

Bachelorarbeit

Vorgelegt am Departement für Sport, Bewegung und Gesundheit der Universität Basel zur Erlangung des Bachelor-Zertifikats des Studienfachs „Sport Bewegung und Gesundheit - Sportwissenschaft“

Hohe Belastungsintensitäten im Sportunterricht von Kindern und Jugendlichen. Wirkung auf die Knochen-, Herz-Kreislauf- und Muskel-Entwicklung, eine Literaturanalyse

Projekt zur Bachelorarbeit

Burner Games-Spielsituationen im Sportunterricht: Erfassung von Belastungsnormativen bei Kindern und Jugendlichen

Verfasserin: Larina Eisenhut
Matrikelnummer: 16-060-519
larina.eisenhut@stud.unibas.ch

Betreuerin: Muriel Sutter
Gutachter: Prof. Dr. phil. Lukas Zahner

Abgabetermin: 15.06.2019

Vorwort

Nachfolgend wird des Öfteren aus Gründen der besseren Lesbarkeit die männliche Form verwendet, auch wenn Angehörige eines anderen Geschlechts mitgemeint sind. Im Hauptteil ist, ebenfalls aus Gründen der Lesbarkeit, vor allem die Rede von Burner Games, obwohl spezifisch die Intensivspiele von Burner Games gemeint sind.

Zudem soll an dieser Stelle die Unterstützung meiner Betreuerin Muriel Sutter gewürdigt werden. Mein primärer Dank gilt deshalb ihr, da sie mich nicht nur während meiner Bachelorarbeit mit viel Engagement unterstützt hat, sondern auch durch mein Bachelorprojekt geführt hat. Ein weiterer Dank gilt auch Lukas Zahner, der sich als Gutachter dazu bereiterklärt hat, diese Arbeit zu bewerten. Zu guter Letzt möchte ich allen Personen, die in irgendeiner Form an der Entstehung und Entwicklung von Burner Games beteiligt waren, meinen Dank aussprechen. Ohne so viel Kreativität und Engagement insbesondere von Muriel Sutter, aber auch von vielen anderen mitwirkenden Personen, wäre meine Arbeit nicht zustande gekommen.

Zusammenfassung

Hintergrund: Bewegungsmangel im Kindes- und Jugendalter stellt ein grosses gesundheitliches Problem in der Schweiz dar. Die Empfehlung für eine gesundheitswirksame Bewegung liegt laut dem Netzwerk für Gesundheit und Bewegung Schweiz „hepa“ bei einer Stunde körperlicher Aktivität von mittlerer bis hoher Intensität pro Tag. Diese Empfehlung erfüllt gerade einmal ein Drittel aller Jugendlichen in der Schweiz (Gesundheitsförderung Schweiz, 2017). Burner Games sind kleine Spiele für den Sportunterricht, die nicht nur einen grossen Spassfaktor mit sich bringen, sondern auch sehr hohe Intensitäten und ein breites Band an motorischen Fähigkeiten erfordern. In dieser Bachelorarbeit wird der Effekt von Burner Games auf die Knochengesundheit, das Herz-Kreislauf-System und die Muskulatur von Kindern und Jugendlichen untersucht.

Methode: Untersucht wurden jeweils drei Studien für jeden gesundheitlichen Faktor. Von Bedeutung war insbesondere, dass sich die Belastungsmerkmale der Interventionen mit denjenigen von Burner Games überschneiden. Daraus konnten die möglichen Effekte von Burner Games auf die Knochengesundheit, das Herz-Kreislauf-System und die Muskulatur von Kindern und Jugendlichen ausgearbeitet werden.

Resultate: Alle untersuchten Studien konnten positive Effekte durch körperliche Aktivität beobachten. Zwei der geprüften Studien, welche sich auf die Knochengesundheit von Kindern und Jugendlichen fokussierten, konnten einen positiven Effekt auf diverse Parameter der Knochengesundheit durch sprungorientierte Interventionen nachweisen. Die andere Studie konnte eine Verbesserung der Knochengesundheit durch körperliche Aktivitäten mit hohen mechanischen Belastungen belegen. Der Vergleich der Studien, welche Effekte auf das Herz-Kreislauf-System untersuchten, zeigt, dass die Verbesserungen des Herz-Kreislauf-System hauptsächlich auf hochintensive Intervalle zurückzuführen sind. Hinsichtlich muskulärer Fitness wurden ebenfalls durch hochintensive Intervalle, aber auch allgemein durch intensive Aktivitäten mit hohen Belastungen, positive Effekte beobachtet.

Diskussion: Der Vergleich der Studien verdeutlicht das Potential zur Verbesserung gesundheitlicher Parameter durch Burner Games. Da die ausgewählten Studien nicht eine Intervention mit Burner Games untersuchten, kann deshalb nur ein möglicher Effekt beschrieben werden. Durch die Ähnlichkeit der Belastungsprofile und der signifikanten, gefundenen Effekte ist eine Verbesserung der untersuchten gesundheitlichen Parameter durch Burner Games sehr wahrscheinlich möglich. Aufgrund fehlender wissenschaftlicher Messungen und Studien, können diese positiven Effekte allerdings nur vermutet und nicht definitiv bewiesen werden.

Inhaltsverzeichnis

1. Einleitung	5
1.1 Zielsetzung	6
2. Theoretischer Hintergrund.....	6
2.1 Belastungsmerkmale.....	6
3. Belastungsprofil Burner Games	7
3.1 Sprints	7
3.2 Hochintensive Intervalle	8
3.3 Dynamische Ausweichmanöver	8
3.4 Klettern und Springen.....	9
4. Bachelorprojekt	9
5. Aktueller Stand der Wissenschaft.....	11
6. Fragestellung.....	14
7. Methodik	14
8. Ergebnisse	14
8.1 Auswirkungen von Burner Games auf die Knochengesundheit.....	20
8.2 Auswirkungen von Burner Games auf das Herz-Kreislauf- System.....	21
8.3 Auswirkungen von Burner Games auf die Muskulatur	23
9. Fragestellung.....	27
10. Diskussion.....	27
11. Originalität und Autorenrechte	32
12. Literaturverzeichnis.....	33
13. Tabellenverzeichnis.....	36

1. Einleitung

Der moderne Alltag von Kindern und Jugendlichen ist im Vergleich zu früheren Zeiten deutlich weniger von Bewegung geprägt. Während die Kinder früher beispielsweise auf dem Bauernhof oder der Baustelle aushelfen mussten, verbringen die Jugendlichen heute den grössten Teil ihrer schulfreien Zeit vor dem Fernseher oder der Konsole. Zudem ist es in der heutigen Zeit Gang und Gäbe nicht mehr mit dem Velo, sondern mit dem Bus zur Schule zu fahren oder von den Eltern mit dem Auto gefahren zu werden. Die Autoren Bringolf-Isler et al. (2016) fanden in ihrer Studie „SOPHYA“ heraus, dass Kinder und Jugendliche im Alter von 6 bis 16 Jahren rund 90% des Tages sitzend, liegend oder in leichter Aktivität verbringen.

Laut dem Netzwerk für Gesundheit und Bewegung Schweiz „hepa“ liegt die Basisempfehlung für eine gesundheitswirksame Bewegung für Jugendliche gegen Ende des Schulalters bei einer Stunde Bewegung mittel- bis hochintensiver Bewegung pro Tag. Bei jüngeren Kindern liegt die Empfehlung deutlich über einer Stunde pro Tag. Mittlere Intensitäten werden dabei schon bei zügigem Gehen, wie beispielsweise auf dem Schulweg, Velofahren oder Spielen auf dem Spielplatz oder in der Natur erreicht (hepa.ch, 2013). Unter Aktivitäten mit hoher Intensität werden laut Hepa, bewegungsintensive Sportarten und Aktivitäten verstanden, die Schwitzen und beschleunigtes Atmen verursachen. Eine Möglichkeit diese Empfehlungen zu erreichen, stellt der Sportunterricht dar. Da die Bewegung ausserhalb der Schule drastisch abgenommen hat, haben die Bewegungsanreize im Sportunterricht demnach enorm an Bedeutung zugenommen. Für die optimale Entwicklung von Kindern und Jugendlichen ist nicht nur ein zeitlich definiertes Mindestmass an Bewegung, sondern auch ein vielseitiges Bewegungsverhalten nötig. Hepa empfiehlt deshalb, verschiedene Aktivitäten durchzuführen die entweder die Knochen stärken, den Herz-Kreislauf anregen, die Muskeln kräftigen, die Koordination verbessern oder die Beweglichkeit erhalten. Eine Studie der WHO hat ergeben, dass nur gerade ein Drittel der befragten 11-15 jährigen Schweizer diese Vorgabe von einer Stunde körperlicher Aktivität erfüllen (Gesundheitsförderung Schweiz, 2017).

Dem Problem des Bewegungsmangels bei Kindern und Jugendlichen hat Muriel Sutter mit der Entwicklung von Burner Games den Kampf angesagt. Burner Games sind kleine Spiele, inspiriert von Filmen sowie Computerspielen und wurden mit einer grossen Portion Fantasie entwickelt. Burner Games sind sehr intensiv und fördern nicht nur die physische, sondern auch die mentale Kraft (Sutter, 2018). Die Spiele binden stärkere genau so wie schwächere Spielende immer gut ein. Denn Burner Games haben ein eher niedriges Einstiegsniveau, weshalb auch weniger talentierte und sportbegeisterte Kinder und Jugendliche Erfolgserlebnisse feiern können. Aber auch sportlich Begabte können ihre Fähigkeiten immer wieder unter Beweis stellen und in führenden Rollen eines Teams aufgehen (Sutter, 2015). Im Zentrum der Burner Games steht immer Spass an der Bewegung und die Spannung im Spiel (Sutter, 2016).

1.1 Zielsetzung

Im Rahmen der Bachelorarbeit sollen die Auswirkungen von Burner Games auf die Muskulatur, das Herz-Kreislauf-System und die Knochengesundheit von Kindern und Jugendlichen im Schulalter genauer betrachtet werden. Dazu wird zunächst ein Belastungsprofil von Burner Games erstellt und mit dem Lehrplan 21 verglichen. Danach sollen aktuelle Studien mit dem Belastungsprofil von Burner Games verglichen werden und daraus die gesundheitlichen Effekte, welche Burner Games erzielen können, ermittelt werden. Ziel der Arbeit ist es, darzustellen, dass Burner Games der ideale Inhalt für den Sportunterricht sind, um die Muskulatur, das Herz-Kreislauf-System und die Knochengesundheit bei Kindern und Jugendlichen zu fördern.

2. Theoretischer Hintergrund

2.1 Belastungsmerkmale

Unter Belastungsmerkmalen versteht man in der Trainingswissenschaft Normativen, welche von fundamentaler Bedeutung für die Trainingsbelastung sind. Für die Planung von Trainingseinheiten und die Beurteilung von Trainingseffekten ist eine Festlegung der methodischen Steuergrößen notwendig (Hottenrott und Neumann, 2016).

Die wesentlichen Belastungskomponenten nach Hottenrott und Neumann (2016) sind:

Belastungsumfang: Beschreibt die Dauer und die Anzahl an Reizen pro Trainingseinheit.

Belastungsintensität: Bezeichnet die Stärke eines einzelnen Reizes.

Belastungsdauer: Umfasst die in einer bestimmten Zeit absolvierten Belastungen.

Belastungshäufigkeit: Bezeichnet die Anzahl Belastungen innerhalb eines einzelnen Trainings oder eines definierten Zeitraums.

Belastungsdichte: Beschreibt den zeitlichen Abstand von Belastung und Pause und drückt somit das Verhältnis zwischen Belastung und Erholung aus.

Bewegungsausführung: Kann zum Beispiel fließend, rhythmisch, schnell oder langsam sein.

Mit den eben genannten Regulationsmechanismen kann eine Trainingseinheit an das jeweilige Leistungsniveau angepasst werden. Die Regulation dieser Parameter hat somit einen direkten Einfluss auf die Entwicklung der sportlichen Leistungsfähigkeit. Dabei gilt es die grundlegenden gesundheitlichen Faktoren wie zum Beispiel Alter, Geschlecht, Leistungsniveau, Leistungsziel und Weiteres zu berücksichtigen (Ebd.)

3. Belastungsprofil Burner Games

Für die nachfolgende Ausarbeitung des Belastungsprofils von Burner Games wurden ausschliesslich Spiele aus der Kategorie der Intensivspiele inkludiert. Spiele aus der Kategorie der Kommunikations- und Kennenlernspiele sowie die Aufwärmspiele werden bewusst nicht berücksichtigt. Die Kennenlernspiele eignen sich besonders als Lektionseinstiege und Eisbrecher in neuen Gruppen (Sutter, 2018). Da sie körperlich allerdings nicht sehr intensiv sind, sind sie für die Ausarbeitung des Belastungsprofils von Burner Games nicht von Bedeutung. Die Aufwärmspiele dienen hauptsächlich der geistigen und körperlichen Vorbereitung auf eine sportliche Belastung (Ebd.). Da die Spiele in dieser Kategorie nur teilweise hohe Intensitäten erreichen, sind auch die Aufwärmspiele für das Belastungsprofil nicht entscheidend.

Die Intensivspiele von Burner Games erfordern von den teilnehmenden Spielern ein breites Band an motorischen Fähigkeiten. Die zahlreichen Spielvarianten unterscheiden sich zwar im Detail in den Beanspruchungsformen, dennoch weisen die meisten Burner Games Intensivspiele dieselben Hauptbeanspruchungsformen auf. Obwohl einige Intensivspiele auch noch andere Beanspruchungsformen von den Teilnehmenden erfordern, werde ich mich auf die Merkmale Sprints, hochintensive Intervalle, dynamische Ausweichmanöver, Klettern und Springen einschränken. Diese Hauptbeanspruchungsformen sind meiner Meinung nach in der Mehrzahl der Intensivspiele gefordert und von entscheidender Bedeutung für den Verlauf der Spiele.

3.1 Sprints

Bei einem Sprint gilt es in einer möglichst kurzen Zeit eine gewisse Strecke zu absolvieren und dabei die schnellstmögliche Geschwindigkeit zu erreichen. Sprints finden sich in fast allen Intensivspielen der Burner Games wieder. Besondere Bedeutung finden schnelle Sprints, in beispielsweise bei Fangisvarianten oder bei Brennballvarianten, bei denen das Ziel ist, jemandem zu entkommen oder eine Runde so schnell wie möglich zurückzulegen. Aber auch in Völkerballvarianten kommt es zu kurzen Sprinteinheiten, wenn Spieler versuchen, sich vom Himmel wieder ins Spielfeld zu befreien oder einen Ball vom Gegner zu klauen. Bezüglich der Belastungsmerkmale ist vor allem die Belastungsintensität bei den Sprints ausschlaggebend. Die Intensität erreicht bei kurzen Sprints ihre Höchstleistung. Der Umfang, die Dichte, die Dauer und die Häufigkeit der Belastung unterscheidet sich von Spiel zu Spiel. Die eben genannten Komponenten sind allerdings nicht nur abhängig von den jeweiligen Spielformen, sondern stehen auch in direktem Zusammenhang mit der Gruppengrösse. Dies lässt sich sehr gut am Beispiel Matterhorn-Spiel darstellen. Beim Matterhorn-Spiel werden zwei Gruppen gebildet, eine davon verteilt sich im Spielfeld, die andere versucht das Matterhorn (Berg aus Matten) zu erklimmen. Gespielt wird also ähnlich wie beim Brennball (Sutter, 2018). Die Intensität für die Feldspieler nimmt mit der Grösse der Gruppe ab, da sich mehr Spieler auf dem Feld befinden und der individuelle Raum, der jeder Spieler für sich beansprucht, deshalb kleiner wird. Bei den Sprintern nimmt die Intensität bei einem Lauf zwar zu, da sich mehr Spieler im Feld aufhalten und es deshalb schwieriger wird, das Matterhorn zu erklimmen. Allerdings nehmen die Belastungsdichte und die Belastungshäufigkeit aufgrund höherer Teilnehmeranzahl ab. Je weniger Spieler in einem Team sind, desto häufiger kommt man insgesamt zum Zug und desto kleiner

werden die Pausen zwischen der einzelnen Belastungseinheiten. Die detaillierte Beschreibung des Matterhorn-Spiels kann im Buch „Burner Games“ nachgelesen werden (Sutter, 2018, S.42).

3.2 Hochintensive Intervalle

In der Trainingswissenschaft werden Belastungen von 10 Sekunden bis 5 Minuten pro Intervall, bei Intensitäten oberhalb der anaeroben Schwelle und bei etwa 90-100% der maximalen Sauerstoffaufnahme, Herzfrequenz oder Laufgeschwindigkeit dem Intervallprinzip zugeschrieben (Engel, 2014). In vielen Spielvarianten der Burner Games kommt es zu solchen intensiven Intervallen. Sei es nun bei einem Brennball oder bei einer Fangisvariante, kurze aber intensive aufeinanderfolgende Einheiten sind bei vielen Spielen eine Hauptbelastungsform. Auch hier ist die Belastungsdichte, welche die Pausen zwischen den Intervallen beschreibt, abhängig von der Gruppengrösse. Dies lässt sich wiederum mit dem Beispiel Matterhorn-Spiel erläutern. Die Gruppengrösse hat bezüglich der Intervalle hauptsächlich Einfluss auf die Pausen zwischen den einzelnen Belastungen. Sprich die Pausen werden bei der Gruppe der Sprinter bei einer kleinen Gruppe kürzer. Obwohl es bisher keine wissenschaftlichen Messverfahren gibt, die beweisen, dass die Intensitäten der Sprints mindestens 90% der oben genannten Parameter erreichen, wird in den kommenden Abschnitten davon ausgegangen, dass solche Intensitäten erreicht werden.

3.3 Dynamische Ausweichmanöver

Ausweichmanöver sind in den Burner Games auf zwei verschiedene Arten von Bedeutung. Einerseits beziehen sich die Ausweichmanöver auf andere Spieler, das heisst, einem Gegenspieler auszuweichen. Sei dies nun um beispielsweise einen Ball zum Zielort zu befördern oder dem Gegner zu entwischen ohne dabei von ihm gefangen zu werden. Andererseits kommen Ausweichmanöver in den Burner Games auch in Ballspielen zu tragen, die das Ziel haben, möglichst viele Gegner abzuwerfen. Neben Ausweichmanöver gegenüber anderen Gegnern finden sich auch Ausweichmanöver gegenüber Bällen in den Burner Games. Sprich bei Spielen, bei denen das Ziel ist, den Gegner mit dem Ball abzuwerfen, ist nicht nur das Ausweichen gegenüber des Gegenspielers nötig, sondern auch das Ausweichen eines Balles. Ausweichmanöver kennzeichnen sich vor allem durch schnelle Richtungswechsel, abrupte Stopps und teilweise sogar Sprünge. Die Hauptanforderung ist bei erfolgreichen Ausweichmanöver die Schnelligkeit und das Vorausschauen der Spieler.

Das Prinzip des Ausweichens kann erneut am Beispiel des Matterhorn Spiels verdeutlicht werden. Die Spieler müssen hier sowohl dem Ball als auch teilweise anderen Läufern ausweichen. Je grösser die Gruppe, desto schwieriger wird es auszuweichen und nicht getroffen zu werden.

3.4 Klettern und Springen

Klettern und Springen werden in vielen Burner Games in Kombination verlangt. Allerdings gibt es vereinzelt auch Spielvarianten in welchen die beiden Fähigkeiten getrennt gefordert werden. Die Definition von „Klettern“ wird hier nicht im Sinne von Sportklettern verwendet, sondern in Bezug auf ein Hindernis, das es zu überwinden gilt. Auf physischer Ebene sind alle motorischen Fähigkeiten, sprich Kraft, Schnelligkeit, Beweglichkeit, Koordination und Ausdauer gefordert. Neben der physischen Komponente kommt beim Klettern noch eine psychische Belastung hinzu. Um ein Hindernis zu überwinden, braucht es neben Mut, auch eine gute Selbsteinschätzung und ein angepasstes Selbstvertrauen (Widmer, 2017). Das Springen bildet eine von mehreren Kernkompetenzen beim Hindernisüberwinden. Springen stärkt bei Kindern nicht nur die Knochen, sondern bildet mit den Fähigkeiten Gehen und Hüpfen eine wichtige Basis für das Erlernen weiterer Bewegungsabläufe. Zudem lernen Kinder beim Hochspringen oder beim Hinunterspringen ihre Fähigkeiten einzuschätzen und den Raum anders wahrzunehmen. Des Weiteren hilft ihnen das Springen dabei, Angst zu überwinden und Mut zu entwickeln (Lienert et al., 2010). Ein weiterer Vorteil vom Springen ist, dass es nicht nur die Muskulatur stärkt, sondern auch dabei hilft die Koordination und das Gleichgewicht zu verbessern.

Als Veranschaulichung dient wiederum das Matterhorn-Spiel. Spieler dürfen entweder auf die erste Basis des Matterhorns (dicke Matten auf dem Barren) klettern oder via Trampolin hinaufspringen. Einen Punkt erhalten die Spieler jedoch erst, wenn sie die zweite Basis hinaufgeklettert sind ohne getroffen worden zu sein. Am Ende des Durchgangs müssen alle Spieler, die es bis auf die Spitze des Matterhorns geschafft haben, wieder vom Mattenberg hinunterspringen. Das Matterhornspiel bietet demnach eine Mischung sowohl aus Klettern als auch aus Hoch- und Hinunterspringen.

4. Bachelorprojekt

Um das Belastungsprofil von Burner Games noch mit einigen Belastungsnormativen nach Hottenrott und Neumann (2016) zu ergänzen, habe ich einige Lektionen bei Muriel Sutter im Sportunterricht intensive Burner Games Situationen exemplarisch beobachtet. Dazu habe ich mir Notizen bezüglich der Intensität und der Belastungsdauer, -häufigkeit und- dichte gemacht. An dieser Stelle muss deutlich gemacht werden, dass es sich hier keinesfalls um wissenschaftliche Messungen handelt, sondern lediglich von groben Messungen die Rede ist, die der Einschätzung der Belastungsnormativen von Burner Games dienen sollen. Ich werde im nachfolgenden Teil nur auf eines der vielen beobachteten Spiele eingehen, damit die Vorgehensweise zur Einschätzung der Belastungsnormativen nachvollzogen werden kann.

Das Spiel „Furious Birds Gym“ ist eine Brennballvariante bei der in zwei Teams gespielt wird. Es wird ein Hindernisparcours aufgestellt, denn die Schweine (Läufer) zu absolvieren haben. Die Vögel (Werfer) sind in einem abgegrenzten Raum in der Mitte des Spielfelds eingeschlossen und versuchen die Schweine abzuwerfen. Die Schweine versuchen bei Anpfiff den Hindernisparcours zu absolvieren ohne getroffen zu werden. Die Schweine starten jeweils in zwei Gruppen. Der genaue

Spielablauf und die Organisationsskizze des Parcours können im Buch „Burner Games reloaded“ im Detail nachgelesen werden (Sutter 2015, S.56).

Das Spiel wurde in drei verschiedenen Maturklassen, die ausschliesslich aus Mädchen bestanden, gespielt und von mir beobachtet. Ich habe mir dabei die Gesamtzeit des Spiels, die Dauer eines einzelnen Durchgangs, die Pausen dazwischen und die Intensität notiert.

Eine Runde dauert jeweils 4 Minuten, insgesamt wird also 8 Minuten gespielt. Nach abgelaufener Zeit werden die Rollen von Schweinen und Vögel getauscht. Jede Schweine-Gruppe rannte durchschnittlich 7-9 mal pro Runde. Die durchschnittliche Dauer wurde mittels Mindest- und Höchstdauer kalkuliert. Sprich die Zeit, bis das erste Schwein entweder getroffen oder im Ziel angekommen ist und die Zeit, bis das letzte Schwein getroffen oder im Ziel ist angekommen. Daraus wurde eine durchschnittliche Dauer von rund 19,5 Sekunden berechnet. Die Pausen zwischen den einzelnen Läufen betragen für die Schweinchen durchschnittlich rund 22,6 Sekunden. Nach dem Rollenwechsel werden die Schweine zu Vögeln und haben eine „aktive Pause“. Diese aktive Pause besteht entweder aus kurzen hochintensiven Sprints um die Bälle zu holen, oder aus vielen aufeinanderfolgenden Würfeln.

4.1 Lehrplan 21

Der Lehrplan 21 hat das Ziel, die Kompetenzen der Volksschule vom Kindergarten bis zum Ende des 9. Schuljahres schweizweit zu harmonisieren. Der Lehrplan 21 betrifft auch den Sportunterricht und stellt Rahmenbedingungen dar, welche Bewegungsabläufe, Spielformen, Sportarten und Wettkampfformen Schülerinnen und Schüler kennen sollen. Dabei sollen sie nicht nur ihre individuelle Bewegungs- und Sportkompetenz erweitern, sondern auch an der Bewegungs- und Sportkultur teilhaben. Der Lehrplan 21 im Fachbereich Bewegung und Sport ist in sechs Kompetenzbereiche aufgeteilt (Lehrplan 21- Fachbereich Bewegung und Sport).

Der erste Kompetenzbereich beinhaltet die Fähigkeiten *Laufen, Springen und Werfen*. Forderungen sind, dass Schüler unter anderem schnell, rhythmisch und über Hindernisse laufen können. Des Weiteren sollen sie vielseitig weit und hoch springen können und verschiedene Gegenstände weit werfen, stossen und schleudern können.

Der zweite Kompetenzbereich umfasst das *Bewegen an Geräten*. Dabei sollen Grundbewegungen wie Balancieren, Rollen-Drehen, Schaukeln-Schwingen, Springen, Stützen und Klettern vermittelt werden. Des Weiteren sollen Schüler Körperspannung aufbauen, ihren Körper stützen und Gelenke in funktionellem Umfang bewegen können.

Der Kompetenzbereich *Darstellen und Tanzen* soll den Schülern dabei helfen, ihren Körper wahrzunehmen, gezielt zu steuern und Bewegungsfolgen zu choreografieren und zu präsentieren.

Der Kompetenzbereich, der sich mit *Spielen* befasst, beinhaltet unter anderem das Anwenden von technischen und taktischen Handlungsmustern in verschiedenen Sportspielen. Wichtig ist, dass die Schüler die Regeln kennen, selbstständig und fair handeln und Emotionen reflektieren. Schüler sollen Spiele nicht nur spielen können, sondern auch weiterentwickeln und erfinden.

Im Kompetenzbereich *Gleiten, Rollen, Fahren* sollen die Schülern lernen auf verschiedenen Unterlagen zu gleiten, rollen und fahren.

Der letzte Bereich beinhaltet das *Bewegen im Wasser*. Ziel ist es, dass Schüler sicher schwimmen können und verschiedene Schwimmtechniken kennen und diese anwenden können. Sie sollen zudem sowohl fuss-, als auch kopfwärts ins Wasser springen und tauchen können. Ein weiterer wichtiger Punkt ist, dass die Schüler lernen das Wasser bezüglich Sicherheit einzuschätzen und in Gefahrensituationen richtig zu handeln.

Während des Bachelorprojekts konnten zudem diverse Überschneidungen des Lehrplans 21 mit den Belastungen bei Burner Games beobachtet werden. Besonders in den Kompetenzbereichen „Laufen, Springen, Werfen“, „Spielen“ und teilweise „Bewegen an Geräten“ können durch Burner Games wichtige Kompetenzen vermittelt werden. Die unterschiedlichen Spiele von Burner Games besitzen ein sehr vielfältiges Belastungsprofil. Während einige Spiele verschiedene Laufformen fördern, fokussieren andere Spiele beispielsweise auf das Werfen. Viele Spiele verlangen von den Spielenden eine Kombination von diversen Kompetenzen. Bis anhin können die Kompetenzen „Darstellen und Tanzen“, „Gleiten, Rollen, Fahren“ und „Bewegen im Wasser“ nur sehr gering oder gar nicht durch Burner Games vermittelt werden. Allerdings sind der Kreativität für die Weiterentwicklung und Erfindung neuer Spiele in diesem Bereich keine Grenzen gesetzt.

5. Aktueller Stand der Wissenschaft

Schon vor über 20 Jahren galt es als wissenschaftlich gesichert, dass die körperliche Aktivität von Kindern und Jugendlichen einen wichtigen Einflussfaktor für die Knochendichte darstellt. Studien lieferten schon damals Evidenz dafür, dass das Skelett besonders im Jugendalter anpassungsfähig und empfänglich für Bewegungsreize zu sein scheint (Bundesamt für Sport BASPO et al., 1999). Auch einige Jahre später kommt Peters (2017) in einem Artikel zum Entschluss, dass die Basis für eine gute Knochengesundheit bereits in der Kindheit gelegt wird. Für eine gesunde Knochenentwicklung sei nicht nur eine gesunde, ausgewogene Ernährung nötig, sondern auch reichlich körperliche Betätigung. Der Aufbau der Knochenmasse findet hauptsächlich in der Kindheit und Jugend statt, bis das Skelett gegen die dritte Lebensdekade seine maximale Masse (peak bone mass) erreicht. Schweter (2014) schreibt in ihrer Dissertation, dass aktuelle Studien darauf hinweisen, dass Kinder und Jugendliche aufgrund eines ungesunden Lebensstils nicht ihre maximale Knochenmasse erreichen. Des Weiteren kommt Schweter zur Erkenntnis, dass das Aktivitätsverhalten unter Berücksichtigung der Körperzusammensetzung, des Geschlechts und des Alters, einen wesentlichen Einfluss auf die Knochenmasse von Kindern und Jugendlichen hat. Knochengesundheit im Kindes- und Jugendalter ist von besonders grosser Bedeutung, da in diesen Jahren die maximale Knochenmasse aufgebaut wird. Grundvoraussetzung für eine optimale Knochenentwicklung sind eine gesunde Ernährung und genügend körperliche Aktivität. Wird im Kindes- beziehungsweise Jugendalter nur ein relativ niedriges peak bone mass erreicht, ist laut Stumpf und Peters (2015) eine deutliche Reduktion der Knochenmasse und damit ein erhöhtes Frakturrisiko im fortgeschrittenen Alter schon vorprogrammiert. Wenn man eine wirkungsvolle Prävention der Knochengesundheit erreichen will, muss man demnach bereits im Kindes- und Jugendalter den Grundstein dafür legen.

Die Rheumaliga Schweiz hält in ihrem Artikel über Osteoporose aus dem Jahr 2017 fest, dass Osteoporose und verwandte Knochenerkrankungen weltweit ein grosses Gesundheitsproblem darstellen. Unter Osteoporose beziehungsweise Knochenschwund, versteht man die Abnahme der Knochendichte im Alter. In der zweiten Lebenshälfte sind rund 20% der Frauen und 7% der Männer von diesem Krankheitsbild betroffen. Neben Risikofaktoren wie Veranlagung, Medikamenten und Fehlernährung bezeichnet die Rheumaliga Schweiz auch Bewegungsmangel als einen entscheidenden Faktor. Deshalb wird im Punkto vorbeugen und behandeln unter anderem Sport und Bewegung empfohlen (Krebs und Thiel-Kummer, 2017).

Peters (2017) beschreibt in einem Artikel über Knochengesundheit den Ablauf von Knochenaufbau und warum dafür vor allem Bewegung von grosser Bedeutung ist, sehr genau: „Für den Knochenaufbau verantwortlich sind die Osteoblasten. Der entscheidende Stimulus für diesen Zelltyp sind die auf den Knochen einwirkenden Kräfte, die durch die Muskulatur zustande kommen. Dadurch entstehen Schwerkkräfte auf den Knochen. Dessen Verformungen wird von einem „Mechanostaten“ gemessen, der durch das Netzwerk der Osteozyten gebildet wird. Es resultiert die Synthese von Knochengrundsubstanz (Osteoid) durch die Osteoblasten (funktionelle Muskel-Knochen-Einheit). Körperliche Aktivität fördert dementsprechend den Knochenaufbau.“ (Peters 2017, S. 13)

Baumann (n.d) untersucht in seiner Dissertation den Zusammenhang zwischen verschiedenen Parametern und der Frakturfestigkeit von Knochen. Laut Baumann weisen zahlreiche Untersuchungen daraufhin, dass eine hohe Korrelation zwischen Knochendichte und Bruchfestigkeit nachweisbar ist, weshalb die Knochendichte als Prädiktor der Frakturfestigkeit anerkannt ist. Demnach geht man davon aus, dass eine erhöhte Knochendichte auch eine erhöhte Bruchfestigkeit der Knochen bedeutet. Die Knochenfestigkeit hingegen wird laut unterschiedlichen Autoren durch den Knochenmineralgehalt erklärt. In den meisten Interventionsstudien werden aufgrund der hohen Korrelation von Knochendichte und Knochenmasse für die Bruchfestigkeit, diese beiden Parameter untersucht (Baumann, n.d).

In den letzten Jahren wurde in den Industrieländern ein stetiger Anstieg chronischer, nicht-übertragbarer Krankheiten nachgewiesen. Darunter zählen neben Adipositas und Diabetes auch Herz-Kreislauf-Erkrankungen. Diese Krankheitsbilder werden mit einem ungesunden Lebensstil assoziiert und können unter anderen durch unausgewogene Ernährung und körperliche Inaktivität erklärt werden (Merker et al., 2002). Auch in der Schweiz stellen Herz-Kreislauf-Erkrankungen ein grosses gesundheitliches Problem dar. Sie sind in der Schweiz die häufigste Todesursache und der dritthäufigste Hospitalisierungsgrund (Bundesamt für Statistik, 2018). Laut der Schweizerischen Herzstiftung gilt neben Rauchen, schlechter Ernährung, Übergewicht, Stress, Bluthochdruck, erhöhte Blutfettwerte und Diabetes auch ein Bewegungsmangel als Risikofaktor für eine Herz-Kreislauf-Erkrankung (Schweizerische Herzstiftung, n.d). Durch gezielte Förderung eines aktiven Lebensstils lässt sich in jedem Alter das Risiko von Krankheiten, darunter auch Herz-Kreislauf-Erkrankungen, reduzieren. Körperliche Aktivität ist somit einer der wichtigsten Einflussfaktoren der Gesundheit (Lampert et. al, 2007).

Die ersten Ursachen für einen ungesunden und inaktiven Lebensstil sind schon im Kindes- und Jugendalter zu finden. Deshalb ist es wichtig präventive Massnahmen bereits in den frühen Entwicklungsphasen anzusetzen. Merker (2002) hält dabei fest, dass es bei präventiven Massnahmen im Kindes- und Jugendalter insbesondere wichtig ist, alle Personen, die Einfluss auf die frühkindliche oder

spätere Entwicklung von Kindern haben, miteinzubeziehen. Aadland et al. (2019) geben an, dass es übereinstimmende Belege dafür gibt, dass eine gesteigerte aerobe Fitness auf eine bessere kardiometabolische Gesundheit bei Kindern und Jugendlichen zurückzuführen ist, und dass diese bis ins Erwachsenenalter bestehen bleibt. Folglich ist die aerobe Fitness insbesondere in Kombination mit Fettleibigkeit ein geeigneter Indikator um Risikopersonen für Herz-Kreislauf-Erkrankungen zu identifizieren. Auch Larsen (2018) hält fest, dass eine Verringerung der körperlichen Aktivität und der kardiorespiratorischen Fitness bei Kindern mit einer Anhäufung kardiovaskulärer Risikofaktoren verbunden ist. Risikofaktoren wie Fettleibigkeit, erhöhter Blutdruck und Hypercholesterinämie, zielen allesamt auf das Erwachsenenalter ab und stehen mit einem erhöhten Risiko für Herz-Kreislauf-Erkrankungen in Verbindung. Des Weiteren wird in der Studie beschrieben, dass Kinder, welche die Mindestanforderung von 60 Minuten körperliche Aktivität pro Tag überschreiten, ein günstigeres Profil der kardiovaskulären Risikofaktoren aufzeigen.

Unsere Muskulatur dient uns nicht nur zum Schutz, sondern ermöglicht uns auch eine aufrechte Haltung. Die muskuläre Fitness ist ebenfalls eine wichtige Komponente bezüglich der Aufrechterhaltung der allgemeinen Gesundheit (Cvetković et al., 2018). Es gibt mehrere Gründe, warum es vorteilhaft ist, die Kraft des Bewegungsapparates während des Wachstums zu erhöhen. Knochendichte, Muskelmasse und Muskelkraft sind alles Merkmale, welche eine wichtige Rolle bei der Verringerung des Risikos mehrerer chronischer Muskelskeletterkrankungen im Erwachsenenalter spielen (Löfgren et al., 2013). Die körperliche Fitness im Kindes- und Jugendalter gilt demnach nicht nur als wichtiger Faktor für den aktuellen Gesundheitszustand, sondern auch für den zukünftigen. Während sich die Forschung traditionell auf den Zusammenhang zwischen kardiorespiratorischer Fitness und Gesundheitsergebnissen konzentriert hat, hat der Zusammenhang zwischen muskulärer Fitness und Gesundheitszustand in letzter Zeit zunehmend an Bedeutung gewonnen (Smith et al., 2019).

Keller schreibt in seinem Artikel über die motorische Entwicklung im Kindes- und Jugendalter, dass das abnehmende Bewegungspensum und der zunehmende Medienkonsum nicht nur dazu beitragen, dass sich kardiovaskuläre Parameter verschlechtern, sondern auch negative Auswirkungen auf die motorischen Fähigkeiten von Kindern haben. Diese Fehlentwicklungen können spätere Beschwerden und Erkrankungen insbesondere für den Haltungs- und Bewegungsapparat mit sich bringen. Keller spricht in der ersten puberalen Phase, die bei Mädchen etwa mit dem 11. Lebensjahr und bei Jungen mit dem 13. Lebensjahr einsetzt, von einem sogenannten Gestaltwandel. Dieser Gestaltwandel bringt ein Missverhältnis von Wirbelsäulenlänge und Muskelkraft mit sich und kann deshalb in diesem Alter zu Haltungsschwächen führen. Diese ungünstigen Verhältnisse und das im Vergleich geringere Leistungsvermögen der Muskulatur begünstigen das Erscheinen von Koordinationsstörungen und Leistungseinbußen. Des Weiteren beschreibt er körperliche Aktivität als einen entscheidenden Reiz für die Muskelentwicklung (Keller, 2006).

6. Fragestellung

Durch den Vergleich ausgewählter Studien, Reviews und Meta-Analysen soll der mögliche gesundheitliche Effekt von Burner Games auf die Knochengesundheit, das Herz-Kreislauf-System und die Muskulatur erarbeitet werden. Die folgende Fragestellung soll im Rahmen der Bachelorarbeit beantwortet werden:

„Haben die Intensivspiele von Burner Games einen positiven gesundheitlichen Effekt auf die Knochengesundheit, das Herz-Kreislauf-System und die Muskulatur von Kinder und Jugendlichen?“

7. Methodik

Für die Bearbeitung der Fragestellungen wurde in den Datenbanken SportDiscus, PubMed, Ovid und SURF nach geeigneten Studien gesucht. Dazu wurden diverse Ein- und Ausschlusskriterien bezüglich Teilnehmer, Aktualität und Sprache aufgestellt. Es wurden nur Studien einbezogen, welche sich auf Kinder und Jugendliche im Schulalter beziehen. Zudem mussten die Publikationen alle auf Englisch oder Deutsch verfasst worden sein, und in erster Linie nicht älter als 10 Jahre sein. Es wurde eine Ausnahme hinsichtlich der Aktualität aufgrund der Spezifität der Studie gemacht.

Es wurden jeweils drei Studien beziehungsweise Meta-Analysen oder systematische Reviews für jedes Themengebiet bearbeitet. Dabei wurde viel Wert daraufgelegt, Studien auszuwählen, deren Interventionen sich möglichst genau mit dem Hauptbelastungsmerkmalen von Burner Games überschneiden.

8. Ergebnisse

Die nachfolgenden Tabellen sollen einen Überblick über die neun ausgewählten Studien liefern und als Unterstützung zur Orientierung dienen. Studien, die mehrere gesundheitliche Gebiete und Parameter untersuchten, wurden auf diejenigen Gebiete und Parameter reduziert, welche für die Arbeit von Bedeutung sind.

Tabelle 1:

Ubago-Guisado et al. (2019)	<i>Knochengesundheit</i>
Ziel	Es wurden Unterschiede bezüglich Knochengesundheit bei jungen männlichen Athleten, die osteogene (OS) oder nicht-osteogene (NOS) Sportarten praktizieren, untersucht.
Stichprobe	12-14 Jahre (n=104 Jungen, Fussball OS-Gruppe n= 37, Radfahrer NOS-Gruppe n=28, Schwimmer NOS-Gruppe n= 39)
Intervention	Messung verschiedener Knochenparameter zu Beginn und

nach 1 Jahr normales Training bei beiden Gruppen

Gemessene Parameter	Knochenmineralgehalt, Hüftstrukturanalyse (Querschnittsfläche), Querschnittsfläche des Oberschenkelhals, Trabekulärer Knochenwert, geschätzte Textur der Lendenwirbelsäule und Knochensteifigkeit.
Ergebnisse	OS-Gruppe deutlich grösseren Knochenmineralgehalt im ganzen Körper (von 9,5% bis 11,3%), der Textur Lendenwirbelsäule (von 9,8% bis 9,9%), Knochenmineralgehalt der Hüfte(von 11,6% bis 22,9%), Querschnittsfläche des Oberschenkelhalses (von 12,0% bis 15,9%), Trabekulärer Knochenwert (von 4,2% auf 4,8%) und Steifigkeitsindex (von 11,9% bis 23,3%).

Tabelle 2:

McKay et al. (2005)	<i>Knochengesundheit</i>
Ziel	Auswirkungen einer einfachen und kostengünstigen körperlichen Aktivität auf die Veränderung von Knochenmasse und Knochenstruktur bei Kindern.
Stichprobe	Durchschnittsalter 10,1 Jahre Interventionsgruppe (n=23 Jungen, 28 Mädchen) und Kontrollgruppe (n=71)
Intervention	„Bounce at the Bell“: 3x täglich 10 Counter Movement Jumps (total ca. 3min pro Tag)
Gemessene Parameter	Knochenmineralgehalt , Knochenfläche an der Lendenwirbelsäule, dem Gesamtkörper und proximalen Femur, Analyse der Hüftstruktur (Knochengeometrie und Strukturfestigkeit), fettfreie Masse
Ergebnisse	Kontrollgruppe stärkeren Anstieg des Knochenmineralgehalts des Gesamtkörpers (1,4%). Interventionskinder erhöhten Knochenmineralgehalt im proximalen Femur (2%) und intertrochanteren Bereich (27%) signifikant. Keine Unterschiede der Knochenstrukturparametern.

Tabelle 3:

Gómez-Bruton et al. (2017)	<i>Knochengesundheit</i>
Ziel	Vorhandenes Wissen über Auswirkungen von Sprünge auf Knochenmasse, -struktur und –stoffwechsel zusammenfassen und aktualisieren, um die Wirksamkeit und Haltbarkeit zu ermitteln.
Stichprobe	26 untersuchte Studien mit Teilnehmern unter 18 Jahren
Intervention	Spezifische Sprunginterventionen, 10 Wochen bis 9 Monate
Gemessene Parameter	Knochenmasse, Knochenmineralgehalt, Knochenmineraldichte, Knochenstruktur und -festigkeit
Ergebnisse	24 Studien fanden positive Ergebnisse, Probanden der Interventionsgruppen höhere Knochenmineraldichte, höheren Knochenmineralgehalt und bessere Knochenstruktur. Zwei Studien fanden keine positiven Effekte.

Tabelle 4:

Larsen et al. (2018)	<i>Herz-Kreislauf-System</i>
Ziel	Beobachtung kardiovaskulärer Anpassungen bei Schülern durch körperliche Aktivität.
Stichprobe	8-10 Jahre (n=291, Ballspielgruppe SSG n=93, Zirkeltrainingsgruppe CST n=83, Kontrollgruppe n=115)
Intervention	3x wöchentlich 40 Minuten kleine Ballspiele oder Zirkeltraining während 10 Monaten
Gemessene Parameter	Ruhefrequenz, Blutdruckmessungen, transthorakale Echokardiographie, periphere arterielle Tonometrie
Ergebnisse	Gruppenunterschiede ($P < 0,05$) der Deltawerte des diastolischen Blutdrucks (SSG $-2,1 \pm 6,0$ mm Hg; CST $-3,0 \pm 7,1$ mm Hg; CON $0,2 \pm 5,3$ mm Hg), der interventionellen Septumdicke (SSG $0,17 \pm 0,87$ mm; CST $0,30 \pm 0,94$ mm; CON $-0,15 \pm 0,68$ mm), des linksatrialen Volumenindex (SSG $0,32 \pm 5,13$ mL/m ² ; CON $2,60 \pm 5,94$ mL/m ²) und der ringförmigen Fläche der Trikuspidalklappe (SSG $-0,4 \pm 3,3$ mm; CON: $0,1 \pm 3,6$ mm). Keine signifikanten unterschiede bezüglich des Hyperämieindex.

Tabelle 5:

Lee et al. (2017)	<i>Herz-Kreislauf-System</i>
Ziel	Auswirkungen eines 4 wöchigen hochintensiven Intervalltraining auf die kardiorespiratorische Fitness bei übergewichtigen Jugendlichen.
Stichprobe	12-17 Jahre (n=12)
Intervention	Insgesamt 12 HIIT Sitzungen, 3x wöchentlich (10x 60 s Radfahren mit maximaler Herzfrequenz von 90%, unterbrochen von 90 s Erholung) während 4 Wochen.
Gemessene Parameter	Maximale Sauerstoffaufnahme und Dauer des Tests, systolischer und diastolischer Blutdruck im Ruhezustand und nach 1, 3 und 5 Minuten Erholung, mittlerer arterieller Blutdruck im Ruhezustand
Ergebnisse	Signifikante (P < 0,01) Erhöhung kardiorespiratorische Fitness (pre: 20,1 versus post: 22,2 ml - kg ⁻¹ - min ⁻¹) und Trainingszeit (pre: 425 versus post: 509 s) während Test für maximale Sauerstoffaufnahme. Signifikante (P < 0,01) Verringerung des ruhenden systolischen Blutdrucks (pre: 115,8 versus post: 107,6 mmHg).

Tabelle 6:

Costigan et al. (2015)	<i>Herz-Kreislauf-System</i>
Ziel	Nutzen von HIIT zur Verbesserung der gesundheitsbezogenen Fitness bei Jugendlichen und potenzielle Moderatoren für Trainingseffekte.
Stichprobe	20 Studien wurden inkludiert, wovon 8 Auswirkungen auf die kardiorespiratorische Fitness untersuchten
Intervention	Verschiedene Arten von Intervalltraining
Gemessene Parameter	Kardiorespiratorische Fitness (maximale Sauerstoffaufnahme), muskuläre Fitness und Körperzusammensetzung
Ergebnisse	HIIT hat das Potenzial, die kardiorespiratorische Fitness in der jugendlichen Bevölkerung zu verbessern (unstandardisierte mittlere Differenz (MD) =2,6 mL/kg/min, 95% CI 1,8 bis 3,3, p<0,001).

Tabelle 7:

Cvetković et al. (2018)	Muskulatur
Ziel	Vergleich Auswirkungen von Freizeitfußball und hochintensivem Intervalltraining auf Körperzusammensetzung, muskuläre Fitness und kardiorespiratorische Fitness bei übergewichtigen Jugendlichen.
Stichprobe	11-13 Jahre (n= 42, Freizeitfußball n = 14, HIIT n= 14, Kontrollgruppe n= 14)
Intervention	3x ca. 60min pro Woche Freizeitfußball oder HIIT zusätzlich zum normalen Sportunterricht
Gemessene Parameter	Leistung des Unterkörpers, Agilität, Beweglichkeit
Ergebnisse	Sehr wahrscheinliche Steigerungen der Leistung des Unterkörpers im Freizeitfußball (17,0%, ES = 0,76; 95 % CI: -0,15, 1,66; P = .107) und in den Kontrollgruppen (16,1%, ES = 0,5 5 ; 95 % CI: -0,2 0, 1,31; P = .15 6) und kleine Verbesserungen der HIIT-Gruppe (6,0%, ES = 0,24 ; 95 % CI: -0,60, 1,08; P = .580, möglich). Wahrscheinliche Verbesserungen der Richtungswechselgeschwindigkeit in der Freizeit-Fußballgruppe (10,6%, ES = -1,05 ; 95 % CI: -1,98, -0,12 ; P = .031) und HIIT-Gruppe (-5,4 %, ES = -0,91; 95 % CI: -1,79, -0,04 ; P = .04 5). Keine signifikanten Unterschiede hinsichtlich Beweglichkeit.

Tabelle 8:

Larsen et al. (2016)	Muskulatur
Ziel	Auswirkungen von häufigem intensivem Sportunterricht auf die muskuloskelettale Fitness von Schülern.
Stichprobe	8-10 Jahre (n=295, Ballspielgruppe SSG n= 96, Zirkeltrainingsgruppe CST n= 83, Kontrollgruppe CON n= 116)
Intervention	3x wöchentlich 40 Minuten kleine Ballspiele (SSG) oder Zirkeltraining (CST) während 10 Monaten

Gemessene Parameter	Haltungsgleichgewicht (Flamingo-Balance-Test), maximale horizontaler Sprunglänge (Standweitsprung,) 20 Meter Sprint
Ergebnisse	SSG- und CST-Gruppen Verringerung der Anzahl Stürze im Vergleich zu CON (Änderungswerte SSG vs. CON: 2,4 Stürze/min, 95% CI 0,3 bis 4,5 Stürze/min, p=0,03; CST vs. CON: 3,6 Stürze/min, 95% CI 1,3 bis 5,9 Stürze/min, p=0,003). Beide Trainingsgruppen erhöhten Sprunglänge im Vergleich zu CON (SSG vs. CON: 10%, 95% CI 5% bis 16%, p<0,001; CST vs. CON: 9%, 95% CI 3% bis 15%, p=0,002). Es wurden keine Unterschiede zwischen den Gruppen (p>0,05) in den Änderungswerten für 20 m Sprintleistung beobachtet.

Tabelle 9:

Smith et al (2019)	<i>Muskulatur</i>
Ziel	Zusammenhänge zwischen muskulärer Fitness und körperlicher Aktivität, sitzenden Verhaltensweisem und Schlaf bei Kindern und Jugendlichen untersuchten.
Stichprobe	87 Studien (77 mit Bezug auf muskuläre Fitness) mit Teilnehmern im Altern von 3 bis 18 Jahren
Intervention	Verschiedene Interventionen
Gemessene Parameter	Maximalkraft und muskuläre Ausdauer
Ergebnisse	Maximale Kraft in 43/65 (66,2%) Studien und in 16/26 (61,5%) nach Ausschluss des hohen Verzerrungsrisikos positiv mit körperlicher Aktivität verbunden. Zusammenfassende Assoziation als "konsistent positiv" (++) eingestuft. Leichte (LPA) und mäßige Intensitätsaktivität (MPA) nicht mit maximaler Kraft (1/5[20,0%] bzw. 1/8[12,5%]; Bewertung = 0) assoziiert. "konsistent positive" Assoziation für starke (VPA) und mittelschwere (MVPA) Intensitätsaktivität (7/9[77,8%] bzw. 4/6[66,7%] Studien; Bewertung = ++). Muskuläre Ausdauer in 37/53 (69,8%) Studien und in 7/14 (50,0%) Studien positiv mit körperlicher Aktivität verbunden, nachdem das Risiko einer Verzerrung berücksichtigt wurde. Infolgedessen Zusammenhänge von "positiv" (+) auf "inkonsistent" herabgestuft.

In den nachfolgenden Abschnitten wird aufgrund der besseren Lesbarkeit nicht mehr auf die genauen statistischen Werte eingegangen.

8.1 Auswirkungen von Burner Games auf die Knochengesundheit

Die Studie von Ubago-Guisado et al. (2019) untersuchte den unterschiedlichen Einfluss verschiedener Sportarten auf die Knochengesundheit von Kindern und Jugendlichen. Dazu wurden während 12 Monaten junge männliche Athleten im Alter von 12 bis 14 Jahren, welche in osteogenen oder nicht osteogenen Sportarten tätig sind, untersucht. Bei den osteogenen Sportarten wurden insgesamt 37 Fussballer untersucht. Bei den nicht osteogenen Sportarten wurden 39 Schwimmer und 28 Radfahrer untersucht. Dazu wurde unter anderem der Knochenmineralgehalt und die Knochensteifigkeit der Sportler zu Beginn und nach einem Jahr gemessen. Die Autoren halten fest, dass die Pubertät durch Veränderungen im hormonellen Milieu gekennzeichnet ist, die den Knochenzuwachs fördert. Die Pubertät ist somit eine wichtige Zeitspanne, um den Knochenaufbau zu maximieren. Interventionsstudien deuten darauf hin, dass in den frühen pubertären Phasen die Knochenmineralisierung hoch ist und das Skelett besonders auf Bewegungsreize wie zum Beispiel gewichtsbelastende Aktivitäten reagiert.

Die Ergebnisse der Studie zeigen, dass sowohl der gesamte Knochenaufbau der Fussballer, als auch der der Schwimmer und Radfahrer während des Wachstums erhöht wird. Die Fussballer wiesen bei allen Knochenergebnissen allerdings höhere Werte auf als die Schwimmer und Radfahrer. Fussball bringt im Vergleich zu Schwimmen und Radfahren eine hohe Belastung insbesondere der Bodenreaktionskraft der unteren Extremitäten mit sich und erfordert insgesamt eine höhere mechanische Belastung.

Die Studie von McKay et al. (2005) untersuchte die Auswirkungen einer einfachen und kostengünstigen körperlichen Aktivität auf die Veränderung von Knochenmasse und -struktur bei schulpflichtigen Kindern. Die Interventionsgruppe bestand aus 51 Kindern mit einem Durchschnittsalter von 10,1 Jahren. Die Probanden führten während acht Monaten zusätzlich zum schulischen Sportunterricht dreimal täglich 10 Counter Movement Jumps durch. Zu Beginn der Studie wurde neben Gewicht und Grösse, auch der Mineralgehalt des Gesamtkörpers, der Lendenwirbelsäule, des proximalen Oberschenkelknochens und des Schenkelhalses gemessen. Zu Studienbeginn wurden keine signifikanten Unterschiede dieser Parameter zwischen der Interventionsgruppe und der Kontrollgruppe festgestellt.

Die Resultate der Studie zeigten, dass die Interventionsgruppe einen signifikant erhöhten Knochenmineralgehalt am belasteten proximalen Femur aufzeigte. Zusätzlich stieg die Knochenfläche am gesamten proximalen Femur und im intertrochanteren Bereich bei den Interventionskindern ebenfalls stärker. Die Studie konnte zeigen, dass ein Trainingsprogramm aus Sprüngen, die Knochenmasse am gewichtsbelasteten proximalen Oberschenkelknochen bei frühen pubertären Kindern erhöhen kann. Allerdings konnten keine signifikanten Unterschiede bezüglich der Variablen der Knochenstruktur gefunden werden.

Das systematische Review von Gómez-Bruton, Matute-Llorente, González-Agüero, Casajús und Vicente-Rodríguez (2017) untersuchte die Auswirkung von plyometrischen Sprüngen auf die Knochengesundheit von Kindern und Jugendlichen. Für die Untersuchungen wurden insgesamt 26 Studien miteinbezogen, welche eine spezifische Sprungintervention bei Kindern unter 18 Jahren durchführten und deren Knochenmasse gemessen wurde. Es wurden sowohl randomisierte als auch nicht-randomisierte kontrollierte Studien berücksichtigt. Zudem war keine Mindestdauer oder Mindestintensität des Trainingsprogramms erforderlich. Messungen von

Knochenmineralgehalt, Knochendichte und Knochenarchitektur waren ein weiteres Einschlusskriterium.

Insgesamt fanden 24 Studien einen positiven Effekt der Interventionsgruppe, der sich durch eine höhere Knochenmineraldichte, einen höheren Knochenmineralgehalt und eine bessere Knochenstruktur zeigte. Nur zwei der ausgewählten Studien konnten keine positiven Effekte einer Intervention finden. Diejenigen Studien, die zusätzlich die Nachhaltigkeit der Effekte überprüften, fanden heraus, dass einige der Erhöhungen in den Interventionsgruppen nach mehreren Jahren beibehalten wurden. Schlussfolgernd halten die Autoren fest, dass Interventionen mit Sprüngen in der Kindheit und Jugend den Knochenmineralgehalt, die Knochendichte und die strukturellen Eigenschaften ohne Nebenwirkungen verbessern. Des Weiteren empfehlen die Autoren, schon im frühen Kindesalter mit solchen Übungen zu trainieren, um die Knochenmasse in frühen Lebensabschnitten zu erhöhen. Dies kann sich präventiv auf Knochenerkrankungen wie Osteoporose im späteren Leben auswirken. Obwohl mehrheitlich positive Effekte gefunden wurden, kann die genaue Menge an Volumen, Intensität und Dauer, die benötigt wird, damit solche Interventionen mit Sprüngen wirksam sind, noch nicht definiert werden.

Alle drei ausgewählten Publikationen konnten positive Effekte von körperlicher Aktivität auf die Knochengesundheit von Kindern und Jugendlichen ausmachen. Die Studie von Ubago-Guisado et al. (2019) untersuchte die Auswirkungen unterschiedlicher Sportarten auf die Knochengesundheit. In allen Sportarten konnte ein positiver Effekt festgemacht werden. Fussball erwies sich aufgrund der hohen mechanischen Belastungen, als diejenige Sportart, die die grössten Effekte erzielte.

Die Studie von McKay et al. (2005) und das Review von Gómez-Bruton et al. (2017) fanden beide eine positive Korrelation zwischen Knochengesundheit und einem sprungorientierten Training. Die Art der Intervention der beiden Publikationen unterschied sich zwar, dennoch konnten beide eine Verbesserung von gewissen Knochenparametern finden. Daraus lässt sich schliessen, dass es positive Auswirkungen von körperlicher Aktivität auf die Knochengesundheit zu geben scheint. Welche Form von körperlicher Aktivität und deren Umfang, Intensität und Dauer, am effektivsten ist, muss noch weiter wissenschaftlich untersucht werden. Es konnten keine Studien gefunden werden, die eindeutig belegen, welche Aktivität die Knochengesundheit bei Kindern und Jugendlichen am meisten fördert.

8.2 Auswirkungen von Burner Games auf das Herz-Kreislauf-System

Die Studie von Larsen et al (2018) untersuchte die Anpassung eines zehnmonatigen schulbasierten körperlichen Trainings von 8 bis 10 Jährigen. Die Studie involvierte 291 dänische Schüler von sechs verschiedenen Schulen. Es wurde eine Einteilung der Teilnehmer in eine Kontrollgruppe, eine Ballsport-Gruppe und eine Kraftzirkel-Gruppe vorgenommen. Die Ballsport-Gruppe fokussierte sich auf Ballspiele bei denen verschiedene Arten von Bällen beteiligt waren und beschränkte sich auf eine Feldgrösse von 20 auf 13 Meter. Das Zirkeltraining wurde mit Belastungen von rund 30 Sekunden und Pausen von rund 45 Sekunden durchgeführt. Ein Teil davon wurde als herkömmliches Zirkeltraining mit 6-10 Stationen mit plyometrischen und dynamischen Übungen sowie statischen Kraftübungen für verschiedene Körperregionen realisiert. Teilweise wurden auch kleine Spiele, wie zum Beispiel Fangspiele, miteinbezogen, die die Kinder auf die

gleiche Art und Weise wie herkömmliches Zirkeltraining aktivieren sollten. Dabei wurde jeweils während zwei Trainingseinheiten von jedem Teilnehmer zu Beginn, in der Mitte und am Ende die Herzfrequenz gemessen. Die mittlere Herzfrequenz wurde zusammen mit der Verteilung der Herzfrequenz während des Trainings berechnet und als Prozentsatz der aufgewendeten Zeit in den Bereichen <70%, 70-80%, 80-90% und 90-100% der jeweiligen maximalen Herzfrequenz ausgedrückt. Die Messungen der Studie haben ergeben, dass eine zehnmönatige schulbasierte Intervention, die entweder aus Ballspielen oder aus Kraftübungen bestand, Herz-Kreislauf-Anpassungen, einschliesslich verringertem diastolischen Blutdruck und diskreten Anpassungen des Herzens, bei Kindern im Alter von 9 bis 10 Jahren hervorrief. Dies lässt darauf schliessen, dass schulbasiertes hochintensives Training für die Senkung des Blutdruckes bei normotensiven Kindern möglich ist. Es besteht durchaus Potential zur primären Prävention von Bluthochdruck und kardiovaskulären Erkrankungen durch schulbasierte Interventionen. Die Autoren kommen zum Entschluss, dass schulbasierte Interventionen wahrscheinlich der effektivste Weg sind, um körperliche Aktivität und Fitness bei Kindern zu fördern.

Zu ähnlichen Ergebnissen wie die von Larsen et al. (2018), führte auch die Studie von Lee, Spector und Reilly (2017). Die Studie untersuchte die Auswirkungen eines 4 wöchigen Low Volume High Intensity Intervall Training auf die kardiorespiratorische Fitness und den Blutdruck. Allerdings wurden bei dieser Studie adipöse Kinder und Jugendliche mit einem durchschnittlichen Body Mass Index (BMI) von 34,8 untersucht. Das HIIT-Programm wurde auf einem Fahrradergometer durchgeführt und umfasste insgesamt 12 Trainingseinheiten, sprich drei Einheiten verteilt auf vier Wochen. Jede Sitzung bestand aus 10x 60 Sekunden Zyklusintervallen bei 80-90% der maximalen Herzfrequenz und mit 90 Sekunden aktiver Pause.

Die Studie zeigte, dass sich die kardiovaskuläre Fitness deutlich verbesserte und sich der systolische Blutdruck im Ruhezustand nach vier Wochen Training verringerte. Diese Ergebnisse deuten darauf hin, dass HIIT mit geringem Volumen eine zeiteffiziente Strategie zur Verbesserung der kardiovaskulären Gesundheit bei übergewichtigen und adipösen Jugendlichen ist. Des Weiteren hat die Meta-Analyse von García-Hermoso et al. (2016), welche in dieser Studie zitiert wird, gezeigt, dass HIIT mit einer stärkeren Reduktion des systolischen Blutdrucks und einem Anstieg der kardiorespiratorischen Fitness verbunden ist, als andere Bewegungsarten wie zum Beispiel kontinuierliches Training mit mittlerer Intensität. Neben der Förderung der körperlichen Aktivität und der Verbesserung der kardiovaskulären Gesundheit hat die Studie von Lee et al. (2017) bestätigt, dass die grosse Mehrheit der Studienteilnehmer das HIIT-Programm genossen hat und mehr als die Hälfte der Teilnehmer gaben an, dass HIIT mit niedrigem Volumen im Vergleich zu anderen Trainingsprogrammen als angenehmere Übung empfunden wird.

Eine weitere Studie, die für einen gesundheitlichen Effekt von Burner Games spricht, ist die Meta-Analyse von Costigan, Eather, Plotnikoff, Taaffe und Lubans (2015). Insgesamt wurden 20 Studien mit unterschiedlichen Intervallarten bezüglich der Häufigkeit, Dauer, Dichte und Intensität miteinander verglichen. In den Studien wurden jeweils verschiedene Gruppen von Jugendlichen untersucht wie zum Beispiel Elite- und Profisportler, Kinder mit intellektuellen Beeinträchtigungen, fettleibige Kinder und durchschnittliche Schüler. Zudem wurden die verschiedenen Studien in einer Reihe unterschiedlicher Einrichtungen wie Schulen, Sportvereine, Trainingszentren und Krankenhäusern durchgeführt. Von wesentlicher Bedeutung ist,

dass bei der Mehrzahl der Studien der Sprint als Trainingsmethode gewählt wurde. Zusätzliche Trainingsmethoden waren unter Anderem Laufband laufen mit einer Steigerung, Rollerskating und Radfahren. Für die Burner Games ist aber hauptsächlich das Sprinttraining fundamental, da auch in den Intensivspielen Sprints eine Hauptbeanspruchungsform darstellen.

Die Untersuchungen der Studien haben gezeigt, dass HIIT die kardiorespiratorische Fitness, den BMI und den Körperfettanteil im Vergleich zu moderaten Intensitätsübungen signifikant verbessern kann. Costigan et al. (2015) kamen in ihrer Meta-Analyse zum Entschluss, dass es keinen signifikanten Unterschied zwischen den verschiedenen Intervall-Arten der gewählten Studien gab. Allerdings erwähnen die Autoren, dass es einen Mangel an Studien gibt, welche den Nutzen von HIIT zur Verbesserung der gesundheitsbezogenen Fitness von Jugendlichen untersuchen. Von 1168 Studien, welche sich inhaltlich geeignet hätten, wurden nur gerade 20 für die Überprüfung der Meta-Analyse ausgewählt. Zudem wiesen alle dieser 20 auserwählten Studien ein moderates bis hohes Verzerrungsrisiko auf. Zusätzlich umfasste die Mehrzahl der Studien eine relativ kleine Stichprobengröße. 19 der 20 Studien hatten eine Stichprobengröße von weniger als 100 Probanden. Dennoch kann ein Nachweis zur Verbesserung der kardiorespiratorischen Fitness durch intensive körperliche Belastung gewährleistet werden. Der Vergleich der Studien hat gezeigt, dass HIIT die Körperzusammensetzung bei Jugendlichen verbessern und den BMI reduzieren kann. Die Autoren sehen aber vor allem einen Vorteil im geringen Zeitaufwand der HIIT Methode. Denn HIIT kann in relativ kurzer Zeit absolviert werden und führt zu ähnlichen oder sogar stärkeren Verbesserungen der kardiorespiratorischen Fitness im Vergleich zu traditionellem Ausdauertraining. Dies ist entscheidend, da heutzutage viele Jugendliche ihre Inaktivität mit Zeitmangel begründen.

Aus allen drei ausgewählten Studien resultiert, das Hoch Intensives Intervall Training einen positiven Effekt auf die kardiovaskuläre Gesundheit hat. Die Studie von Larsen et al. (2018) verdeutlicht, dass bei Hochintensivem Intervall Training durchaus insbesondere bei Kindern Potential zur Vorbeugung von Bluthochdruck und kardiovaskulären Erkrankungen besteht. Lee et al. (2018) konnten mit ihrer Studie beweisen, dass neben der kardiovaskulären Fitness auch der systolische Blutdruck durch Intervalltraining beeinflusst werden kann. Des Weiteren verdeutlichte die Studie, dass adipöse Kinder ohne gesundheitliche Nebeneffekte Hochintensives Intervall Training durchführen können und dass HIIT bei den Probanden eine beliebte Trainingsmethode zu sein scheint. Zu guter Letzt, verdeutlicht die Meta-Analyse von Costigan et al. (2015), dass Intervalltraining unabhängig von der Art des Intervalltrainings und der gesundheitlichen oder sportlichen Ausgangslage der Probanden, egal ob Spitzensportler oder Kind mit körperlicher Beeinträchtigung, zu positiven Effekten führen.

8.3 Auswirkungen von Burner Games auf die Muskulatur

Die Studie von Cvetković et al. (2018) verglich die Auswirkungen von Freizeitfußball und hochintensivem Intervalltraining auf die Körperzusammensetzung, die muskuläre Fitness und die kardiorespiratorische Fitness bei übergewichtigen und adipösen Kindern. Es wurden 42 übergewichtige männliche Jugendliche im Alter von 11-13 Jahren zufällig einer

Freizeitfußballtrainingsgruppe, einer HIIT-Gruppe oder einer nicht trainierenden Kontrollgruppe zugeordnet. Die Freizeitfußball- und HIIT-Gruppen führten zusätzlich zum regulären Sportunterricht zweimal wöchentlich eine Trainingsintervention durch. Die Kontrollgruppe nahm lediglich am schulischen Sportunterricht teil. Verschiedene Komponenten der körperlichen Fitness wurden zu Studienbeginn und nach 12 Wochen Training, zur gleichen Zeit und zu ähnlichen Bedingungen gemessen. Um die muskuläre Fitness zu testen, wurden die Leistung des Unterkörpers, Richtungswechsel und Beweglichkeit gemessen. Auf die anderen gemessenen Parameter wird im Nachfolgenden nicht im Detail eingegangen. Die Leistung des Unterkörpers wurde mittels des Counter Movement Jumps gemessen. Dabei war die maximale vertikale Sprunghöhe entscheidend. Alle Teilnehmer absolvierten drei Sprünge im Abstand von einer Minute mit passiver Erholung. Der höchste Sprung wurde als Endergebnis gewertet. Laut den Autoren gilt der Counter Movement Jump Test als valider und zuverlässiger Feldtest zur Beurteilung der muskulären Fitness. Die Agilität wurde mittels eines Sprintparcours mit Richtungswechseln nach dem Protokoll von Sassi et al. (2009) gemessen. Die Teilnehmer mussten in einer vorgegebenen Reihenfolge von Kegel zu Kegel sprinten. Auch bei diesem Test hatten die Teilnehmer drei Versuche mit einer dreiminütigen passiven Pause, wobei der beste Durchgang gewertet wurde. Um die Beweglichkeit der Teilnehmer zu messen, wurde der Sit and Reach Test nach dem Protokoll von Sporis et al. (2011) durchgeführt.

Aus den Untersuchungen resultiert, dass sich die Leistung des Unterkörpers in der Freizeitfußball- und Kontrollgruppe sehr wahrscheinlich verbesserte. Auch in der HIIT-Gruppe konnten mögliche Verbesserungen beobachtet werden. Allerdings konnten keine signifikanten Unterschiede zwischen den drei Gruppen gefunden werden. Der Vergleich zwischen Anfangs- und Endmessung des Agilitätstests zeigte eine signifikante Verbesserung in der Freizeitfußballgruppe. Ebenso wurden signifikante Verbesserungen in der HIIT-Gruppe beobachtet. Verhältnismässig verbesserte sich die Freizeitfußballgruppe gegenüber den anderen beiden Gruppen deutlich mehr. Die Beweglichkeit hat sich sowohl in der Freizeitfußball- als auch in der HIIT-Gruppe verbessert. Allerdings hat sich auch die Kontrollgruppe bezüglich der Beweglichkeit verbessert. Somit kann kein signifikanter Unterschied hinsichtlich Beweglichkeit festgemacht werden. Abschliessend betonen die Autoren, dass die Studie eine signifikante Verbesserung der Richtungswechselgeschwindigkeit durch Freizeitfußballtraining und HIIT nachweisen konnte. Die überlegene Verbesserung der Richtungswechselgeschwindigkeit, die beim Fußball im Vergleich zu HIIT beobachtet wurde, kann auf die höhere Anzahl von Richtungswechselmanövern bei kleinen Fussballspielen zurückzuführen sein. Die Verbesserung der Richtungswechselgeschwindigkeit im HIIT ist vermutlich auf die vermehrten 180° Drehungen zurückzuführen.

In einer anderen Studie untersuchte Larsen et al. (2016), ob die muskuloskelettale Fitness von Schülern im Alter von 8 bis 10 Jahren durch häufige intensive Sportunterrichtslektionen beeinträchtigt wurde. Die Autoren betonen, dass osteoporotische Frakturen mit der zunehmend alternden Bevölkerung zunimmt. Dieses Frakturrisiko bezieht sich unter anderem auf die Knochenstärke, das Haltungsgleichgewicht und auch die Muskelkraft. 295 dänische Schüler wurden in eine Ballspielgruppe, eine Zirkeltrainingsgruppe oder eine Kontrollgruppe aufgeteilt. Die Interventionsgruppen führten dreimal wöchentlich ein Training von 40 Minuten über 10 Monate hinweg durch. Durch diverse Verfahren wurden unter anderem auch die Knochenmineraldichte und der Knochenmineralgehalt gemessen. Von Bedeutung sind allerdings nun hauptsächlich die Tests zur Bestimmung der muskulären Fitness.

Dazu wurde ein Flamingo Balance Test, ein Standweitsprung Test und ein 20 Meter Sprint durchgeführt. Der Flamingo Balance Test wurde auf einem Balancierbalken umgesetzt. Die Anzahl Stürze während einer Minute Balancieren wurde als Indikator für das Haltungsgleichgewicht gewertet. Die Autoren beteuern, dass sich dieser Test als zuverlässiger und valider Gleichgewichtstest für Kleinkinder erwiesen hat. Die maximale horizontale Sprungweite wurde mittels eines Standweitsprungs gemessen. Zuerst führten die Teilnehmer einen Counter Movement Jump durch, gefolgt von einer zweiminütigen Pause und einem Squat Jump. Bei beiden Sprüngen wurde der Abstand von der Startlinie bis zur Ferse gemessen. Die maximale horizontale Sprunglänge gilt laut den Autoren als zuverlässige Methode, welche mit der Muskelkraft der Beine bei Kindern korreliert.

Die Ballspielgruppe trainierte hauptsächlich Fussballvarianten wie zum Beispiel drei gegen drei. Es wurden aber auch Basketball und Unihockey im drei gegen drei Format gespielt. Aus praktischen Gründen wurden gelegentlich auch andere kleine Spiele oder Mannschaftsgrößen eingesetzt. Die Intervention mit Zirkeltraining bestand zur Hälfte aus traditionellem Zirkeltraining mit 6 bis 10 Stationen. Die Stationen bestanden teilweise aus plyometrischen Sprüngen, sowie Kraftübungen wie zum Beispiel Sit-ups und Liegestützen. Auf 30 Sekunden Belastung folgten jeweils 45 Sekunden Pause. Die andere Hälfte des Trainings bestand aus bekannten Spielen, die die Kinder genauso aktivieren wie in der Ballspielgruppe. Während des Trainings wurde ein Aktivitätsprofil mit einem GPS und einem Beschleunigungssensor gemessen. Die damit gemessene Spielerauslastung dient zur Schätzung der Trainingsintensität. Die durchschnittliche Spielerauslastung war in der Ballspielgruppe höher als in der Zirkeltrainingsgruppe. Die proportionale Zeit, die in den höchsten Spielerlastzonen verbracht wurde, unterschied sich zwischen den beiden Gruppen nicht. Allerdings verbrachte die Ballspielgruppe im Gegensatz zur Zirkeltrainingsgruppe mehr Zeit in der mittleren und weniger Zeit in der niedrigsten Spielerzeitzone.

Die Resultate der Studie wiesen eine Verringerung der Anzahl Stürze der Interventionsgruppen im Vergleich zur Kontrollgruppe beim Flamingo Balance Test auf. Beide Trainingsgruppen erhöhten auch die Sprunglänge im Vergleich zur Kontrollgruppe. Es wurden allerdings keine Unterschiede zwischen den Gruppen bezüglich den Änderungswerten für den 20 Meter Sprint beobachtet. Neben diversen muskuloskelettalen Anpassungen konnten bei beiden Interventionsgruppen auch osteogene Veränderungen aufgezeigt werden. Die Intensitätsaufzeichnungen während des Trainings bestätigen, dass die Spielerbelastung bei beiden Trainingsformen sehr hoch waren. Die Ballspielgruppe und die Zirkeltrainingsgruppe unterschieden sich nicht bezüglich der Zeit die in der höchsten Spielerlast verbracht wurde. Es wurden lediglich Unterschiede der Zeit in der durchschnittlichen Spielerauslastung gemessen. Diese Ergebnisse könnten darauf hindeuten, dass hauptsächlich die Zeit, die mit der höchsten Spielerlast verbracht wird, für die Trainingsanpassung bei Schülern im Alter von 8 bis 10 Jahren am wichtigsten ist. Der Anstieg der Knochenmineraldichte der Beine der Ballspielgruppe war signifikant höher als derjenige der Zirkeltrainingsgruppe. Dies deutet darauf hin, dass kleine Spiele eine höhere Beteiligung der unteren Extremitäten hatten, als die verschiedenen Übungen des Zirkeltrainings.

Die Meta-Analyse von Smith et al. (2019) überprüfte die Zusammenhänge von muskulärer Fitness und körperlicher Aktivität, sitzenden Verhaltensweisen und Schlaf bei Kindern und Jugendlichen. Studien wurden miteinbezogen, wenn sie unter anderem Kinder und Jugendlichen im Alter von 3 bis 18 Jahren untersuchten, eine

quantitative Messung der muskulären Fitness vorliegt und der Zusammenhang zwischen muskulärer Fitness und körperlicher Aktivität untersucht wurde. Insgesamt wurden 87 Studien einbezogen. Davon untersuchten 77 die Zusammenhänge zwischen muskulärer Fitness und körperlicher Aktivität. Obwohl in der Meta-Analyse auch die Zusammenhänge zwischen körperlicher Aktivität und sesshaften Verhalten und Schlaf untersucht wurde, wird nun im Detail nicht auf diese Ergebnisse eingegangen. In den Studien wurden verschiedene Massnahmen verwendet um die muskuläre Fitness zu messen. Der Begriff „muskuläre Fitness“ umfasst in dieser Meta-Analyse drei Aspekte der muskuloskelettalen Funktion, nämlich die maximale Kraft, die Muskelkraft und die lokale Ausdauer.

Insgesamt 11 Studien berichteten über positive Zusammenhänge zwischen Kraft und bestimmten Intensitäten der körperlichen Aktivität. Aktivitäten mit leichten und mässigen Intensitäten wurden nicht positiv mit der maximalen Kraft assoziiert. Bei mittelschweren und starken Intensitäten konnte ein positiver Zusammenhang beobachtet werden. Auch bezüglich der muskulären Ausdauer wurden in einigen Studien positive Zusammenhänge beobachtet. Obwohl statistisch signifikante Assoziationen berichtet wurden, wurden die Ergebnisse aufgrund des hohen Verzerrungsrisikos auf inkonsistent herabgestuft. Abschliessend betonen die Autoren, dass die Auswertung der ausgewählten Studien zeigt, dass es übereinstimmende Hinweise auf einen positiven Zusammenhang zwischen muskulärer Fitness und körperlicher Aktivität gibt. Insbesondere Aktivitäten mit hohen Intensitäten scheinen unterstützend zu sein. Insgesamt wurden konsistente Beweise für eine positive Assoziation zwischen körperlicher Aktivität und Stärke beziehungsweise Kraft gefunden. Bezüglich der muskulären Ausdauer konnten hingegen nur gemischte Beweise gefunden werden. Zusätzlich konnte keine positive Verbindung von niedrig bis mittel intensiver Belastungen und muskulärer Fitness gefunden werden. Diese Erkenntnisse heben die Bedeutung von hochintensiven Aktivitäten hervor.

Die Studie von Cvetković et al. (2018) konnte eine Verbesserung der Agilität und der Richtungswechselgeschwindigkeit durch Freizeitsporttraining und HIIT beweisen. Zudem konnte eine sehr wahrscheinliche Verbesserung der Leistung des Unterkörpers nachgewiesen werden. Larsen et al. (2016) konnten eine Verbesserung der Sprunglänge und der Balance durch intensive Sportunterrichtslektionen nachweisen. Des Weiteren wurden neben muskuloskelettalen Anpassungen auch positive osteogene Veränderungen beobachtet. Für die Verbesserungen in den jeweiligen Bereichen sind hauptsächlich die verhältnismässig langen Zeiten im hochintensiven Belastungsbereich verantwortlich. Die Bedeutung der Intensität der Aktivität verdeutlicht ebenfalls die Meta-Analyse von Smith et al. (2019). Insbesondere hochintensive Aktivitäten wurden positiv mit Verbesserungen der muskulären Fitness assoziiert.

Bezüglich der Verbesserung der muskulären Fitness scheinen demnach mehrheitlich hochintensive Aktivitäten zu sein. Da verschiedene Arten von körperlicher Aktivität in den beiden Studien und der Meta-Analyse untersucht wurden und alle eine positive Verbindung von hochintensiven Aktivitäten und muskulärer Fitness beobachten konnten, ist auch bei den Intensivspielen von Burner Games mit einer Verbesserung der muskulären Fitness zu rechnen.

9. Fragestellung

Aus den Untersuchungen der verschiedenen Publikationen sollte deutlich werden, dass Burner Games ein sehr grosses Potenzial aufweisen, um sowohl Knochengesundheit und Herz-Kreislauf-System, als auch Muskulatur bei Kindern und Jugendlichen zu fördern. Um diese Annahmen eindeutig wissenschaftlich zu belegen, müssten genaue Messungen der Belastungsnormativen wie beispielsweise die Dauer und Intensität vorliegen. Zudem müssten Studien durchgeführt werden, welche explizit eine Intervention mit Burner Games durchführen und die gegebenen Parameter messen und beobachten.

Die Fragestellung, ob Burner Games positive Auswirkungen auf die Knochengesundheit, das Herz-Kreislauf-System und die Muskulatur von Kindern und Jugendlichen haben, kann demnach aufgrund fehlender wissenschaftlicher Messungen und Studien nicht definitiv verifiziert werden. Um einen eindeutig, wissenschaftlich belegten Effekt nachweisen zu können, müsste eine längere Intervention durchgeführt werden, welche Burner Games mit herkömmlichem Sportunterricht vergleicht und wissenschaftliche Messungen der Knochengesundheit, des Herz-Kreislauf-Systems und der Muskulatur erhoben werden. Durch die Untersuchung der verschiedenen Studien konnte gezeigt werden, dass Burner Games in allen drei Bereichen Potenzial für eine Verbesserung aufweisen konnten und mit grosser Wahrscheinlichkeit signifikant positive Effekte erzielen. Das Ausmass der Effekte kann beim aktuellen Stand der Wissenschaft nur erahnt und abgeschätzt werden. Da die ausgewählten Studien alle einen signifikanten Unterschied beobachten konnten, ist eine zumindest moderate wenn nicht sogar gleichstarke Verbesserung durch Burner Games sehr wahrscheinlich.

10. Diskussion

Die Untersuchung der Publikationen von Ubago-Guisado et al. (2019), McKay et al. (2005) und Gómez-Bruton et al. (2017), welche die Knochengesundheit untersuchten, hat gezeigt, dass sowohl hohe mechanische Belastungen, als auch verschiedene Sprünge eine positive Korrelation mit der Knochengesundheit von Kindern und Jugendlichen aufweisen. Gómez-Bruton et al. (2017) und McKay et al. (2005) berichten eine positive Korrelationen zwischen Sprüngen und diversen Parametern der Knochengesundheit. Ubago-Guisado et al. (2019) konnten einen erhöhten Knochenaufbau während des Wachstums durch körperliche Aktivitäten wie Fussball, Schwimmen und Radfahren beobachten. Fussball erwies sich dabei als diejenige Sportart, welche die grössten Veränderungen herbeiführte. Die Studie von McKay konnte beweisen, dass bereits eine kleine Anzahl von Sprüngen einen positiven Einfluss auf die belasteten Knochen hat. Die Belastung bei Sprüngen liegt hauptsächlich in den unteren Extremitäten. Es kann demnach davon ausgegangen werden, dass Burner Games einen positiven Einfluss auf die belasteten Knochenstrukturen der unteren Extremitäten haben. Das Belastungsprofil von Burner Games enthält sowohl Sprünge, als auch Belastungsmerkmale von Fussball. Obwohl sich die Studien nicht direkt auf das Belastungsprofil von Burner Games beziehen, ist aufgrund der Gemeinsamkeiten durchaus eine ähnliche, wenn nicht sogar gleichstarke Verbesserung der genannten Parameter zu erwarten. Insbesondere die hohen mechanischen Belastungen, wie sie Ubago-Guisado et al. (2019) beschreibt, und die Sprünge wie sie von Gómez-Bruton et al. (2017) und McKay et al. (2005)

untersucht wurden, scheinen einen Einfluss auf die Knochengesundheit zu haben. Da diese Elemente ebenfalls Grundsteine für das Belastungsprofil von Burner Games bilden, kann mit einem positiven Effekt der Knochengesundheit durch Burner Games gerechnet werden. Diese Annahme wird dadurch verstärkt, da sowohl unterschiedliche Sportarten wie sie von Ubago-Guisado et al. (2019) untersucht wurden, als auch unterschiedliche Arten von Sprüngen wie sie von Gómez-Bruton et al. (2017) und McKay et al. (2005) untersucht wurden, beide positive Effekte auf die Knochengesundheit erzielen konnten.

Die überprüften Publikationen von Larsen et al. (2018), Lee et al. (2017) und Costigan et al. (2015), welche Verbesserungen des Herz-Kreislauf-Systems untersuchten, konnten alle drei positive Befunde liefern. Obwohl bei der Studie von Larsen et al. (2018), von Ballspielen wie Fussball, Unihockey und Floorball beziehungsweise einem Kraftzirkeltraining ausgegangen wird, kann angenommen werden, dass Burner Games ähnliche Effekte erzielen; denn die Belastungsmerkmale der Trainingseinheiten der Studie stimmen mehrheitlich mit denen der Burner Games überein. Ungeachtet dessen, dass keine wissenschaftlichen Messungen vorhanden sind, welche belegen, dass bei Burner Games Intensitäten von über 70% der maximalen Herzfrequenz erreicht werden, wird angenommen, dass dies bei den Intensivspielen durchaus der Fall ist. Auch die Häufigkeit der Intervention von drei- bis viermal pro Woche, kann mit der Häufigkeit von körperlicher Aktivität durch den Schulsport verglichen werden. Folglich kann erwartet werden, dass der regelmässige Einsatz von Intensivspielen von Burner Games im Schulunterricht ebenfalls Herz-Kreislauf-Anpassungen hervorrufen. Lee et al. (2017) untersuchen in ihrer Studie zwar nur adipöse Kinder, da in der Schweiz allerdings 16,4% der Kinder über alle Schulstufen betrachtet adipös sind (Gesundheitsförderung Schweiz 2017), ist ein Vergleich mit dieser Studie dennoch sinnvoll. Obwohl die Belastung der Studie auf dem Fahrradergometer nicht direkt mit den sprint-orientierten Belastungen der Intensivspiele verglichen werden kann, gibt es Ähnlichkeiten bezüglich der Belastungsnormativen. In den meisten Burner Games Intensivspielen werden zwar kurze hochintensive Sprints mit einer Belastungszeit von deutlich unter 60 Sekunden gefordert, was unter der Belastungsdauer der untersuchten Intervention der Studie liegt. Vor allem Spielvarianten, die sich stark an Ballsportarten orientieren, weisen hingegen durchaus Belastungsnormativen auf, welche sich mit denjenigen der Studie von Lee et al. (2017) überschneiden. Erstaunlich ist zudem, dass laut den Untersuchungen von Lee et al. (2017) bereits nach vier Wochen Intervention signifikante Verbesserungen beobachtet werden konnten. Des Weiteren ist die Studie von Bedeutung, da die zitierte Studie von García-Hermoso et al. (2016) beweisen konnte, dass HIIT im Gegensatz zu einem kontinuierlichen Training mit mittlerer Intensität den systolischen Blutdruck stärker senken konnte und einen grösseren Anstieg der kardiorespiratorischen Fitness erzeugte. Die Meta-Analyse von Costigan et al. (2015) ist gerade deshalb für die Burner Games von Bedeutung, da sie verdeutlicht, dass Intervalltraining unabhängig von der Fitness der Probanden, der Einrichtung oder der Art des Intervalls die kardiorespiratorische Fitness verbessern kann. Bezüglich der Verbesserung des Herz-Kreislauf-Systems scheinen demnach hauptsächlich die hochintensiven Intervalle und die damit verbundenen Sprints für positive Effekte verantwortlich zu sein. Ungeachtet dessen, dass sich die Studien nicht direkt auf das Belastungsprofil der Burner Games beziehen, lassen sich genügend Gemeinsamkeiten ausmachen, um einen ähnlichen Effekt bei Intensivspielen von Burner Games zu erwarten.

Die überprüften Publikationen von Cvetković et al. (2018), Larsen et al. (2016) und Smith et al. (2019), welche die muskuläre Fitness untersuchten, unterschieden sich relativ deutlich bezüglich des Studiendesigns und der untersuchten Parameter der muskulären Fitness. Es konnte allerdings in allen drei Studien eine Verbesserung der überprüften Parameter beobachtet werden. Für die Muskulatur scheinen laut Cvetković et al. (2018) hauptsächlich die schnellen Richtungswechsel für Verbesserungen zu sorgen. Die beiden untersuchten Interventionsarten, Fussball und HIIT, wiesen beide verbesserte Werte im Agilitätstest auf. Da viele Intensivspiele von Burner Games sich ebenfalls durch solche Richtungswechsel auszeichnen und ähnliche Belastungen wie die beiden Interventionen fordern, ist eine Verbesserung der Agilität durch Burner Games durchaus wahrscheinlich. Intensivspiele enthalten sowohl Belastungsmerkmale von Fussball, als auch hochintensive Intervalle, wodurch ein Effekt auf die Muskulatur erwartet werden kann. Die Studie von Larsen et al. (2016) verdeutlicht, dass insbesondere hohe Spielerbelastungen die muskuloskelettalen Anpassungen fördern und unterstützen. Sowohl durch Ballspiele, als auch durch ein Zirkeltraining konnte das Gleichgewicht verbessert und die Sprunglänge erhöht werden. Burner Games weisen Ähnlichkeiten mit dem Belastungsprofil beider Interventionen auf. Deshalb kann mit einer Verbesserung des Gleichgewichts und der Sprunglänge durch Burner Games gerechnet werden. Des Weiteren wird davon ausgegangen, dass sich auch die Belastungen von Burner Games im Bereich der höchsten Spielerlast befinden, was ein weiteres Indiz für eine Verbesserung der muskuloskelettalen Fitness darstellt. Die Studie konnte zusätzlich einen signifikanten Anstieg der Knochenmineraldichte der Beine der Ballspielgruppe gegenüber der Zirkeltrainingsgruppe nachweisen. Dieser Unterschied ist laut den Autoren auf die höhere Beteiligung der unteren Extremitäten zurückzuführen. Durch das vielseitige Belastungsprofil von Burner Games ist auch bei diesen Spielen eine hohe Belastung der unteren Extremitäten zu erwarten, weshalb zusätzlich mit einer Verbesserung der Knochenmineraldichte der Beine zu rechnen ist. Zu guter Letzt wurde die Meta-Analyse von Smith et al. (2019) untersucht, welche eine positive Assoziation von starken und mittelschweren Intensitäten und muskulärer Fitness beobachten konnte. Da Smith et al. (2019) ähnlich wie Larsen et al. (2016) insbesondere eine positive Korrelation von Aktivitäten mit hoher Intensität beobachten konnten, verstärkt sich die Annahme, dass die hohen Intensitäten von Burner Games einen positiven Einfluss auf die muskuläre Fitness haben. Die Untersuchung der drei unterschiedlichen Publikationen zeigt, dass einerseits die schnellen Richtungswechsel und die hohe Beteiligung der unteren Extremitäten, und andererseits Aktivitäten mit hohen Intensitäten Verbesserungen der muskulären Fitness erzeugen können. Auch wenn wiederum nicht spezifisch die Auswirkung von Burner Games untersucht wurde, können durch die Gemeinsamkeiten bezüglich Intensität der Belastung und Belastungsprofil, ähnliche Effekte erwartet werden.

Das gesundheitliche Potenzial von Burner Games für den positiven Einfluss auf die Knochengesundheit, das Herz-Kreislauf-System und die Muskulatur konnte nun verdeutlicht werden. Wichtig ist nochmals zu betonen, dass insbesondere die hohen Aktivitäten, die durch Burner Games im Vergleich zu herkömmlichem Sportunterricht erzeugt werden, von gesundheitlicher Bedeutung sind. Einige der untersuchten Studien haben zudem gezeigt, dass es wichtig ist körperliche Aktivität bereits im frühen Kindesalter zu fördern und dass insbesondere der Sportunterricht in der Schule, die optimale Möglichkeit darstellt, nicht nur die Gesundheit von Kindern und Jugendlichen zu fördern, sondern bereits präventive Massnahmen für spätere Lebensabschnitte zu realisieren. Weitere Studien konnten zeigen, dass bereits zwei

bis drei Interventionen pro Woche, was der durchschnittlichen Belastungshäufigkeit von Sportunterricht an Schweizer Schulen entspricht, einen positiven Effekt auf die Gesundheit erzielen können. Schon zwei Lektionen Burner Games pro Woche könnten demnach gesundheitliche Effekte bei Schulkindern erzeugen.

Ein weiterer wichtiger Anhaltspunkt ist der soziale und erzieherische Aspekt von Burner Games. Die Spielenden können sich gegenseitig abwerfen und jagen und haben dabei nicht nur enormen Spass, sondern lernen auch Niederlagen zu ertragen. Zudem entwickeln die Spielenden einen angemessenen Umgang untereinander und merken von alleine, dass es für die Gruppe nicht fördernd ist, schwächere Schüler rücksichtslos zu behandeln (Sutter, 2018). Burner Games bieten auch viele Spielvarianten mit eher niedrigem Einstiegsniveau, bei denen auch weniger begabte Schüler Erfolgserlebnisse feiern und somit ihr Selbstvertrauen stärken können. Burner Games zeichnen sich auch dadurch aus, dass schwächere Spieler integriert werden und stärkere Spieler zugleich gefördert werden können. Begabte Spieler können teilweise in führenden Rollen im Team aufgehen, mehr Verantwortung übernehmen oder komplexe Zusatzaufgaben lösen (Sutter, 2015 und 2016). Die Spielenden lernen nicht nur Spielprozesse in Gang zu halten, sondern lernen auch sich fair gegenüber anderen zu verhalten und allenfalls Konflikte zu lösen. Das Erleben von gemeinsamen Erfolgserlebnissen stärkt nicht nur die Bindung der Klasse, sondern fördert zugleich die Freude an Bewegung (Sutter, 2016).

Entscheidend für den Spass bei Burner Games ist unter anderem die Inszenierung der Spiele. Dadurch wird der Spassfaktor zusätzlich erhöht und die Anstrengung der Belastung gerät insbesondere bei Kindern in den Hintergrund. Die meisten Spiele sind zudem sehr komplex wobei die Spielenden meistens irgendeine Aufgabe zu lösen haben und fast nie einfach herumstehen und nichts machen. Kommt es zu Pausen, sind diese meistens relativ kurz und die Kinder kommen schnell wieder ins Spiel oder zum Zug. Durch die Inszenierung fällt es auch viel leichter Schüler zu motivieren. Mit Spielnamen wie „Hunger Games“, „Special-Agent Völkerball“ und „Burner Gladiators“ ist sowohl die Aufmerksamkeit von Bewegungsmuffeln, als auch das Interesse von Sportbegeisterten so gut wie gesichert.

Der Vergleich der Anforderungen im Lehrplan 21 mit den Belastungsmerkmalen von Burner Games, sollte zudem verdeutlichen, dass die Spielenden nicht nur Spass an Bewegung haben, sondern durch Burner Games viele wichtige Kompetenzen, die für die Teilhabe an der Sportkultur entscheidend sind, erlernen. Durch Burner Games können nicht alle Kompetenzen des Lehrplans 21 abgedeckt werden. Allerdings können andere Projekte von Burner Motion wie „Burner Acrobatics“ und „Donut Hockey“ einen Teil der fehlenden Kompetenzen zusätzlich fördern.

Der weitverbreitete Bewegungsmangel bei Kindern und Jugendlichen hat nicht nur einen Einfluss auf die aktuelle Gesundheit, sondern wirkt sich auch auf zukünftige Lebensabschnitte aus. Die Bewegungsreize, insbesondere im Rahmen des Sportunterrichts, haben deshalb enorm an Bedeutung dazu gewonnen. Durch Belastungen mit hohen Intensitäten, können diverse gesundheitliche Faktoren wie Knochengesundheit, Herz-Kreislauf-System und Muskulatur von Kindern und Jugendlichen verbessert werden und sogar präventive Wirkungen erzielt werden. Da der Sportunterricht an den meisten Schweizer Schulen nur ein geringer Anteil Stunden ausmacht, ist es umso mehr von Bedeutung, diese Zeit sinnvoll zu nutzen. Sinnvoll heisst nicht nur, dass Schülern ein breites Band an motorischen

Kompetenzen vermittelt wird, sondern auch, dass der Unterricht die körperliche Fitness fördert, die Schüler lernen fair miteinander umzugehen und natürlich, dass die Schüler Spaß an Bewegung haben. Burner Games erfüllen alle diese Komponenten, weshalb sie den idealen Inhalt für den Sportunterricht darstellen. Sie lehren nicht nur den sozialen Umgang mit anderen, sondern decken zugleich viele motorische Kompetenzen des Lehrplans 21 ab. Diese Arbeit sollte insbesondere den potenziellen gesundheitlichen Nutzen von Burner Games aufzeigen, um ein weiteres Argument zu entwickeln, warum Burner Games den idealen Inhalt für den Sportunterricht darstellen.

11. Originalität und Autorenrechte

Ich versichere hiermit, dass ich die vorgelegte Arbeit selbstständig angefertigt und keine anderen als die in der Arbeit angegebenen Hilfsmittel benutzt habe. Alle Stellen, die wörtlich oder sinngemäss aus Quellen entnommen wurden, habe ich als solche gekennzeichnet. Darüber hinaus bestätige ich, dass die vorgelegte Arbeit nicht an einer anderen Hochschule als Abschluss-, Seminar- oder Projektarbeit oder als Teil solcher Arbeiten eingereicht wurde. Ich bin mir bewusst, dass Plagiate gemäss § 22 der Ordnung für das Bachelorstudium «Sport, Bewegung und Gesundheit» an der Medizinischen Fakultät der Universität Basel vom 21. Oktober 2013 als unlauteres Prüfungsverhalten gewertet werden und kenne die Konsequenzen eines solchen Handelns.

15.06.2019



(Datum)

(Unterschrift)

Hiermit bestätige ich, dass die Publikation der vorliegenden Bachelorarbeit oder Teile des Inhalts – auch in Auszügen bzw. als Zusammenfassungen oder in Rohdatenform – sowie die Abgabe der Autorenrechte (auch unentgeltlich) an Verlage oder Dritte stets der Einwilligung des Gutachters bedarf.

15.06.2019



(Datum)

(Unterschrift)

12. Literaturverzeichnis

- Aadland, E., Anderssen, S. A., Andersen, L. B., Resaland, G. K., Kolle, E., & Steene-Johannessen, J. (2019). Aerobic fitness thresholds to define poor cardiometabolic health in children and youth. *Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports*, 29(2), 240–250. <https://doi.org/10.1111/sms.13330>
- Baumann, H. (n.d.). *Effekt hoher mechanischer Belastung auf die Frakturwiderstandsfähigkeit ausgewählter Skelettregionen - Eine Querschnittsstudie mit Sportkletterern, Langstreckenläufern und Allroundern*. Abgerufen von <https://opus4.kobv.de/opus4-fau/frontdoor/index/index/year/2006/docId/235>
- Bringolf-Isler, D. B., Probst-Hensch, P. N., Kayser, P. B., & Suggs, P. S. (2016). *Schlussbericht zur SOPHYA-Studie*. Abgerufen von https://www.swisstph.ch/fileadmin/user_upload/Schlussbericht_SOPHYA.pdf
- Bundesamt für Sport (BASPO) ... [et al.]. (1999). *Fakten zur gesundheitlichen Bedeutung von Bewegung und Sport im Jugendalter*.
- Bundesamt für Statistik. (2018). Herz- und Kreislauf-Erkrankungen. Abgerufen 29. April 2019, von <https://www.bfs.admin.ch/bfs/de/home/statistiken/gesundheit/gesundheitszustand/krankheiten/herz-kreislauf-erkrankungen.html>
- Costigan, S. A., Eather, N., Plotnikoff, R. C., Taaffe, D. R., & Lubans, D. R. (2015). High-intensity interval training for improving health-related fitness in adolescents: a systematic review and meta-analysis. *British Journal of Sports Medicine*, 49(19), 1253–1261. <https://doi.org/10.1136/bjsports-2014-094490>
- Cvetković, N., Stojanović, E., Stojiljković, N., Nikolić, D., Scanlan, A. T., & Milanović, Z. (2018). Exercise training in overweight and obese children: Recreational football and high-intensity interval training provide similar benefits to physical fitness. *Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports*, 28, 18–32. Abgerufen von sph.
- Engel, F. (2014). *Physiologische Reaktionen auf Hochintensives Intervalltraining bei Nachwuchsleistungssportlern und erwachsenen Athleten* (PhD Thesis, KIT, Karlsruhe). <https://doi.org/10.5445/IR/1000044298>
- García-Hermoso, A., Cerrillo-Urbina, A. J., Herrera-Valenzuela, T., Cristi-Montero, C., Saavedra, J. M., & Martínez-Vizcaíno, V. (2016). Is high-intensity interval training more effective on improving cardiometabolic risk and aerobic capacity than other forms of exercise in overweight and obese youth? A meta-analysis. *Obesity Reviews*, 17(6), 531–540. <https://doi.org/10.1111/obr.12395>

- Gesundheitsförderung Schweiz. (2017). Schweizer Kinder und Jugendliche bewegen sich deutlich weniger als der europäische Durchschnitt. Abgerufen 25. Mai 2019, von Gesundheitsfoerderung.ch website: <https://gesundheitsfoerderung.ch/ueber-uns/medien/medienmitteilungen/artikel/schweizer-kinder-und-jugendliche-bewegen-sich-deutlich-weniger-als-der-europaeische-durchschnitt.html>
- Gómez-Bruton, A., Matute-Llorente, Á., González-Agüero, A., Casajús, J. A., & Vicente-Rodríguez, G. (2017). Plyometric exercise and bone health in children and adolescents: a systematic review. *World Journal of Pediatrics*, 13(2), 112–121. <https://doi.org/10.1007/s12519-016-0076-0>
- hepa.ch. (2013). *Gesundheitswirksame Bewegung*. Abgerufen von hepa Gesundheitswirksame Bewegung Grundlagen dok_DE.pdf
- Hottenrott, K., & Neumann, G. (2016). *Trainingswissenschaft: Ein Lehrbuch in 14 Lektionen*. Meyer & Meyer Verlag.
- Keller, H. (2006). *Motorische Entwicklung im Kindes- und Jugendalter* (Bd. 82). <https://doi.org/10.1055/s-2006-942199>
- Krebs, D. med. A., & Thiel-Kummer, D. med. C. (2017). *Osteoporose*. Abgerufen von https://www.rheumaliga.ch/assets/doc/ZH_Dokumente/Broschueren-Merkblaetter/Krankheitsbilder/Osteoporose.pdf
- Lampert, T., Mensink, G., Romahn, N., & Woll, A. (2007). Körperlich-sportliche Aktivität von Kindern und Jugendlichen in Deutschland. In *Bundesgesundheitsblatt - Gesundheitsforschung - Gesundheitsschutz* (Bd. 50). <https://doi.org/10.1007/s00103-007-0224-8>
- Larsen, M. N., Nielsen, C. M., Helge, E. W., Madsen, M., Manniche, V., Hansen, L., ... Krstrup, P. (2016). Positive effects on bone mineralisation and muscular fitness after 10 months of intense school-based physical training for children aged 8–10 years: the FIT FIRST randomised controlled trial. *British Journal of Sports Medicine*, 52(4), 254. <https://doi.org/10.1136/bjsports-2016-096219>
- Larsen, M. N., Nielsen, C. M., Madsen, M., Manniche, V., Hansen, L., Bangsbo, J., ... Hansen, P. R. (2018). Cardiovascular adaptations after 10 months of intense school-based physical training for 8- to 10-year-old children. *Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports*, 28 Suppl 1, 33–41. <https://doi.org/10.1111/sms.13253>
- Lee, S., Spector, J., & Reilly, S. (2017). High-intensity interval training programme for obese youth (HIP4YOUTH): A pilot feasibility study. *Journal of Sports Sciences*, 35(18), 1794–1798. Abgerufen von sph.

- Lehrplan 21 - Fachbereich Bewegung und Sport. (2016, Februar 29). Abgerufen 25. Mai 2019, von <https://v-ef.lehrplan.ch/index.php?code=b%7C9%7C0&la=yes>
- Lienert, S., Sägesser, J., & Spiess, H. (2010). *Gehen, hüpfen und springen*. Abgerufen von Burzelbaum Fotobox_Kte_GehenHuepfenSpringen
- Löfgren, B., Daly, R. M., Nilsson, J.-Å., Dencker, M., & Karlsson, M. K. (2013). An Increase in School-Based Physical Education Increases Muscle Strength in Children. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 45(5), 997–1003. Abgerufen von sph.
- McKay, H. A., MacLean, L., Petit, M., MacKelvie-O'Brien, K., Janssen, P., Beck, T., & Khan, K. M. (2005). «Bounce at the Bell»: a novel program of short bouts of exercise improves proximal femur bone mass in early pubertal children. *British Journal of Sports Medicine*, 39(8), 521–526. Abgerufen von sph.
- Merker, N., Wagner, N., Kirch, W., & Müller, M. J. (2002). Frühzeitige Prävention von Adipositas und Herz-Kreislaufkrankungen. *Dtsch med Wochenschr*, 127(50), 2661–2663. <https://doi.org/10.1055/s-2002-36119>
- Peters, K. M. (2017). Knochengesundheit: Die Basis wird in der Kindheit gelegt. *gynäkologie + geburtshilfe*, 22(1), 12–14. <https://doi.org/10.1007/s15013-017-1233-9>
- Schweizerische Herzstiftung. (n.d.). Risikofaktoren. Abgerufen 29. April 2019, von <https://www.swissheart.ch/herzkrankheiten-hirnschlag/risikofaktoren.html>
- Schweter, A. (2014). *Einfluss verschiedener Lebensstilfaktoren auf die Knochenmasse von Kindern und Jugendlichen: Möglichkeiten der Gesundheitsförderung im Setting Schule* (PhD Thesis).
- Smith, J. J., Eather, N., Weaver, R. G., Riley, N., Beets, M. W., & Lubans, D. R. (2019). Behavioral Correlates of Muscular Fitness in Children and Adolescents: A Systematic Review. *Sports Medicine*, 49(6), 887–904. Abgerufen von sph.
- Stumpf, U., & Peters, K. M. (2015). Im Fokus: Knochengesundheit bei Kindern und Jugendlichen. *Orthopädie und Unfallchirurgie - Mitteilungen und Nachrichten*, 4(2), 177. <https://doi.org/10.1055/s-0041-101100>
- Sutter, M. (2015). *Burner Games reloaded : neue Spiele für noch mehr Spass* (2. Auflage). Schorndorf: Hofmann.
- Sutter, M. (2016). *Burner Games Revolution : neue Ideen für heisse Spielstunden* (2. Auflage). Schorndorf: Hofmann.
- Sutter, M. (2018). *Burner Games : kleine Spiele mit grossem Spassfaktor* (3. Auflage). Schorndorf: Hofmann.

Ubago-Guisado, E., Vlachopoulos, D., Barker, A. R., Christoffersen, T., Metcalf, B., & Gracia-Marco, L.

(2019). Effect of maturational timing on bone health in male adolescent athletes engaged in different sports: The PRO-BONE study. *Journal of Science & Medicine in Sport*, 22(3), 253–258. Abgerufen von sph.

Widmer, R. (2017). *Parkour*. Abgerufen von https://www.mobilesport.ch/assets/lbwp-cdn/mobilesport/files/2017/06/MT_06_Parkour_D.pdf

13. Tabellenverzeichnis

Tabelle 1:

Ubago-Guisado et al. (2019)	Knochengesundheit
Ziel	Es wurden Unterschiede bezüglich Knochengesundheit bei jungen männlichen Athleten, die osteogene (OS) oder nicht-osteogene (NOS) Sportarten praktizieren, untersucht.
Stichprobe	12-14 Jahre (n=104 Jungen, Fussball OS-Gruppe n= 37, Radfahrer NOS-Gruppe n=28, Schwimmer NOS-Gruppe n= 39)
Intervention	Messung verschiedener Knochenparameter zu Beginn und nach 1 Jahr normales Training bei beiden Gruppen
Gemessene Parameter	Knochenmineralgehalt, Hüftstrukturanalyse (Querschnittsfläche), Querschnittsfläche des Oberschenkelhals, Trabekulärer Knochenwert, geschätzte Textur der Lendenwirbelsäule und Knochensteifigkeit.
Ergebnisse	OS-Gruppe deutlich grösseren Knochenmineralgehalt im ganzen Körper (von 9,5% bis 11,3%), der Textur Lendenwirbelsäule (von 9,8% bis 9,9%), Knochenmineralgehalt der Hüfte(von 11,6% bis 22,9%), Querschnittsfläche des Oberschenkelhalses (von 12,0% bis 15,9%), Trabekulärer Knochenwert (von 4,2% auf 4,8%) und Steifigkeitsindex (von 11,9% bis 23,3%).

Tabelle 2:

McKay et al. (2005)	<i>Knochengesundheit</i>
Ziel	Auswirkungen einer einfachen und kostengünstigen körperlichen Aktivität auf die Veränderung von Knochenmasse und Knochenstruktur bei Kindern.
Stichprobe	Durchschnittsalter 10,1 Jahre Interventionsgruppe (n=23 Jungen, 28 Mädchen) und Kontrollgruppe (n=71)
Intervention	„Bounce at the Bell“: 3x täglich 10 Counter Movement Jumps (total ca. 3min pro Tag)
Gemessene Parameter	Knochenmineralgehalt , Knochenfläche an der Lendenwirbelsäule, dem Gesamtkörper und proximalen Femur, Analyse der Hüftstruktur (Knochengeometrie und Strukturfestigkeit), fettfreie Masse
Ergebnisse	Kontrollgruppe stärkeren Anstieg des Knochenmineralgehalts des Gesamtkörpers (1,4%). Interventionskinder erhöhten Knochenmineralgehalt im proximalen Femur (2%) und intertrochanteren Bereich (27%) signifikant. Keine Unterschiede der Knochenstrukturparametern.

Tabelle 3:

Gómez-Bruton et al. (2017)	<i>Knochengesundheit</i>
Ziel	Vorhandenes Wissen über Auswirkungen von Sprünge auf Knochenmasse, -struktur und -stoffwechsel zusammenfassen und aktualisieren, um die Wirksamkeit und Haltbarkeit zu ermitteln.
Stichprobe	26 untersuchte Studien mit Teilnehmern unter 18 Jahren
Intervention	Spezifische Sprunginterventionen, 10 Wochen bis 9 Monate
Gemessene Parameter	Knochenmasse, Knochenmineralgehalt, Knochenmineraldichte, Knochenstruktur und -festigkeit

Ergebnisse 24 Studien fanden positive Ergebnisse, Probanden der Interventionsgruppen höhere Knochenmineraldichte, höheren Knochenmineralgehalt und bessere Knochenstruktur. Zwei Studien fanden keine positiven Effekte.

Tabelle 4:

Larsen et al. (2018)	<i>Herz-Kreislauf-System</i>
Ziel	Beobachtung kardiovaskulärer Anpassungen bei Schülern durch körperliche Aktivität.
Stichprobe	8-10 Jahre (n=291, Ballspielgruppe SSG n=93, Zirkeltrainingsgruppe CST n=83, Kontrollgruppe n=115)
Intervention	3x wöchentlich 40 Minuten kleine Ballspiele oder Zirkeltraining während 10 Monaten
Gemessene Parameter	Ruhefrequenz, Blutdruckmessungen, transthorakale Echokardiographie, periphere arterielle Tonometrie
Ergebnisse	Gruppenunterschiede ($P < 0,05$) der Deltawerte des diastolischen Blutdrucks (SSG $-2,1 \pm 6,0$ mm Hg; CST $-3,0 \pm 7,1$ mm Hg; CON $0,2 \pm 5,3$ mm Hg), der interventionellen Septumdicke (SSG $0,17 \pm 0,87$ mm; CST $0,30 \pm 0,94$ mm; CON $-0,15 \pm 0,68$ mm), des linksatrialen Volumenindex (SSG $0,32 \pm 5,13$ mL/m ² ; CON $2,60 \pm 5,94$ mL/m ²) und der ringförmigen Fläche der Trikuspidalklappe (SSG $-0,4 \pm 3,3$ mm; CON: $0,1 \pm 3,6$ mm). Keine signifikanten Unterschiede bezüglich des Hyperämieindex.

Tabelle 5:

Lee et al. (2017)	<i>Herz-Kreislauf-System</i>
Ziel	Auswirkungen eines 4 wöchigen hochintensiven Intervalltraining auf die kardiorespiratorische Fitness bei übergewichtigen Jugendlichen.
Stichprobe	12-17 Jahre (n=12)
Intervention	Insgesamt 12 HIIT Sitzungen, 3x wöchentlich (10x 60 s Radfahren mit maximaler Herzfrequenz von 90%, unterbrochen von 90 s Erholung) während 4 Wochen.
Gemessene Parameter	Maximale Sauerstoffaufnahme und Dauer des Tests, systolischer und diastolischer Blutdruck im Ruhezustand und

nach 1, 3 und 5 Minuten Erholung, mittlerer arterieller Blutdruck im Ruhezustand

Ergebnisse Signifikante ($P < 0,01$) Erhöhung kardiorespiratorische Fitness (pre: 20,1 versus post: 22,2 ml - kg⁻¹ - min⁻¹) und Trainingszeit (pre: 425 versus post: 509 s) während Test für maximale Sauerstoffaufnahme. Signifikante ($P < 0,01$) Verringerung des ruhenden systolischen Blutdrucks (pre: 115,8 versus post: 107,6 mmHg).

Tabelle 6:

Costigan et al. (2015)	<i>Herz-Kreislauf-System</i>
Ziel	Nutzen von HIIT zur Verbesserung der gesundheitsbezogenen Fitness bei Jugendlichen und potenzielle Moderatoren für Trainingseffekte.
Stichprobe	20 Studien wurden inkludiert, wovon 8 Auswirkungen auf die kardiorespiratorische Fitness untersuchten
Intervention	Verschiedene Arten von Intervalltraining
Gemessene Parameter	Kardiorespiratorische Fitness (maximale Sauerstoffaufnahme), muskuläre Fitness und Körperzusammensetzung
Ergebnisse	HIIT hat das Potenzial, die kardiorespiratorische Fitness in der jugendlichen Bevölkerung zu verbessern (unstandardisierte mittlere Differenz (MD) =2,6 mL/kg/min, 95% CI 1,8 bis 3,3, $p < 0,001$).

Tabelle 7:

Cvetković et al. (2018)	<i>Muskulatur</i>
Ziel	Vergleich Auswirkungen von Freizeitfußball und hochintensivem Intervalltraining auf Körperzusammensetzung, muskuläre Fitness und kardiorespiratorische Fitness bei übergewichtigen Jugendlichen.
Stichprobe	11-13 Jahre (n= 42, Freizeitfußball n = 14, HIIT n= 14, Kontrollgruppe n= 14)

Intervention	3x ca. 60min pro Woche Freizeitfußball oder HIIT zusätzlich zum normalen Sportunterricht
Gemessene Parameter	Leistung des Unterkörpers, Agilität, Beweglichkeit
Ergebnisse	Sehr wahrscheinliche Steigerungen der Leistung des Unterkörpers im Freizeitfußball (17,0%, ES = 0,76; 95 % CI: -0,15, 1,66; P = .107) und in den Kontrollgruppen (16,1%, ES = 0,55; 95 % CI: -0,20, 1,31; P = .156) und kleine Verbesserungen der HIIT-Gruppe (6,0%, ES = 0,24; 95 % CI: -0,60, 1,08; P = .580, möglich). Wahrscheinliche Verbesserungen der Richtungswechselgeschwindigkeit in der Freizeit-Fußballgruppe (10,6%, ES = -1,05; 95 % CI: -1,98, -0,12; P = .031) und HIIT-Gruppe (-5,4 %, ES = -0,91; 95 % CI: -1,79, -0,04; P = .045). Keine signifikanten Unterschiede hinsichtlich Beweglichkeit.

Tabelle 8:

Larsen et al. (2016)	<i>Muskulatur</i>
Ziel	Auswirkungen von häufigem intensivem Sportunterricht auf die muskuloskeletale Fitness von Schülern.
Stichprobe	8-10 Jahre (n=295, Ballspielgruppe SSG n= 96, Zirkeltrainingsgruppe CST n= 83, Kontrollgruppe CON n= 116)
Intervention	3x wöchentlich 40 Minuten kleine Ballspiele (SSG) oder Zirkeltraining (CST) während 10 Monaten
Gemessene Parameter	Haltungsgleichgewicht (Flamingo-Balance-Test), maximale horizontale Sprunglänge (Standweitsprung,) 20 Meter Sprint
Ergebnisse	SSG- und CST-Gruppen Verringerung der Anzahl Stürze im Vergleich zu CON (Änderungswerte SSG vs. CON: 2,4 Stürze/min, 95% CI 0,3 bis 4,5 Stürze/min, p=0,03; CST vs. CON: 3,6 Stürze/min, 95% CI 1,3 bis 5,9 Stürze/min, p=0,003). Beide Trainingsgruppen erhöhten Sprunglänge im Vergleich zu CON (SSG vs. CON: 10%, 95% CI 5% bis 16%, p<0,001; CST vs. CON: 9%, 95% CI 3% bis 15%, p=0,002). Es wurden keine Unterschiede zwischen den Gruppen (p>0,05) in den Änderungswerten für 20 m Sprintleistung beobachtet.

Tabelle 9:

Smith et al (2019)	<i>Muskulatur</i>
Ziel	Zusammenhänge zwischen muskulärer Fitness und körperlicher Aktivität, sitzenden Verhaltensweisem und Schlaf bei Kindern und Jugendlichen untersuchten.
Stichprobe	87 Studien (77 mit Bezug auf muskuläre Fitness) mit Teilnehmern im Altern von 3 bis 18 Jahren
Intervention	Verschiedene Interventionen
Gemessene Parameter	Maximalkraft und muskuläre Ausdauer
Ergebnisse	<p>Maximale Kraft in 43/65 (66,2%) Studien und in 16/26 (61,5%) nach Ausschluss des hohen Verzerrungsrisikos positiv mit körperlicher Aktivität verbunden. Zusammenfassende Assoziation als "konsistent positiv" (++) eingestuft. Leichte (LPA) und mäßige Intensitätsaktivität (MPA) nicht mit maximaler Kraft (1/5[20,0%] bzw. 1/8[12,5%]; Bewertung = 0) assoziiert. "konsistent positive" Assoziation für starke (VPA) und mittelschwere (MVPA) Intensitätsaktivität (7/9[77,8%] bzw. 4/6[66,7%] Studien; Bewertung = ++). Muskuläre Ausdauer in 37/53 (69,8%) Studien und in 7/14 (50,0%) Studien positiv mit körperlicher Aktivität verbunden, nachdem das Risiko einer Verzerrung berücksichtigt wurde. Infolgedessen Zusammenhänge von "positiv" (+) auf "inkonsistent" herabgestuft.</p>