziehung in Zusammenhang mit ALS beobachtet wurde und keine der anstrengenden körperlichen Aktivitäten einen signifikanten Zusammenhang mit ALS zeigen. Huisman et al. (2013) sprechen sehr wohl von ALS-Risiko bei höherer körperlicher Aktivität in der Freizeit, belegen jedoch, dass berufliche körperliche Aktivität und intensive körperliche

Aktivität die ALS Anfälligkeit nicht verändern. Aus diesem Grund wird auch bekräftigt, dass körperliche Aktivität nicht direkt Ursache für ALS-Erkrankungen ist.

4.1.8 Verkürzte Lebenserwartung

Kuss et al. (2011) schreiben von deutschen Nationalteamspielern, deren Lebenserwartung verglichen mit der deutschen Allgemeinbevölkerung verkürzt ist und betonen, dass dieser Nachteil umso größer war, je früher ein Spieler seine internationale Karriere startete. Kuss et al. (2011) resümieren allerdings auch, dass der Verlust der Restlebensdauer hauptsächlich auf die Nationalspieler aus der früheren Hälfte des Beobachtungszeitraums zurückzuführen sei. Die Studie von Kuss et al. (2011) bezieht sich auf den Zeitraum von 1908 bis 2006. Gründe für die unterschiedlichen Lebenserwartungen zwischen früheren und späteren Beobachtungszeiträumen können die schlechtere medizinische Versorgung in der ersten Beobachtungshälfte sein, sowie der 2. Weltkrieg zwischen 1939 und 1945. 84% der Todesfälle unter den ehemaligen Profifußballern können laut Kuss et al. (2011) auf militärische Ursachen zurückgeführt werden.

Ein weiterer Grund, den auch Teramoto und Bungum (2010) betonen, liegt in der Verteilung der Todesursachen. Herz-Kreislauf-Erkrankungen und Krebs mutierten erst später zu den Haupttodesursachen unter der allgemeinen Bevölkerung, während zu früheren Zeiten Infektionskrankheiten vorherrschend waren. Dieser Trend der Todesursachen könnte sich auch auf die Mortalitätsraten in den Untersuchungen auswirken, da sportliche Aktivität positive Auswirkungen auf Herz-Kreislauf-System und Krebs haben, während die Auswirkungen auf Infektionskrankheiten nicht mit sportlicher Betätigung in Zusammenhang stehen. Diese Veränderung aufgrund der Todesursachen zeigt somit auch größere Auswirkungen in der Lebenserwartung zwischen früheren und aktuellen Vergleichen.

Obwohl die Befunde darauf hindeuten, dass die verkürzte Lebensdauer unter den Profifußballern nicht direkt mit der hohen sportlichen Belastung zusammenhängt, beharren Kuss et al. (2011) auf ihren Standpunkten. Sie zitieren Tracey und Elcombe (2004) und geben so weitere Gründe an, warum Leistungssport, ihrer Meinung nach, nicht zu einer längeren Lebenserwartung, unabhängig vom Zeitraum, führen muss. Einer der Gründe soll darin liegen, dass ehemalige Spitzensportler nach der Karriere die körperliche Aktivität vollständig einstellen, was eindeutig Überprüfung erfordert, um hier Schlüsse ziehen zu können. Auf der anderen Seite schreiben Kuss et al. (2011), dass ehemalige Leistungssportler gewisse Verhaltensweisen, wie die Einnahme von leistungssteigernden Substanzen oder unregelmäßige Gewichtsveränderungen, nach der Karriere nicht aufgeben und geben dies als Gründe an.

Eine Ursache für ein plötzliches Einstellen der sportlichen Aktivität unter ehemaligen Profifußballern, wird im Zuge dieser Arbeit als möglich eingestuft. Kuss et al. (2011) schreiben von einer körperlichen Einschränkung durch übermäßiges Training und Wettkampf. Ehemal-

lige Fußballer weisen vermehrt Osteoarthritis und Gelenksschmerzen der unteren Gliedmaßen, Arthrosen, sowie Knie- und Knöchelverletzungen auf. Diese Beschwerden könnten die ehemaligen Profisportler daran hindern, die körperliche Aktivität nach der Karriere aufrecht zu erhalten und somit keine Vorteile in der Lebenserwartung widerspiegeln.

4.2 Stärken und Schwächen

4.2.1 Stichprobengröße versus Genauigkeit

Clarke et al. (2012), die die größte Stichprobe vorweisen, sehen in ihrer Studie eine Stärke im Umfang, da sie eine sehr große Kohorte und einen langen Zeitraum inkludierten. Aufgrund der hohen Anzahl an Athletinnen und Athleten wird es jedoch immer schwieriger alle Todesfälle und auch die Todesursachen herauszufinden. Deshalb verwenden die Autoren eine Form des relativen Überlebens, um Verluste in der Datenerhebung kompensieren zu können. Die Verluste dürfen jedoch nicht zu groß werden, da sonst die Ergebnisse unter- oder überschätzt werden. Der Umfang ist durchaus als positiver Effekt zu betrachten, jedoch darf die Genauigkeit der Datenerhebung nicht darunter leiden.

4.2.2 Lebenserwartung verglichen mit Lebensqualität

Eine Schwäche der einzelnen Studie wird darin gesehen, dass sich die Analysen nur auf Mortalitätsraten beziehen und nicht die Lebensqualität oder Krankheitsverläufe der einzelnen Kohorten beobachten. Dies bekräftigen auch Marijon et al. (2013) in ihrer Untersuchung und schreiben, dass Daten über Morbidität und Lebensqualität nicht verfügbar waren und die Ergebnisse der Überlebensvorteile es nicht erlauben, das Gleichgewicht zwischen positiven Auswirkungen von Leistungssport und möglichen schädlichen Auswirkungen übermäßiger körperlicher Betätigung im Detail zu beurteilen.

4.2.3 „Healthy-Worker-Effekt“

Als weitere Schwierigkeit in vereinzelt Studien wird der sogenannte „Healthy-Worker-Effekt“ (HWE) genannt. Der HWE ist eine spezielle Form der Stichprobenverzerrung, die zu einer Unter- oder Überschätzung der Ergebnisse führen kann. Chowdhury et al. (2017) erklären den „Healthy Worker“-Effekt (HWE) als eine spezielle Form von Selektionsverzerrung, die typischerweise in Beobachtungsstudien zu beruflichen Expositionen mit falscher Wahl der Vergleichsgruppe (normalerweise der Allgemeinbevölkerung) beobachtet wird. Im Fall der vorliegenden Arbeit handelt es sich, um den besseren Gesundheitsstatus der Spitzensportlerinnen und Spitzensportler zu Beginn der Nachbeobachtungszeit, verglichen mit dem der allgemeinen Gesamtbevölkerung.

Radonić et al. (2017) sprechen in ihrer Studie auch von einer Selektionsbias, da die Kohorte der Sportler als gesund eingestuft wird, die allgemeine Bevölkerung hingegen Personen mit chronischen Gesundheitsproblemen und Behinderungen einschließt. Aus diesem Grund sind laut Radonić et al. (2017) die Ergebnisse mit Vorsicht zu interpretieren. Ebenso Antero-Jacquemin et al. (2014) schreiben von diesem Problem, da gesunde Sportler, mit der allgemeinen Bevölkerung, einschließlich kranker und behinderter Menschen, verglichen werden. Marijon et al. (2013) sprechen auch die Selektionsbias an und schreiben explizit, dass so der Unterschied in der Sterblichkeit zwischen den Radrennfahrern und der allgemeinen Bevölkerung übertrieben wird. Gajewski und Poznańska (2008) empfehlen in ihrer Diskussion die Spitzensportlerinnen und Spitzensportler eher mit speziell ausgewählten Personen zu vergleichen, um diesen Störfaktor vermeiden zu können.

5. Conclusio

Aus der systematischen Literaturrecherche geht hervor, dass nicht nur Sport im Allgemeinen, sondern auch umfangreicher und intensiver Leistungssport positive Auswirkungen auf den Organismus hat. Vor allem im Ausdauersport und in Mannschaftssportarten haben viele Studien signifikante Ergebnisse für ein verlängertes Leben geliefert.

Die größten Überlebensvorteile zeigt die Studie von Takeuchi et al. (2019) mit einer SMR von 0,29. Antero et al. (2021) verwenden eine andere Methode und stellen eine erhöhte Lebensdauer von 5,1 Jahren fest.

Zusätzlich weisen ehemalige Leistungssportlerinnen und Leistungssportler ein vermindertes Risiko von Herz-Kreislauf-Erkrankungen und Krebserkrankungen auf.

Einzig Kuss et al. (2010) zeigen eine verminderte Restlebensdauer unter deutschen Profifußballern und Kuss et al. (2010), Mackay et al. (2019) und Taioli (2007) erkennen ein erhöhtes Risiko an neurodegenerativen Erkrankungen unter Profifußballern.

Allgemein lässt sich sagen, dass Leistungssport die Lebenserwartung verlängert und eine ehemalige leistungssportliche Karriere ein verlängertes Leben unterstützen kann. Gründe dafür liegen beispielsweise in einem besseren Gesundheitsbewusstsein, einem trainierten Bewegungsapparat, einer geringeren Sturzrate, geringeren externen Todesursachen, einem besseren sozioökonomischen Status, einem hohen Krankenversicherungsniveau und einer abgeschlossenen Ausbildung.

Die Ergebnisse dieser Forschung knüpfen an die Untersuchungen von Teramoto und Bungum (2010), Lemez und Baker (2015) und Garatachea et al. (2014) an.

Im Hinblick auf weitere Ergebnisse auf diesem Forschungsgebiet könnte es sinnvoll sein, einem Vergleich zwischen Spitzensportlerinnen und Spitzensportlern mit Personen, die als körperlich aktiv (z.B. Bewegungszeit 3x wöchentlich) eingestuft werden können, nachzugehen. Außerdem könnte man ehemalige Leistungssportlerinnen und Leistungssportlern mit Personen, die einen ähnlichen sozioökonomischen Status aufweisen, vergleichen, um weitere zusätzliche Informationen zu erhalten.

Literaturverzeichnis

- Abbasi, S. H., Aftab, R. A., & Chua, S. S. (2020). Risk factors associated with nosocomial infections among end stage renal disease patients undergoing hemodialysis: A systematic review. *PloS one*, 15(6), e0234376. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0234376>.
- Agoritsas, T., Merglen, A., Courvoisier, D. S., Combescure, C., Garin, N., Perrier, A., Pernerger, T. V. (2012). Sensitivity and predictive value of 15 PubMed search strategies to answer clinical questions rated against full systematic reviews. *Journal of Medical Internet Research*, 14(3), e85. <https://doi.org/10.2196/jmir.2021>.
- Antero, J., Tanaka, H., De Larochelambert, Q., Pohar-Perme, M., & Toussaint, J. F. (2021). Female and male US Olympic athletes live 5 years longer than their general population counterparts: a study of 8124 former US Olympians. *British journal of sports medicine*, 55(4), 206–212. <https://doi.org/10.1136/bjsports-2019-101696>.
- Antero-Jacquemin, J., Desgorces, F. D., Dor, F., Sedeaud, A., Haïda, A., LeVan, P., & Toussaint, J.-F. (2014). Row for your life: a century of mortality follow-up of French Olympic rowers. *PLOS One*, 9(11), e113362. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0113362>.
- Antero-Jacquemin, J., Rey, G., Marc, A., Dor, F., Haïda, A., Marck, A., Berthelot, G., Calmat, A., Latouche, A., & Toussaint, J.-F. (2015). Mortality in female and male French Olympians. *The American Journal of Sports Medicine*, 43(6), 1505-1512. <https://doi.org/10.1177/0363546515574691>.
- Barracough, H., Simms, L., & Govindan, R. (2011). Biostatistics primer: what a clinician ought to know: hazard ratios. *Journal of thoracic oncology: official publication of the International Association for the Study of Lung Cancer*, 6(6), 978–982. <https://doi.org/10.1097/JTO.0b013e31821b10ab>.
- Brown, D. (2020). A Review of the PubMed PICO Tool: Using Evidence-Based Practice in Health Education. *Health Promotion Practice*, 21(4), 496-498. <https://doi.org/10.1177/1524839919893361>.
- Bundesamt für Strahlenschutz. (2020, 21. Februar). Arbeitsweise der strahlenepidemiologischen Forschung. https://www.bfs.de/DE/bfs/wissenschaft-forschung/ergebnisse/epidemiologie/epidemiologie_node.html.
- Bundesgesetzblatt für die Republik Österreich. (2017, 26. Juli). 100. Bundesgesetz: Bundes-Sportförderungsgesetz 2017 – BSFG 2017 sowie Änderung des Bundesgesetzes über die Neuorganisation der Bundessporteinrichtungen – BSEOG und des Anti-Doping-Bundesgesetzes 2007 – ADBG 2007. Teil 1, 1-29.

- Chetty, R., Stepner, M., Abraham, S., Lin, S., Scuderi, B., Turner, N., Bergeron, A., & Cutler, D. (2016). The Association Between Income and Life Expectancy in the United States, 2001-2014. *JAMA*, 315(16), 1750–1766. <https://doi.org/10.1001/jama.2016.4226>.
- Chowdhury, R., Shah, D., & Payal, A. R. (2017). Healthy Worker Effect Phenomenon: Revisited with Emphasis on Statistical Methods - A Review. *Indian journal of occupational and environmental medicine*, 21(1), 2–8. https://doi.org/10.4103/ijoem.IJOEM_53_16.
- Clarke, P. M., Walter, S. J., Hayen, A., Mallon, W. J., Heijmans, J., & Studdert, D. M. (2015). Survival of the fittest: retrospective cohort study of the longevity of Olympic medallists in the modern era. *British journal of sports medicine*, 49(13), 898–902. <https://doi.org/10.1136/bjsports-2015-e8308rep>.
- Corrado, D., Basso, C., Rizzoli, G., Schiavon, M., & Thiene, G. (2003). Does sports activity enhance the risk of sudden death in adolescents and young adults?. *Journal of the American College of Cardiology*, 42(11), 1959–1963. <https://doi.org/10.1016/j.jacc.2003.03.002>.
- de Morton, N. A. (2009). The PEDro scale is a valid measure of the methodological quality of clinical trials: a demographic study. *Australian Journal of Physiotherapy*, 55(2), 129–133. [https://doi.org/10.1016/s0004-9514\(09\)70043-1](https://doi.org/10.1016/s0004-9514(09)70043-1).
- Dresel, M. & Lämmle, L. (2011). *Motivation, Selbstregulation und Leistungsexzellenz*. Berlin: LIT-Verlag.
- Gajewski, A. K., & Poznańska, A. (2008). Mortality of top athletes, actors and clergy in Poland: 1924–2000 follow-up study of the long term effect of physical activity. *European Journal of Epidemiology*, 23, 335–340. <https://doi.org/10.1007/s10654-008-9237-3>.
- Garatachea, N., Santos-Lozano, A., Sanchis-Gomar, F., Fiuza-Luces, C., Pareja-Galeano, H., Emanuele, E., & Lucia, A. (2014). Elite athletes live longer than the general population: a meta-analysis. *Mayo Clinic Proceedings*, 89(9), 1195–1200. <http://dx.doi.org/10.1016/j.mayocp.2014.06.004>.
- Hartung, N., Siwek, D., Antwerpes, F. (2019, 19. November). Neurodegenerative Erkrankungen. DocCheckFlexikon. https://flexikon.doccheck.com/de/Neurodegenerative_Erkrankung.
- Huisman, M. H., Seelen, M., de Jong, S. W., Dorresteyn, K. R., van Doormaal, P. T., van der Kooi, A. J., de Visser, M., Schelhaas, H. J., van den Berg, L. H., & Veldink, J. H. (2013). Lifetime physical activity and the risk of amyotrophic lateral sclerosis. *Journal of neurology, neurosurgery, and psychiatry*, 84(9), 976–981. <https://doi.org/10.1136/jnnp-2012-304724>.

- Keller, K. (2019). Life expectancy of olympic wrestling champions in comparison to the general population. *Journal of Community Health*, 44(1), 61-67. <https://doi.org/10.1007/s10900-018-0553-6>.
- Kontro, T. K., Sarna, S., Kaprio, J., & Kujala, U. M. (2018). Mortality and health-related habits in 900 Finnish former elite athletes and their brothers. *British Journal of Sports Medicine*, 52(2), 89-95. <https://doi.org/10.1136/bjsports-2017-098206>.
- Kuss, O., Kluttig, A., & Greiser, K. H. (2011). Longevity of soccer players: an investigation of all German internationals from 1908 to 2006. *Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports*, 21(6), e260-e265. <https://doi.org/10.1111/j.1600-0838.2010.01269.x>.
- Lemez, S., & Baker, J. (2015). Do elite athletes live longer? A systematic review of mortality and longevity in elite athletes. *Sports Medicine – Open*, 1(16), 1-16. <https://doi.org/10.1186/s40798-015-0024-x>.
- Liddell, F. D. K. (1984). Simple exact analysis of the standardised mortality ratio. *Journal of Epidemiology and Community Health*, 38, 85-88. <https://doi.org/10.1136/jech.38.1.85>.
- Lincoln, A. E., Vogel, R. A., Allen, T. W., Dunn, R. E., Alexander, K., Kaufman, N. D., & Tucker, A. M. (2018). Risk and Causes of Death among Former National Football League Players (1986-2012). *Medicine and science in sports and exercise*, 50(3), 486–493. <https://doi.org/10.1249/MSS.0000000000001466>.
- Mackay, D. F., Russell, E. R., Stewart, K., MacLean, J. A., Pell, J. P., & Stewart, W. (2019). Neurodegenerative disease mortality among former professional soccer players. *The New England Journal of Medicine*, 381(19), 1801-1808. <https://doi.org/10.1056/NEJMoa1908483>.
- Marijon, E., Tafflet, M., Antero-Jacquemin, J., El Helou, N., Berthelot, G., Celermajer, D. S., Bougouin, W., Combes, N., Hermine, O., Empana, J.-P., Rey, G., Toussaint, J.-F., & Jouven, X. (2013). Mortality of French participants in the Tour de France (1947-2012). *European Heart Journal*, 34(40), 3145-3150. <https://doi.org/10.1093/eurheartj/eh347>.
- O'Connor, S. R., Tully, M. A., Ryan, B., Bradley, J. M., Baxter, G. D., & McDonough, S. M. (2015). Failure of a numerical quality assessment scale to identify potential risk of bias in a systematic review: a comparison study. *BMC research notes*, 8, 224. <https://doi.org/10.1186/s13104-015-1181-1>.
- Page, M. J., Moher, D., Bossuyt, P. M., Boutron, I., Hoffmann, T. C., Mulrow, C. D., Shamseer, L., Tetzlaff, J. M., Akl, E. A., Brennan, S. E., Chou, R., Glanville, J., Grimshaw, J. M., Hróbjartsson, A., Lalu, M. M., Li, T., Loder, E. W., Mayo-Wilson, E., McDonald, S., McGuinness, L. A., Stewart, L. A., Thomas, J., Tricco, A. C., Welch, V. A., Whiting,

- P., McKenzie, J. E. (2021). PRISMA 2020 explanation and elaboration: updated guidance and exemplars for reporting systematic reviews. *BMJ (Clinical research ed.)*, 372, n160. <https://doi.org/10.1136/bmj.n160>.
- Page, M. J., McKenzie, J. E., Bossuyt, P. M., Boutron, I., Hoffmann, T. C., Mulrow, C. D., Shamseer, L., Tetzlaff, J. M., Akl, E. A., Brennan, S. E., Chou, R., Glanville, J., Grimshaw, J. M., Hróbjartsson, A., Lalu, M. M., Li, T., Loder, E. W., Mayo-Wilson, E., McDonald, S., McGuinness, L. A., ... Moher, D. (2021). The PRISMA 2020 statement: an updated guideline for reporting systematic reviews. *BMJ (Clinical research ed.)*, 372, n71. <https://doi.org/10.1136/bmj.n71>.
- Pfeiffer, F. (2021, 5. Februar). Validität, Reliabilität und Objektivität – Gütekriterien für die quantitative Forschung. Scribbr. <https://www.scribbr.de/methodik/validitaet-reliabilitaet-objektivitaet/>.
- Radonić, V., Kozmar, D., Počanić, D., Jerkić, H., Bohaček, I., & Letilović, T. (2017). Mortality and causes of death among Croatian male Olympic medalists. *Croatian Medical Journal*, 58(4), 263-269. <https://dx.doi.org/10.3325/cmj.2017.58.263>.
- Radtke, R. (2021, 30. September). Rauchen - Statistiken und Zahlen. Statista. <https://de.statista.com/themen/150/rauchen/#dossierKeyfigures>.
- Ressing, M., Blettner, M., Klug, S. J. (2010). Auswertung epidemiologischer Studien. Teil 11 der Serie zur Bewertung wissenschaftlicher Publikationen. *Deutsches Ärzteblatt*, 107 (11), 187-192. <https://doi.org/10.3238/arztebl.2010.0187>.
- Russell, E. R., Mackay, D. F., Stewart, K., MacLean, J. A., Pell, J. P., & Stewart, W. (2021). Association of field position and career length with risk of neurodegenerative disease in male former professional soccer players. *JAMA neurology*, 78(9), 1057–1063. <https://doi.org/10.1001/jamaneurol.2021.2403>.
- Sarna, S., Sahi, T., Koskenvuo, M., & Kaprio, J. (1993). Increased life expectancy of world class male athletes. *Medicine and science in sports and exercise*, 25(2), 237–244.
- Statista. (2020, 11. September). Anzahl Todesfälle aufgrund von Rauchen in ausgewählten Ländern 2017. <https://de.statista.com/statistik/daten/studie/1172030/umfrage/anzahl-todesfaelle-aufgrund-von-rauchen-in-ausgewaehlten-laendern/>.
- Statistik Austria. (2007, 23. Oktober). Körperliche Aktivität 2006/07. https://www.statistik.at/web_de/statistiken/menschen_und_gesellschaft/gesundheit/gesundheitsdeterminanten/koerperliche_aktivitaet/026448.html.
- Taioli E. (2007). All causes of mortality in male professional soccer players. *European journal of public health*, 17(6), 600–604. <https://doi.org/10.1093/eurpub/ckm035>.

- Takeuchi, T., Kitamura, Y., Sado, J., Hattori, S., Kanemura, Y., Naito, Y., Nakajima, K., Okuwaki, T., Nakata, K., Kawahara, T., & Sobue, T. (2019). Mortality of Japanese Olympic athletes: 1952-2017 cohort study. *BMJ open sport & exercise medicine*, 5(1), e000653. <https://doi.org/10.1136/bmjsem-2019-000653>.
- Teramoto, M., & Bungum, T. J. (2010). Mortality and longevity of elite athletes. *Journal of Science and Medicine in Sport*, 13(4), 410-416. <https://doi.org/10.1016/j.jsams.2009.04.010>.
- Thieme, L. (2020). Jung stirbt, wen die Götter lieben?. *German Journal of Exercise and Sport Research*, 50, 280-296. <https://doi.org/10.1007/s12662-020-00654-x>.
- Weiß, C. (2019). *Basiswissen Medizinische Statistik*. (7. vollständige und überarbeitete Auflage). Berlin: Heidelberg: Springer Verlag.
- Wells, G.A., Shea, B., O'Connell, D., Peterson, J., Welch, V., Losos, M. & Tugwell, P. (2021). Newcastle-Ottawa Scale for assessing the quality of non-randomized studies in meta-analysis. Ottawa Hospital Research Institute website. http://www.ohri.ca/programs/clinical_epidemiology/oxford.asp.
- Wen, C. P., Wai, J. P., Tsai, M. K., Yang, Y. C., Cheng, T. Y., Lee, M. C., Chan, H. T., Tsao, C. K., Tsai, S. P., & Wu, X. (2011). Minimum amount of physical activity for reduced mortality and extended life expectancy: a prospective cohort study. *Lancet* (London, England), 378(9798), 1244–1253. [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(11\)60749-6](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(11)60749-6).
- Zeiler, K. & Auff, E. (2007). *Klinische Neurologie II: Die wichtigsten neurologischen Erkrankungen für Human- und Zahnmediziner* (2., überarb. Aufl.). facultas.
- Zwiener, I., Blettner, M., & Hommel, G. (2011). Survival analysis: part 15 of a series on evaluation of scientific publications. *Deutsches Arzteblatt international*, 108(10), 163–169. <https://dx.doi.org/10.3238%2Farztebl.2011.0163>.

Abbildungsverzeichnis

<i>Abbildung 1: PRISMA Flow Diagramm (mod. n. Page et al., 2020, S.5)</i>	<i>20</i>
<i>Abbildung 2: Überblick über die Kohortengröße der Sportlerinnen und Sportler und die Anzahl der Todesfälle im Untersuchungszeitraum pro Studie (Quelle: eigene Darstellung, 2021).....</i>	<i>34</i>
<i>Abbildung 3: Überblick über die 8 Einzelstudien die, die Überlebensvorteile mittels SMR berechnen (Quelle: eigene Darstellung, 2021).....</i>	<i>43</i>
<i>Abbildung 4: Anzahl Todesfälle aufgrund von Rauchen in ausgewählten Ländern im Vergleich der Jahre 1990 und 2017 (Quelle: Statista, 2020, https://de.statista.com/statistik/daten/studie/1172030/umfrage/anzahl-todesfaelle-aufgrund-von-rauchen-in-ausgewaehlten-laendern/)</i>	<i>45</i>

Tabellenverzeichnis

<i>Tabelle 1: Beschreibung der inkludierten Studien (Quelle: eigene Darstellung, 2021)</i>	9
<i>Tabelle 2: Qualitätsbewertung nach NOS für Kohortenstudien (Quelle: eigene Darstellung, 2021)</i>	25
<i>Tabelle 3: Qualitätsbewertung nach NOS für Fall-Kontroll-Studien (Quelle: eigene Darstellung, 2021)</i>	26
<i>Tabelle 4: Überblick von Studiendesign, Statistischen Auswertungsmethoden, Kohortengröße, Verstorbenen, Durchschnittsalter bei Tod (Quelle: eigene Darstellung, 2021)</i>	28
<i>Tabelle 5: Überblick der Ergebnisse der Gesamtsterblichkeit und der Todesfälle nach Hauptursachen (Quelle: eigene Darstellung, 2021)</i>	30
Tabelle 6: Körperliche Aktivität der Österreicherinnen und Österreicher 2006/2007 (Quelle: Statistik Austria, Gesundheitsbefragung 2006/2007. Erstellt am 23.10.2007, https://www.statistik.at/web_de/statistiken/menschen_und_gesellschaft/gesundheit/gesundheitsdeterminanten/koerperliche_aktivitaet/026448.html)	46

Anhang

Newcastle Ottawa Scale – Manual:

CODING MANUAL FOR CASE-CONTROL STUDIES

SELECTION

1) Is the Case Definition Adequate?

- a) Requires some independent validation (e.g. >1 person/record/time/process to extract information, or reference to primary record source such as x-rays or medical/hospital records) ☆
- b) Record linkage (e.g. ICD codes in database) or self-report with no reference to primary record
- c) No description

2) Representativeness of the Cases

- a) All eligible cases with outcome of interest over a defined period of time, all cases in a defined catchment area, all cases in a defined hospital or clinic, group of hospitals, health maintenance organisation, or an appropriate sample of those cases (e.g. random sample) ☆
- b) Not satisfying requirements in part (a), or not stated.

3) Selection of Controls

This item assesses whether the control series used in the study is derived from the same population as the cases and essentially would have been cases had the outcome been present.

- a) Community controls (i.e. same community as cases and would be cases if had outcome) ☆
- b) Hospital controls, within same community as cases (i.e. not another city) but derived from a hospitalised population
- c) No description

4) Definition of Controls

- a) If cases are first occurrence of outcome, then it must explicitly state that controls have no history of this outcome. If cases have new (not necessarily first) occurrence of outcome, then controls with previous occurrences of outcome of interest should not be excluded. ☆
- b) No mention of history of outcome

COMPARABILITY

1) Comparability of Cases and Controls on the Basis of the Design or Analysis

A maximum of 2 stars can be allotted in this category

Either cases and controls must be matched in the design and/or confounders must be adjusted for in the analysis. Statements of no differences between groups or that differences were not statistically significant are not sufficient for establishing comparability. Note: If the odds ratio for the exposure of interest is adjusted for the confounders listed, then the groups will be considered to be comparable on each variable used in the adjustment.

There may be multiple ratings for this item for different categories of exposure (e.g. ever vs. never, current vs. previous or never)

Age = ☆ , Other controlled factors = ☆

EXPOSURE

1) Ascertainment of Exposure

Allocation of stars as per rating sheet

2) Non-Response Rate

Allocation of stars as per rating sheet

CODING MANUAL FOR COHORT STUDIES

SELECTION

1) Representativeness of the Exposed Cohort

Item is assessing the representativeness of exposed individuals in the community, not the representativeness of the sample of women from some general population. For example, subjects derived from groups likely to contain middle class, better educated, health oriented women are likely to be representative of postmenopausal estrogen users while they are not representative of all women (e.g. members of a health maintenance organisation (HMO) will be a representative sample of estrogen users. While the HMO may have an under-representation of ethnic groups, the poor, and poorly educated, these excluded groups are not the predominant users of estrogen).

Allocation of stars as per rating sheet

2) Selection of the Non-Exposed Cohort

Allocation of stars as per rating sheet

3) Ascertainment of Exposure

Allocation of stars as per rating sheet

4) Demonstration That Outcome of Interest Was Not Present at Start of Study

In the case of mortality studies, outcome of interest is still the presence of a disease/ incident, rather than death. That is to say that a statement of no history of disease or incident earns a star.

COMPARABILITY

1) Comparability of Cohorts on the Basis of the Design or Analysis

A maximum of 2 stars can be allotted in this category

Either exposed and non-exposed individuals must be matched in the design and/or confounders must be adjusted for in the analysis. Statements of no differences between groups or that differences were not statistically significant are not sufficient for establishing comparability. Note: If the relative risk for the exposure of interest is adjusted for the confounders listed, then the groups will be considered to be comparable on each variable used in the adjustment.

There may be multiple ratings for this item for different categories of exposure (e.g. ever vs. never, current vs. previous or never)

Age = ☆ , Other controlled factors = ☆

OUTCOME

1) Assessment of Outcome

For some outcomes (e.g. fractured hip), reference to the medical record is sufficient to satisfy the requirement for confirmation of the fracture. This would not be adequate for vertebral fracture outcomes where reference to x-rays would be required.

- a) Independent or blind assessment stated in the paper, or confirmation of the outcome by reference to secure records (x-rays, medical records, etc.) ☆
- b) Record linkage (e.g. identified through ICD codes on database records) ☆
- c) Self-report (i.e. no reference to original medical records or x-rays to confirm the outcome)
- d) No description.

2) Was Follow-Up Long Enough for Outcomes to Occur

An acceptable length of time should be decided before quality assessment begins (e.g. 5 yrs. for exposure to breast implants)

3) Adequacy of Follow Up of Cohorts

This item assesses the follow-up of the exposed and non-exposed cohorts to ensure that losses are not related to either the exposure or the outcome.

Allocation of stars as per rating sheet

Newcastle Ottawa Scale – Scale:

NEWCASTLE - OTTAWA QUALITY ASSESSMENT SCALE

CASE CONTROL STUDIES

Note: A study can be awarded a maximum of one star for each numbered item within the Selection and Exposure categories. A maximum of two stars can be given for Comparability.

Selection

- 1) Is the case definition adequate?
 - a) yes, with independent validation ★
 - b) yes, eg record linkage or based on self reports
 - c) no description
- 2) Representativeness of the cases
 - a) consecutive or obviously representative series of cases ★
 - b) potential for selection biases or not stated
- 3) Selection of Controls
 - a) community controls ★
 - b) hospital controls
 - c) no description
- 4) Definition of Controls
 - a) no history of disease (endpoint) ★
 - b) no description of source

Comparability

- 1) Comparability of cases and controls on the basis of the design or analysis
 - a) study controls for _____ (Select the most important factor.) ★
 - b) study controls for any additional factor ★ (This criteria could be modified to indicate specific control for a second important factor.)

Exposure

- 1) Ascertainment of exposure
 - a) secure record (eg surgical records) ★
 - b) structured interview where blind to case/control status ★
 - c) interview not blinded to case/control status
 - d) written self report or medical record only
 - e) no description
- 2) Same method of ascertainment for cases and controls
 - a) yes ★
 - b) no
- 3) Non-Response rate
 - a) same rate for both groups ★
 - b) non respondents described
 - c) rate different and no designation

NEWCASTLE - OTTAWA QUALITY ASSESSMENT SCALE COHORT STUDIES

Note: A study can be awarded a maximum of one star for each numbered item within the Selection and Outcome categories. A maximum of two stars can be given for Comparability

Selection

- 1) Representativeness of the exposed cohort
 - a) truly representative of the average _____ (describe) in the community ★
 - b) somewhat representative of the average _____ in the community ★
 - c) selected group of users eg nurses, volunteers
 - d) no description of the derivation of the cohort
- 2) Selection of the non exposed cohort
 - a) drawn from the same community as the exposed cohort ★
 - b) drawn from a different source
 - c) no description of the derivation of the non exposed cohort
- 3) Ascertainment of exposure
 - a) secure record (eg surgical records) ★
 - b) structured interview ★
 - c) written self report
 - d) no description
- 4) Demonstration that outcome of interest was not present at start of study
 - a) yes ★
 - b) no

Comparability

- 1) Comparability of cohorts on the basis of the design or analysis
 - a) study controls for _____ (select the most important factor) ★
 - b) study controls for any additional factor ★ (This criteria could be modified to indicate specific control for a second important factor.)

Outcome

- 1) Assessment of outcome
 - a) independent blind assessment ★
 - b) record linkage ★
 - c) self report
 - d) no description
- 2) Was follow-up long enough for outcomes to occur
 - a) yes (select an adequate follow up period for outcome of interest) ★
 - b) no
- 3) Adequacy of follow up of cohorts
 - a) complete follow up - all subjects accounted for ★
 - b) subjects lost to follow up unlikely to introduce bias - small number lost - > ____ % (select an adequate %) follow up, or description provided of those lost) ★
 - c) follow up rate < ____ % (select an adequate %) and no description of those lost
 - d) no statement