



# MASTERARBEIT / MASTER'S THESIS

Titel der Masterarbeit / Title of the Master's Thesis

## Rolle des Krafttrainings zur Verbesserung von Gesundheit und Leistungsfähigkeit in der Pubeszenz – eine systematische Übersichtsarbeit

verfasst von / submitted by

Jennifer Pörtl BEd

angestrebter akademischer Grad / in partial fulfilment of the requirements for the degree of  
Master of Education (MEd)

Wien, 2019 / Vienna, 2019

Studienkennzahl lt. Studienblatt /  
degree programme code as it appears on  
the student record sheet:

UA 199 500 525 02

Studienrichtung lt. Studienblatt /  
degree programme as it appears on  
the student record sheet:

Masterstudium Lehramt Sek (AB) Lehrverbund  
UF Bewegung und Sport  
UF Psychologie und Philosophie

Betreut von / Supervisor:

Univ.-Prof. Mag. Dr. Harald Tschan



## Kurzzusammenfassung

Mit einem Rückgang der körperlichen Aktivität und einem inaktiven Lebensstil vieler Kinder und Jugendlichen in den letzten Jahren steigt das Risiko, an Übergewicht und folglich an Herz-Kreislauf-Erkrankungen zu leiden (vgl. Marta et al., 2013; Meinhardt et al., 2013). Die Schule bietet Möglichkeiten, hier gezielt Präventionsarbeit zu leisten. Die vorliegende Arbeit gibt daher einen Überblick über die wesentlichen Auswirkungen von Krafttraining auf die Gesundheit und Leistungsfähigkeit von Kindern im Alter der Pubeszenz und wendet diese in einigen Umsetzungsmöglichkeiten für den schulischen Unterricht in Bewegung und Sport an. Bei der vorliegenden Arbeit handelt es sich um einen systematischen Review, welcher, nach Definition spezifischer Ein- und Ausschlusskriterien, alle relevanten Studien bezüglich dieses Themas heranzieht und die Ergebnisse dieser im Anschluss vergleicht. Um eine Vergleichbarkeit der Studien zu realisieren, wurden ausschließlich Interventionsstudien verwendet, welche mittels eines Krafttrainingsprogrammes eine Verbesserung der Muskelkraft einerseits und verschiedener Aspekte des Körperbaus andererseits (Body-Mass-Index (BMI), Körperzusammensetzung, Körperfettanteil, etc.) anstreben. Die Haupteckenerkenntnis des Vergleichs der Studien ist das Vorliegen fast ausschließlich positiver Auswirkungen aller Interventionsprogramme auf die Leistungsfähigkeit und Gesundheit der Teilnehmerinnen und Teilnehmer (vgl. Alves et al., 2016a; Alves et al., 2016b; Eather et al., 2016; Kennedy et al., 2018; Lloyd et al., 2016; Lubans et al., 2010; Marta et al., 2013; Marta et al., 2014; Marta et al., 2019; Meinhardt et al., 2013; Mishra et al., 2015; Santos et al., 2011; Santos et al., 2012; Vijayalakshmi et al., 2014a und Vijayalakshmi et al., 2014b). Während Hypertrophietraining eher die Muskelkraft verbessert (vgl. Alves et al., 2016a; Alves et al., 2016b; Lloyd et al., 2016; Lubans et al., 2010; Marta et al., 2013; Marta et al., 2014; Marta et al., 2019; Meinhardt et al., 2013; Santos et al., 2011; Santos et al., 2012 & Tsolakis et al., 2004), ist es das Kraftausdauertraining oder eine Kombination aus Kraft- und Ausdauertraining, welches sich eher auf die Werte der Körperbaus und die Ausdauer positiv auswirkt (vgl. Alves et al., 2016a; Alves et al., 2016b; Eather et al., 2016; Marta et al., 2013; Marta et al., 2014; Kennedy et al., 2018, Santos et al., 2011; Santos et al., 2012 & Yu et al., 2016). Aufgrund der Tatsache, dass die Auswirkungen der einzelnen Trainingsmethoden teils stark variieren, können keine klaren Schlüsse gezogen werden, welche Trainingsmethoden konkret welche Effekte bewirken. Zusammenfassend lässt sich aus dieser Arbeit schließen, dass die Auswirkungen der Trainingsprogramme der Studien und die im Anhang dargestellten Unterrichtskonzepte äußerst positive Effekte auf die

Leistungsfähigkeit und Gesundheit der Schülerinnen und Schüler aufweisen, vorausgesetzt, die Krafttrainingsprinzipien und altersspezifischen Anforderungen werden berücksichtigt und das Training stets überwacht. Zudem können Krafttrainingsinterventionen in der Schule in einem „spielerischem“ Setting umgesetzt werden, was zu einer Erhöhung der Motivation bei zahlreichen Schülerinnen und Schülern beitragen kann (vgl. Meinhardt et al., 2013).

## **Abstract**

A decrease of physical activity and a sedentary lifestyle cause a higher risk for children and adolescents to develop overweight and as a consequence cardiovascular diseases. School provides opportunities of prevention work concerning this matter. Therefore, the purpose of this research was to systematically review the effects of resistance training programmes on health and performance parameters of pubertal children. In addition, the purpose of this thesis is to identify possible implementations at school. First, inclusion and exclusion criteria were defined to select relevant studies. Afterwards the results of these studies were systematically compared and discussed. All of the included studies use resistance training interventions, which were designed to improve muscular strength and body composition of pubertal children. The main finding of this research is that almost all interventions show positive effects on health and performance (Alves et al., 2016a; Alves et al., 2016b; Eather et al., 2016; Kennedy et al., 2018; Lloyd et al., 2016; Lubans et al., 2010; Marta et al., 2013; Marta et al., 2014; Marta et al., 2019; Meinhardt et al., 2013; Mishra et al., 2015; Santos et al., 2011; Santos et al., 2012; Vijayalakshmi et al., 2014a und Vijayalakshmi et al., 2014b). Specifically, it was found that the use of hypertrophy training is effective in improving muscular strength (Alves et al., 2016a; Alves et al., 2016b; Lloyd et al., 2016; Lubans et al., 2010; Marta et al., 2013; Marta et al., 2014; Marta et al., 2019; Meinhardt et al., 2013; Santos et al., 2011; Santos et al., 2012 & Tsolakis et al., 2004), while strength endurance training is more effective in improving body composition and muscular endurance (Alves et al., 2016a; Alves et al., 2016b; Eather et al., 2016; Marta et al., 2013; Marta et al., 2014; Kennedy et al., 2018, Santos et al., 2011; Santos et al., 2012 & Yu et al., 2016). However, due to variations in effects of the different methods of training, it is difficult to draw a valid conclusion and identify which method leads to which effect. In summary it can be concluded that all resistance training interventions have positive effects on health and performance of pubertal children and can be used in schools. Furthermore, the implementation in a “playful” setting at school increases the motivation of many pupils. However, training programmes should follow the basic principles of resistance training and should be oriented at age specific requirements (Meinhardt et al., 2013).

# Inhaltsverzeichnis

Kurzzusammenfassung.....	I
Abstract.....	III
Inhaltsverzeichnis .....	IV
1. Einleitung.....	1
1.1 Hintergrund und Ziel der Arbeit.....	1
1.2 Aufbau .....	2
1.3 Fragestellungen .....	3
2. Methodik.....	4
2.1 Methodische Vorgehensweise.....	4
2.2 Datenbankrecherche .....	4
2.2.1 Pubmed .....	4
2.2.2 Google Scholar.....	5
2.3 Ein- und Ausschlusskriterien der systematischen Literaturrecherche.....	6
2.4 Identifikation relevanter Studien.....	8
2.5 Literaturverzeichnisse relevanter Studien und Reviews .....	10
2.6 Überblick über die Auswahl der Studien .....	11
2.7 Überblick Literaturrecherche .....	15
3. Biologische Entwicklungsstadien.....	16
3.1 Überblick über die Entwicklungsstadien von Kindern und Jugendlichen.....	16
3.2 Merkmale der Pubeszenz .....	17
4. Ergebnisdarstellung der Kernstudien (aktueller Stand der Forschung).....	19
4.1 Auswirkungen des Krafttrainings auf die Gesundheit und Leistungsfähigkeit von Kindern in der Pubeszenz.....	19
4.1.1 Auswirkungen des Krafttrainings auf anthropometrische Werte und Werte der Körperzusammensetzung.....	19
4.1.1.1 BMI & Bauchumfang .....	23
4.1.1.2 Körperzusammensetzung – Körperfettgehalt, fettfreie Körpermasse, Körperfettmasse.....	24
4.1.2 Auswirkungen des Krafttrainings auf die Muskelkraft und die Ausdauer .....	29
4.1.2.1 Kraftwerte .....	34
4.1.2.2 Ausdauerwerte.....	37
4.2 Beschreibung der Kernstudien .....	39
4.2.1 Studie 1.....	39
4.2.2 Studie 2.....	41

4.2.3 Studie 3.....	43
4.2.4 Studie 4.....	46
4.2.5 Studie 5.....	49
4.2.6 Studie 6.....	51
4.2.7 Studie 7.....	54
4.2.8 Studie 8.....	58
4.2.9 Studie 9.....	61
4.2.10 Studie 10 .....	66
4.2.11 Studie 11 .....	68
4.2.12 Studie 12 .....	73
4.2.13 Studie 13 .....	76
4.2.14 Studie 14 .....	79
4.2.15 Studie 15 .....	82
4.2.16 Studie 16 .....	84
4.2.17 Studie 17 .....	85
4.2.18 Studie 18 .....	87
5. Diskussion.....	92
6. Umsetzungsmöglichkeiten in der Schule .....	97
6.1 Krafttrainingsprinzipien im Krafttraining mit Kindern in der Pubeszenz.....	97
6.2 Bedeutung des Krafttrainings im Kindes- und Jugendalter .....	100
6.3 Gefahren beim Krafttraining im Kindes- und Jugendalter .....	102
7. Conclusio .....	104
8. Literaturverzeichnis.....	107
9. Abbildungsverzeichnis.....	113
10. Anhang.....	114

# 1. Einleitung

## 1.1 Hintergrund und Ziel der Arbeit

In den letzten Jahrzehnten lässt sich ein Rückgang der körperlichen Aktivität und körperlichen Fitness bei Kindern und Jugendlichen feststellen. (vgl. Marta et al., 2013) Meinhardt et al. (2013) begründen die zunehmende Inaktivität damit, dass früher Bewegung notwendig war, um zu überleben und Essen für die Familie zu besorgen. Da das heute nicht mehr so ist und viele Menschen einen inaktiven und sitzenden Lebensstil verfolgen, verringert sich die Muskelkraft bei vielen Kindern und Jugendlichen (vgl. Meinhardt et al., 2013). Außerdem sorgen die technischen Fortschritte der heutigen Zeit für zunehmenden Bewegungsmangel bei Kindern und Jugendlichen. (vgl. Greier et al., 2018) Damit einher geht eine Steigerung des Übergewichts und des Risikos an Herz-Kreislaufkrankungen bei Kindern und Jugendlichen. Körperliche Aktivität ist nicht nur wichtig, um Übergewicht und Herz- Kreislaufkrankungen vorzubeugen, sondern auch, um die Gesundheit und Funktionalität von Gelenken und Knochen aufrechtzuerhalten. (vgl. Meinhardt et al., 2013) Aufgrund des chronischen Bewegungsmangels in der heutigen Zeit, leiden viele Kinder außerdem an Haltungsschwächen. (vgl. Weineck, 2010) Im Jahr 2016 galten 1.9 Billionen Erwachsene als übergewichtig, 13% davon als fettleibig. Beängstigend ist mit 41 Millionen die Zahl der übergewichtigen und fettleibigen Kinder unter 5 Jahren. Die Basis für Übergewicht im Erwachsenenalter wird meist bereits im Kindesalter gelegt. So beträgt die empfohlene Bewegungszeit für Kinder zwischen 5 und 18 Jahren 60 Minuten pro Tag, wobei an mindestens drei Tagen der Woche muskelkräftigende Übungen angeraten sind. Diese Richtlinien werden in Europa leider kaum erfüllt und ein starker Rückgang der körperlichen Aktivität zeigt sich besonders zwischen dem 11. und 15. Lebensjahr. (vgl. Collins et al., 2018) Für viele Kinder und Jugendliche ist der Turnunterricht die einzige Zeit in der Woche, in der sie sich sportlich betätigen. Deshalb ist es besonders wichtig, ihn so zu gestalten, dass diese sportlichen Einheiten positive Auswirkungen auf den Körper und die Gesundheit haben. (vgl. Marta et al., 2013) Machen Kinder und Jugendliche schon im Turnunterricht erste Erfahrungen mit Krafttraining, steigt die Chance, sie zur längerfristigen körperlichen Aktivität anzuregen. (Meinhardt et al., 2013) Krafttraining im Kindesalter kann sich signifikant positiv auf den Körperfettgehalt auswirken und dementsprechende gesundheitliche Verbesserungen bewirken. (vgl. Collins et al., 2018) Neben den positiven Auswirkungen auf die Muskelkraft und die Muskelausdauer, zählen gegenwärtige Studien

Verbesserungen in der Körperzusammensetzung, Steigerungen in der Knochendichte, Verbesserungen in der Ausdauer und verbessertes psychologisches Wohlbefinden zu den positiven Auswirkungen von Krafttraining im Kindesalter. (vgl. Drenowatz et al., 2018 & Radovanovic et al., 2016) Generell fanden aktuelle Studien heraus, dass Schulkinder aller Altersgruppen von regelmäßigem Krafttraining profitieren können, besonders in Bezug auf die Auswirkungen auf ihre Gesundheit. (vgl. Faigenbaum et al., 2013)

Ziel dieser Arbeit ist es, herauszufinden, welche Auswirkungen Krafttraining speziell auf die Gesundheit und Leistungsfähigkeit von Kindern in der Pubeszenz hat. Es wird untersucht, wie sich Krafttraining vor allem auf die Muskelkraft, das Muskelwachstum, das Körpergewicht bzw. den Body-Mass-Index (BMI), die Körperhaltung und den Körperbau auswirkt und welche Rolle Krafttraining als Prävention von Übergewicht, als Motivation für langfristige sportliche Aktivität und Verletzungsprophylaxe haben kann. Außerdem beschreibt die Arbeit, welche negativen Anpassungen auftreten können, wodurch sie auftreten und wie sie vermieden werden können.

Weiters wird untersucht, wie Krafttraining stattfinden muss, welche Methoden verwendet werden können und welche Prinzipien in Bezug auf den biologischen Reifungszustand unbedingt beachtet werden müssen, um die gewünschten positiven Effekte in dieser Altersstufe erzielen zu können. Zuletzt werden in dieser Arbeit einige Möglichkeiten beschrieben, wie Krafttraining sinnvoll in das Unterrichtsfach „Bewegung und Sport“ in der Sekundarstufe I, sprich Mittelschule oder Unterstufe einer Allgemeinbildenden Höheren Schule (AHS), integriert werden kann. Es werden verschiedene Stundenkonzepte dargestellt, um zu zeigen, wie Krafttraining mit Kindern in der Pubeszenz stattfinden kann, um Verbesserungen in der Gesundheit und Leistungsfähigkeit zu erzielen und negative Auswirkungen zu verhindern. Dabei dürfen Aspekte, wie z.B. Zeitmanagement, Heterogenität einer Schulklasse und das Vorhanden- bzw. Nichtvorhandensein von Materialien nicht außer Acht gelassen werden.

## **1.2 Aufbau**

Nach einer allgemeinen Einleitung am Beginn der Arbeit und dem anschließenden Methodik-Teil, wird den Leserinnen und Lesern ein Überblick über die biologischen Entwicklungsstadien und allgemein über Krafttraining geboten, um die theoretischen Grundlagen für den anschließenden Hauptteil der Arbeit zu besitzen. Der Fokus der Arbeit

liegt in einer Studienanalyse aller relevanten Interventionsstudien, welche die Auswirkungen von Krafttraining auf die Muskelkraft und verschiedene Aspekte des Körperbaus untersuchen. Zunächst werden die Studien mittels Überblickstabellen im Hinblick verschiedener Aspekte miteinander verglichen, ehe jede einzelne Studie hinsichtlich Studienaufbau, Interventionsprogramm und Studienergebnis genau beschrieben wird. Auf Basis der Erkenntnisse, die aus der Analyse der Studien gezogen werden können, und mittels geeigneter Literatur werden im folgenden Kapitel Prinzipien, Gefahren und Chancen des Krafttrainings als Umsetzungsmöglichkeit in der Schule behandelt. In der Conclusio werden die Ergebnisse des Studienvergleichs nochmals gegenübergestellt und erneut auf die Umsetzungsmöglichkeiten in der Schule Bezug genommen. Abschließend werden im Anhang ein paar mögliche Unterrichtskonzepte, welche sich aus den Analysen der einzelnen Studien als sinnvoll erwiesen haben, speziell auf die Schule bezogen und genau beschrieben. Außerdem wird den LeserInnen ein Repertoire an Spielen und Übungen, welche positive Auswirkungen auf diverse in der Arbeit behandelte Aspekte haben, geboten.

### **1.3 Fragestellungen**

Aufgrund der beschriebenen Ziele der Arbeit ergibt sich folgende untersuchungsleitende Forschungsfragestellung:

- Wie wirkt sich Krafttraining auf die Gesundheit und Leistungsfähigkeit von Kindern in der Pubeszenz aus?

Daraus ergeben sich folgende Unterfragen:

- Wie (mit welchen Methoden) sollte Krafttraining in der Pubeszenz unter Berücksichtigung des biologischen Reifezustands stattfinden?
- Welche Prinzipien müssen beim Krafttraining mit Kindern in der Pubeszenz beachtet werden, um positive Effekte auf die Gesundheit und Leistungsfähigkeit erzielen zu können?
- Welche negativen Anpassungen können beim Krafttraining mit Kindern in der Pubeszenz auftreten und wie können diese verhindert werden?
- Wie lässt sich Krafttraining mit Kindern in der Pubeszenz in der Schule (Sekundarstufe I) umsetzen?

## **2. Methodik**

### **2.1 Methodische Vorgehensweise**

Bei der vorliegenden Arbeit handelt es sich um einen systematischen Review, d. h., die Forschungsfrage wird anhand aktueller Literatur bearbeitet. Um alle vorhandenen Studien zur Thematik miteinzubeziehen, wurde eine systematische Literaturrecherche durchgeführt. Auf die exakte Formulierung der Forschungsfrage folgte die Ausarbeitung der Einschlusskriterien und Ausschlusskriterien, um aussagekräftige Ergebnisse zu erhalten. Die Identifikation relevanter Studien erfolgte mittels der Datenbanken PubMed und Google Scholar. Unterschiedliche Suchbegriffe und Kombinationen dieser Begriffe wurden in den Datenbanken verwendet, um alle vorhandenen Studien zur Thematik erreichen zu können. Zu relevanten Titeln wurden die Abstracts gelesen und anschließend die vollständigen Studien, wenn die Abstracts die Einschlusskriterien und Ausschlusskriterien erfüllten, bzw. wenn dies anhand der Abstracts noch nicht zu erkennen war. Die Literaturlisten passender Studien wurden im Anschluss ebenfalls nach weiteren relevanten Studien durchsucht. Ebenfalls verwendet wurden die Literaturlisten aller Reviews und Metaanalysen der vergangenen fünf Jahre zu genau diesem Thema, welche durchsucht wurden, um weitere Studien zur Thematik zu finden, um das Thema möglichst vollständig abzudecken. Eine Prisma Flow Chart wurde erstellt, um den Suchverlauf und die Auswahl der Studien möglichst nachvollziehbar darzustellen.

### **2.2 Datenbankrecherche**

#### **2.2.1 Pubmed**

Zunächst wurde mit der Datenbank PubMed gearbeitet. PubMed wurde verwendet, da es den Zugriff zu einer Vielzahl an medizinischen Artikeln und Studien erlaubt. Der medizinische Bereich wird dabei ziemlich vollständig abgedeckt und eine systematische Literaturrecherche ist mittels der PubMed-Datenbank möglich. Anhand der Forschungsfragestellung „Wie wirkt sich Krafttraining auf die Gesundheit und Leistungsfähigkeit von Kindern in der Pubeszenz aus?“ wurden auf folgende Weise die relevanten Suchbegriffe ausgewählt. Bedeutende Begriffe der Forschungsfrage wurden zuerst mithilfe des Online-Wörterbuchs „Dict.cc“ in die englische Sprache übersetzt und anschließend wurde mittels der Internetseite „Thesaurus.com“ nach englischen Synonymen

gesucht. Folgende Suchbegriffe wurden auf diese Art herausgefiltert, welche in unterschiedlichen Kombinationen in den beiden Datenbanken PubMed und Google Scholar eingesetzt wurden:

Krafttraining (strength training, weight training, resistance training, crossfit), Gesundheit (health), Auswirkung (effect, impact, consequence), Leistung/Leistungsfähigkeit (performance, achievement, ability), Pubeszenz/Kinder (children, youth, adolescence, pubescence), Schule/Sportunterricht (school, physical education)

In der Datenbank PubMed wurde mit der erweiterten Suchmethode gearbeitet. Zwei große Suchblöcke, in denen mithilfe der Operatoren AND und OR die zuvor ausgewählten Suchbegriffe kombiniert wurden, sahen wie folgt aus:

**Tabelle 1. Suchbegriffe PubMed**

Suche 1	Suche 2
(strength training[Title/Abstract]) OR weight training [Title/Abstract] OR resistance training [Title/Abstract] AND (children[Title/Abstract] OR youth [Title/Abstract] OR pubescence [Title/Abstract] OR adolescence [Title/Abstract] OR school [Title/Abstract] OR physical education [Title/Abstract]) AND (effect [Title/Abstract] OR impact [Title/Abstract] OR consequence [Title/Abstract])	(strength training[Title/Abstract]) OR weight training [Title/Abstract] OR resistance training [Title/Abstract] OR Crossfit [Title/Abstract] AND (children[Title/Abstract] OR youth [Title/Abstract] OR pubescence [Title/Abstract] OR adolescence [Title/Abstract] OR school [Title/Abstract] OR physical education [Title/Abstract])
<b>→ 232 Ergebnisse</b>	<b>→ 654 Ergebnisse</b>

### 2.2.2 Google Scholar

In der Datenbank Google Scholar wurde vor allem mit der Funktion „allintitle“ gearbeitet, da ohne diese Einschränkung eine unzählige Menge an Ergebnissen aufgetaucht wäre. Die Suchbegriffe wurden wieder unterschiedlich kombiniert, sodass das gesamte Thema abgedeckt war und möglichst alle Studien bezüglich dieses Themas herausgefiltert wurden. Folgende 12 Suchblöcke kamen zum Einsatz:

**Tabelle 2. Suchbegriffe Google Scholar**

<b>Block 1</b>	allintitle: resistance training children	→ <b>172 Ergebnisse</b>
<b>Block 2</b>	allintitle: strength training children	→ <b>274 Ergebnisse</b>
<b>Block 3</b>	allintitle: weight training children	→ <b>96 Ergebnisse</b>
<b>Block 4</b>	allintitle: resistance training youth	→ <b>82 Ergebnisse</b>
<b>Block 5</b>	allintitle: resistance training school	→ <b>74 Ergebnisse</b>
<b>Block 6</b>	allintitle: resistance training adolescents	→ <b>158 Ergebnisse</b>
<b>Block 7</b>	allintitle: strength training youth	→ <b>89 Ergebnisse</b>
<b>Block 8</b>	allintitle: strength training school	→ <b>110 Ergebnisse</b>
<b>Block 9</b>	allintitle: strength training adolescents	→ <b>117 Ergebnisse</b>
<b>Block 10</b>	allintitle: weigth training youth	→ <b>11 Ergebnisse</b>
<b>Block 11</b>	allintitle: weight training school	→ <b>162 Ergebnisse</b>
<b>Block 12</b>	allintitle: weight training adolescents	→ <b>63 Ergebnisse</b>

### **2.3 Ein- und Ausschlusskriterien der systematischen Literaturrecherche**

Die folgende Tabelle gibt einen Überblick über die Ein- und Ausschlusskriterien, die bei der Literaturrecherche und der Auswahl der Studien berücksichtigt wurde. Die Altersgruppe 10-15 Jahre wurde gewählt, da es das Alter der Pubeszenz inkludiert und dem Alter der Schülerinnen und Schüler in der Sekundarstufe I entspricht. Weitere Voraussetzungen für die TeilnehmerInnen waren die körperliche und psychische Gesundheit und die Unerfahrenheit im Krafttraining. Teilnehmende Kinder waren in ihrer Freizeit entweder körperlich aktiv oder inaktiv, waren aber weder Mitglied eines Sportvereins noch nahmen sie an anderen regelmäßigen Sportprogrammen oder Ähnlichem teil. Die Interventionen aller ausgewählten Studien wurden in Schulen mit Schülerinnen und Schülern durchgeführt. Um aussagekräftigere Ergebnisse zu erhalten, musste eine Kontrollgruppe vorhanden sein, die abgesehen vom schulischen Sportunterricht keinen sportlichen Aktivitäten nachging. Ausgewählte Outcome-Parameter umfassten vor allem anthropometrische Daten, Kraft- und Ausdauerwerte. Diese wurden mit den unten angeführten Messinstrumenten ermittelt. Bei allen ausgewählten Studien musste es sich um Interventionsstudien handeln. Interventionen waren immer Krafttrainingsprogramme, die jedoch unterschiedlich gestaltet werden und

auch mit anderen Trainingsprogrammen kombiniert oder verglichen werden konnten. Interventionen, die spezielle Ernährungsprogramme inkludierten, wurden ausgeschlossen. Die Gruppeneinteilung passierte in jeder Studie per Zufall. Jede Intervention dauerte mindestens sechs Wochen lang und beinhaltete zumindest zwei Trainingseinheiten pro Woche. Interventionen von kürzerer Dauer und jene mit nur einer Trainingseinheit pro Woche wurden nicht berücksichtigt. Eine weitere Vorgabe war die Anzahl der Testzeitpunkte. Mindestens zwei Testungen, eine am Beginn der Intervention und eine am Ende, mussten durchgeführt werden. Inkludiert wurden außerdem nur Studien, welche in deutscher und englischer Sprache vorhanden sind, und im Zeitraum von 1994-2019 stattfanden.

**Tabelle 3. Ein- und Ausschlusskriterien**

	<b>Einschlusskriterien</b>	<b>Ausschlusskriterien</b>
<b>Population</b>	<p>Alter der TeilnehmerInnen zwischen 10 und 15 Jahren<sup>1</sup> (Pubeszenz/Sekundarstufe I)</p> <p>Physische und psychische Gesundheit</p> <p>Keine bisherige Erfahrung im Krafttraining</p> <p>Körperlich inaktiv oder aktiv, jedoch kein Mitglied einer Sportmannschaft und keine Teilnahme an diversen Sportprogrammen, etc.</p> <p>Durchführung der Intervention mit Schülerinnen und Schülern einer Schule oder mehrerer Schulen</p>	<p>Alter unter 10 und über 15 Jahren</p> <p>Vorhandensein einer physischen oder psychischen Erkrankung</p> <p>Erfahrung im Krafttraining, Regelmäßiges Krafttraining</p> <p>Mitglied einer Sportmannschaft (z.B. Schulteam, Fußballverein, etc.), Teilnahme an einem Sportprogramm</p> <p>Durchführung der Intervention in einem anderen Rahmen außer der Schule</p>
<b>Kontrollgruppe</b>	<p>Vorhandensein einer Kontrollgruppe, die kein Trainingsprogramm (außer den regulären schulischen Sportunterricht) durchführt</p>	<p>Nicht-Vorhandensein einer Kontrollgruppe</p> <p>Vorhandensein einer Kontrollgruppe, die ein anderes Trainingsprogramm durchführt</p>
<b>Outcome-Parameter</b>	<p>Anthropometrische Daten: Körpergröße, Körpergewicht, BMI, Bauchumfang, Körperfettgehalt, fettfreie Körpermasse, Fettmasse des Körpers)</p> <p>Kraftwerte: Medizinballwurf, Basketballwurf (Brustpass), CMJ, Squat Jump, 5-maximal Rebound Test (Reactive Strength Index), Standweitsprung, 5-m-/20-m-/30-m-/40-m-/50-m-Sprint, Push-Up Test, Curl-Up Test, Sit-Up Test, Griffkraft, Wingate</p>	

<sup>1</sup> Pubeszenz: Die Pubeszenz findet in etwa vom 11. bis zum 15. Lebensjahr statt, wobei es zwischen den Geschlechtern kleine Unterschiede gibt und die Übergänge zur vorherigen Phase (spätes Schulkindalter) und zur nachfolgenden Phase (Adoleszenz) fließend sind. (Weineck, 2010)

	Anaerobic Test, 1-RM <sup>2</sup> im Bankdrücken, 1-RM in der Beinpresse, isokinetische und isotonische Kraft (Dynamometer)  Ausdauerwerte: VO <sub>2</sub> max <sup>3</sup> , 20-m Shuttle Run (Rundenanzahl), 1-Meile Lauf	
<b>Messinstrumente</b>	Anthropometrische Werte: Waage, Stadiometer, Maßband, Bioelektrische Impedanzanalyse, Hautfaltenmessung mit Caliperzange, Dual-Röntgen-Absorptiometrie (DXA), Tanita Body Composition Analyzer  Kraftwerte: Kontaktmatte (angeschlossen an einen Computer), Radergometer, Dynamometer, Hanteln (Kurz- und Langhanteln) und Maschinen (Multipresse, Beinpresse), Bälle (Medizinball, Basketball), Fotozellen, Lichtschranken, Vertec Yardstick, Stoppuhr  Ausdauer: Laufband, Stoppuhr	
<b>Art der Studie</b>	Durchführung einer Intervention (Interventionsstudie)  Beschränkung der Intervention auf körperliches Training, keine vorgeschriebene Ernährung (keine Änderung der Ernährungsgewohnheiten)	Keine Intervention (Meta-Analyse, Review, etc.)  Interventionsstudien, die eine vorgeschriebene Ernährung inkludieren
<b>Design</b>	Randomisierte Gruppeneinteilung	Keine randomisierte Gruppeneinteilung
<b>Dauer der Intervention</b>	Dauer der Intervention mindestens 6 Wochen lang mit mindestens 2 Interventionen pro Woche	Dauer der Intervention kürzer als 6 Wochen  Weniger als 2 Interventionen pro Woche
<b>Testzeitpunkte</b>	Mindestens 2 Testzeitpunkte (1 Test vor Beginn der Intervention und 1 Test nach der Intervention)	Weniger als 2 Testzeitpunkte
<b>Sprache</b>	Deutsch und Englisch	Andere Sprachen als Deutsch und Englisch
<b>Jahr der Durchführung der Studie</b>	Studien der letzten 25 Jahre (1994-2019)	Studien, die älter als 25 Jahre alt sind

## 2.4 Identifikation relevanter Studien

Zunächst wurden die Titel aller Studien gelesen, anhand welcher bereits viele Studien ausgeschlossen werden konnten. Ein- und Ausschlusskriterien wurden vor Beginn der Recherche genau definiert. Bei vielen Studien war es möglich, sie bereits nach Durchsicht der Titel auszuschließen, da sie den Ein- und Ausschlusskriterien nicht entsprachen. War

<sup>2</sup> Das 1-RM (one repetition-maximum) oder EWM (Einer-Wiederholungs-Maximum) bezeichnet „die Last, die maximal einmal über die gesamte Bewegungsamplitude bewegt werden kann.“ (vgl. Olivier, 2008)

<sup>3</sup> Als VO<sub>2</sub>max bezeichnet man „die maximale Sauerstoffmenge, die ein Mensch unter Belastung aufnehmen und in die Zellen transportieren kann.“ (<https://gps.de/vo2max-verbessern/>) Es handelt sich dabei um einen Wert, mit dem man auf die Ausdauerleistung eines Menschen schließen kann. (vgl. <https://gps.de/vo2max-verbessern/>)

das nicht klar ersichtlich, bzw. wirkte ein Titel passend, wurden Titel und Autor der Studie gespeichert, um später genauer bearbeitet zu werden. Dieses Prozedere wurde mit allen Suchverläufen der beiden Datenbanken durchgeführt. Gespeicherte Studien wurden im Anschluss erneut geöffnet, sodass der Abstract sichtbar war. Erfüllte die Studie nach dem Lesen des Abstracts die Ein- und Ausschlusskriterien nicht, wurde sie entfernt. Konnte das jedoch anhand des Abstracts nicht klar gesagt werden, wurde die Studie entweder direkt in der Datenbank, oder, falls sie nicht frei zugänglich war, auf der Seite „Researchgate.net“ geöffnet. Folgende Studien wurden nach genauer Durchsicht der Erfüllung der Ein- und Ausschlusskriterien ausgewählt:

#### Pubmed

**Tabelle 4. Relevante Studien PubMed**

Alves, A., R., Marta, C., Neiva, H., P., Izquierdo, M. & Marques, M., C. (2016a). Does intrasession concurrent strength and aerobic training order influence training-induced explosive strength and VO <sub>2</sub> max in prepubescent children? <i>The Journal of Strength and Conditioning Research</i> , 30 (12), 3267-3277.
Eather, N., Morgan, P., J. & Lubans, D., R. (2016). Improving health-related fitness in adolescents: the CrossFit Teens™ randomised controlled trial. <i>Journal of sports sciences</i> , 34 (3), 209-223.
Ingle, L., Sleep, M. & Tolfrey, K. (2006). The effect of a complex training and detraining programme on selected strength and power variables in early pubertal boys. <i>Journal of sports sciences</i> , 24 (9), 987-997.
Kennedy, S., G., Smith, J., J., Morgan, P., J., Peralta, L., R., Hilland, T., A., Eather, N., Lonsdale, C., Okely, A., D., Plotnikoff, R., C., Salmon, J., O., Dewar, D., L., Estabrooks, P., A., Pollock, E., Finn, T., L. & Lubans, D., R. (2018). Implementing resistance training in secondary schools: a cluster randomized controlled trial. <i>Medicine and science in sports and exercise</i> , 50 (1), 62-72.
Lloyd, R., S., Radnor, J., M., De Ste Croix, M., B., Cronin, J., B. & Oliver, J., L. (2016). Changes in sprint and jump performance after traditional, plyometric, and combined resistance training in male youth pre- and post-peak height velocity. <i>Journal of Strength and Conditioning Research</i> , 30 (5), 1239-1247.
Lubans, D., R., Sheaman, C. & Callister, R. (2010). Exercise adherence and intervention effects of two school-based resistance training programs for adolescents. <i>Preventive medicine</i> , 50 (1-2), 56-62.
Marta, C., Marinho, D., A., Barbosa, T., M., Izquierdo, M. & Marques, M., C. (2013). Effects of concurrent training on explosive strength and VO <sub>2</sub> max in prepubescent children. <i>International journal of sports medicine</i> , 34 (10), 888-896.
Marta, C., Marinho, D., A., Izquierdo, M. & Marques, M., C. (2014). Differentiating maturational influence on training-induced strength and endurance adaptations in prepubescent children. <i>American Journal of Human Biology</i> , 26 (4), 469-475.
Meinhardt, U., Witassek, F., Petrò, R., Fritz, C. & Eiholzer, U. (2013). Strength training and physical activity in boys: a randomized trial. <i>Pediatrics</i> , 132 (6), 1105-1111.

Santos, A., Marinho, A., D., Costa, A., M., Izquierdo, M. & Marques, M., C. (2011). The effects of concurrent resistance and endurance training follow a specific detraining cycle in young school girls. <i>Journal of Human Kinetics</i> , 29, 93-103.
Tsolakis, C., K., Vagens, G., K. & Dessypris, A., G. (2004). Strength adaptations and hormonal responses to resistance training and detraining in preadolescent males. <i>Journal of Strength and Conditioning Research</i> , 18 (3), 625-629.
Yu, C., C., McManus, A., M., So, H., K., Chook, P., Au, C., T., Li, A., M., Kam, J., T., So, R., C., Lam, C., W., Chan, I., H. & Sung, R., Y. (2016). Effects of resistance training on cardiovascular health in non-obese active adolescents. <i>World journal of clinical pediatrics</i> , 5 (3), 293-300.

## Google Scholar

**Tabelle 5. Relevante Studien Google Scholar**

Alves, A., R., Marta, C., Neiva, H., P., Izquierdo, M. & Marques, M., C. (2016b). Concurrent training in prepubescent children: the effects of sequence of strength and aerobic training on explosive strength and VO <sub>2</sub> max. <i>The Journal of Strength and Conditioning Research</i> , 34 (10).
Marta, C., Alves, A., R., Esteves, P., T., Casanova, N., Marinho, D., Neiva, H., P., Aguado-Jimenez, R., Alonso-Martinez, A., M., Izquierdo, M. & Marques, M., C. (2019). Effects of suspension versus traditional resistance training on explosive strength in elementary school-aged boys. <i>Pediatric exercise science</i> , 22, 1-7.
Mishra, S., R., Karak, K. & Sen, B., C. (2015). Weight training and yoga on the adolescent school going students on their health related physical fitness. <i>International Journal of Physical Education, Sports and Health</i> , 1 (5), 54-58.
Vijayalakshmi, V. & Jayabal, T. (2014a). Impact of own body resistance exercises and plyometric training with yogic practices on explosive power, speed and agility development among adolescent school boys. <i>International Journal for Life Sciences and Educational Research</i> , 2 (1), 12-19.
Vijayalakshmi, V. & Jayabal, T. (2014b). Effects of combination of own body resistance exercises and plyometric training with yogic practices on cardio respiratory endurance, blood pressure and breath holding time among adolescent school boys. <i>International Journal for Life Sciences and Educational Research</i> , 2 (2), 30-35.

## 2.5 Literaturverzeichnisse relevanter Studien und Reviews

Bei der Literaturrecherche mittels PubMed und Google Scholar wurden außerdem die relevanten Reviews und Metaanalysen der vergangenen fünf Jahre gespeichert. Die Literaturverzeichnisse dieser Reviews und Metaanalysen, sowie auch die Literaturverzeichnisse der für die Arbeit verwendeten Studien wurden im Anschluss an die Recherche durchgesehen, um weitere Studien zu finden und die Literaturrecherche zu vervollständigen. Eine weitere relevante Studie wurde mittels dieser Suchmethode gefunden:

## Literaturverzeichnisse

**Tabelle 6. Relevante Studien aus Literaturverzeichnissen**

Santos, A., P., Marinho, D., A., Costa, A., M., Izquierdo, M. & Marques, M., C. (2012). The effects of concurrent resistance and endurance training follow a detraining period in elementary school students. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 26 (6), 1708-1716.

## 2.6 Überblick über die Auswahl der Studien

Die folgende Tabelle gibt einen Überblick über die ausgewählten Studien und ihre Ziele. Sie beschreibt die TeilnehmerInnen-Gruppen und die Outcome-Parameter und mit den dazugehörigen Messinstrumenten:

**Tabelle 7. Überblick über ausgewählte Studien**

Autor, Jahr	Ziel	Population	Messinstrumente	Outcome-Parameter
<b>Alves et al., 2016a</b>	Untersuchen der Auswirkungen von Kraft- und Ausdauertraining auf die Explosivkraft und die VO <sub>2</sub> max	128 Mädchen und Buben einer portugiesischen Schule im Alter von 10-11 Jahren	Digitale Waage Stadiometer Maßband  Kontaktmatte angeschlossen an einen Computer (elektronische Messung)  Fotozellen	Körpergewicht Körpergröße Weite im Medizinballwurf Weite im Standweitsprung Höhe im CMJ  Zeit im 20-m Sprint VO <sub>2</sub> max (20-m Shuttle-Run)
<b>Alves et al., 2016b</b>	Vergleichen der Effekte eines Krafttraining, eines kombinierten Kraft- und Ausdauertrainings in der gleichen Einheit und eines Kraft- und Ausdauertrainings in verschiedenen Einheiten	168 Mädchen und Buben einer portugiesischen Schule im Alter von 10-11 Jahren	Digitale Waage Stadiometer Maßband  Kontaktmatte angeschlossen an einen Computer (elektronische Messung)  Fotozellen	Körpergewicht Körpergröße Weite im Medizinballwurf Weite im Standweitsprung Höhe im CMJ  Zeit im 20-m Sprint VO <sub>2</sub> max (20-m Shuttle-Run)
<b>Eather et al., 2016</b>	Untersuchen der Auswirkungen des CrossFit™-Trainings auf die Gesundheit und Krafttrainingskompetenz von Kindern	96 Mädchen und Burschen einer Schule im Alter von 14-15 Jahren	Waage und Stadiometer	Körpergewicht und Körpergröße Bauchumfang BMI und BMI Z-Score Push-Up Test (Anzahl der Push-Ups) Curl-Up Test (Anzahl der Sit-Ups/Curls) 20-m Shuttle Run Test (Anzahl der gelaufenen Runden) Weite im Sit and Reach Test

			Griffkraft-Dynamometer Resistance Training Skills Battery	Weite im Standweitsprung Griffkraft Krafttrainings-Fertigkeit (Wert im Test der „Resistance Training Skills Battery“ <sup>4</sup> )
<b>Ingle et al., 2006</b>	Untersuchen der Effekte eines kombinierten Trainingsprogrammes aus Krafttraining und plyometrischem Training	54 Burschen einer Schule im Alter 11-12 Jahren	Hautfaltenmessung mit Caliperzange  Spezieller Radergometer  Maßband  Kontaktmatte angeschlossen an einen Computer (elektronische Messung)  Lichtschranken	Körperfettgehalt und Körpermagermasse  Anaerobe Leistungsfähigkeit (Spitzenkraft und Durchschnittskraft) beim Wingate Anaerobic Test  Weite im Standweitsprung Weite im Brustpass mit einem Basketball  Höhe im CMJ  Zeit im 40-m Sprint
<b>Kennedy et al., 2018</b>	Durchführen eines Krafttrainingsprogrammes in Schulen und Untersuchen der Auswirkungen auf die Kinder	607 Mädchen und Buben im Alter von 13-14 Jahren aus 16 verschiedenen Sekundarschulen	Waage und Stadiometer      Armband mit Beschleunigungsmesser	Körpergewicht und Körpergröße BMI und BMI Z-Score  Kraft des Oberkörpers (Push Up Test – Anzahl der Wiederholungen) und des Unterkörpers (Weite im Standweitsprung)  Körperliche Aktivität
<b>Lloyd et al., 2016</b>	Vergleich der Auswirkungen drei verschiedener Trainingsprogramme (traditionelles Krafttraining, plyometrisches Training und eine Kombination daraus) auf Kinder zwei verschiedener Altersgruppen (pre-PHV <sup>5</sup> und post-PHV)	80 Burschen einer Sekundarschule im Vereinigten Königreich im Alter von 12-13 Jahren (pre-PHV) und 16 Jahren (post-PHV)	Waage und Stadiometer  Mobile Kontaktmatte  Lichtschranken	Körpergewicht und Körpergröße im Stehen und Sitzen  Höhe im Squat Jump Reactive Strength Index mittels „5-maximal Rebound Test“  20-m Sprintzeit mit fliegendem Start
<b>Lubans et al., 2010</b>	Vergleich der Auswirkungen zwei verschiedener Krafttrainingsprogramme (Krafttraining mit freien Gewichten und Krafttraining mit Therabändern)	108 Mädchen und Buben einer Schule im Alter von 14-15 Jahren	Waage und Stadiometer  Bioimpedanzanalyse	Körpergewicht und Körpergröße (Berechnung des BMI)  Bauchumfang Körperfettanteil und Körpermagermasse  Kraft des Oberkörpers (1-RM im Bankdrücken) und des Unterkörpers (1-RM in der Beinpresse)
<b>Marta et al., 2013</b>	Vergleich der Auswirkungen zwei verschiedener Trainingsprogramme	125 Mädchen und Buben einer portugiesischen Schule im Alter von 10-11 Jahren	Waage und Stadiometer	Körpergewicht und Körpergröße  Höhe im CMJ

<sup>4</sup> Beschrieben in der Studie von Lubans et al., 2014

<sup>5</sup> Unter „Peak Height Velocity“ versteht man die Phase des schnellsten Wachstums eines Kindes. Pre-PHV bedeutet demnach die Phase vor diesem Zeitpunkt und mit Post-PHV meint man die Phase danach. (vgl. Lloyd et al., 2016)

	(Krafttraining und Kombination aus Krafttraining und Ausdauertraining)		Kontaktmatte angeschlossen an einen Computer (elektronische Messung)  Fotозellen 20-m Shuttle Run + Gleichung von Leger zur Berechnung der VO <sub>2</sub> max	Weite im Standweitsprung  Weite im 1-Kg- und 3-Kg-Medizinballwurf Zeit im 20-m Sprint VO <sub>2</sub> max (20-m Shuttle Run)
<b>Marta et al., 2014</b>	Analyse des Einflusses der biologischen Reife auf die Auswirkungen von Kraft- und Ausdauertraining auf Kinder	125 Mädchen und Buben einer portugiesischen Schule im Alter von 10-11 Jahren	Waage und Stadiometer  Tanner Skala  Kontaktmatte angeschlossen an einen Computer (elektronische Messung)  Fotозellen	Körpergewicht und Körpergröße  Reifestadium Weite im 1-Kg- und 3-Kg-Medizinballwurf Weite im Standweitsprung Höhe im CMJ  Zeit im 20-m Sprint VO <sub>2</sub> max (20-m Shuttle Run)
<b>Marta et al., 2019</b>	Untersuchen der Auswirkungen eines traditionellen Krafttrainings und eines Suspension-Trainings	57 Buben einer portugiesischen Schule im Alter von 10-11 Jahren	Waage und Stadiometer  Kontaktmatte angeschlossen an einen Computer (elektronische Messung)  Fotозellen	Körpergewicht und Körpergröße Höhe im CMJ  Weite im Standweitsprung Weite im 1-Kg- und 3-Kg-Medizinballwurf  Zeit im 20-m Sprint
<b>Meinhardt et al., 2013</b>	Untersuchen der Auswirkungen des Krafttrainings für Kinder allgemein und Analyse der Auswirkungen des Krafttrainings auf die Bewegungsbereitschaft im Alltag	102 Mädchen und Buben einer Sekundarschule in der Schweiz im Alter von 10-14 Jahren	Waage und Stadiometer  Beschleunigungsmesser (am Körper fixiert) Dual-Röntgen-Absorptiometrie (DXA)  Tanner-Stadien  Röntgenbilder an der linken Hand und am Handgelenk	Körpergewicht und Körpergröße Physical Activity Energy Expenditure (PAEE) Körpermagermasse, Körperfettmasse  Maximalkraft des Unterkörpers (Beinpresse) und Oberkörpers (Multipresse)  Biologische Reife Skelettreife
<b>Mishra et al., 2015</b>	Vergleich der Auswirkungen eines Krafttrainingsprogrammes mit einem Yoga-Programm	150 Mädchen und Buben im Alter von 13-15 Jahren		Kraft der Bauchmuskeln (Sit-Up Test) Beweglichkeit (Sit and Reach Test) Ausdauer (1-Meile-Lauf) Körperfettanteil

			Hautfaltenmessung mit Caliperzange	
<b>Santos et al., 2011</b>	Vergleichen der Auswirkungen eines Krafttrainingsprogrammes und eines kombinierten Trainingsprogrammes aus Kraft- und Ausdauertraining	67 Mädchen einer portugiesischen Schule im Alter von 12-14 Jahren	Stadiometer Tanita Body Composition Analyzer  Kontaktmatte angeschlossen an einen Computer (elektronische Messung)  Brower Timing System	Körpergröße Körpergewicht und Körperfettgehalt Weite im Überkopf-Medizinballwurf (1-Kg und 3-Kg) Höhe im CMJ  Weite im Standweitsprung Zeit im 20-m-Sprint
<b>Santos et al., 2012</b>	Vergleichen der Auswirkungen eines Krafttrainingsprogrammes und eines kombinierten Trainingsprogrammes aus Kraft- und Ausdauertraining sowie Analyse der Effekte nach einer Detrainingphase	42 Buben einer portugiesischen Schule im Alter von 12-14 Jahren	Siehe Santos et al., 2011	Siehe Santos et al., 2011
<b>Tsolakis et al., 2004</b>	Untersuchen der Effekte eines Krafttrainingsprogrammes und der Auswirkungen eines anschließenden Detrainings	19 Buben im Alter von 11-13 Jahren	Waage und Stadiometer  Hautfaltenmessung mit Caliperzange  Dynamometer  Bluttest	Körpergewicht und Körpergröße Körperfettanteil Isokinetische Kraft Isotonische Kraft (10-RM in der Ellbow-Flexion) Freier Androgenindex (FAI)
<b>Vijayalakshmi et al., 2014a</b>	Untersuchen der Auswirkungen eines kombinierten Krafttrainings aus Körpergewichtsübungen, plyometrischen Übungen und Yoga-Übungen	40 Burschen einer indischen Sekundarschule im Alter von 13-15 Jahren		Explosivkraft (CMJ) Zeit im 50-m Sprint Agilität (10-m-Shuttle-Run)
<b>Vijayalakshmi et al., 2014b</b>	Vergleich der Auswirkungen eines kombinierten Trainingsprogramms aus Körpergewichtsübungen, plyometrischen Übungen und Yoga-Übungen mit einem Trainingsprogramm bestehend aus Körpergewichtsübungen und plyometrischen Übungen	60 Burschen einer indischen Sekundarschule im Alter von 13-15 Jahren	Blutdruckmessgerät und Stethoskop  Stoppuhr	Ausdauer (Zeit im 1-Meile-Lauf) Blutdruck Atemanhaltezeit
<b>Yu et al., 2016</b>	Untersuchen der Auswirkungen eines Krafttrainingsprogrammes auf die Gesundheit des Herzkreislaufsystems	38 Mädchen und Buben einer Sekundarschule in Hong Kong im Alter von 11-13 Jahren	Waage und Stadiometer  Bioelektrische Impedanzanalyse Tanner-Stadien  Bluttest Laufband	Körpergewicht und Körpergröße Körperfettanteil Biologische Reife Endotheliale Funktion der Oberarmarterie VO <sub>2</sub> max Blutdruck Herzfrequenz

## 2.7 Überblick Literaturrecherche

Die folgende Abbildung gibt einen Überblick über den Suchverlauf, bis zur Identifikation der relevanten Studien:

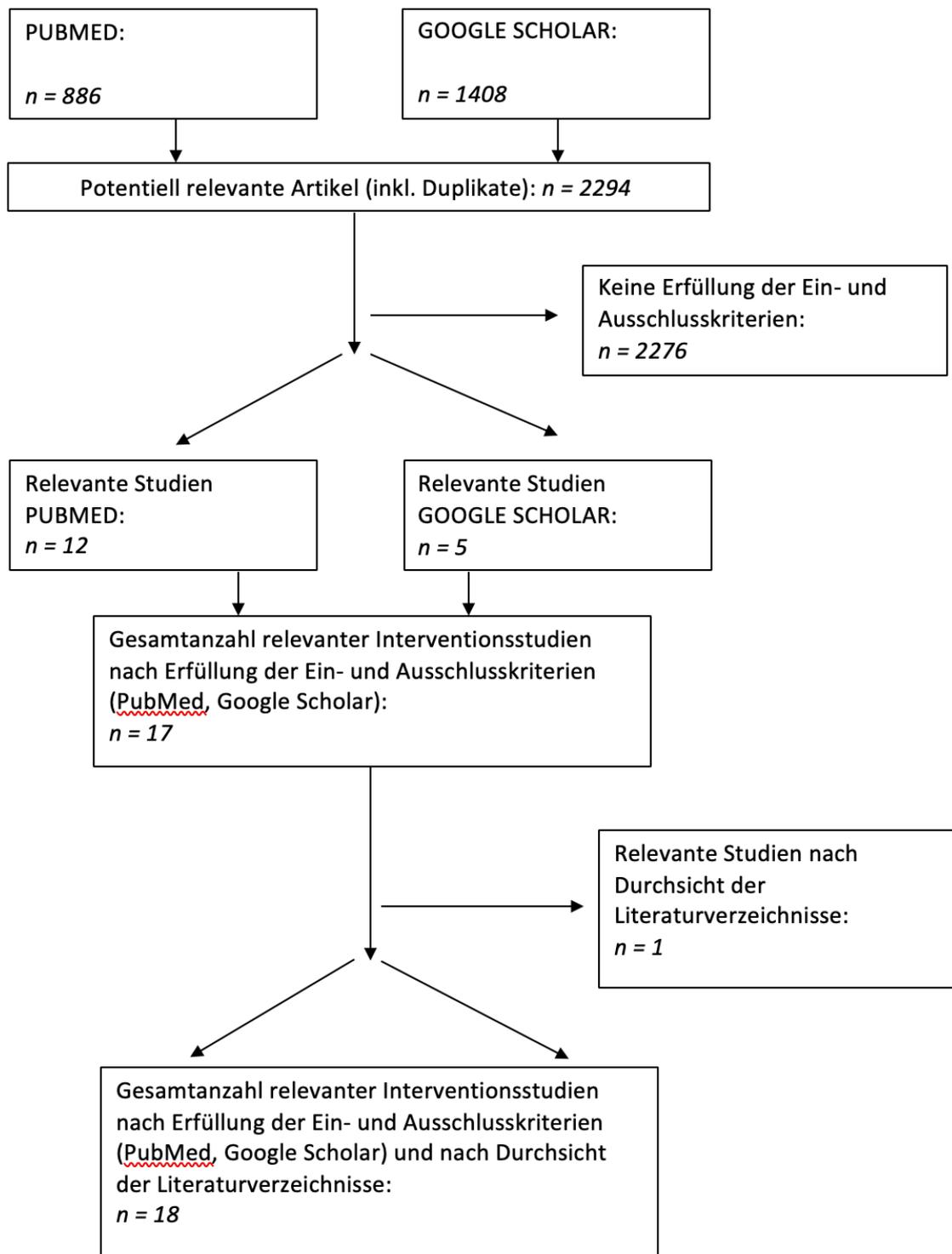


Abbildung 1 Überblick Literaturrecherche

### 3. Biologische Entwicklungsstadien

#### 3.1 Überblick über die Entwicklungsstadien von Kindern und Jugendlichen

Beim Krafttraining mit Kindern und Jugendlichen ist es notwendig, die Merkmale und Anforderungen des jeweiligen Entwicklungsstadiums zu beachten, um das Training daran anpassen und passend gestalten zu können (vgl. Weineck, 2010).

Die folgende Tabelle schafft einen Überblick über die biologischen Entwicklungsstadien von Menschen allgemein.

Tabelle 8. Motorische Entwicklungsabschnitte des Menschen (Conzelmann, 2007)

Phasenbezeichnung	Charakterisierung	Altersspanne
Säuglingsalter	Phase der ungerichteten Massenbewegungen	Geburt bis 3. Lebensmonat
	Phase der Aneignung erster koordinierter Bewegungen	4. Lebensmonat bis 1. Lebensjahr
Kleinkindalter	Phase der Aneignung vielfältiger Bewegungsformen	1. bis 3. Lebensjahr
Vorschulalter	Phase der Vervollkommnung vielfältiger Bewegungsformen	4. bis 7. Lebensjahr
Frühes Schulkindalter	Phase schneller Fortschritte in der motorischen Lernfähigkeit	7. bis 10. Lebensjahr
Spätes Schulkindalter	Phase der besten motorischen Lernfähigkeit in der Kindheit	Mädchen 10./11. – 11./12. Lebensjahr Jungen 10./11. – 12./13. Lebensjahr
<b>Erste Phase der Reifungszeit (Pubeszenz)</b>	<b>Phase der Umstrukturierung von motorischen Fähigkeiten und Fertigkeiten</b>	<b>Mädchen 11. - 12./13. Lebensjahr</b> <b>Jungen 12./13. – 14./15. Lebensjahr</b>
Zweite Phase der Reifungszeit (Adoleszenz)	Phase der sich ausprägenden geschlechtsspezifischen Differenzierung, der fortschreitenden Individualisierung und der zunehmenden Stabilisierung	Mädchen 13. - 16./17. Lebensjahr Jungen 14./15. – 18./19. Lebensjahr
Frühes Erwachsenenalter	Jahre der relativen Erhaltung der motorischen Leistungsfähigkeit	Etwa 18/20 bis 30/35 Jahre

Mittleres Erwachsenenalter	Jahre der allmählichen motorischen Leistungsminderung	Etwa 30/35 bis 45/50 Jahre
Spätes Erwachsenenalter	Jahre der verstärkten motorischen Leistungsminderung	Etwa 45/50 bis 65/70 Jahre
Spätes Erwachsenen- und Greisenalter	Jahre der ausgeprägten motorischen Involution	65/70 Jahre und älter

### 3.2 Merkmale der Pubeszenz

Da sich diese Arbeit vor allem auf Kinder in der Pubeszenz bezieht, wird diese Phase nun genauer beschrieben. Die Pubertät besteht aus zwei Phasen, der Pubeszenz (= erste puberale Phase oder erste Phase der Reifungszeit) und der Adoleszenz (= zweite puberale Phase oder zweite Phase der Reifungszeit). Betrachtet man die Tabelle 8, erkennt man, dass die Übergänge zwischen dem späten Schulkindalter und der Pubeszenz bzw. auch zwischen der Pubeszenz und der Adoleszenz fließend sind. Die Pubeszenz tritt bei Mädchen etwa im 11. Lebensjahr ein, bei Burschen erst ein bis zwei Jahre später, im 12. oder 13. Lebensjahr (vgl. Weineck, 2010).

Die Phase der Pubeszenz ist von körperlichen Veränderungen gekennzeichnet. Ein besonders großer Längenwachstumsschub, den viele Kinder und Jugendliche in dieser Phase erfahren, führt zur Disharmonie der Körperproportionen. Dadurch entsteht ein ungünstiges Verhältnis zwischen dem Leistungspotential der Muskulatur und der Belastbarkeit des passiven Bewegungsapparates. Das heißt, Kinder und Jugendliche in der Pubeszenz weisen in der Regel eine erhöhte Trainierbarkeit der Muskulatur auf, können diese aber nicht vollständig ausnutzen, da ihre mechanische Belastbarkeit verringert ist und Fehlbelastungen bzw. Verletzungen auftreten können. Das Wachstumshormon und das Sexualhormon wirken auf den Wachstumsknorpel und verursachen morphologische und funktionelle Veränderungen, welche zu dieser Verringerung der mechanischen Belastbarkeit führen. Kinder und Jugendliche in diesem Alter sind deshalb besonders anfällig für Fehlbelastungen bzw. einseitige Belastungen, besonders im Bereich der Wirbelsäule. Deshalb ist es bei der Planung von Krafttraining mit Kindern in der Pubeszenz von besonderer Bedeutung, diese körperlichen Veränderungen zu beachten und das Training bzw. die Übungen entsprechend zu gestalten (vgl. Weineck, 2010).

Außerdem weisen viele Kinder und Jugendliche in dieser Phase einen zu geringen Knochenmineralgehalt auf. Auch darauf muss unbedingt im Training Rücksicht genommen werden. Kinder und Jugendliche mit einem niedrigen Knochenmineralgehalt dürfen im Training nicht zu stark belastet werden. Weineck (2010) weist darauf hin, dass das Training mit Kindern und Jugendlichen in dieser Altersgruppe so gestaltet werden soll, dass eine strenge Belastungsprogression und ausreichende Erholungszeiten gegeben sein müssen. Des Weiteren betont er, schlecht steuerbare Partnerübungen und hohe Axialbelastungen zu unterlassen, da diese Übungen das Verletzungsrisiko steigern bzw. zu Fehlbelastungen führen können (vgl. Weineck, 2010).

Ein weiteres wichtiges Merkmal der Pubeszenz ist eine besonders hohe Trainierbarkeit der Extremitäten. Deshalb sollte ein Sprung- und Schusskrafttraining unbedingt ins Training eingebaut werden (vgl. Weineck, 2010).

Welche Auswirkungen welche Formen des Krafttrainings auf die Gesundheit und Leistungsfähigkeit von Kindern und Jugendlichen in der Pubeszenz haben kann und welche Prinzipien bei der Planung eines Krafttrainings in Bezug auf die körperlichen Merkmale dieser Phase beachtet werden müssen, wird im Kapitel 5 genau dargestellt.

## 4. Ergebnisdarstellung der Kernstudien (aktueller Stand der Forschung)

### 4.1 Auswirkungen des Krafttrainings auf die Gesundheit und Leistungsfähigkeit von Kindern in der Pubeszenz

#### 4.1.1 Auswirkungen des Krafttrainings auf anthropometrische Werte und Werte der Körperzusammensetzung

Die folgende Tabelle gibt einen Überblick über die Trainingsmethoden der einzelnen Studien sowie deren Auswirkungen in den Punkten Körperzusammensetzung und BMI:

**Tabelle 9. Überblick über die Trainingsmethoden sowie deren Auswirkungen auf anthropometrische Werte und Werte der Körperzusammensetzung**

Studie	Trainingsmethode	Auswirkungen
Alves et al., 2016a	Hypertrophietraining <sup>6</sup> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 5 Übungen, 2-3 Sätze pro Übung, ca. 8 WH pro Satz</li> <li>- 20-m Shuttle Run zusätzlich für kombinierte Gruppe aus Kraft- und Ausdauertraining</li> <li>- 8 Wochen Intervention</li> </ul>	Keine Analyse der anthropometrischen Werte und der Werte der Körperzusammensetzung nach dem post-Test
Alves et al., 2016b	Hypertrophietraining <ul style="list-style-type: none"> <li>- 5 Übungen, 2-3 Sätze pro Übung, ca. 8 WH pro Satz</li> <li>- 20-m Shuttle Run zusätzlich für kombinierte Gruppe aus Kraft- und Ausdauertraining</li> <li>- 8 Wochen Intervention</li> </ul>	Keine Analyse der anthropometrischen Werte und der Werte der Körperzusammensetzung nach dem post-Test
Eather et al., 2016	Kraftausdauertraining (Crossfit™) – hochintensives Intervalltraining <ul style="list-style-type: none"> <li>- 8 Wochen Intervention</li> </ul>	Mädchen: signifikante Senkung des Bauchumfanges, des BMIs und des z-Wertes des BMIs Burschen: Senkung des BMIs und des z-Wertes des BMIs

<sup>6</sup> Die Trainingsmethode zur Vergrößerung des Muskelquerschnitts, also zur Vergrößerung der Muskelmasse, wird auch als *Hypertrophietraining* bezeichnet. Bei dieser Methode werden submaximale Lasten, d. h. Lasten, die etwa 60-85% des 1-RM (one repetition-maximum) entsprechen, bis zur Erschöpfung bewegt. Nach etwa sechs bis zwölf Wiederholungen tritt die Erschöpfung in der Regel ein. Je nach Trainingszustand absolviert man drei bis sechs Sätze mit Pausen zwischen zwei und drei Minuten zwischen den einzelnen Sätzen. (vgl. Olivier et al., 2008)

Ingle et al., 2006	<p>Hypertrophietraining</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 8 Übungen, 2-3 Sätze pro Übung, ca. 8-12 WH pro Satz (mehr WH mit weniger Gewicht im 1. Satz, Steigerung des Gewichts und Abnahme der WH-Zahl alle vier Wochen), 1 min Pause zwischen den Sätzen</li> <li>- 12 Wochen Intervention</li> </ul>	<p>Änderungen in der Trainingsgruppe:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Absenkung des Körperfettgehalts (leichter Anstieg in der Detrainingphase)</li> <li>- Ganz leichter Anstieg der fettfreien Körpermasse (Kontrollgruppe: leichter Anstieg des Körperfettgehalts, des Körpergewichts und der fettfreien Körpermasse)</li> </ul>
Kennedy et al, 2018	<p>Kraftausdauertraining<sup>7</sup> – hochintensives Intervalltraining</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 10 Wochen Intervention</li> </ul>	Keine Veränderungen im BMI und z-Wert des BMIs
Lloyd et al., 2016	<p>Hypertrophietraining</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 4 Übungen, 3 Sätze pro Übung, 10 WH pro Satz</li> </ul>	Keine Analyse der anthropometrischen Werte und der Werte der Körperzusammensetzung nach dem post-Test
Lubans et al., 2010	<p>Hypertrophietraining</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 10 Übungen, 2 Sätze pro Übung, 8-10 WH, 60-90 Sekunden Pause zwischen den Sätzen</li> <li>- 8 Wochen Intervention</li> </ul>	<p>Keine signifikanten Veränderungen im Bauchumfang und im BMI, Verringerung der Körperfettmasse in beiden Trainingsgruppen (Steigung in der Kontrollgruppe), Steigung der fettfreien Körpermasse in beiden Trainingsgruppen</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Mädchen: Senkung des Körperfetts, Senkung des BMI</li> <li>- Burschen: Senkung des Körperfetts, keine Senkung des BMI,</li> </ul>

<sup>7</sup> Von einem Training der Kraftausdauer spricht man dann, wenn eine möglichst hohe Anzahl an intensiven Belastungen (mehr als 30% der Maximalkraft) im Zeitraum zwischen 15 Sekunden und 2 Minuten absolviert werden kann. Beim Training der Kraftausdauer werden Lasten von mindestens 30% des 1-RM, optimal sind 50-60% des 1-RM, 25-40 Mal bewegt. (vgl. Friedmann, 2009 & Weineck, 2010).

		Steigung der fettfreien Masse
Marta et al., 2013 & Marta et al., 2014	Hypertrophietraining <ul style="list-style-type: none"> <li>- 2-6 Sätze (je nach Übung), 5-8 WH pro Satz</li> <li>- 20-m Shuttle Run zusätzlich für kombinierte Gruppe aus Kraft- und Ausdauertraining</li> <li>- 8 Wochen Intervention</li> </ul>	Keine Analyse der anthropometrischen Werte und der Werte der Körperzusammensetzung nach dem post-Test
Marta et al., 2019	Hypertrophietraining <ul style="list-style-type: none"> <li>- 2-6 Sätze (je nach Übung), 5-8 WH pro Satz</li> <li>- 7 Übungen in der Krafttrainingsgruppe</li> <li>- 7 Übungen in der Suspension-Trainingsgruppe</li> <li>- 8 Wochen Intervention</li> </ul>	Keine Analyse der anthropometrischen Werte und der Werte der Körperzusammensetzung nach dem post-Test
Meinhardt et al., 2013	Hypertrophietraining <ul style="list-style-type: none"> <li>- 7 Übungen, 2 Sätze pro Übung, bis zu 15 WH, 2-3 Minuten Pause zwischen den Sätzen</li> <li>- 19 Wochen Intervention</li> </ul>	Burschen: Steigerung der Körpermagermasse, keine Veränderung der Körperfettmasse Mädchen: Trainingsgruppe – leichte Verringerung der Körpermagermasse Kontrollgruppe – leichte Steigerung der fettfreien Masse, signifikante Steigerung der Fettmasse in der Trainingsgruppe im Vergleich zur Kontrollgruppe
Mishra et al., 2015	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 6 Wochen Krafttraining in der Krafttrainingsgruppe</li> <li>- 6 Wochen Yoga-Training in der Yoga-Gruppe</li> </ul>	Signifikante Senkung des Körperfettgehalts in beiden Trainingsgruppen (kein signifikanter Unterschied zwischen den Gruppen), kaum Änderungen in der Kontrollgruppe
Santos et al., 2011	Hypertrophietraining <ul style="list-style-type: none"> <li>- 2-6 Sätze (je nach Übung), 5-8 WH pro Satz</li> </ul>	Beide Trainingsgruppen: signifikante Senkung des Körperfettgehalts (kein Unterschied zwischen den

	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 7 Übungen in der Krafttrainingsgruppe</li> <li>- 7 Übungen + 20-m Shuttle Run in der kombinierten Kraft-/Ausdauergruppe</li> <li>- 8 Wochen Intervention</li> </ul>	Gruppen), keine signifikante Veränderung des BMI
Santos et al., 2012	<p>Hypertrophietraining</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 2-6 Sätze (je nach Übung), 5-8 WH pro Satz</li> <li>- 7 Übungen in der Krafttrainingsgruppe</li> <li>- 7 Übungen + 20-m Shuttle Run in der kombinierten Kraft-/Ausdauergruppe</li> <li>- 8 Wochen Intervention</li> </ul>	<p>Beide Trainingsgruppen: signifikante Senkung des Körperfettgehalts (kein Unterschied zwischen den Gruppen)</p> <p>Keine signifikanten Änderungen im BMI in der Kontrollgruppe und kombinierten Trainingsgruppe</p> <p>Signifikante Steigerung der Körpergröße in der Krafttrainingsgruppe und somit signifikante Senkung des BMI</p>
Tsolakis et al., 2004	<p>Hypertrophietraining</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 6 Übungen</li> <li>- 3 Sätze, 10 WH pro Satz</li> <li>- 2 Monate Intervention</li> </ul>	Keine Analyse der anthropometrischen Werte und der Werte der Körperzusammensetzung nach dem post-Test
Vijayalakshmi et al., 2014a und Vijayalakshmi et al., 2014b	<p>Hypertrophietraining</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Körpergewichtsübungen: 2-3 Sätze, 8-10 WH pro Satz, 8 Übungen</li> <li>- Plyometrische Übungen: 1-2 Sätze, 8-10 WH pro Satz, 8 Übungen</li> <li>- 8 Yoga Übungen</li> </ul>	Keine Analyse der anthropometrischen Werte und der Werte der Körperzusammensetzung nach dem post-Test
Yu, 2016	<p>Mischung aus Hypertrophietraining und Kraftausdauertraining</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 12 Übungen, 3 Sätze pro Übung, maximal 12 WH, 16 Sekunden Pause zwischen den Sätzen</li> <li>- 10 Wochen Intervention</li> </ul>	Keine Veränderung im BMI und im Körperfettanteil

Betrachtet man die Auswirkungen des Krafttrainings in den verschiedenen Studien, so kann man, in Bezug auf die anthropometrischen Werte und die Werte der Körperzusammensetzung, unterschiedliche Ergebnisse erkennen.

#### **4.1.1.1 BMI & Bauchumfang**

Die einzige signifikante Verringerung des BMI, des z-Wertes des BMI und des Bauchumfanges, welche höchstwahrscheinlich aufgrund des Trainingsprogrammes auftrat, fand in der Trainingsgruppe der Studie von Eather et al. (2016) statt. In der Studie von Santos et al., 2012, welche eine Krafttrainingsgruppe, eine kombinierte Gruppe aus Krafttraining und Ausdauertraining und eine Kontrollgruppe miteinander verglich, stellte man eine signifikante Senkung des BMI ausschließlich in der Krafttrainingsgruppe fest. Zusätzlich erwähnt wurde jedoch eine signifikante Steigerung der Körpergröße in dieser Gruppe, woraus die signifikante Senkung des BMIs resultieren könnte.

In der Untersuchung von Lubans et al. (2010) konnte insgesamt, beide Geschlechter gemeinsam betrachtet, keine signifikante Veränderung des BMI festgestellt werden. Werden die Geschlechter jedoch getrennt analysiert, so stellte sich heraus, dass bei den Mädchen sehr wohl eine Verbesserung des BMI, jedoch nicht signifikant, vorzufinden war, bei den Burschen hingegen nicht. Warum sich der BMI bei Lubans et al. (2010) ausschließlich beim weiblichen Geschlecht verbesserte, konnte in der Studie nicht geklärt werden. Beide Geschlechter konnten durch das Trainingsprogramm ihr Körperfett verringern. Bei den Mädchen verringerte sich zusätzlich der BMI, da die Körpermagermasse gleich blieb. Bei den Burschen hingegen stieg die Körpermagermasse an, wodurch sich der BMI nicht veränderte. Dadurch, dass beide Geschlechter einen ähnlich großen Kraftzuwachs erfuhren, ist unklar, warum es unterschiedliche Ergebnisse im BMI zwischen den Geschlechtern gibt. Die Unterschiede sind allerdings nur sehr gering. (vgl. Lubans et al., 2010)

In allen anderen Studien, in denen der BMI ermittelt wurde (Kennedy et al., 2018; Santos et al., 2011 & Yu et al., 2016), kam es zu keinen Veränderungen.

Der Bauchumfang wurde lediglich bei Eather et al., (2016) und Lubans et al. (2010) gemessen. Zu einer signifikanten Verringerung des Bauchumfanges kam es bei Eather et al. (2016), wobei Lubans et al. (2010) keine signifikanten Änderungen festhalten konnten.

*Vergleich Eather et al. (2016) und Kennedy et al. (2018):*

Die größten Verbesserungen des BMIs und des Bauchumfanges gab es bei Eather et al. (2016). Sie sind der Meinung, dass die Kombination aus verschiedenen hochintensiven Übungen (CrossFit™), die auf Verbesserungen mehrerer Fitnesskomponenten des Körperkerns zielen, diese positiven Effekte auf die Körperzusammensetzung, vor allem der Mädchen, bewirkt. (vgl. Eather et al., 2016)

Hochintensives Kraftausdauertraining fand jedoch auch bei Kennedy et al. (2018) statt, jedoch konnten keine Veränderungen im BMI und in Körperrumfangen aufgezeichnet werden. Kennedy et al. (2018) erklärten, dass eine Steigerung der Muskelkraft in einem Anstieg der Körpermagermasse und einer Senkung der Körperfettmasse resultieren. Deshalb würde es keine Veränderungen im BMI geben. Die alleinige Messung des BMI lässt weiters keine Schlüsse auf die Körperzusammensetzung (Anteil der Fettmasse und fettfreien Masse des Körpers) zu. Dafür benötigt man genauere Messungen, mittels Dual-Röntgen-Absorptiometrie beispielsweise. (vgl. Kennedy et al., 2018)

#### **4.1.1.2 Körperzusammensetzung – Körperfettgehalt, fettfreie Körpermasse, Körperfettmasse**

In der Körperzusammensetzung konnten folgende Effekte ermittelt werden:

Neben Eather et al. (2016) wurden Verbesserungen in der Körperzusammensetzung auch bei Ingle et al. (2006), Lubans et al. (2010), Meinhardt et al. (2013), Mishra et al. (2015), Santos et al. (2011) und Santos et al. (2012) festgestellt.

Bei Ingle et al. (2006) schaffte die Trainingsgruppe eine bedeutsame Senkung des Körperfettgehalts, wobei dieser Wert in der Detraining-Phase nur um 1% wieder zunahm. In der Kontrollgruppe hingegen stieg der Körperfettgehalt über die gesamte Phase der Intervention und des Detrainings leicht an. Vergleicht man die Testung am Beginn mit der Testung nach der Detraining-Phase, verringerte sich der Körperfettgehalt in der Trainingsgruppe ein wenig, wobei er in der Kontrollgruppe leicht anstieg. Die Körpermagermasse erfuhr in der Trainingsgruppe während der Trainingsphase einen leichten Anstieg, welcher in der Detraining-Phase wieder das Ausgangsniveau erreichte. Dieser Wert stieg in der Kontrollgruppe, ähnlich wie der Körperfettgehalt, in der Trainings- & Detraining-Phase leicht an. Kleine Unterschiede in den Werten der Körperzusammensetzung zwischen den beiden Gruppen wurden zwar erhoben, jedoch gab

es in keinem der Werte signifikante Unterschiede zwischen den Gruppen. (vgl. Ingle et al., 2006)

Bei Lubans et al. (2010) konnten beide Trainingsgruppen ihre Körperfettmasse verringern und ihre Körpermagermasse erhöhen. Wie oben schon erwähnt, erfolgte die Senkung der Körperfettmasse bei beiden Geschlechtern, wobei die Burschen ihre Körpermagermasse zugleich steigern konnten und diese bei den Mädchen gleichblieb. Deshalb verringerte sich der BMI ausschließlich bei den Mädchen. (vgl. Lubans et al. 2010)

Ein interessantes Ergebnis diesbezüglich erhielten Meinhardt et al. (2013). Burschen konnten ihre Körpermagermasse etwas steigern und erfuhren keine Veränderung in der Körperfettmasse. Bei den Mädchen war das umgekehrt. Die Trainingsgruppe verringerte ihre Körpermagermasse, welche in der Kontrollgruppe anstieg. Überraschenderweise kam es zu einer signifikanten Steigerung der Körperfettmasse in der Trainingsgruppe im Vergleich zur Kontrollgruppe. Meinhardt et al. (2013) führten an, dass bei Mädchen in der Pubertät die Körperfettmasse mit einer Rate von 1,14 Kg pro Jahr steigt. Die Unterschiede zwischen der Trainings- und der Kontrollgruppe bei den Mädchen könnten daraus resultieren, dass die Mädchen der Kontrollgruppe näher an der Spitze des pubertären Wachstumsschubes waren und schneller wuchsen. Deshalb stieg ihre Körpermagermasse an, während sich diese in der Trainingsgruppe verringerte. (vgl. Meinhardt et al., 2013)

Mishra et al. (2015) verzeichneten eine signifikante Senkung des Körperfettgehalts in beiden Trainingsgruppen (Krafttrainingsgruppe und Yoga-Gruppe), im Vergleich zur Kontrollgruppe. Vergleicht man beide Gruppen miteinander, erreichte die Yoga-Gruppe einen signifikant geringeren Wert als die Krafttrainingsgruppe. Leider wurden in dieser Studie weder die beiden Trainingsprogramme der beiden Trainingsgruppen genau beschrieben, noch die Ergebnisse analysiert. Die Quelle der Studie wirkt jedoch vertrauensvoll, sodass die Studie in der Auswertung erwähnt wird. Die Ergebnisse dieser Studie wurden zwar deutlich angeführt, jedoch sollten sie mit Vorsicht betrachtet werden, da nicht klar ist, welche Trainingsprogramme zu diesen Ergebnissen führten. Es wurde lediglich angeführt, dass es sich um ein sechs Wochen langes Krafttraining in der Krafttrainingsgruppe und um ein sechs Wochen langes Yoga-Training in der Yoga-Gruppe handelt. Über die Intensitäten dieser Trainingsprogramme weiß man deshalb nicht Bescheid. (vgl. Mishra et al., 2015)

Bei Santos et al. 2011 und Santos et al. 2012 erreichte sowohl die Krafttrainingsgruppe als auch die kombinierte Gruppe aus Kraft- und Ausdauertraining eine signifikante Senkung des Körperfettgehalts. (vgl. Santos et al., 2011 & Santos et al., 2012)

Untersucht man die Ergebnisse genauer, fällt es schwer, eine Verbindung zwischen der Trainingsintensität bzw. der Trainingsmethode und den Auswirkungen auf die anthropometrischen Werte und die Werte der Körperzusammensetzung herzustellen. Die einzig signifikante Verbesserung im BMI und im Bauchumfang gab es in der Studie von Eather et al. (2016). Die Trainingsgruppe führte hochintensives Intervalltraining (CrossFit™) mit vielen Wiederholungen und wenig Pausen durch. Es handelt sich dabei um ein Kraftausdauertraining mit sehr hoher Intensität. Man kann nun daraus schließen, dass hochintensives Kraftausdauertraining eine Senkung des BMI und eine Verringerung des Bauchumfanges bewirkt. Was man aber nicht außer Acht lassen darf, ist, dass es weitere Faktoren gibt, die hier miteinwirken können. Auf jeden Fall kann man aus dieser Studie schließen, dass CrossFit™-Training ein sehr effektives Training ist, um den BMI, den Bauchumfang und die Ausdauer zu verbessern. Weiters lässt es sich im Schulunterricht leicht umsetzen, da die Dauer und der Materialaufwand im Vergleich zu anderen Trainingsmethoden ziemlich gering sind. Wichtig ist, dass die Übungsausführung korrekt ist, bevor eine Übung in ein Workout miteinbezogen wird. So konnten Eather et al. (2016) Verletzungen verhindern und für große Zufriedenheit bei den Teilnehmerinnen und Teilnehmern sorgen. (vgl. Eather et al., 2016)

Es tritt nun die Frage auf, warum Kennedy et al. (2018) mit einem ebenfalls hochintensiven Kraftausdauertraining nicht dieselben Effekte im BMI erzielen konnten. Beide Autoren gestalteten die Trainingseinheiten ähnlich:

Eather et al. (2016):

- Aufwärmen
- Techniktraining verschiedener Übungen
- Workout: meistens „AMRAP“ → Bei einem „AMRAP“ („As many rounds as possible“) Workout werden so viele Runden bestimmter Übungen wie möglich in einer Zeitvorgabe (z. B. 10 Minuten) durchgeführt. Beispielsweise lautet die Aufgabe 10 Kniebeugen, 10 Deadlifts und 10 Burpees. Schafft man die 10 WH aller

Übungen, so hat man eine Runde absolviert. Ziel ist es, mit möglichst wenig Pausen in einer bestimmten Zeit so viele Runden wie möglich zu schaffen.

- Cool-Down

(vgl. Eather et al., 2016)

Kennedy et al. (2018):

- Aufwärmen
- Techniktraining verschiedener Übungen
- Workout: 6 Übungen (Mountain Climbers, Kniebeugen, Langhantelrudern, Bankdrücken, 20m Shuttle Run, Bizeps Curls) – AMRAP, 7 Minuten
- Auswahl der Teilnehmerinnen und Teilnehmer aus Sportspiel, Boxen, Cardio-Zirkel, Yoga oder Pilates
- Cool-Down

(vgl. Kennedy et al., 2018)

Beide Trainingsprogramme folgen demselben Schema, unterscheiden sich aber dennoch in ein paar Punkten. Das Trainingsprogramm von Kennedy et al. (2018) dauert länger, da es aus zwei Hauptteilen (Workout und Wahl des zweiten Teils) besteht. Die Dauer und Intensität des Workouts ist jedoch bei Eather et al. (2016) größer. Kennedy et al. (2018) führten immer dieselben 6 Übungen durch, immer 7 Minuten lang. Bei Eather et al. (2016) änderten sich die Übungen immer und auch die Zeitvorgaben waren unterschiedlich. Workouts wurden bei ihnen meistens mit einem Zeitlimit von 10 – 20 Minuten begrenzt. Möglicherweise resultieren die unterschiedlichen Ergebnisse im BMI daraus, dass die Intensität unterschiedlich groß war und bei Eather et al. (2016) immer wieder andere Übungen in das Workout miteinbezogen wurden. Natürlich gibt es weitere Einflussfaktoren, die diese Unterschiede bewirken könnten.

Weiters ist hinzuzufügen, dass in keiner der beiden Studien der Körperfettgehalt gemessen wurde. Die Messung des BMI lässt keine Aussagen über Körperfettanteil und Muskelmasse zu. Natürlich besteht auch die Möglichkeit, dass sich bei Teilnehmerinnen und Teilnehmern der Studie von Kennedy et al. (2018) die Muskelmasse erhöhte und zugleich der Fettgehalt sank und es deshalb zu keiner Veränderung des BMI kam. Da der Körperfettanteil nicht ermittelt wurde, kann man dazu leider keine Aussagen treffen. (vgl. Eather et al., 2016 & Kennedy et al., 2018)

Messungen des Körperfettanteils wurden bei Ingle et al. (2006), Lubans et al. (2010), Meinhardt et al. (2013), Mishra et al. (2015), Santos et al. (2011), Santos et al. (2012) und Yu et al. (2016) gemacht. In all diesen Studien (Ausnahme: Mishra et al. (2015), Trainingsprogramm unbekannt, siehe oben) wurde Hypertrophietraining durchgeführt, wobei die Intensität bei Yu et al. (2016) schon in Richtung Kraftausdauertraining geht. Verbesserungen in der Körperzusammensetzung erfolgten bei Ingle et al. (2006), Lubans et al. (2010), Meinhardt et al. (2013), Mishra et al. (2015), Santos et al. (2011) und Santos et al. (2012) Bei Yu et al. (2016) veränderten sich diese Werte nicht. Interessant ist hier, dass sich in den Studien von Ingle et al. (2006), Lubans et al. (2010) und Santos et al. (2011) der Körperfettgehalt reduziert, aber der BMI sich nicht verändert. Das resultiert vermutlich aus der zusätzlichen Steigerung der Körpermagermasse, welche bei Ingle et al. (2006) und Lubans et al. (2010) ermittelt wurde. Santos et al. (2011) führten keine Messung der fettfreien Körpermasse durch. Körperfettanteil, Körpermagermasse und BMI sollten also immer gemeinsam betrachtet werden, da aus einer alleinigen Analyse des BMI keine aussagekräftigen Schlüsse gezogen werden können. (vgl. Lubans et al., 2010)

Im Allgemeinen kann man nach Analyse der Studien sagen, dass es verschiedene Methoden und Trainingsmöglichkeiten gibt, die positive Auswirkungen auf die Körperzusammensetzung, den BMI und Umfänge von Körperteilen haben. Nahezu alle Trainingsprogramme sind, manchmal mit kleinen Änderungen, im Schulunterricht durchführbar und wirken sich positiv auf die Gesundheit und Leistungsfähigkeit der Schülerinnen und Schüler aus.

#### 4.1.2 Auswirkungen des Krafttrainings auf die Muskelkraft und die Ausdauer

Die folgende Tabelle gibt einen Überblick über die Trainingsmethoden bzw. Trainingsintensitäten und die Auswirkungen des Krafttrainings auf die Muskelkraft und die Ausdauer:

**Tabelle 10. Überblick über die Trainingsmethoden sowie deren Auswirkungen auf die Muskelkraft und die Ausdauer**

Studie	Trainingsmethode	Auswirkungen
Alves et al., 2016a	<p>Hypertrophietraining</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 5 Übungen, 2-3 Sätze pro Übung, ca. 8 WH pro Satz</li> <li>- 20-m Shuttle Run zusätzlich für kombinierte Gruppe aus Kraft- und Ausdauertraining</li> <li>- 8 Wochen Intervention</li> </ul>	<p>Kraft:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Signifikante Verbesserungen im 1-Kg und 3-Kg Medizinballwurf, Standweitsprung, CMJ und 20-m Sprint</li> </ul> <p>Ausdauer:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Signifikante Verbesserung der VO<sub>2</sub>max in beiden kombinierten Gruppen</li> </ul>
Alves et al., 2016b	<p>Hypertrophietraining</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 5 Übungen, 2-3 Sätze pro Übung, ca. 8 WH pro Satz</li> <li>- 20-m Shuttle Run zusätzlich für kombinierte Gruppe aus Kraft- und Ausdauertraining</li> <li>- 8 Wochen Intervention</li> </ul>	<p>Kraft:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Signifikante Verbesserungen im 1-Kg und 3-Kg Medizinballwurf, Standweitsprung, CMJ und 20-m Sprint</li> </ul> <p>Ausdauer:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Signifikante Verbesserung der VO<sub>2</sub>max in beiden kombinierten Gruppen</li> <li>- Kleine Verbesserung (nicht signifikant!) der VO<sub>2</sub>max in der Krafttrainingsgruppe</li> </ul>
Eather et al., 2016	<p>Kraftausdauertraining (Crossfit™) – hochintensives Intervalltraining</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 8 Wochen Intervention</li> </ul>	<p>Kraft:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Verbesserung im Standweitsprung (und in der</li> </ul>

		<p>Flexibilität) (signifikante Verbesserung bei den Burschen in beiden Bereichen)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Keine signifikante Veränderung im Curl-Up Test (Bauchmuskeln), Push-Up Test (Oberkörper) und in der Griffkraft</li> </ul> <p>Ausdauer:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- verbesserte Zeit im Shuttle Run (signifikante Verbesserung bei den Mädchen)</li> </ul>
Ingle et al., 2006	<p>Hypertrophietraining</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 8 Übungen, 2-3 Sätze pro Übung, ca. 8-12 WH pro Satz (mehr WH mit weniger Gewicht im 1. Satz, Steigerung des Gewichts und Abnahme der WH-Zahl alle vier Wochen), 1 min Pause zwischen den Sätzen</li> <li>- 12 Wochen Intervention</li> </ul>	<p>Kraft:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Wingate Anaerobic Test: Steigerung der Spitzen- und Durchschnittskraft in der Trainingsgruppe (nicht signifikant, Rückgang in der Detrainingphase)</li> <li>- sehr geringe (nicht signifikante) Verbesserungen der Trainingsgruppe im CMJ, Basketball-Brustpass und 40-m Sprint (Rückgang bis zum Ausgangsniveau in der Detrainingphase)</li> </ul> <p>Ausdauer: nicht gemessen</p>
Kennedy et al., 2018	<p>Kraftausdauertraining – hochintensives Intervalltraining</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 10 Wochen Intervention</li> </ul>	<p>Kraft:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- signifikante Verbesserung der Muskelkraft des Oberkörpers (Push-Ups)</li> <li>- keine signifikante Veränderung der Muskelkraft des Unterkörpers (Standweitsprung)</li> </ul> <p>Ausdauer: nicht gemessen</p>
Lloyd et al., 2016	<p>Hypertrophietraining</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 4 Übungen, 3 Sätze pro Übung, 10 WH pro Satz</li> </ul>	<p>Kraft:</p> <p>Pre-PHV-Gruppe: signifikante Verbesserungen in der</p>

		Beschleunigung, im Squat Jump und in der Reaktivkraft in allen 3 Trainingsgruppen, signifikante Verbesserungen in der maximalen Laufgeschwindigkeit in der plyometrischen und kombinierten Trainingsgruppe der pre-PHV-Gruppe Ausdauer: nicht gemessen
Lubans et al., 2010	Hypertrophietraining <ul style="list-style-type: none"> <li>- 10 Übungen, 2 Sätze pro Übung, 8-10 WH, 60-90 Sekunden Pause zwischen den Sätzen</li> <li>- 8 Wochen Intervention</li> </ul>	Kraft: <ul style="list-style-type: none"> <li>- signifikante Verbesserung des Ober- und Unterkörpers</li> </ul> Ausdauer: nicht gemessen
Marta et al., 2013 & Marta et al., 2014	Hypertrophietraining <ul style="list-style-type: none"> <li>- 5 Übungen, 2-6 Sätze (je nach Übung), 5-8 WH pro Satz</li> <li>- 20-m Shuttle Run zusätzlich für kombinierte Gruppe aus Kraft- und Ausdauertraining</li> <li>- 8 Wochen Intervention</li> </ul>	Kraft: <ul style="list-style-type: none"> <li>- signifikante Verbesserung im Standweitsprung, im 1-Kg und 3-Kg Medizinballwurf und im 20-m Sprint (in beiden Trainingsgruppen)</li> <li>- keine signifikante Veränderung im CMJ</li> </ul> Ausdauer: <ul style="list-style-type: none"> <li>- signifikante Verbesserung des <math>VO_{2max}</math> in der kombinierten Kraft-Ausdauergruppe</li> </ul>
Marta et al., 2019	Hypertrophietraining <ul style="list-style-type: none"> <li>- 2-6 Sätze (je nach Übung), 5-8 WH pro Satz</li> <li>- 7 Übungen in der Krafttrainingsgruppe</li> <li>- 7 Übungen in der Suspension-Trainingsgruppe</li> <li>- 8 Wochen Intervention</li> </ul>	Kraft: <ul style="list-style-type: none"> <li>- signifikante Verbesserungen beider Trainingsgruppen im 1-Kg und 3-Kg Medizinballwurf sowie im 20-m Sprint</li> <li>- keine signifikanten Verbesserungen in den Trainingsgruppen im CMJ und im Standweitsprung</li> </ul> Ausdauer: nicht gemessen
Meinhardt et al., 2013	Hypertrophietraining	Kraft:

	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 7 Übungen, 2 Sätze pro Übung, bis zu 15 WH, 2-3 Minuten Pause zwischen den Sätzen</li> <li>- 19 Wochen Intervention</li> </ul>	<p>- signifikante Verbesserung der Maximalkraft des Ober- und Unterkörpers</p> <p>Ausdauer: nicht gemessen</p>
Mishra et al., 2015	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 6 Wochen Krafttraining in der Krafttrainingsgruppe</li> <li>- 6 Wochen Yoga-Training in der Yoga-Gruppe</li> </ul>	<p>Kraft:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- signifikante Verbesserungen in beiden Trainingsgruppen im Sit-Up-Test und im Sit-and-Reach Test</li> </ul> <p>Ausdauer:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- signifikante Verbesserungen beider Trainingsgruppen im 1-Meile Lauf (Yoga-Gruppe signifikant besser als Krafttrainingsgruppe)</li> </ul>
Santos et al., 2011	<p>Hypertrophietraining</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 2-6 Sätze (je nach Übung), 5-8 WH pro Satz</li> <li>- 7 Übungen in der Krafttrainingsgruppe</li> <li>- 7 Übungen + 20-m Shuttle Run in der kombinierten Kraft-/Ausdauergruppe</li> <li>- 8 Wochen Intervention</li> </ul>	<p>Kraft:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- signifikante Verbesserungen in beiden Trainingsgruppen im 3-Kg Medizinballwurf, CMVJ, CMSLJ und im 20-m Sprint</li> <li>- signifikante Verbesserungen ausschließlich in der kombinierten Trainingsgruppe im 1-Kg Medizinballwurf</li> </ul> <p>Ausdauer: signifikante Verbesserung in der VO<sub>2</sub>max in der kombinierten Trainingsgruppe und der Kontrollgruppe</p>
Santos et al., 2012	<p>Hypertrophietraining</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 2-6 Sätze (je nach Übung), 5-8 WH pro Satz</li> <li>- 7 Übungen in der Krafttrainingsgruppe</li> <li>- 7 Übungen + 20-m Shuttle Run in der kombinierten Kraft-/Ausdauergruppe</li> <li>- 8 Wochen Intervention</li> </ul>	<p>Kraft:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- signifikante Verbesserungen in beiden Trainingsgruppen im 1-Kg und 3-Kg Medizinballwurf, CMVL, CMSLJ und 20-m Sprint</li> </ul> <p>Ausdauer: signifikante Verbesserungen in der VO<sub>2</sub>max ausschließlich in der kombinierten Trainingsgruppe (signifikanter Rückgang in der Detrainingphase)</p>

		ausschließlich in der Krafttrainingsgruppe)
Tsolakis et al., 2004	<p>Hypertrophietraining</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 6 Übungen</li> <li>- 3 Sätze, 10 WH pro Satz</li> <li>- 2 Monate Intervention</li> </ul>	<p>Kraft:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- signifikante Verbesserung der isometrischen Kraftwerte (in der Ellbogen-Beugung) in der Trainingsgruppe (jedoch signifikanter Rückgang in der Detrainingphase)</li> <li>- keine signifikanten Veränderungen in den isotonischen Kraftwerten (in der Ellbogen-Beugung)</li> </ul> <p>Ausdauer: nicht gemessen</p>
Vijayalakshmi et al., 2014a und Vijayalakshmi et al., 2014b	<p>Hypertrophietraining</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Körpergewichtsübungen: 2-3 Sätze, 8-10 WH pro Satz, 8 Übungen</li> <li>- Plyometrische Übungen: 1-2 Sätze, 8-10 WH pro Satz, 8 Übungen</li> <li>- 8 Yoga Übungen</li> </ul>	<p>Kraft:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- signifikante Verbesserung in der Explosivkraft, Geschwindigkeit und Geschicklichkeit (Agilität) (2014a)</li> </ul> <p>Ausdauer: Signifikante Verbesserungen im 1-Meile Lauf, in den Blutdruckwerten und in der Atemanhaltezeit in beiden Trainingsgruppen (signifikant bessere Ergebnisse in der kombinierten Gruppe aus Körpergewichtsübungen, plyometrischen Übungen und Yoga-Übungen)</p>
Yu, 2016	<p>Mischung aus Hypertrophietraining und Kraftausdauertraining</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 12 Übungen, 3 Sätze pro Übung, maximal 12 WH, 16 Sekunden Pause zwischen den Sätzen</li> <li>- 10 Wochen Intervention</li> </ul>	<p>Kraft: nicht gemessen</p> <p>Ausdauer: keine signifikante Veränderung des VO<sub>2</sub>max</p>

#### 4.1.2.1 Kraftwerte

Vergleicht man zunächst die Auswirkungen der unterschiedlichen Interventionsprogramme bzw. Trainingsmethoden in Bezug auf die Kraft, so kann man die Ergebnisse wie folgt zusammenfassen:

Sowohl signifikante Verbesserungen in der Muskelkraft des Oberkörpers als auch des Unterkörpers wurden durch die Interventionsprogramme von Alves et al. (2016a), Alves et al. (2016b), Lubans et al. (2010), Marta et al. (2013), Marta et al. (2014), Meinhardt et al. (2013), Santos et al. (2011), Santos et al. (2012) und Vijayalakshmi et al. (2014a) erreicht. Zusammen betrachten kann man in jedem Fall die Ergebnisse von Alves et al. (2016a), Alves et al. (2016b), Marta et al. (2013), Marta et al. (2014), Santos et al. (2011) und Santos et al. (2012), da in all diesen Studien fast dieselben Krafttests durchgeführt wurden. Ebenfalls ist diesen Studien ein Hypertrophietraining gemeinsam. Getestet wurden in diesen Studien der 1-Kg und 3-Kg Medizinballwurf, der Standweitsprung, der CMJ und der 20-m Sprint. Signifikante Verbesserungen in all diesen Werten erreichten die Trainingsgruppen bei Alves et al. (2016a), Alves et al. (2016b) und Santos et al. (2012). Bei Marta et al. (2013) und Marta et al. (2014) verbesserten sich die Trainingsgruppen signifikant in allen Bereichen, außer dem CMJ. Bei Santos et al. (2011) erfuhr die kombinierte Trainingsgruppe in allen Bereichen eine signifikante Verbesserung, die Krafttrainingsgruppe erreichte ausschließlich im 1-Kg Medizinballwurf keine signifikante Verbesserung. Ähnliche Trainingsprogramme und Trainingsintensitäten führten hier zu ähnlichen Ergebnissen. Fast dasselbe Trainingsprogramm und dieselben Tests wurden auch bei Marta et al. (2019) durchgeführt. Die Werte des 1-Kg und 3-Kg Medizinballwurfes und des 20-m Sprints konnte die Trainingsgruppe auch hier signifikant verbessern, jedoch waren die Werte im CMJ und im Standweitsprung nicht signifikant. (vgl. Marta et al., 2019)

Die folgenden Tabellen geben einen Überblick über die Trainingsprogramme von Alves et al. (2016a), Alves et al. (2016b), Marta et al. (2013), Marta et al. (2014), Santos et al. (2011) und Santos et al. (2012). Die Trainingsprogramme sind grundsätzlich sehr ähnlich gestaltet, unterscheiden sich nur in ein paar Punkten.

**Tabelle 11. Trainingsprogramm bei Marta et al. (2013), Marta et al. (2014), Santos et al. (2011) & Santos et al. (2012)**

<b>Exercises</b>	<b>Session 1</b>	<b>Session 2</b>	<b>Session 3</b>	<b>Session 4</b>	<b>Session 5</b>	<b>Session 6</b>
Chest 1 kg Medicine Ball Throw	2 x 8	2 x 8	2 x 8	2 x 8	6 x 8	6 x 8
Chest 3 kg Medicine Ball Throw	2 x 8	2 x 8	2 x 8	2 x 8		
Overhead 1 kg Medicine Ball Throw	2 x 8	2 x 8	2 x 8	2 x 8		
Overhead 3 kg Medicine Ball Throw	2 x 8	2 x 8	2 x 8	2 x 8		
CMJ onto a box	1 x 5	1 x 5	3 x 5	3 x 5	3 x 5	4 x 5
Plyometric Jumps above 3 hurdling	5 x 4	5 x 4	5 x 4	5 x 4	2 x 3	2 x 3
Sprint Running (m)	4 x 20m	4 x 20m	3 x 20m	3 x 20m	3 x 20m	3 x 20m
20m Shuttle Run (MAV)	75%	75%	75%	75%	75%	75%
<b>Exercises</b>	<b>Session 7</b>	<b>Session 8</b>	<b>Session 9</b>	<b>Session 10</b>	<b>Session 11</b>	<b>Session 12</b>
Chest 1 kg Medicine Ball Throw						
Chest 3 kg Medicine Ball Throw	2 x 5	2 x 5	3 x 5	3 x 5	3 x 5	2 x 5
Overhead 1 kg Medicine Ball Throw						
Overhead 3 kg Medicine Ball Throw	2 x 8	2 x 8	3 x 8	3 x 8	3 x 8	
CMJ onto a box	4 x 5	5 x 5	5 x 5	5 x 5	5 x 5	4 x 5
Plyometric Jumps above 3 hurdling	3 x 3	4 x 3	4 x 3	4 x 3	4 x 3	
Sprint Running (m)	4 x 30m	4 x 40m				
20m Shuttle Run (MAV)	75%	TestM	75%	75%	75%	75%
<b>Exercises</b>	<b>Session 13</b>	<b>Session 14</b>	<b>Session 15</b>	<b>Session 16</b>		
Chest 1 kg Medicine Ball Throw						
Chest 3 kg Medicine Ball Throw	2 x 5	1 x 5				
Overhead 1 kg Medicine Ball Throw		3 x 8	2 x 8	2 x 8		
Overhead 3 kg Medicine Ball Throw	3 x 8					
CMJ onto a box	4 x 5	2 x 5	2 x 4	2 x 4		
Plyometric Jumps above 3 hurdling	4 x 3	3 x 3				
Sprint Running (m)	3 x 40m	4 x 40m	2 x 30m	2 x 30m		
20m Shuttle Run (MAV)	75%	75%	75%	75%		

**Tabelle 12. Trainingsprogramm bei Alves et al. (2016a) & Alves et al. (2016b)**

Sessions						
Exercise	1	2	3	4	5	6
1-kg ball throw	2 x 8	2 x 8	2 x 8	2 x 8	2 x 8	2 x 8
3-kg ball throw	2 x 8	2 x 8	2 x 8	2 x 8	2 x 8	2 x 8
SL jump	2 x 4	2 x 4	2 x 4	2 x 4	2 x 4	2 x 4
CM jump	1 x 5	1 x 5	1 x 5	1 x 5	2 x 5	2 x 5
20-m sprint (m)	2 x 20	2 x 20	2 x 20	2 x 20	3 x 20	3 x 20
20-m shuttle run (MAV, %)	70	70	70	70	75	75

Sessions						
Exercise	7	8	9	10	11	12
1-kg ball throw	2 x 8	2 x 8	3 x 8	3 x 8	3 x 8	3 x 8
3-kg ball throw	2 x 8	2 x 8	2 x 8	2 x 8	3 x 6	3 x 6
SL jump	2 x 4	2 x 4	3 x 4	3 x 4	3 x 4	3 x 4
CM jump	2 x 5	2 x 5	2 x 5	2 x 5	3 x 5	3 x 5
20-m sprint (m)	3 x 20	3 x 20	3 x 20	3 x 20	3 x 30	3 x 30
20-m shuttle run (MAV, %)	75	75	75	75	80	80

Sessions						
Exercise	13	14	15	16		
1-kg ball throw	3 x 8	3 x 8	3 x 8	3 x 8		
3-kg ball throw	3 x 6	3 x 6	3 x 6	3 x 6		
SL jump	4 x 4	4 x 4	4 x 4	4 x 4		
CM jump	3 x 5	3 x 5	3 x 5	3 x 5		
20-m sprint (m)	3 x 30	3 x 30	3 x 30	3 x 30		
20-m shuttle run (MAV, %)	80	80	80	80		

Verbesserungen der Kraftwerte des Ober- und Unterkörpers erreichten außerdem die Studien von Meinhardt et al. (2013), Vijayalakshmi et al. (2014a) und Vijayalakshmi et al. (2014b). Meinhardt et al. (2013) ermittelten diese Werte mittels 1-RM Test in der Multipresse (Armkraft, Oberkörper) und in der Beinpresse (Beinkraft, Unterkörper). Die Trainingsgruppe konnte sich in beiden Tests signifikant verbessern. Vijayalakshmi et al. (2014a) testeten Werte der Explosivkraft, der Geschwindigkeit und Agilität. Auch hier konnte sich die Trainingsgruppe in allen getesteten Werten signifikant verbessern. (vgl. Vijayalakshmi et al., 2014a)

Teilweise positive Ergebnisse konnten auch Lloyd et al. (2016), Mishra et al. (2015) und Tsolakis et al. (2004) beobachten. Alle drei Trainingsgruppen bei Lloyd et al. (2016) verbesserten sich in der Beschleunigung, im Squat Jump und in der Reaktivkraft signifikant. Zwei der drei Trainingsgruppen, die kombinierte Gruppe und die plyometrische Gruppe, konnten ihre maximale Laufgeschwindigkeit signifikant verbessern. (vgl. Lloyd et al. 2016)

Die Kraft des Oberkörpers wurde bei Lloyd et al. (2016) nicht ermittelt. Im einzigen Krafttest, der in der Studie von Mishra et al. (2015) durchgeführt wurde, nämlich im Sit-Up Test, erreichte die Trainingsgruppe signifikante Verbesserungen. (vgl. Mishra et al., 2015) Auch Tsolakis et al. (2004) testeten ausschließlich Kraftwerte des Oberkörpers. In den isometrischen Kraftwerten gab es signifikante Verbesserungen während der Intervention, welche sich allerdings in der Detrainingphase signifikant wieder zurückentwickelten. In den isotonischen Kraftwerten wurden keine signifikanten Verbesserungen beobachtet. (vgl. Tsolakis et al., 2004)

Interessant in Bezug zu den Auswirkungen in der Muskelkraft sind besonders die Ergebnisse der Studien von Eather et al. (2016) und Kennedy et al. (2018). Teilnehmerinnen und Teilnehmer des hochintensiven Kraftausdauerprogramms (Crossfit™) von Eather et al. (2016) konnten die Muskelkraft ihres Unterkörpers signifikant im Vergleich zur Interventionsgruppe verbessern, während keine Veränderungen in der Muskelkraft des Oberkörpers (Curl-Up Test (Bauchmuskeln), Push-Up Test (Oberkörper) und Griffkraft) sichtbar waren. Genau umgekehrte Ergebnisse lieferte die Studie von Kennedy et al. (2018), in welcher signifikante Verbesserungen der Muskelkraft des Oberkörpers der Interventionsgruppe im Vergleich zur Kontrollgruppe beobachtet wurden. In der Muskelkraft des Unterkörpers wurden zwischen den beiden Gruppen keine Unterschiede festgestellt. (vgl. Eather et al., 2016 & Kennedy et al., 2018)

Bei Ingle et al. (2006) inkludierten die Testungen den Wingate Anaerobic Test, den CMJ, den Basketball-Brustpass und den 40-m Sprint. All diese Werte konnten zwar leicht verbessert werden, jedoch kam es zu keinen signifikanten Ergebnissen und die leichten Verbesserungen fielen nach der Detrainingphase wieder ans Ausgangsniveau zurück. (vgl. Ingle et al., 2006)

#### **4.1.2.2 Ausdauerwerte**

Elf der beschriebenen Studien inkludierten eine Messung eines Ausdauerwertes. Dieser wurde auf verschiedene Arten gemessen. Alves et al. (2016a), Alves et al. (2016b), Marta et al. (2013), Marta et al. (2014), Santos et al. (2011) und Santos et al. (2012) ermittelten den VO<sub>2</sub>max-Wert aus einem 20-m Shuttle-Run. Eather et al. (2016) konzentrierten sich beim Shuttle-Run auf die Anzahl der gelaufenen Runden, Yu et al. (2016) erhoben den VO<sub>2</sub>max-

Wert mittels Laufstest auf einem Laufband und Mishra et al. (2015) und Vijayalakshmi et al. (2014b) beobachteten die Zeiten beim 1-Meile-Lauf.

Vergleicht man nun die Studien und deren einzelne Trainingsgruppen miteinander, so wird folgendes Ergebnis sichtbar:

Beide kombinierten Trainingsgruppen aus Kraft- und Ausdauertraining erreichten bei Alves et al. (2016a) und Alves et al. (2016b) signifikante Verbesserungen in der Ausdauer. In der Krafttrainingsgruppe konnten nur kleine Verbesserungen in der Ausdauer beobachtet werden, die jedoch nicht signifikant waren. Wie zu erwarten war, bewirkte das Crossfit™-Training in der Studie von Eather et al. (2016) eine signifikante Verbesserung in der Ausdauerleistung in der Interventionsgruppe im Vergleich zur Kontrollgruppe. Hier handelt es sich um ein hochintensives Kraftausdauertraining. Auch bei Marta et al. (2013) und Marta et al. (2014) hob sich die kombinierte Kraft- und Ausdauergruppe von den beiden anderen Gruppen (Krafttrainingsgruppe und Kontrollgruppe) ab und verzeichnete signifikant bessere Ausdauerleistungen. Zu einem ähnlichen Ergebnis kam es bei Santos et al. (2012). Ausschließlich die kombinierte Kraft- und Ausdauergruppe konnte sich in der Ausdauer signifikant verbessern. Betrachtet man hier die Detrainingphase, erkennt man, dass ausschließlich die Krafttrainingsgruppe einen signifikanten Rückgang der Ausdauer erfuhr. Ein interessantes Ergebnis lieferten Santos et al. (2011). Signifikante Verbesserungen in der Ausdauer ermittelte man hier in der kombinierten Kraft- und Ausdauergruppe und in der Kontrollgruppe, nicht aber in der Krafttrainingsgruppe. Bei Vijayalakshmi et al. (2014b) verbesserten sich beide Trainingsgruppen in der Ausdauer signifikant. Es handelte sich auch hier um kombinierte Gruppen, allerdings nicht aus Kraftausdauergruppen, sondern um Kombinationen aus Körpergewichtsübungen und plyometrischen Übungen (Gruppe 1) und Körpergewichtsübungen, plyometrischen Übungen und Yoga-Übungen (Gruppe 2). Die Gruppe, welche zusätzlich Yoga-Übungen durchführte, erzielte dabei signifikant bessere Ergebnisse als die andere Trainingsgruppe. In der Studie von Yu et al. (2016) wurden keine signifikanten Unterschiede im  $VO_{2max}$ -Wert festgestellt. Die einzigen signifikanten Verbesserungen, welche aus einem reinen Krafttraining hervorgehen, könnten eventuell von Mishra et al. (2015) erhoben werden. Genauere Informationen zum Trainingsprogramm und zu den Trainingsintensitäten werden den Leserinnen und Lesern dieser Studie leider vorbehalten, sodass die Studie leider nicht aussagekräftig ist. Es ist zwar von einem Krafttraining die Rede, allerdings ist erst an der Intensität und Gestaltung des Trainings erkennbar, ob es vielleicht doch in Richtung Kraftausdauertraining geht. Somit handelt es

sich meistens um kombinierte Trainingsprogramme aus Kraft- und Ausdauertraining oder um hochintensives Kraftausdauertraining, welches positive Effekte auf die Ausdauer der Teilnehmerinnen und Teilnehmer bewirkt. Reines Krafttraining bzw. Hypertrophietraining führte in keinem Fall zu signifikanten Verbesserungen der Ausdauer. Eine Kombination aus Körpergewichtsübungen, plyometrischen Übungen und Yoga-Übungen könnte sich ebenfalls positiv auf die Ausdauer auswirken, wie aus der Studie von Vijayalakshmi et al. (2014b) hervorgeht.

Abschließend kann man aus der Analyse der Studien schließen, dass, je intensiver ein Krafttrainingsprogramm ist, also je mehr Wiederholungen und je weniger Pausen gemacht werden, desto bessere Ausdauerwerte erhält man. Kombiniert man ein Krafttraining mit einem Ausdauertraining, verbessern sich die Ausdauerwerte auch dementsprechend. Eine Kombination mit einem Ausdauertraining ist notwendig, um signifikante Verbesserungen in der Ausdauer zu bewirken.

## **4.2 Beschreibung der Kernstudien**

### **4.2.1 Studie 1 - Does intrasession concurrent strength and aerobic training order influence training-induced explosive strength and VO<sub>2</sub>max in prepubescent children? (Alves, A., R., Marta, C., Neiva, H., P., Izquierdo, M., Marques, M., C. (2016a))**

Ziel dieser Studie ist es, die Auswirkungen von Krafttraining und Ausdauertraining auf Kinder im Alter zwischen 10 und 11 Jahren zu untersuchen. Speziell geht es Alves et al. darum, herauszufinden, inwiefern die Reihenfolge der beiden Trainingsmethoden einen Einfluss auf deren Auswirkungen hat. 128 gesunde Kinder wurden dazu per Zufall in drei Gruppen geteilt, zwei Trainingsgruppen und eine Kontrollgruppe. Während die Kontrollgruppe (GC) keinerlei Interventionen durchführte, unterschieden sich die beiden Trainingsgruppen allein in der Reihenfolge, in welcher die beiden Trainingsmethoden erfolgten. Eine Trainingsgruppe führte das Krafttraining vor dem Ausdauertraining durch (GSA), während es bei der anderen Trainingsgruppe (GAS) genau umgekehrt war.

Vor und nach der 8-wöchigen Interventionsphase wurden folgende Kraft-Parameter in Tests ermittelt: Weiten im 1-Kg und 3-Kg Medizinballwurf, Weite im Standweitsprung, die Höhe

im Counter-Movement-Jump (CMJ) und die Zeit im 20-m Sprint. Zur Auswertung der Effekte in der Ausdauer wurden die Werte der  $VO_2\text{max}$  herangezogen. Anthropometrische Messungen beinhalteten die Ermittlung des Körpergewichts und der Körpergröße.

Über eine Dauer von acht Wochen fanden für die beiden Trainingsgruppen pro Woche zwei Trainingseinheiten statt, alle zusätzlich zum regulären Sportunterricht in der Schule. Die Kontrollgruppe nahm am gewöhnlichen Sportunterricht teil, jedoch gab es für sie zusätzlich kein Sportprogramm. Beide Interventionsgruppen gestalteten das Aufwärmen gleich, welches aus Mobilisations- und Dehnübungen bestand. Programm der GSA-Gruppe war anschließend ein Krafttraining, gefolgt von einem 20-m Shuttle Run. In der GAS-Gruppe folgte das gleiche Training in umgekehrter Reihenfolge.

Nach den acht Wochen ermittelte man signifikante Verbesserungen der Kraft- sowie auch der Ausdauer-Parameter in den beiden Trainingsgruppen, verglichen mit den Werten der Testung vor der Intervention. In der Kontrollgruppe wurden im Gegensatz dazu keine signifikanten Verbesserungen aufgezeichnet. In allen gemessenen Kraft-Werten (1-Kg und 3-Kg Medizinballwurf, Standweitsprung, Counter-Movement-Jump und 20-m Sprint) verzeichnete die GSA-Gruppe größere Verbesserungen als die GAS-Gruppe, während die Verbesserungen in der Ausdauer ( $VO_2\text{max}$ ) in der GAS-Gruppe die größeren waren. Als Hauptkenntnis dieser Studie kann man festhalten, dass beide Trainingsprogramme die gemessenen Kraft- und Ausdauerwerte bei Kindern dieser Altersgruppe signifikant verbessern können. Die Reihenfolge der Trainingsmethoden spielt laut diesen Ergebnissen eine Rolle in Bezug zu den Auswirkungen. Krafttraining vor Ausdauertraining bewirkt bessere Kraft-Werte und Ausdauertraining vor Krafttraining dürfte sich in der cardiorespiratorischen Fitness positiver auswirken. Beide Varianten zeigen jedoch in beiden Bereichen (Kraft und Ausdauer) signifikant positive Effekte im Gegensatz zur Kontrollgruppe, in der sich die Werte nicht signifikant veränderten. Eine Mischung beider Trainingsmethoden wirkt sich somit positiv auf Kraft- und Ausdauerwerte aus.

(vgl. Alves et al., 2016a)

Die folgende Tabelle fasst die Ergebnisse nochmals zusammen:

**Tabelle 13. Ergebnisse der Studie 1 (Alves et al., 2016a)**

	Pre	Post	Difference (Pre – post)	p
<b>GAS</b>				
VO <sub>2</sub> max (ml.kg <sup>-1</sup> .min <sup>-1</sup> )	42 ± 3.1	45.6 ± 3.2	-3.1 ± 1.7	0.000
1-kg ball throw (m)	3.3 ± 0.7	3.4 ± 0.7	-0.1 ± 0.2	0.033
3-kg ball throw (m)	2.3 ± 0.4	2.4 ± 0.5	-0.1 ± 0.1	0.000
SL jump	1.3 ± 0.3	1.4 ± 0.3	-0.1 ± 0.2	0.025
CM jump	0.2 ± 0.1	0.2 ± 0.1	0.0 ± 0.0	0.001
20-m sprint (s)	4.3 ± 0.3	4.2 ± 0.3	-0.1 ± 0.0	0.000
<b>GSA</b>				
VO <sub>2</sub> max (ml.kg <sup>-1</sup> .min <sup>-1</sup> )	44.4 ± 3.3	46.1 ± 4.1	-1.7 ± -1.9	0.000
1-kg ball throw (m)	3.6 ± 0.6	3.8 ± 0.6	-0.2 ± 0.1	0.000
3-kg ball throw (m)	2.2 ± 0.4	2.4 ± 0.4	-0.2 ± 0.1	0.000
SL jump	1.3 ± 0.2	1.4 ± 0.2	-0.1 ± 0.1	0.000
CM jump	0.2 ± 0.0	0.2 ± 0.0	0.0 ± 0.2	0.000
20-m sprint (s)	4.4 ± 0.3	4.3 ± 0.3	-0.1 ± 0.1	0.000
<b>GC</b>				
VO <sub>2</sub> max (ml.kg <sup>-1</sup> .min <sup>-1</sup> )	44.8 ± 3.6	45.0 ± 4.0	-0.2 ± 1.6	0.386
1-kg ball throw (m)	3.6 ± 0.6	3.7 ± 0.6	-0.1 ± 0.1	0.053
3-kg ball throw (m)	2.2 ± 0.4	2.2 ± 0.5	-0.1 ± 0.2	0.057
SL jump	1.3 ± 0.2	1.3 ± 0.2	-0.1 ± 0.1	0.066
CM jump	0.2 ± 0.1	0.2 ± 0.1	0.0 ± 0.2	0.103
20-m sprint (s)	4.4 ± 0.3	4.4 ± 0.3	0.0 ± 0.1	0.076

#### **4.2.2 Studie 2 - Concurrent training in prepubescent children: the effects of eight weeks of strength and aerobic training on explosive strength and VO<sub>2</sub>max (Alves, A., R., Marta, C., Neiva, H., P., Izquierdo, M., Marques, M., C. (2016b))**

Im selben Jahr untersuchten Alves et al. (2016) erneut die Auswirkungen verschiedener Trainingsprogramme und beziehen sich dabei wieder besonders auf Kraft- und Ausdauertraining und deren Beziehung zueinander. Verglichen wurden:

- ein Krafttrainingsprogramm alleine (GS),
- ein kombiniertes Programm aus Krafttraining und Ausdauertraining, wobei beides in der gleichen Einheit stattfand (GCOM 1), und
- dasselbe kombinierte Programm aus Krafttraining und Ausdauertraining (GCOM 2), wobei die beiden Methoden in zwei verschiedenen Einheiten (an zwei aufeinanderfolgenden Tagen) durchgeführt wurden, und
- eine Kontrollgruppe (GC), die kein Trainingsprogramm absolvierte.

Im Vergleich zur anderen Studie von Alves et al. (2016), in der die Reihenfolge von Kraft- und Ausdauertraining in derselben Trainingseinheit im Fokus stand, bezieht er sich nun auf die Frage, ob es sinnvoller ist, Kraft- und Ausdauertraining in derselben Einheit unterzubringen oder es auf zwei Trainingseinheiten aufzuteilen.

168 gesunde Kinder im Alter zwischen 10 und 11 Jahren wurden per Zufall zu einer der vier Gruppen zugeteilt. Das Trainingsprogramm fand zusätzlich zum regulären Sportunterricht statt und begann in allen drei Interventionsgruppen (GS, GCOM 1 & GCOM 2) mit einem Aufwärmen und einem Krafttrainingsprogramm. Die TeilnehmerInnen trainierten dabei den 1-Kg und 3-Kg Medizinballwurf, Sprünge auf eine Box, Sprünge über Hürden und 30-m- und 40-m Sprints. Nach dem Krafttrainingsprogramm, noch in derselben Trainingseinheit, absolvierte die GCOM 1 – Gruppe den 20-m Shuttle-Run. Die GCOM 2 – Gruppe setzte den Shuttle-Run immer einen Tag nach dem Krafttraining an. Um die Effekte der unterschiedlichen Programme analysieren zu können, wurden am Beginn und am Ende der 8-wöchigen Interventionsphase Tests durchgeführt. Bei den Tests handelte es sich um die gleichen wie in der anderen Studie von Alves et al. (2016a). Getestet wurden neben anthropometrischen Werten (Körpergröße und Körpergewicht) die Weiten beim 1-Kg und 3-Kg Medizinballwurf, die Weite im Standweitsprung, die Höhe im Counter-Movement-Jump und die Zeit im 20-m Sprint.

Die Werte der Explosivkraft verbesserten sich in allen drei Trainingsgruppen signifikant, während man in der Kontrollgruppe keine signifikanten Verbesserungen auszeichnen konnte. Die größten Verbesserungen erreichte die kombinierte Trainingsgruppe, die Kraft- und Ausdauertraining an zwei aufeinanderfolgenden Tagen machte. An zweiter Stelle stand hier das andere kombinierte Trainingsprogramm, bei dem Kraft- und Ausdauertraining in der gleichen Einheit stattfanden, gefolgt von der Gruppe, die ausschließlich Krafttraining durchführte. Im Vergleich zu den anderen Trainingsgruppen wies die GCOM 2 - Gruppe die besten Ergebnisse im VO<sub>2</sub>max-Wert, im 1-Kg Medizinballwurf und im Counter-Movement-Jump auf. In der GCOM 1 Gruppe waren die Werte des 3-Kg Medizinballwurfes und die des Standweitsprunges besser als die Werte der anderen beiden Trainingsgruppen. Im 20-m Sprint waren die Werte aller Trainingsgruppen sehr ähnlich. Die GCOM 2 – Gruppe erwies sich nun allgemein als die sinnvollste Gruppe, um die Explosivkraft und den VO<sub>2</sub>max-Wert zu verbessern, wobei erwähnt werden muss, dass sich in der Explosivkraft alle drei Trainingsgruppen signifikant verbessern konnten. Krafttraining verbesserte die

Explosivkraft-Werte, jedoch gab es keine signifikanten Verbesserungen im VO<sub>2</sub>max-Wert. (vgl. Alves et al., 2016b)

Diese Ergebnisse werden in folgender Tabelle genau dargestellt:

**Tabelle 14. Ergebnisse der Studie 2 (Alves et al., 2016b)**

		Pre	Post	Difference (Pre-post)	p
GS	VO <sub>2</sub> max	44.1 ± 3.1	44.4 ± 4	-0.4 ± 1.5	0.124
	1 kg Ball Throw	347.8 ± 59.8	368.1 ± 63.8	-20.3 ± 10.8	0.000
	3 kg Ball Throw	224 ± 38.9	242.2 ± 41.6	-18.2 ± 7.9	0.000
	SL jump	124.7 ± 13.1	131.2 ± 14.9	-6.5 ± 3.8	0.000
	CM jump	21.3 ± 4.5	22.4 ± 5.2	-1.1 ± 1.8	0.000
	20m Sprint	4.4 ± 0.2	4.3 ± 0.2	0.1 ± 0.1	0.000
GCOM1	VO <sub>2</sub> max	44.4 ± 3.3	46.1 ± 4.1	-1.7 ± 1.9	0.000
	1 kg Ball Throw	358.2 ± 62.6	378.6 ± 63.7	-20.4 ± 10.7	0.000
	3 kg Ball Throw	224.4 ± 40.8	244 ± 42.3	-19.5 ± 10.8	0.000
	SL jump	130.6 ± 17.5	139.8 ± 20.4	-9.1 ± 6.6	0.000
	CM jump	22.3 ± 4	23.3 ± 4.3	-0.9 ± 1.6	0.000
	20m Sprint	4.4 ± 0.3	4.3 ± 0.3	0.1 ± 0.1	0.000
GCOM2	VO <sub>2</sub> max	41.1 ± 2.2	44.2 ± 2.8	-3.1 ± 1.5	0.000
	1 kg Ball Throw	336.5 ± 72.7	357.5 ± 70.7	-21.0 ± 9.4	0.000
	3 kg Ball Throw	235.1 ± 49.6	254 ± 47.9	-18.9 ± 9.4	0.000
	SL jump	128.3 ± 23	136.5 ± 23.3	-8.2 ± 5.7	0.000
	CM jump	23.8 ± 6.1	26.2 ± 7.9	-2.4 ± 3.8	0.000
	20m Sprint	4.4 ± 0.4	4.3 ± 0.4	0.1 ± 0.1	0.000
GC	VO <sub>2</sub> max	44.8 ± 3.6	45.0 ± 4	-0.2 ± 1.6	0.386
	1 kg Ball Throw	364.3 ± 55.9	367.5 ± 59.4	-3.3 ± 10.8	0.053
	3 kg Ball Throw	224.3 ± 44.3	229.9 ± 45.2	-5.5 ± 18.8	0.057
	SL jump	132.6 ± 19.6	135.7 ± 23.2	-3.1 ± 11.0	0.066
	CM jump	22.2 ± 4.7	22.6 ± 5.3	-0.4 ± 1.8	0.103
	20m Sprint	4.4 ± 0.3	4.4 ± 0.3	0.0 ± 0.1	0.076

#### **4.2.3 Studie 3 – Improving health-related fitness in adolescents: The CrossFit™ Teens randomized controlled trial (Eather, N., Morgan, P., J. & Lubans, D., R. (2016))**

Die von Eather et al. (2016) durchgeführte Studie zum Thema Krafttraining im Alter der Pubeszenz untersuchte primär die Auswirkungen von Krafttraining, speziell Kraftausdauertraining (CrossFit™), auf die Gesundheit von Kindern dieser Altersgruppe. Es handelt sich bei dieser Studie um eine randomisierte, kontrollierte Studie, die mit 15-16-jährigen Mädchen und Burschen einer Sekundarschule durchgeführt wurde. Mittels Flugblätter und Formular der Einverständniserklärung wurden die Teilnehmerinnen und Teilnehmer auf die Studie aufmerksam gemacht. Jede Schülerin und jeder Schüler, die/der dieses Formular ausgefüllt hatte, durfte teilnehmen, es sei denn, er/sie wurde aus gesundheitlichen Gründen davon ausgeschlossen. Nach einer zufälligen Zuordnung zur

Interventions- oder Kontrollgruppe, ergab sich eine Gesamtteilnehmerzahl von 96 Schülerinnen und Schülern.

Die Interventionsgruppe wurde von zwei speziell ausgebildeten CrossFit™ – Instruktor:innen angeleitet, die der korrekten und sicheren Übungsausführung besondere Bedeutung zuschrieben. Pro Woche wurden anstatt des Turnunterrichts zwei CrossFit™-Trainings absolviert, dies über acht Wochen hinweg. Eine CrossFit™-Einheit dauert in etwa 60 Minuten und ist wie folgt aufgebaut: Jede Einheit beginnt mit einem 10-minütigen Aufwärmen gefolgt von 10 Minuten Techniktraining bestimmter Übungen. Anschließend erfolgt das „WOD“ (Workout of the day), welches 10 bis 20 Minuten dauert und zum Abschluss werden die wichtigsten Muskelgruppen gedehnt. Weitere 10 Minuten wurden für das Duschen und Umziehen nach den Trainingseinheiten einberechnet. CrossFit™ ist dadurch gekennzeichnet, dass Übungen zunächst technisch korrekt erlernt werden, die dann in einem Kraftausdauertraining (WOD) – es gibt verschiedene Arten von WODs - möglichst oft und schnell, mit nur kurzen Pausen (Merkmale des Kraftausdauertrainings), ausgeführt werden. Von besonderer Bedeutung beim CrossFit™-Training ist die Atmosphäre, da Workouts immer gemeinsam in der Gruppe absolviert werden und Teilnehmer:innen und Teilnehmer sich dadurch gegenseitig motivieren. Die Übungen variierten in jeder Einheit, wobei es keine Unterschiede zwischen Mädchen und Burschen gab, sodass die wichtigsten Muskelgruppen des ganzen Körpers beansprucht wurden. Die Kontrollgruppe nahm am gewöhnlichen Turnunterricht (zwei Mal pro Woche) teil.

Testungen vor und nach der achtwöchigen Intervention ermittelten primär zwei Merkmale, nämlich den Bauchumfang und den BMI, sowie den z-Wert<sup>8</sup> des BMI. Sekundäre Messungen beinhalteten einen Push-Up (Liegestützen) Test (Kraft des Oberkörpers), einen Curl-Up Test (Kraft der Bauchmuskeln), einen Sit and reach Test (Flexibilität), einen Standweitsprung, einen Test der Ausdauer (Shuttle-Run) und einen Test der Griffstärke, wobei ein Griff-Dynamometer so stark wie möglich drei Sekunden lang zusammengedrückt werden musste. Weiters wurde mittels einer Testbatterie die technische Ausführung der Übungen überprüft.

---

<sup>8</sup> In der Statistik bezeichnet man als z-Wert auch die Standardabweichung, somit versteht man als z-Wert des BMIs die Standardabweichung des BMIs. (<https://www.nature.com/articles/0803300>)

Durch die Testung nach der Interventionsphase konnte man folgende Ergebnisse feststellen:

Während vor der Testung weder in den primären noch in den sekundären Messungen Unterschiede zwischen den Gruppen zu sehen waren, gab es nach der Testung Veränderungen im Bauchumfang, im BMI, sowie im z-Wert des BMI. Anhand der Tabelle 15 kann man erkennen, dass der Bauchumfang in der Interventionsgruppe signifikant gesunken ist. Die Mädchen der Interventionsgruppe konnten ihren Bauchumfang im Durchschnitt sogar um 3,5cm verkleinern und auch die Werte im BMI und z-Wert des BMI sanken bei den weiblichen Testpersonen. Bei den Burschen waren die Effekte im BMI-Wert nicht so groß wie bei den Mädchen, jedoch waren mittelmäßige Verbesserungen vorhanden. Im z-Wert des BMI gab es hingegen große Verbesserungen. (vgl. Eather et al., 2016)

**Tabelle 15. Ergebnisse der Studie 3 (Eather et al., 2016)**

Measure	Baseline, Mean (s)		8 weeks, Mean (s)	
	Control Group (n = 41)	CrossFit™ Teens (n = 55)	Control Group (n = 34)	CrossFit™ Teens (n = 49)
Waist circumference (cm)	74.1 (11.6)	75.2 (7.7)	74.5 (14.1)	73.5 (7.4)
BMI (mass/height <sup>2</sup> )	20.6 (3.7))	21.6 (3.0)	21.7 (1.3)	21.5 (3.0)
BMI Z-score	-0.22 (1.26)	0.24 (1.32)	0.07 (1.32)	0.16 (0.88)
Sit and reach (cm)	4.9 (11.4)	7.7 (7.4)	1.5 (13.0)	7.9 (7.3)
Curl-up test (reps)	34.3 (17.6)	39.6 (19.2)	50.3 (22.6)	60.3 (18.0)
Push-up test (reps)	8.7 (9.3)	13.6 (10.4)	11.6 (8.5)	17.1 (10.2)
Standing jump (m)	1.72 (0.37)	1.71 (0.43)	1.68 (0.33)	1.80 (0.38)
Grip-strength (kg)	33.7 (11.1)	34.4 (8.1)	34.9 (11.3)	35.7 (8.9)
Shuttle run test (laps)	41.9 (16.7)	54.9 (21.2)	46.3 (19.3)	71.0 (23.9)

Betrachtet man die sekundären Ergebnisse, sieht man, dass sich die Interventionsgruppe im Vergleich zur Kontrollgruppe in der Flexibilität (Sit and reach Test), im Standweitsprung und im Shuttle-Run verbessert hat. In den anderen getesteten Bereichen kam es zu keinen signifikanten Veränderungen.

Bezüglich technischer Ausführung der Übungen verbesserte sich die Interventionsgruppe in allen getesteten Übungen der Testbatterie, jedoch nicht signifikant. Auch die Kontrollgruppe verbesserte sich in der Ausführung der Übungen, allerdings geringer als die Interventionsgruppe.

Neben den primären und sekundären Testungen wurde mittels Fragebogen (5-stufige Likert-Skala, wobei 5 „Ich stimme vollkommen zu“ bedeutet) die Zufriedenheit der Schülerinnen und Schüler erfasst. Erstaunlich ist, dass trotz hoher Intensität die durchschnittliche Zufriedenheit in diesem Krafttrainingsprogramm bei 4,2-4,6 liegt. Das Training, im Besonderen die Partner-Workouts, Team-Workouts und Zirkeln, bereitete den Teilnehmern und Teilnehmerinnen Freude, was für zukünftige Planungen von Krafttraining in Schulen eine große Rolle spielen kann.

Zusammenfassend lässt sich sagen, dass das achtwöchige CrossFit™ Programm signifikante Verbesserungen im Körperbau (BMI und Bauchumfang), in der Flexibilität, in der Ausdauer (positive Wirkungen auf das Herz-Kreislaufsystem) und in der Muskelfitness bewirkte. Teilnehmende Schülerinnen und Schüler waren überaus zufrieden mit dem abwechslungsreichen Programm und trotz mangelnder Erfahrung im Krafttraining kam es zu keinen größeren Verletzungen.

(vgl. Eather et al., 2016)

#### **4.2.4 Studie 4 - The effect of a complex training and detraining programme in selected strength and power variables in early pubertal boys (Ingle, L., Sleaf, M. & Tolfrey, K. (2006))**

Ingle et al. (2016) untersuchten die Effekte eines kombinierten Trainingsprogrammes aus Krafttraining und plyometrischem Training und verglichen die Effekte mit denen einer Kontrollgruppe. 54 gesunde Burschen im Alter von 11-12 Jahren ohne bisherige Erfahrung im Krafttraining wurden den beiden Gruppen per Zufall zugeteilt. Die Trainingsgruppe absolvierte pro Woche drei Trainingseinheiten zu je 60-75 Minuten, das über einen Zeitraum von 12 Wochen. Nach dem Aufwärmen wurde mit dem Krafttraining, bestehend aus den acht folgenden Übungen, begonnen: Back Squat, Bankdrücken, Kurzhantel-Rudern, Wadenheben, Ausfallschritte mit einer Langhantel, Schulterdrücken, Bizeps-Curls und Trizeps-Extension. Eine Bauchmuskelübung schloss den Teil des Krafttrainings ab. Eine Woche vor Beginn des Programms wurde bereits das 10-RM der Teilnehmer in den einzelnen Übungen ermittelt, welches alle vier Wochen neu bestimmt wurde. Instruktoren überwachten das Training stets.

Nach einer Pause von sechs Minuten nach dem Krafttrainingsteil folgte der Teil des plyometrischen Trainings. Die Intensität des plyometrischen Trainings wurde ebenfalls alle

vier Wochen erhöht. Begonnen wurde in der ersten vierwöchigen Phase mit beidbeinigen Sprüngen aus den Fußgelenken, beidbeinigen Sprüngen vorwärts über Hürden/Hütchen, Standweitsprüngen und Liegestützen. Alle Übungen wurden auf einem federnden Boden durchgeführt. In jeder Woche wurde die Intensität erhöht. Begonnen wurde mit zwei Sätzen zu acht Wiederholungen, in Woche 2 steigerte man die Intensität auf zwei Sätze zu zehn Wiederholungen, in Woche 3 waren es drei Sätze zu acht Wiederholungen und in Woche 4 drei Sätze zu zehn Wiederholungen. Der Umfang war in den weiteren Wochen derselbe, jedoch variierten die Übungen und es wurden schwierigere Varianten durchgeführt.

Vor der Intervention, nach der 12-wöchigen Interventionsphase und nach einer 12-wöchigen Detrainingphase wurden folgende Werte bestimmt:

- Anthropometrische Daten: Mittels Hautfaltenmessung wurden der Körperfettgehalt und die Magermasse des Körpers berechnet.
- Wingate Anaerobic Test: Auf einem Radergometer hatten die TeilnehmerInnen die Aufgabe, nach einem Startkommando so schnell wie möglich zu treten. Dabei wurde die anaerobe Leistungsfähigkeit bestimmt.
- Standweitsprung
- Counter-Movement-Jump
- Brustball Basketball: Aus sitzender Position mit dem Rücken angelehnt an eine Wand musste ein Basketball mittels Brustpass so weit wie möglich geworfen werden.
- 40-m-Sprint

Vergleicht man alle drei Testzeitpunkte miteinander, konnten folgende Ergebnisse beobachtet werden:

Die Kontrollgruppe zeigte einen leichten Anstieg des Körperfettgehalts über den Zeitraum der 24 Wochen, während die Trainingsgruppe den Körperfettgehalt in der Trainingsphase ziemlich stark verringern konnte, welcher in der Detrainingphase nur leicht (+1%) anstieg. Die Magermasse des Körpers und das Körpergewicht stiegen in der Kontrollgruppe, ähnlich wie der Körperfettgehalt, sehr wenig an. In der Trainingsgruppe stieg die Magermasse während der Trainingsphase leicht an und sank in der Detrainingphase genauso leicht wieder ab.

In den Werten der Spitzen- und Durchschnittskraft verzeichnete die Trainingsgruppe in der Trainingsphase einen leichten Anstieg, welcher um das gleiche in der Detrainingphase wieder sank.

Im Counter-Movement-Jump, Brustpass und 40-m Sprint verbesserte sich die Trainingsgruppe in der Trainingsphase sehr gering. Diese Verbesserungen gingen in der Detrainingphase jedoch wieder bis zum Ausgangspunkt zurück. Zwischen den beiden Gruppen gab es in keinem dieser vier Werte (Counter-Movement-Jump, Standweitsprung, Brustpass und 40-m Sprint) signifikante Unterschiede. Aufgrund des Trainingseffekts konnte sich die Trainingsgruppe in den Werten zwar minimal verbessern, am Ende der 24 Wochen waren die Werte der beiden Gruppen jedoch wieder annähernd gleich. (vgl. Ingle et al., 2006)

Folgende Tabelle gibt einen Überblick über die Ergebnisse im Counter-Movement-Jump, Standweitsprung, Basketball-Brustpass und 40-m Sprint:

**Tabelle 16. Ergebnisse der Studie 4 - Kraftwerte (Ingle et al., 2006)**

Variables		Vertical jump (cm)	Standing long jump (m)	Basketball chest pass (m)	40-m sprint test
<b>Control</b>	0 weeks	32.8 ± 4.2	1.92 ± 0.15	5.93 ± 0.48	10.42 ± 0.50
	12 weeks	33.1 ± 4.0	1.93 ± 0.15	5.97 ± 0.45	10.34 ± 0.46
	24 weeks	33.7 ± 4.1	1.94 ± 0.16	6.01 ± 0.48	10.30 ± 0.43
<b>Experimental</b>	0 weeks	32.6 ± 5.8	1.90 ± 0.22	5.78 ± 0.77	10.49 ± 0.76
	12 weeks	33.9 ± 5.9	1.93 ± 0.23	5.96 ± 0.82	10.16 ± 0.74
	24 weeks	32.4 ± 5.5	1.92 ± 0.23	5.87 ± 0.76	10.41 ± 0.79

Die Ergebnisse in den anthropometrischen Werten und in den Werten der Körperzusammensetzung werden in folgender Tabelle abgebildet:

**Tabelle 17. Ergebnisse der Studie 4 - Werte der Körperzusammensetzung (Ingle et al., 2006)**

Variables		Height (m)	Body mass (kg)	Body fat (%)	Lean body mass (kg)
<b>Control</b>	0 weeks	1.55 ± 0.05	47.8 ± 7.6	22.2 ± 3.9	35.9 ± 5.2
	12 weeks	1.56 ± 0.05	48.5 ± 7.3	22.4 ± 3.7	36.1 ± 5.1
	24 weeks	1.57 ± 0.05	48.9 ± 7.1	22.5 ± 3.8	36.3 ± 5.2
<b>Experimental</b>	0 weeks	1.54 ± 0.08	47.6 ± 7.5	22.6 ± 6.1	36.2 ± 5.8
	12 weeks	1.56 ± 0.08	48.8 ± 7.4	21.0 ± 6.1	37.1 ± 6.1
	24 weeks	1.57 ± 0.08	49.5 ± 7.3	21.2 ± 6.1	36.4 ± 5.9

Das Trainingsprogramm kann demnach Verbesserungen bewirken, die jedoch nur sehr gering und nicht signifikant sind und nach einer Detrainingphase wieder verloren gehen

können. Anders als in anderen Studien gab es in dieser Studie keine signifikanten Unterschiede zwischen der Interventions- und der Kontrollgruppe.

(vgl. Ingle et al., 2006)

#### **4.2.5 Studie 5 – Implementing resistance training in secondary schools: A cluster randomized controlled trial (Kennedy, S., G., Smith, J., J., Morgan, P., J., Peralta, L., R., Hilland, T., A., Eather, N., Lonsdale, C., Okely, A., D., Plotnikoff, R., C., Salmon, J., O., Dewar, D., L., Estabrooks, P., A., Pollock, E., Finn, T., L. & Lubans, D., R. (2018))**

Ähnlich wie Eather et al. (2016) wird auch von Kennedy et al. (2018) ein Krafttrainingsprogramm mit Kindern in der Pubeszenz getestet und dessen Auswirkungen ermittelt. Nachdem 16 Sekundarschulen, alle im Umkreis von maximal 50km von den Universitäten in Newcastle und Sydney, ihre Teilnahme an der Studie bekanntgaben, ergab sich eine Gesamtteilnehmerzahl von 607 Schülerinnen und Schülern im Alter von 13-14 Jahren. Die Gruppeneinteilung in eine Interventionsgruppe (INT) und eine Kontrollgruppe (CON - Teilnahme am gewöhnlichen Turnunterricht) erfolgte auch hier per Zufall. Die Dauer der Intervention war mit 10 Wochen etwas länger als bei Eather et. al (2016), allerdings war die Intensität mit zwei Trainingseinheiten und ähnlichem Aufbau der einzelnen Einheiten annähernd gleich. Folgende Teile waren fixe Bestandteile einer Einheit: spielerisches Aufwärmen mit dynamischem Dehnen, Training der technischen Ausführung der Übungen, hochintensives Workout, Spiel zur Verbesserung der Rumpfkraft, statisches Dehnen. Die spezielle Ausbildung für Lehrerinnen und Lehrer durch Workshops garantierte stets abwechslungsreiche Krafttrainingseinheiten sowie das Unterrichten nach dem „SAAFE“-Prinzip, welches für „Supportive, Active, Autonomous, Fair und Enjoyable“ steht und Spaß und Sicherheit im Krafttraining in den Vordergrund stellt.

Primäre und sekundäre Parameter wurden vor der Intervention, nach der 10-wöchigen Intervention (mit Pausen war der Zeitpunkt der Messung 6 Monate nach der ersten Messung), sowie nach 12 Monaten gemessen. Primär lag der Fokus auf der Messung der Muskelfitness. Die Kraft des Oberkörpers wurde mittels 90° Push-Up Test ermittelt, während der Standweitsprung eingesetzt wurde, um die Kraft des Unterkörpers zu erfassen. Sekundäre Messungen inkludierten die Berechnung des BMI sowie des z-Wertes des BMI, die maximale Sauerstoffaufnahme (VO<sub>2</sub>max), die Flexibilität (Sit and reach Test) und die technische Ausführung der Übungen (Videoanalyse). Weiters wurde die körperliche

Aktivität mittels sogenanntem GENEActiv-Messgerät, welches am Handgelenk getragen wird, erfasst. Zwei Fragebögen zur Motivation und Selbstwirksamkeit bildeten den Abschluss der Testungen. (vgl. Kennedy et al., 2018)

Die folgende Tabelle fasst die Resultate der Studie zusammen:

**Tabelle 18. Ergebnisse der Studie 5 (Kennedy et al., 2018)**

Measure	Group	BA	n	6M	n	Time, P	6M Adj. Diff. in Change	6M Group-Time, P	12M	n	Time
Push-ups, reps	INT	12.3	340	14.1	287	<0.001	2.0	0.001	14.3	273	<0.001
	CON	11.4	252	11.2	201	0.605			11.9	177	0.255
Standing long jump, cm	INT	164.4	346	166.6	295	0.044	-1.4	0.397	163.3	270	0.404
	CON	153.8	252	157.4	207	0.008			154.7	181	0.436
BMI, m <sup>2</sup>	INT	21.92	349	22.01	294	0.121	0.11	0.166	22.35	279	<0.001
	CON	22.57	254	22.55	211	0.819			23.13	188	<0.001
BMI Z-score, units	INT	0.70	348	0.66	293	0.031	0.04	0.061	0.66	278	0.013
	CON	0.83	252	0.75	210	<0.001			0.81	186	0.452
MVPA, mean min.d <sup>-1</sup>	INT	33.4	115	30.9	84	0.157	-0.2	0.953	23.2	61	<0.001
	CON	33.9	95	30.6	79	0.218			26.8	57	0.003
VO <sub>2max</sub> , mL.kg <sup>-1</sup> .min <sup>-1</sup>	INT	48.9	346	49.0	292	0.691	-1.3	0.035	50.7	275	<0.001
	CON	48.1	251	49.5	206	0.004			50.4	183	<0.001
Flexibility, cm	INT	23.8	349	22.8	295	<0.001	0.3	0.535	23.5	282	0.337
	CON	25.5	253	24.1	205	<0.001			24.1	185	<0.001
RTSQ, units	INT	34.7	337	37.9	270	<0.001	4.4	<0.001	35.5	276	0.028
	CON	35.4	237	34.3	189	0.018			34.2	174	0.020
PA autonomous motivation, units	INT	3.9	352	3.8	296	0.170	0.0	0.836	3.9	284	0.497
	CON	3.9	250	3.8	212	0.129			3.8	188	0.040
Motivation for RT, units	INT	3.8	349	3.7	296	0.734	0.7	0.184	3.8	283	0.963
	CON	3.9	250	3.1	210	0.051			3.2	187	0.128
RT self-efficacy, units	INT	3.7	352	4.0	296	<0.001	0.2	0.002	3.9	284	<0.001
	CON	3.7	252	3.7	212	0.055			3.8	189	<0.001

Wie in der Tabelle ablesbar ist, verbesserte sich die Muskelkraft des Oberkörpers (Push-Up Test) signifikant in der Interventionsgruppe nach 6 Monaten und konnte auch 12 Monate nach der ersten Testung noch aufrechterhalten werden. Im Vergleich dazu gab es keine signifikanten Veränderungen in der Muskelkraft des Unterkörpers (Standweitsprung). Ebenso kam es zu keinen signifikanten Veränderungen im BMI sowie im z-Wert des BMI. Interessant ist jedoch, dass Kinder der Interventionsgruppe, bei denen zu Beginn der Testung Übergewicht festgestellt wurde, ihren BMI über den Zeitraum von 12 Monaten verbessern konnten. Zu keiner signifikanten Änderung kam es wiederum bei der Messung der körperlichen Aktivität (MVPA) mittels Handgelenksmessgerät, sowie bei der Messung der Flexibilität. Kleine Verbesserungen in beiden Gruppen gab es hinsichtlich der Ausdauer. In der technischen Ausführung der Übungen konnte sich die Interventionsgruppe im Vergleich zur Kontrollgruppe signifikant verbessern. Diese Verbesserungen ließen nach 12 Monaten

etwas nach, die Werte waren aber dennoch auch zu diesem Zeitpunkt noch höher als zu Beginn der Intervention. Mit einem Durchschnittswert von 3,8 Punkten auf einer 5-stufigen Likert-Skala, bei der 5 dem besten Wert entspricht (größte Motivation), wurde die Motivation der Schülerinnen und Schüler als mittelmäßig eingestuft. Bei den Lehrpersonen hingegen, auch sie füllten den Fragebogen aus, lag die Motivation im Durchschnitt bei 4,8 Punkten.

Fasst man die wichtigsten Ergebnisse kurz zusammen, konnte die Muskelkraft des Oberkörpers in der Interventionsgruppe signifikant verbessert werden, während in der Muskelkraft des Unterkörpers kaum Veränderungen auftraten. Verbesserungen gab es außerdem in der technischen Ausführung der Übungen. Im Gegensatz zu Eather et al. (2016) gab es keine Veränderungen im BMI bei normalgewichtigen Schülerinnen und Schülern. (vgl. Kennedy et al., 2018)

#### **4.2.6 Studie 6 - Changes in sprint and jump performances after traditional, plyometric and combined resistance training in male youth pre- and post-peak height velocity (Lloyd, R., S., Radnor, J., M., De Ste Croix, M., B., Cronin, J., B. & Oliver, J., L. (2016))**

Lloyd et al. (2015) beschäftigten sich sowohl mit verschiedenen Trainingsmethoden als auch mit zwei verschiedenen Altersgruppen. Von den 80 teilnehmenden Kindern befanden sich 40 in der sogenannten „pre-peak height velocity“-Phase (re-PHV) und 40 in der „post-peak height velocity“-Phase (post-PHV). Unter diesen beiden Phasen versteht man einerseits die Phase vor dem Punkt des schnellsten Wachstums des Kindes (pre-PHV) und andererseits die Phase danach (post-PHV). In der Pre-PHV Gruppe befanden sich letztendlich Kinder im Alter von 12-13 Jahren und in der Post-PHV Gruppe waren die TeilnehmerInnen 15-16 Jahre alt. Beide Altersgruppen wurden zunächst in je drei Trainingsgruppen und eine Kontrollgruppe (CON) unterteilt. Unter den Trainingsgruppen befand sich eine traditionelle Krafttrainingsgruppe (TST), eine Plyometrische<sup>9</sup> Trainingsgruppe (PT) und eine kombinierte Trainingsgruppe (CT) dieser beiden Gruppen. Die Kontrollgruppe setzte den regulären Sportunterricht in der Schule fort, während die drei Trainingsgruppen den

---

<sup>9</sup> Plyometrisches Training besteht aus Sprungübungen und dient der Verbesserung der Sprung- und Schnellkraft von Sportlerinnen und Sportlern. (vgl. <https://www.scienceforsport.com/plyometric-training/>)

Sportunterricht durch ihr zugeordnetes Trainingsprogramm ersetzen. Sechs Wochen lang wurden jede Woche zwei Trainings durchgeführt.

Testungen waren vor der Intervention sowie am Ende angesetzt. Getestet wurden anthropometrische Werte wie die Körpergröße, die Größe in sitzender Position und das Körpergewicht. Teil der Testungen waren ebenso ein Squat-Jump-Test, ein Rebound-Jump-Test und ein 10-m- sowie ein 20-m Sprint mit fliegendem Start. Mit den beiden Sprungtests wurden einerseits die Sprunghöhe (Squat-Jump-Test) und andererseits die reaktive Sprungkraft (Rebound-Test) erhoben. Beim Rebound-Test mussten die TeilnehmerInnen auf einer Kontaktmatte fünf Mal hintereinander maximal vertikal nach oben springen. Dabei sollte darauf geachtet werden, die Höhe zu maximieren und gleichzeitig die Bodenkontaktzeit zu minimieren. Gestartet wurde dabei mit einem Counter-Movement-Jump und nur die weiteren vier Sprünge wurden zur Berechnung der Reaktivkraft herangezogen.

Alle Trainingseinheiten wurden von Sportlehrerinnen und Sportlehrern überwacht. Das Krafttraining der Krafttrainingsgruppe bestand aus folgenden Übungen: Back Squats mit Langhanteln, Ausfallschritte (Lunges) mit Langhanteln, Step-Ups mit Kurzhanteln und Beinpresse (je 3 Sätze mit 10 Wiederholungen). Um das passende Gewicht wählen zu können, wurde in dieser Trainingsgruppe zunächst das 10-RM Maximum ermittelt. Die plyometrische Trainingsgruppe verrichtete verschiedene Sprung- und Landeübungen (z. B. vertikale Sprünge am Platz, einbeinige Sprünge vorwärts, horizontale Sprünge, etc.). Die Kombinationsgruppe führte zwei Krafttrainingsübungen (Kniebeugen und Ausfallschritte) sowie zwei plyometrische Übungen durch.

Die Ergebnisse der Endtestung der beiden Kontrollgruppen unterschieden sich von deren Eingangstestung nicht signifikant. Beim Messen der Beschleunigung konnte festgestellt werden, dass es in den drei Trainingsgruppen der Pre-PHV-Sparte signifikante Verbesserungen gab. Im Bereich der Post-PHV wurden ausschließlich in der Krafttrainingsgruppe und in der kombinierten Gruppe signifikante Verbesserungen erzielt. Die maximale Laufgeschwindigkeit erhöhte sich in beiden Altersgruppen in den plyometrischen und kombinierten Trainingsgruppen signifikant. Die Werte im Squat-Jump und in der Reaktivkraft konnten in allen Pre-PHV-Trainingsgruppen signifikant gesteigert werden. Im Bereich der Post-PHV verbesserten sich die Werte im Squat-Jump in der

Krafttrainingsgruppe und in der kombinierten Gruppe signifikant, während die Werte der Reaktivkraft in der plyometrischen Gruppe und in der kombinierten Gruppe signifikante Verbesserungen erfuhren. (vgl. Lloyd et al., 2016)

Die Ergebnisse sind anhand folgender Tabelle ersichtlich:

Tabelle 19. Ergebnisse der Studie 6 (Lloyd et al., 2016)

Variable/maturity group	Condition	PT	TST	CT	CON
<b>10 m acceleration (s) pre-PHV</b>	Pre	2.3 ± 0.2	2.3 ± 0.2	2.2 ± 0.2	2.2 ± 0.2
	Post	2.2 ± 0.2	2.2 ± 0.2	2.1 ± 0.2	2.2 ± 0.2
	Effect size (Cohen's <i>d</i> )	0.38	0.11	0.32	0.00
<b>10 m acceleration (s) post-PHV</b>	Pre	1.9 ± 0.1	1.9 ± 0.1	1.9 ± 0.1	1.9 ± 0.1
	Post	1.9 ± 0.1	1.8 ± 0.1	1.8 ± 0.1	1.9 ± 0.1
	Effect size (Cohen's <i>d</i> )	0.06	0.36	0.62	0.04
<b>20 m speed (s) pre-PHV</b>	Pre	3.4 ± 0.2	3.4 ± 0.3	3.4 ± 0.3	3.3 ± 0.3
	Post	3.4 ± 0.2	3.4 ± 0.3	3.3 ± 0.3	3.3 ± 0.3
	Effect size (Cohen's <i>d</i> )	0.45	0.04	0.31	0.02
<b>20 m speed (s) post-PHV</b>	Pre	2.7 ± 0.3	2.8 ± 0.2	2.8 ± 0.2	2.7 ± 0.3
	Post	2.6 ± 0.3	2.7 ± 0.2	2.6 ± 0.2	2.7 ± 0.3
	Effect size (Cohen's <i>d</i> )	0.34	0.08	0.50	0.02
<b>SJ (cm) pre-PHV</b>	Pre	24.6 ± 4.9	22.3 ± 4.9	24.1 ± 4.3	23.4 ± 4.6
	Post	28.3 ± 4.6	24.8 ± 4.6	28.2 ± 4.6	23.5 ± 4.2
	Effect size (Cohen's <i>d</i> )	0.77	0.52	0.96	0.03
<b>SJ (cm) post-PHV</b>	Pre	32.3 ± 6.4	32.4 ± 5.0	33.2 ± 5.4	34.2 ± 4.6
	Post	32.7 ± 6.3	34.6 ± 5.1	37.4 ± 5.5	34.2 ± 4.6
	Effect size (Cohen's <i>d</i> )	0.07	0.45	0.79	0.00
<b>RSI (mm.ms<sup>-1</sup>) pre-PHV</b>	Pre	1.0 ± 0.2	0.9 ± 0.2	1.0 ± 0.3	1.0 ± 0.2
	Post	1.1 ± 0.2	1.0 ± 0.2	1.0 ± 0.3	1.0 ± 0.2
	Effect size (Cohen's <i>d</i> )	0.53	0.16	0.19	0.04
<b>RSI (mm.ms<sup>-1</sup>) post-PHV</b>	Pre	1.4 ± 0.2	1.4 ± 0.2	1.4 ± 0.2	1.4 ± 0.3
	Post	1.5 ± 0.2	1.4 ± 0.2	1.4 ± 0.2	1.4 ± 0.3
	Effect size (Cohen's <i>d</i> )	0.27	0.05	0.28	0.01

Vergleicht man die beiden Altersgruppen miteinander, lassen sich keine signifikanten Unterschiede feststellen. Es kann aber gesagt werden, dass die plyometrische Trainingsgruppe des Pre-PHV-Bereichs ein wenig größere Verbesserungen in der

Beschleunigung und im Squat Jump als die plyometrische Gruppe des Post-PHV-Bereichs verzeichnete.

Zusammenfassend ist erwähnenswert, dass beide Altersgruppen nach dem 6-wöchigen Training signifikante Verbesserungen in der Sprungkraft und im Sprinten aufweisen konnten. Die größten signifikanten Verbesserungen erreichte dabei die plyometrische Trainingsgruppe des Pre-PHV-Bereichs. Im Gegensatz dazu veränderten sich in den beiden Kontrollgruppen keine Werte signifikant. (vgl. Lloyd et al., 2016)

#### **4.2.7 Studie 7 – Exercise adherence and intervention effects of two school-based resistance training programs for adolescents (Lubans, D., R., Sheaman, C. & Callister, R. (2010))**

Im Vergleich zu den vorher beschriebenen Studien von Eather et al. (2016) und Kennedy et al. (2018) vergleichen Lubans et al. (2010) nicht nur zwei Gruppen (eine Krafttrainingsgruppe und eine Kontrollgruppe). Ihr Ziel ist es, zwei Krafttrainingsprogramme zu testen und deren Ergebnisse zum Einen miteinander und zum Anderen mit einer Kontrollgruppe zu vergleichen. Beide Programme werden auf ihre Effektivität und Durchführbarkeit mit Kindern in der Pubeszenz, speziell im Rahmen des Schulunterrichts, überprüft. Schülerinnen und Schüler der Schulstufen 9 und 10 wurden in zwei Phasen zur Studie zugelassen. Nachdem verletzte Kinder und jene, die bereits Erfahrung mit Krafttraining hatten, von der Studie ausgeschlossen wurden, ergab sich eine GesamtteilnehmerInnenzahl von 108 Schülerinnen und Schülern. Per Zufall wurden sie in eine „Free weights“ Gruppe, welche im Krafttrainingsprogramm mit freien Gewichten arbeitete, eine „Elastic tubing“ Gruppe, die Übungen mit Therabändern durchführte, und eine Kontrollgruppe, die kein Krafttraining durchführte und ihre gewohnten Aktivitäten und Essgewohnheiten beibehielt, eingeteilt. Alle Teilnehmerinnen und Teilnehmer aller Gruppen nahmen zusätzlich am gewöhnlichen Turnunterricht teil.

Der Aufbau einer Trainingseinheit war in beiden Krafttrainingsgruppen sehr ähnlich. Nach einem 5-minütigem Aufwärmen (z. B. am Radergometer) erfolgte ein dynamisches Dehnen, bevor 10 ausgewählte Kraftübungen auf unterschiedliche Weise ausgeführt wurden. Beide Gruppen absolvierten pro Übung 2 Sätze mit 8-12 Wiederholungen mit einer Satzpause von 60-90 Sekunden, das zweimal pro Woche, acht Wochen lang.

Unterschiede zwischen den beiden Krafttrainingsgruppen gab es in den verwendeten Trainingsgeräten, die Übungen waren allerdings die gleichen. Die „Free weights“ Gruppe verwendete freie Gewichte, wie Kurzhanteln und Langhanteln, und Trainingsbänke. Das von der „Elastic tubing“ Gruppe verwendete Gerät wird als „Gymstick“ bezeichnet. (Lubans et al., 2010). Es handelt sich dabei um einen Fiberglasstab, welcher an jedem Ende mit elastischen Bändern verbunden ist. An jedem Band befindet sich eine Schlaufe, sodass zahlreiche Ganzkörperübungen damit durchgeführt werden können. (vgl. <https://gymstick.at/index.php?lang=1&f=text&nID=1277&sna=314>)



Abbildung 2 "Gymstick" (<https://gymstick.at/index.php?lang=1&f=text&nID=1277&sna=314>)

Beide Gruppen absolvierten folgende Kraftübungen, jede Gruppe mit „ihrem“ Gerät:

- Kniebeuge
- Ausfallschritt
- Wadenheben
- Vorgebeugtes Rudern
- Bankdrücken
- Frontheben
- Bizeps Curls
- Crunches
- Russian Twist
- Trizeps-Übung

Beachtet man die Muskelgruppen, die durch die einzelnen Übungen beansprucht werden, werden mit jeder Trainingseinheit die größten und wichtigsten Muskelgruppen und somit der gesamte Körper trainiert.

Um die Effekte der Trainingsprogramme und deren Unterschiede sehen zu können, wurden vor und nach der achtwöchigen Intervention folgende Merkmale getestet:

Primäres Merkmal war die Muskelkraft, wobei die Kraft des Oberkörpers mittels 1-RM im Bankdrücken und die Kraft des Unterkörpers mittels 1-RM in der Beinpresse ermittelt wurden. Das sekundäre Merkmal, der Körperbau, wurde durch die Berechnung des BMI (Messung von Größe und Gewicht), die Messung des Baumumfangs und die Messung von Körperfettanteil und fettfreier Körpermasse mittels BIA<sup>10</sup> (Bioimpedanzanalyse) aufgezeichnet. Außerdem wurde die Borg-Skala eingesetzt, um das subjektive Belastungsempfinden zu erfassen.

Folgende Ergebnisse zeigte die Messung nach der achtwöchigen Intervention:

Bezüglich primären Parameter, der Muskelkraft des Ober- und Unterkörpers, stellte sich heraus, dass Mädchen und Burschen in beiden Krafttrainingsgruppen signifikant bessere Ergebnisse, sowohl in der Kraft im Unter- als auch im Oberkörper, als Schülerinnen und Schüler in der Kontrollgruppe erzielten. Betrachtet man die Unterschiede zwischen den beiden Trainingsgruppen sieht man, dass die größeren Unterschiede bezüglich Kraft des Oberkörpers in der „Free weights“ Gruppe stattfanden. In der Kraft des Unterkörpers konnten Schülerinnen und Schüler aus beiden Trainingsgruppen gleich große Verbesserungen erreichen.

Bei der Erfassung des Körperbaus betrachtete man zunächst den Bauchumfang, welcher sich in keiner Gruppe signifikant veränderte. Auch der BMI blieb in allen drei Gruppen nahezu gleich. Unterschiede wurden bei der Bioimpedanzanalyse sichtbar. Während sich die Fettmasse des Körpers in der Kontrollgruppe etwas erhöhte, sank sie in beiden Trainingsgruppen. Demzufolge gab es eine signifikante Verringerung des Körperfettanteils (%) in beiden Trainingsgruppen gegenüber der Kontrollgruppe. Der BMI blieb in allen Gruppen gleich, was bedeutet, dass die fettfreie Körpermasse in den beiden Trainingsgruppen gestiegen ist. Diese Effekte traten in beiden Trainingsgruppen auf, wobei die größeren Effekte in der „Free weights“ Gruppe aufgezeichnet wurden.

(vgl. Lubans et al., 2010)

---

<sup>10</sup> Bei der Bioimpedanzanalyse handelt es sich um eine Messmethode, bei der ein für den Menschen nicht spürbarer Strom durch den Körper gesendet wird. Dadurch, dass Strom leichter durch die Muskulatur als durch Körperfett fließt, kann man durch den Fließwiderstand Aussagen über Körperfettanteil und Anteil der fettfreien Körpermasse treffen. (<https://www.gesundheit.de/ernaehrung/diaeten/diaetwissen/koerperanalyse-nach-der-bia-methode>)

Die folgende Tabelle gibt einen genauen Überblick über die wichtigsten Ergebnisse dieser Studie:

**Tabelle 20. Ergebnisse der Studie 7 (Lubans et al., 2010)**

Variables	Control group			Free weights group			Elastic tubing group			Group x time P
	Baseline	Posttest	d	Baseline	Posttest	d	Baseline	Posttest	d	
Waist circumference (cm)	76.6 (6.5)	76.6 (5.6)	0.0	79.9 (7.7)	79.3 (5.9)	-0.2	75.8 (7.2)	75.3 (8.4)	-0.2	1.00
Height (m)	1.70 (0.09)	1.70 (0.07)	NA	1.74 (0.11)	1.74 (0.10)	NA	1.74 (0.06)	1.75 (0.07)	NA	0.04
Weight (kg)	63.5 (9.9)	64.0 (9.9)	0.2	70.4 (16.1)	71.4 (17.5)	0.5	64.7 (11.5)	66.0 (11.2)	0.6	0.18
BMI (kg.m <sup>-2</sup> )	22.0 (2.6)	22.1 (2.5)	0.1	23.0 (3.6)	23.1 (3.9)	0.1	21.3 (3.3)	21.4 (3.1)	0.1	0.58
BIA FM (kg)	8.9 (3.8)	10.3 (3.9)	0.4	12.7 (7.9)	12.0 (11.5)	-0.2	8.8 (4.7)	8.2 (3.6)	-0.2	0.46
BIA FFM (kg)	52.4 (8.4)	52.0 (8.7)	-0.2	57.6 (9.6)	60.2 (9.8)	1.2	56.4 (7.5)	58.3 (8.9)	0.9	0.00
BIA (% fat)	14.4 (5.7)	16.7 (5.8)	0.8	17.3 (7.1)	15.0 (7.4)	-0.8	13.6 (5.1)	12.4 (4.6)	-0.4	0.00
Absolute upper body strength (kg)	57.5 (10.8)	52.3 (8.9)	-0.5	49.9 (13.0)	62.0 (11.9)	1.2	50.5 (15.2)	56.5 (14.5)	0.6	0.00
Relative upper body strength/weight (kg/kg)	0.91 (0.14)	0.82 (0.10)	-0.6	0.71 (0.14)	0.89 (0.15)	1.2	0.78 (0.13)	0.86 (0.17)	0.5	0.00
Absolute lower body strength (kg)	199.8 (34.9)	226.4 (44.3)	0.8	173.6 (47.2)	234.3 (50.5)	1.9	181.4 (53.3)	238.6 (64.3)	1.8	0.001
Relative lower body strength/weight (kg/kg)	3.15 (0.40)	3.55 (0.60)	0.9	2.49 (0.77)	3.31 (0.80)	1,7	2.83 (0.70)	3.63 (0.72)	1.7	0.003

Ein interessantes Ergebnis erhält man, wenn man die beiden Geschlechter getrennt betrachtet. Beide Geschlechter beider Trainingsgruppen konnten ihre Körperfettmasse reduzieren. Bei den Mädchen resultierte diese Reduktion in einer Verbesserung des BMI, während dieser bei den Burschen unverändert blieb. Bei den Burschen hingegen stieg zugleich die fettfreie Körpermasse an.

Der wichtigste Schluss aus dieser Studie war jener, dass Mädchen sowie Burschen beider Trainingsgruppen, die das achtwöchige Programm absolvierten, signifikante Verbesserungen im Körperbau und in der Muskelkraft erzielten. Beide Trainingsmethoden erwiesen sich demzufolge als sinnvoll und durchführbar in der Schule, wobei die etwas größeren Verbesserungen in der „Free weights“ Gruppe aufgezeichnet werden konnten. Jedoch war die Quote jener Schülerinnen und Schüler, die das Trainingsprogramm im Laufe

der acht Wochen abbrechen, in der „Free weights“ Gruppe höher als in der „Elastic tubing“ Gruppe. (vgl. Lubans et al., 2010)

#### **4.2.8 Studie 8 – Effects of concurrent training on explosive strength and VO<sub>2max</sub> in prepubescent children (Marta, C., Marinho, D., A., Barbosa, T., M., Izquierdo, M. & Marques, M., C. (2013))**

Ähnlich wie zuvor bei Lubans et al. (2010) verglichen auch Marta et al. (2013) drei Gruppen miteinander. 125 Schülerinnen und Schüler im Alter von 10-11 Jahren nahmen freiwillig an der Studie teil. Wie schon in den Studien zuvor, wurden Schülerinnen und Schüler mit Verletzungen und Krankheiten, sowie jene, die schon Erfahrung im Krafttraining haben, von der Teilnahme ausgeschlossen. Alle Teilnehmerinnen und Teilnehmer wurden per Zufall in die folgenden drei Gruppen eingeteilt:

- „GR“ – Gruppe: Krafttrainingsgruppe
- „GCON“ – Gruppe: Kombination aus Krafttraining und Ausdauer
- „GC“ – Gruppe: Kontrollgruppe

Während die beiden Trainingsgruppen acht Wochen lang zweimal pro Woche Krafttraining bzw. Krafttraining in Kombination mit Ausdauertraining absolvierten, nahm die Kontrollgruppe am gewöhnlichen Turnunterricht teil. Beide Trainingsgruppen begannen jede Einheit mit einem 10-minütigen Aufwärmen, welches beispielsweise aus lockerem Laufen, dynamischem Dehnen oder Mobilisationsübungen bestand. Nach dem Aufwärmen nahmen beide Gruppen am selben Krafttrainingsprogramm teil. Übungen aus diesem Programm waren 1-Kg und 3-Kg Medizinballwürfe, Box-Jumps, Schnellkraftsprünge über Hürden und 30-40-m Sprints. Pausen zwischen den Sätzen dauerten etwa 1 Minute und Pausen zwischen den einzelnen Übungen 2 Minuten. An dieser Stelle endete eine Trainingseinheit für die Krafttrainingsgruppe. Die kombinierte Gruppe absolvierte nach dem Krafttrainingsprogramm jeweils noch einen 20-m Shuttle Run, um die Ausdauer zu trainieren. Beide Trainingsgruppen schlossen die Trainingseinheiten mit einem 5-minütigen statischen Training ab. Somit dauerte eine Einheit zwischen 45 Minuten (Krafttrainingsgruppe) und 60 Minuten (kombinierte Gruppe). Im gesamten Interventionsverlauf wurde große Bedeutung auf die Sicherheit bei den einzelnen Übungen sowie auf das Aufrechterhalten eines notwendigen Levels an Hydratation des Körpers gelegt.

Weiters wurden die Teilnehmerinnen und Teilnehmer motiviert, ständig ihr Bestes zu geben, und erhielten Informationen über die Wichtigkeit gesunder Ernährung.

Vor und nach der achtwöchigen Intervention wurden Tests durchgeführt, die folgende Merkmale erfassten: Größe und Gewicht wurden gemessen und daraus der BMI berechnet, die Explosivkraft des Ober- und Unterkörpers ermittelte man durch Medizinballwürfe, Standweitsprünge und Counter-Movement Jumps, die Laufgeschwindigkeit wurde mit einem 20-m Sprint gemessen und die VO<sub>2</sub>max maß man mittels 20-m Shuttle Run.

Der Test nach der Intervention zeigte, dass das achtwöchige Training signifikante Verbesserungen in beiden Trainingsgruppen im Standweitsprung, im 1-Kg und 3-Kg Medizinballwurf und im 20-m Sprint im Vergleich zur Kontrollgruppe bewirkte. Auffallend ist weiters, dass es in der kombinierten Trainingsgruppe zusätzlich im VO<sub>2</sub>max-Wert signifikante Verbesserungen im Vergleich zur Krafttrainingsgruppe und Kontrollgruppe bewirkte. Keine signifikanten Unterschiede wurden im Counter-Movement Jump aufgezeichnet. Zwischen den Gruppen gab es nur geringe Unterschiede in den Krafttrainingsmerkmalen. Größere Unterschiede wurden im VO<sub>2</sub>max Wert beobachtet. Während sich in diesem Ausdauerwert die Kontrollgruppe von der Krafttrainingsgruppe nicht signifikant unterschied, gab es in der kombinierten Gruppe signifikante große Verbesserungen im Vergleich zu den anderen beiden Gruppen. (vgl. Marta et al., 2013)

Die folgenden Abbildungen zeigen die einzelnen Ergebnisse noch genauer:

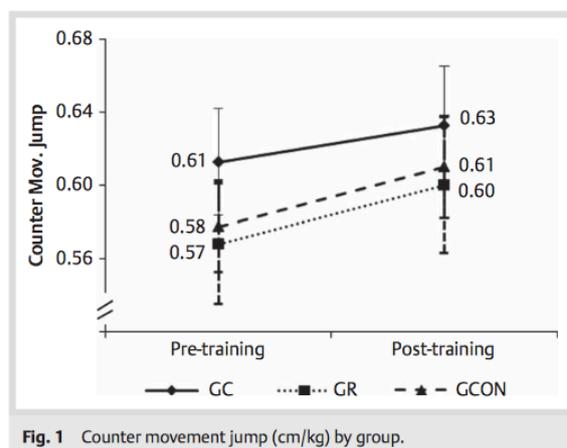


Abbildung 3 Ergebnisse der Studie 4 – Counter-Movement Jump (Marta et al., 2013)

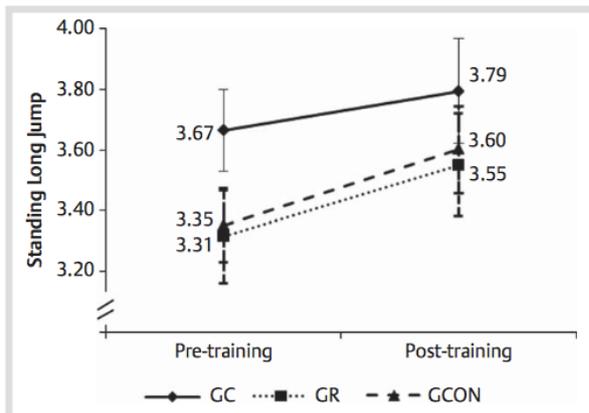


Fig. 2 Standing long jump (cm/kg) by group.

Abbildung 4 Ergebnisse der Studie 4 - Standweitsprung (Marta et al., 2013)

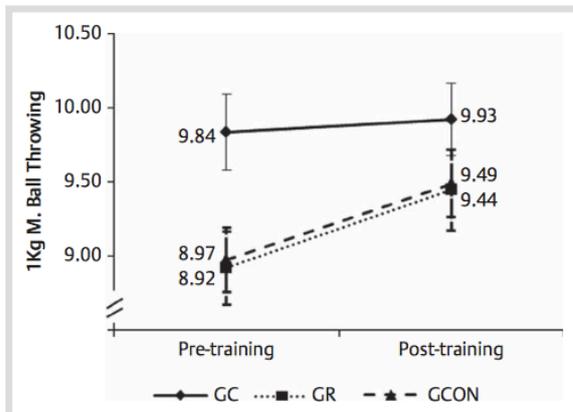


Fig. 3 1 Kg medicine ball throwing (cm/kg) by group.

Abbildung 5 Ergebnisse der Studie 4 - 1-Kg Medizinballwurf (Marta et al., 2013)

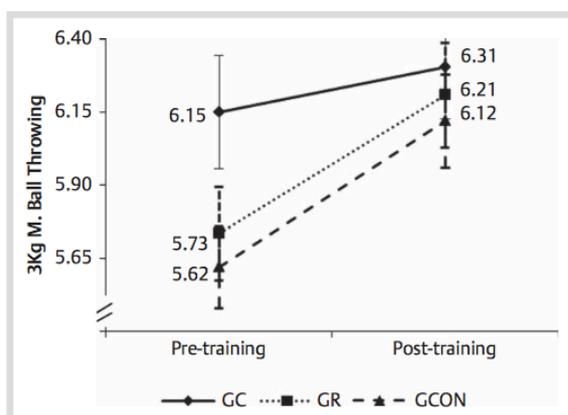


Fig. 4 3 Kg medicine ball throwing (cm/kg) by group.

Abbildung 6 Ergebnisse der Studie 4 - 3-Kg Medizinballwurf (Marta et al., 2013)

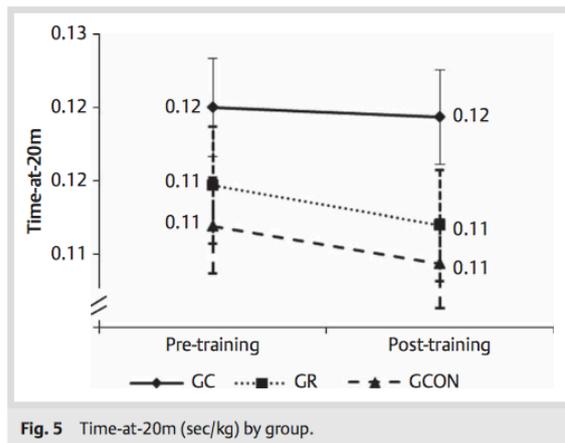


Fig. 5 Time-at-20m (sec/kg) by group.

Abbildung 7 Ergebnisse der Studie 4 - 20-m Sprint (Marta et al., 2013)

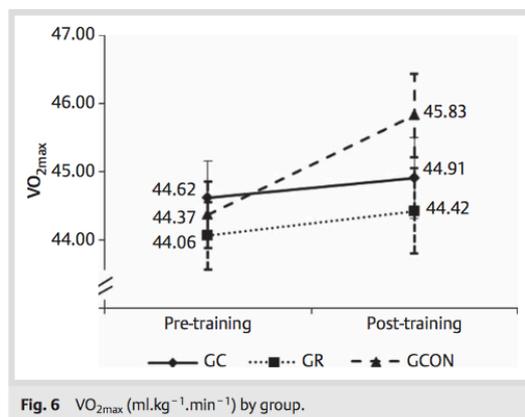


Fig. 6 VO<sub>2max</sub> (ml.kg<sup>-1</sup>.min<sup>-1</sup>) by group.

Abbildung 8 Ergebnisse der Studie 4 - VO<sub>2max</sub> (Marta et al., 2013)

Zusammenfassend lässt sich zu dieser Studie sagen, dass sich beide Trainingsmethoden, Krafttraining alleine und ein kombiniertes Training aus Kraft- und Ausdauertraining, positiv auf die Muskelkraft und die Gesundheit von Kindern in der Pubeszenz auswirken. Kombiniertes Training aus Kraftübungen und Ausdauertraining verbessert zusätzlich die Ausdauerleistung von Kindern in dieser Altersgruppe. (vgl. Marta et al., 2013)

#### 4.2.9 Studie 9 – Differentiating maturational influence on training-induced strength and endurance adaptations in prepubescent children (Marta, C., Marinho, D., A., Izquierdo, M. & Marques, M., C. (2014))

Ein etwas anderes Ziel als das in den Studien zuvor definierten Marta et al. (2014) in ihrer Studie zu Krafttraining im Alter der Pubeszenz. Einerseits werden, wie auch schon in den anderen Studien, die Auswirkungen von Krafttraining auf die Gesundheit und Leistungsfähigkeit im Alter der Pubeszenz untersucht, andererseits konzentrierten sich

Marta et al. (2014) dabei vor allem auf die biologische Reife und deren Einfluss auf die Stärke dieser Auswirkungen des Krafttrainings.

Studie 8 „Effects of concurrent training on explosive strength and VO<sub>2</sub>max in prepubescent children“ wurde ebenfalls von Marta et al. (2013) durchgeführt. Sie legten den Fokus dabei auf die Auswirkungen des Krafttrainings generell und untersuchten weiters, welche Unterschiede zwischen einem Krafttraining und einem kombinierten Training aus Krafttraining und Ausdauertraining in Bezug auf deren Auswirkungen auf gesundheitsrelevante Merkmale bestehen (siehe oben). Ein Jahr später analysierten Marta et al. (2014) diese Interventionsstudie erneut, legten den Fokus auf die biologische Reife der Schülerinnen und Schüler und folgten nun dem Ziel, herauszufinden, ob die biologische Reife einen Einfluss auf die Auswirkungen des Krafttrainings hat.

Wie in Studie 4 beschrieben, wurden die 125 teilnehmenden Mädchen und Burschen per Zufall in drei Gruppen, eine Krafttrainingsgruppe (hier: „SG“ – „strength group“), eine kombinierte Gruppe aus Kraft- und Ausdauertraining (hier: „EG“ – „endurance group“) und eine Kontrollgruppe (hier: „CG“ – „control group“) eingeteilt. Wichtig für das Ziel dieser Studie ist, dass die biologische Reife aller Teilnehmerinnen und Teilnehmer vor Beginn der Intervention mithilfe der sogenannten „Tanner-Stadien“ bestimmt wurde. Anhand dieser Stadien ist es möglich, die biologische/körperliche Entwicklung von Mädchen und Burschen in verschiedene Stufen einzuteilen. Den Teilnehmerinnen und Teilnehmern dieser Studie war es selbst überlassen, sich entweder zum Tanner-Stadium I oder Tanner-Stadium II zuzuteilen. Die Merkmale der beiden Stadien wurden für beide Geschlechter genau beschrieben:

- Tanner-Stadium I Burschen: Hodenvolumen kleiner als 1,5 ml, kleiner Penis (3cm oder kürzer), keine Schambehaarung
- Tanner-Stadium I Mädchen: Brüste ohne drüsenartigem Gewebe, Brustwarzenhof folgt den Hautkonturen der Brust, keine Schambehaarung
- Tanner-Stadium II Burschen: Hodenvolumen zwischen 1,6 und 6 ml, Haut des Hodensackes verdünnt, rötlich und erweitert, Penislänge unverändert, wenig Schambehaarung
- Tanner-Stadium II Mädchen: Bildung der Brustknospe, wenig drüsenartiges Gewebe, Brustwarzenhof vergrößert, wenig Schambehaarung

Da die Auswirkungen des Trainings auf die einzelnen Gruppen sowie die Unterschiede zwischen den Gruppen in Studie 4 schon beschrieben wurden, wird der Fokus nun auf die Unterschiede in den Auswirkungen in Bezug auf die physische Reife gelegt. Im Test vor der Intervention konnten in keinem der getesteten Merkmale signifikante Unterschiede zwischen den Testpersonen der drei Gruppen festgestellt werden. Nach der achtwöchigen Intervention zeigte eine erneute Testung, dass es zu signifikanten Verbesserungen in den beiden Trainingsgruppen in nahezu allen Werten gab. Interessant ist nun, dass die Verbesserungen bei Mitgliedern beider Tanner-Stadien auftraten und zwischen Mitgliedern beider Tanner-Stadien keine signifikanten Unterschiede aufgezeichnet wurden. Einzig im BMI unterschieden sich die beiden Tanner-Stadien signifikant voneinander, wobei der BMI im Tanner-Stadium II signifikant höher als im Tanner-Stadium I ist. (vgl. Marta et al., 2014)

Die genauen Ergebnisse und Unterschiede zwischen den Gruppen und Tanner-Stadien sind den folgenden Abbildungen zu entnehmen:

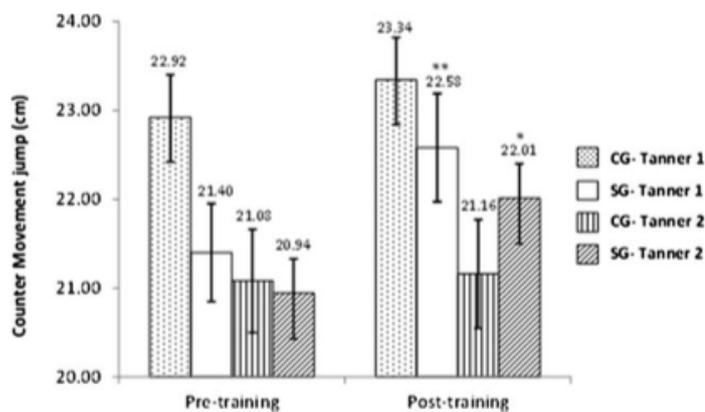


Fig. 1. Counter movement jump (cm): Tanner stages I and II. CG-Control group; SG-Strength training group. \*( $P < 0.05$ ), \*\*( $P < 0.01$ ) Significant difference from pretraining to post-training.

Abbildung 9 Ergebnisse der Studie 5 - Counter-Movement Jump (Marta et al., 2014)

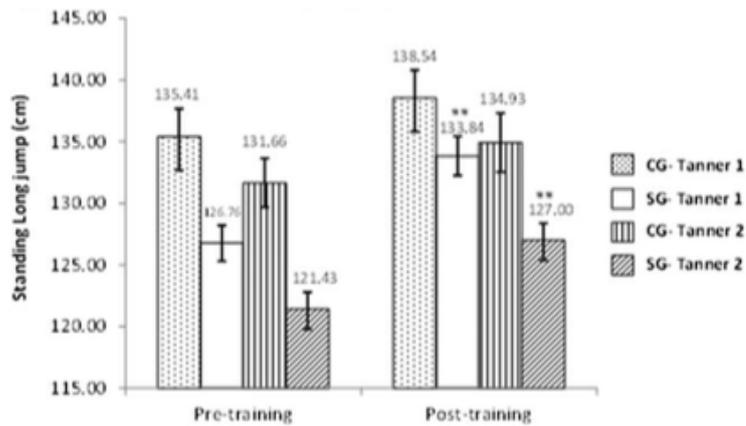


Fig. 2. Standing long jump (cm): Tanner stages I and II. CG-Control group; SG-Strength training group. **\*\***( $P < 0.01$ ) Significant difference from pretraining to post-training.

Abbildung 10 Ergebnisse der Studie 5 - Standweitsprung (Marta et al., 2014)

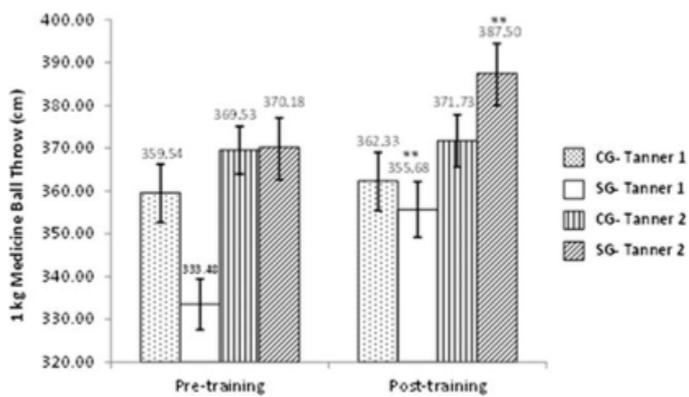


Fig. 3. One-kilogram medicine ball throwing (cm): Tanner stages I and II. CG-Control group; SG-Strength training group. **\*\***( $P < 0.01$ ) Significant difference from pretraining to post-training.

Abbildung 11 Ergebnisse der Studie 5 - 1-Kg Medizinballwurf (Marta et al., 2014)

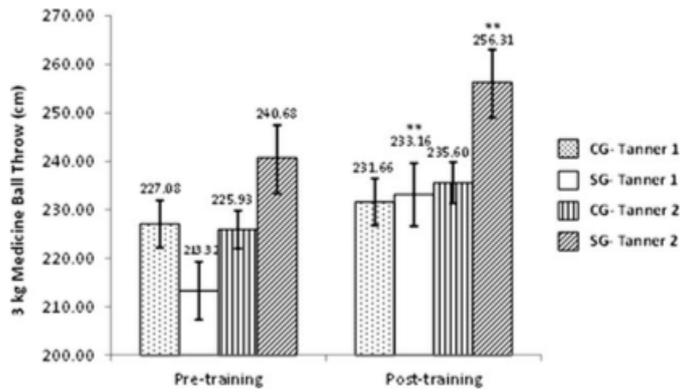


Fig. 4. Three-kilogram medicine ball throwing (cm): Tanner stages I and II. CG-Control group; SG-Strength training group.  $** (P < 0.01)$  Significant difference from pretraining to post-training.

Abbildung 12 Ergebnisse der Studie 5 - 3-Kg Medizinballwurf (Marta et al., 2014)

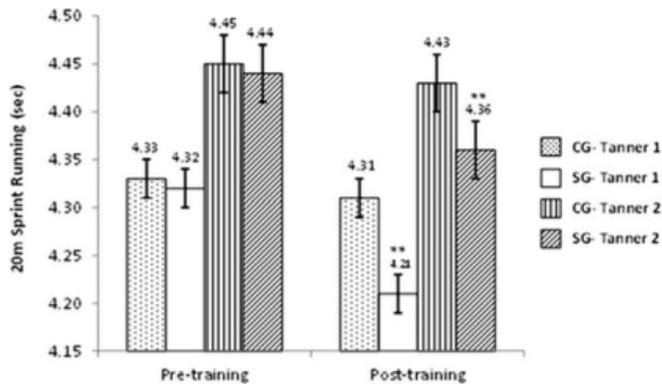


Fig. 5. Time-at-20 m (s): Tanner stages I and II. CG-Control group; SG-Strength training group.  $** (P < 0.01)$  Significant difference from pretraining to post-training.

Abbildung 13 Ergebnisse der Studie 5 - 20-m Sprint (Marta et al., 2014)

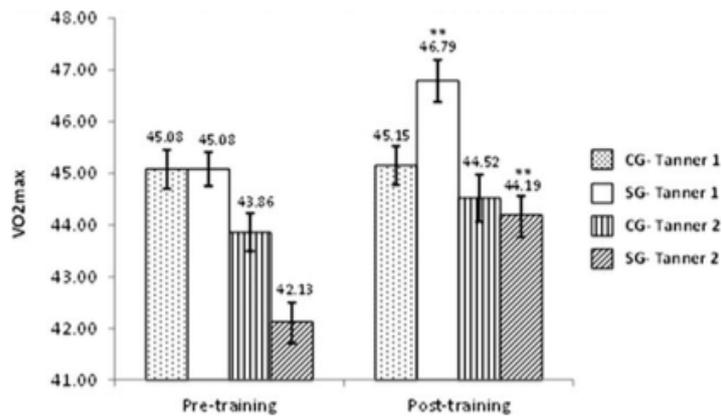


Fig. 6.  $VO_{2max}$  ( $ml\ kg^{-1}\ min^{-1}$ ): Tanner stages I and II. CG-Control group; EG-Endurance training group. **\*\***( $P < 0.01$ ) Significant difference from pretraining to post-training.

Abbildung 14 Ergebnisse der Studie 5 -  $VO_{2max}$  (Marta et al., 2014)

Somit lässt sich aus dieser Studie ableiten, dass die biologische Reife keinen Einfluss auf die Auswirkungen des Krafttrainings auf Kinder im Alter von 10-11 Jahren hat. Das heißt, die Auswirkungen des Krafttrainings sind bei Kindern, unabhängig der Zugehörigkeit zum Tanner-Stadium I oder II, die gleichen. Ebenfalls stellte sich heraus, dass es auch zwischen den Geschlechtern keine signifikanten Unterschiede in den Auswirkungen des Krafttrainings gibt. Ob diese Erkenntnis nur in dieser Studie zutrifft oder generell gilt, kann durch diese eine Studie nicht gesagt werden. Es kann auf jeden Fall eine wichtige Erkenntnis für den Turnunterricht der Schule sein, zu wissen, dass in der Gestaltung des Krafttrainings keine Unterschiede zwischen körperlich mehr oder weniger entwickelten Kindern gemacht werden muss. (vgl. Marta et al., 2014)

#### 4.2.10 Studie 10 - Effects of suspension versus traditional resistance training on explosive strength in elementary school-aged boys (Marta, C., Alves, A., R., Esteves, P., T., Casanova, N., Marinho, D., Neiva, H., P., Aguado-Jimenez, R., Alonso-Martinez, A., M., Izquierdo, M. & Marques, M., C. (2019))

Marta et al. (2019) verfolgten das Ziel, die Auswirkungen eines achtwöchigen Suspension<sup>11</sup>-Trainingsprogrammes (ST) und eines traditionellen Krafttrainingsprogrammes (RT) miteinander und mit einer Kontrollgruppe (C) zu vergleichen. 57 gesunde Burschen im Alter

<sup>11</sup> Beim TRX® Suspension Training wird ein elastisches Gurtsystem verwendet, mit dem Übungen mit dem eigenen Körpergewicht durchgeführt werden können und so ein intensives und effektives Ganzkörpertraining möglich ist. (vgl. [https://www.trx-training.de/trx\\_de/was\\_ist\\_trx\\_suspension\\_training](https://www.trx-training.de/trx_de/was_ist_trx_suspension_training))

von 10-11 Jahren waren Teilnehmer der Studie. Bisher hatten sie keine Erfahrung im Krafttraining. Die Gruppeneinteilung erfolgte auch in dieser Studie per Zufall.

Die Krafttrainingsgruppe begann mit einem 10-minütigen Aufwärmen, bestehend aus Mobilisations- und Dehnübungen. Das Krafttrainingsprogramm inkludierte folgende Übungen: 1-Kg und 3-Kg Medizinballwürfe, Box Jumps, plyometrische Sprünge über Hürden und 30-m- und 40-m Sprints. Die Suspension-Gruppe verwendete das TRX® Pro Pack, um Kräftigungsübungen wie Bankdrücken, Liegestützen, Trizeps-Drücken, Kniebeugen und Ausfallschritte durchzuführen. Die Pause zwischen den Sätzen betrug 1 Minute, die Pause zwischen den Übungen 2 Minuten. Jede Trainingseinheit nahm in etwa 45 Minuten in Anspruch. Da die Teilnehmer noch keine Erfahrung im Krafttraining hatten, hatten sie vor der ersten Einheit zwei Einschulungseinheiten. Die Kontrollgruppe nahm ausschließlich am regulären Sportunterricht in der Schule teil.

Folgende Testungen wurden vor Beginn der Intervention um am Ende durchgeführt:

- Anthropometrische Messung: Die Körpergröße und das Körpergewicht wurden gemessen.
- Counter-Movement-Jump
- Standweitsprung
- 1-Kg und 3-Kg Medizinballwurf
- 20-m Sprint

Im 20-m Sprint und in den beiden Wurfdisziplinen verbesserten sich die beiden Trainingsgruppen signifikant. Die Krafttrainingsgruppe verbesserte sich im 1-Kg Medizinballwurf um 5,82% und die Suspension-Gruppe um 5,94%. Im 3-Kg Wurf betrugen die Verbesserungen in der Krafttrainingsgruppe 8,14% und in der Suspension-Gruppe um 8,82%. Im 20-m Sprint verringerte sich die Zeit in der Krafttrainingsgruppe um 2,33% und in der Suspension-Gruppe um 1,19%. In den beiden Sprungdisziplinen unterschieden sich die Ergebnisse der beiden Trainingsgruppe nicht signifikant von der Kontrollgruppe, jedoch konnten sich alle drei Gruppen ein wenig verbessern. Beide Trainingsprogramme eignen sich demnach für die Schule und können die Explosivkraft bei untrainierten Burschen dieser Altersgruppe verbessern.

(vgl. Marta et al., 2019)

Folgende Tabelle gibt einen Überblick über die Ergebnisse im Counter-Movement-Jump, im Standweitsprung, im 1-Kg Medizinballwurf, im 3-Kg Medizinballwurf und im 20-m Sprint:

Tabelle 21. Ergebnisse der Studie 10 (Marta et al., 2019)

		$\chi$ ( $\sigma$ ) (preintervention)	$\chi$ ( $\sigma$ ) (postintervention)	G	Pre-post 1	G x pre- post 1
<b>CM jump</b>	RT	22.51 (5.61)	23.55 (6.43)	P = .32	P = .00	P = .29
	ST	24.59 (3.17)	26.38 (3.84)	$\eta^2_p = .041$	$\eta^2_p = .302$	$\eta^2_p = .045$
	C	23.44 (5.23)	24.28 (6.27)			
<b>SL jump</b>	RT	129.68 (14.63)	136.21 (16.89)	P = .14	P = .00	P = .16
	ST	137.80 (9.56)	148.05 (11.56)	$\eta^2_p = .071$	$\eta^2_p = .429$	$\eta^2_p = .066$
	C	140.17 (21.95)	145.17 (27.49)			
<b>1-kg ball throw, cm</b>	RT	367.53 (65.64)	389.37 (68.71)	P = .73	P = .00	P = .00
	ST	381.75 (64.59)	404.00 (67.31)	$\eta^2_p = .011$	$\eta^2_p = .736$	$\eta^2_p = .463$
	C	375.33 (74.57)	378.56 (75.79)			
<b>3-kg ball throw, cm</b>	RT	231.53 (39.04)	250.37 (42.29)	P = .42	P = .00	P = .00
	ST	241.45 (36.21)	262.75 (36.37)	$\eta^2_p = .032$	$\eta^2_p = .689$	$\eta^2_p = .395$
	C	233.22 (44.54)	236.56 (45.73)			
<b>20-m sprint</b>	RT	4.30 (0.24)	4.21 (0.26)	P = .04	P = .00	P = .001
	ST	4.19 (0.14)	4.14 (0.14)	$\eta^2_p = .112$	$\eta^2_p = .528$	$\eta^2_p = .218$
	C	4.37 (0.27)	4.35 (0.28)			

#### 4.2.11 Studie 11 – Strength training and physical activity in boys: a randomized trial (Meinhardt, U., Witassek, F., Petrò, R., Fritz, C. & Eiholzer, U. (2013))

Meinhardt et al. (2013) untersuchten einerseits die Auswirkungen von Krafttraining auf Kinder in der Pubeszenz allgemein und andererseits fokussierten sie sich darauf, herauszufinden, ob und inwieweit ein Krafttrainingsprogramm positiven Einfluss auf die Bewegungsbereitschaft im Alltag haben kann.

Wie schon in der Einleitung beschrieben, veränderte sich der Lebensstil in den letzten 50 Jahren dahingehend, dass körperliche Aktivität immer mehr an Bedeutung verlor, da es nicht mehr notwendig ist, sich zu bewegen, um überleben zu können (z. B. um Essen zu bekommen). Körperliche Aktivität wird nun ausgeführt, um die Gesundheit beizubehalten, als Prävention verschiedener Krankheiten. Trotzdem geht sie zurück, da das Risiko der Inaktivität oft nicht ernst genommen wird. Meinhardt et al. (2013) wollten dieses Problem

bekämpfen und herausfinden, ob Kinder zu Bewegung im Alltag motiviert werden, wenn sie zuvor an einem Krafttrainingsprogramm teilgenommen haben.

102 Mädchen und Burschen aus einer Sekundarschule in der Schweiz nahmen an dieser Studie teil. Alle Teilnehmerinnen und Teilnehmer waren zwischen 10 und 14 Jahre alt und gesund. Kinder mit einem BMI von über oder unter 2,5 des Mittelwerts wurden zwar zur Studie zugelassen, allerdings in die Analyse der Ergebnisse nicht miteinbezogen. Alle Testpersonen wurden per Zufall in eine Kontrollgruppe, die am gewöhnlichen Sportunterricht teilnahm, und eine Interventionsgruppe, die das 19-wöchige Krafttrainingsprogramm durchführte, eingeteilt. Dabei wurde darauf geachtet, dass der prozentuelle Anteil an Mädchen und Burschen in jeder Gruppe der gleiche ist. Die Intervention bestand aus zwei Einheiten pro Woche, die statt zwei der drei Turnstunden gemacht wurden, wobei eine Einheit in etwa 45 Minuten in Anspruch nahm. Pro Einheit wurden sieben Ganzkörper-Kraftübungen durchgeführt, wobei große Bedeutung auf die richtige Übungsausführung gelegt wurde. Nach einem 10-minütigen Aufwärmen wurden folgende 7 Kraftübungen in Form eines Zirkels durchgeführt:

- Kniebeugen mit einer Langhantel
- Ausfallschritte mit einer Langhantel
- Bankdrücken mit einer Langhantel
- Rückenübung auf einem Gymnastikball
- Diagonale Crunches für die seitlichen Bauchmuskeln
- Langhantelrudern
- Schulterdrücken mit einer Langhantel

Das Training wurde von Turnlehrern genau überwacht, die besonders auf die richtige Technik achteten, bevor das Gewicht gesteigert wurde. Schaffte jemand 15 Wiederholungen bei einer Übung und führte die Übung technisch einwandfrei aus, wurde das Gewicht gesteigert.

Alle Teilnehmerinnen und Teilnehmer wurden dreimal getestet, einmal vor Beginn des Programms, einmal nach der 19-wöchigen Intervention und zuletzt drei Monate nach Ende des Programms. Der letzte Test diente vor allem um zu sehen, ob die Effekte des Krafttrainingsprogramms auch noch 3 Monate nach Ende aufrechterhalten werden konnten.

Folgende Merkmale wurden in jedem der drei Tests ermittelt:

- Größe und Gewicht
- PAEE („Physical Activity Energy Expenditure“): Darunter versteht man den Energieverbrauch aus körperlicher Aktivität. Dieser wurde mithilfe eines Messgeräts, welches sich am Körper der Kinder befand und den Energieverbrauch in Kalorien angab, erfasst. Dieses Gerät wurde von den Testpersonen sieben Tage durchgehend, bis auf Schlafenszeiten und in der Dusche oder beim Baden, getragen. Der gesamte Energieverbrauch wurde schließlich durch die Minuten, in denen das Gerät getragen wurde, dividiert, um den gewünschten Wert zu erhalten.
- Fettfreie Körpermasse und Fettmasse des Körpers: Um die Körperzusammensetzung zu messen, verwendete man das Verfahren der Dual-Röntgen-Absorptiometrie.
- Maximalkraft des Ober- und Unterkörpers: Zur Bestimmung der Maximalkraft des Unterkörpers wurde ein 1-RM-Test in der Beinpresse durchgeführt. Durch einen 1-RM-Test in der Multipresse wurde die Maximalkraft des Oberkörpers (Kraft der Arme) ermittelt.
- Biologische Reife: Die biologische Reife wurde, wie schon in der Studie 5 beschrieben, mithilfe der Tanner-Stadien ermittelt.
- Skelettreife: Die Skelettreife der Testpersonen erfasste man mit Röntgenbildern der linken Hand und des linken Handgelenks.

(vgl. Meinhardt et al., 2013)

Die beiden folgenden Tabellen zeigen, nach Geschlechtern getrennt, die Ergebnisse der Tests und die Unterschiede zwischen den einzelnen Testzeitpunkten. Alle Werte in den Tabellen sind Durchschnittsveränderungen von der Anfangstestung. Alle mit einem \* gekennzeichneten Werte sind signifikante Veränderungen ( $p < 0,05$ ) zur Anfangstestung, alle mit einem + gekennzeichneten Werte sind signifikante Veränderungen ( $p < 0,05$ ) zur Testung nach der Intervention.

**Tabelle 22. Ergebnisse der Studie 11 - Ergebnisse der Burschen (Meinhardt et al., 2013)**

	Boys				P Value Between Groups
	Intervention Group	n	Control Group	n	
PAEE, kcal/min					
Intervention	0.11 (0.20)	29	-0.05 (0.28)	26	0.02
Washout	0.01 (0.32)	26	0.09 (0.38)	23	0.43
Arm strength, kg					
Intervention	14.4 (4.7)	32	4.1 (2.1)	28	<0.001
Washout	7.2 (3.3)	32	7.5 (3.3)	28	0.77
Leg Strength, kg					
Intervention	41.6 (14.8)	32	8.0 (6.0)	28	<0.001
Washout	19.1 (8.8)	32	15.9 (8.2)	28	0.16
LBM SDS					
Intervention	0.2 (0.5)	32	0.1 (0.4)	28	0.58
Washout	0.1 (0.4)	32	0.1 (0.4)	28	0.68
FM, %					
Intervention	-0.3 (2.1)	32	-0.1 (2.8)	28	0.71
Washout	-0.6 (2.0)	32	-0.4 (3.2)	28	0.75

**Tabelle 23. Ergebnisse der Studie 11 - Ergebnisse der Mädchen (Meinhardt et al., 2013)**

	Girls				P Value Between Groups
	Intervention Group	n	Control Group	n	
PAEE, kcal/min					
Intervention	0.03 (0.20)	20	0.01 (0.28)	18	0.59
Washout	0.07 (0.38)	21	0.01 (0.29)	19	0.55
Arm strength, kg					
Intervention	12.4 (3.7)	22	3.9 (2.0)	20	<0.001
Washout	5.7 (3.6)	22	6.7 (3.6)	20	<0.001
Leg Strength, kg					
Intervention	35.2 (9.0)	22	9.5 (5.3)	20	<0.001
Washout	17.4 (8.2)	22	17.6 (8.3)	20	0.93
LBM SDS					
Intervention	-0.1 (0.3)	22	0.1 (0.4)	20	0.02
Washout	0.1 (0.4)	22	0.2 (0.3)	20	0.18
FM, %					
Intervention	1.1 (2.2)	22	-0.6 (2.6)	20	0.03
Washout	0.3 (2.6)	22	-0.7 (2.0)	20	0.17

Betrachtet man zunächst die Ergebnisse der männlichen Testpersonen, so sieht man, dass sich der PAEE von der Testung vor der Intervention zur Testung nach der Intervention signifikant erhöht hat. Die Verbesserung des PAEE während der Intervention war in der Interventionsgruppe signifikant größer als in der Kontrollgruppe. Allerdings gibt es keine

Veränderungen zwischen den Gruppen zwischen dem Testzeitpunkt 1 (vor der Intervention) und dem Testzeitpunkt 3 (3 Monate nach Ende der Intervention).

Die Maximalkraft des Ober- und Unterkörpers verbesserte sich in der Interventionsgruppe um 38% bzw. 36% zwischen den Testzeitpunkten 1 und 2, in der Kontrollgruppe hingegen „nur“ um 11% bzw. 7%. Somit ist die Verbesserung der Interventionsgruppe signifikant größer als die in der Kontrollgruppe. Diese Verbesserungen gingen allerdings wieder zurück, sodass zum Testzeitpunkt 3 keine Unterschiede zwischen den beiden Gruppen festgestellt werden konnten. Die fettfreie Körpermasse verbesserte sich in der Interventionsgruppe sehr wenig, die Unterschiede zwischen den beiden Gruppen sind jedoch nur sehr gering. In der Fettmasse des Körpers kam es in keiner Gruppe zu Veränderungen.

Im Unterschied zu den Burschen veränderte sich der PAEE bei den Mädchen über den gesamten Interventionszeitraum gar nicht, weder in der Interventions- noch in der Kontrollgruppe. Bei der Maximalkraft waren die Ergebnisse ähnlich wie bei den Burschen. Die Interventionsgruppe erreichte Verbesserungen in der Maximalkraft des Ober- und Unterkörpers von 33% bzw. 29%, was einem signifikanten Unterschied zur Kontrollgruppe, welche sich um 12% bzw. 9% verbesserte, entspricht. Allerdings konnten auch bei den Mädchen die Verbesserungen zum Testzeitpunkt 3 nicht mehr beibehalten werden. Überraschenderweise kam es in der Interventionsgruppe (Testzeitpunkt 2) zu einem kleinen, nicht-signifikanten Abfall der fettfreien Körpermasse, während sich die Kontrollgruppe wenig, aber nicht signifikant, verbesserte. Der Unterschied zwischen den beiden Gruppen ist jedoch nicht signifikant. Am Ende der Intervention wurde eine signifikante Erhöhung der Körperfettmasse in der Interventionsgruppe im Gegensatz zur Kontrollgruppe festgestellt.

Diese Studie zeigt, dass Krafttraining bei Burschen und Mädchen im Alter von 10-14 Jahren zu Kraftzuwachs im Ober- und Unterkörper führt. Die Bereitschaft zur körperlichen Aktivität im Alltag erhöhte sich allerdings nur bei den Burschen signifikant. Da Burschen und Mädchen jedoch jede Trainingseinheit gemeinsam absolvierten und beide Geschlechter einen ähnlichen Kraftzuwachs erfuhren, kann man annehmen, dass beide Geschlechter ähnlich stark motiviert waren. Warum es nun bei den Mädchen zu keinen Veränderungen in der Motivation zur körperlichen Aktivität im Alltag gab, könnte man wie folgt erklären: Die Pubertät beginnt im Durchschnitt bei den Mädchen im Alter von 11 Jahren, bei den Burschen hingegen erst im Alter von 13 Jahren. Der Großteil der weiblichen Testpersonen dieser

Studie war also schon im pubertären Alter, der Großteil der Burschen erst im präpubertären Alter. Das Einsetzen der Pubertät könnte somit verantwortlich für diese Veränderungen in der körperlichen Aktivität gemacht werden.

Weiters interessant ist, dass sich die Körperzusammensetzung bei den Burschen nicht signifikant verändert hat, während bei den Mädchen der Interventionsgruppe die fettfreie Körpermasse sank und die Körperfettmasse stieg. Grund dieses Ergebnisses kann ebenfalls das frühere Einsetzen der Pubertät bei den Mädchen sein. Bei Mädchen in der Pubertät steigen für gewöhnlich der Körperfettgehalt und die Körperfettmasse an. Mädchen der Kontrollgruppe waren möglicherweise näher an der Spitze des Wachstumsschubes, wodurch sie die Veränderung der Körperzusammensetzung nicht in derart starkem Ausmaß erfuhren.

Zusammenfassend lässt sich sagen, dass Krafttraining, wenn es von qualifizierten Personen überwacht wird, eine sichere Methode ist, um die Muskelkraft des ganzen Körpers bei Mädchen und Burschen zu steigern. Außerdem kann ein Krafttrainingsprogramm die Bereitschaft zu körperlicher Aktivität bei Kindern, die noch nicht in der Pubertät sind, steigern. Um zu erfahren, wie diese Bereitschaft auch nach dem Einsetzen der Pubertät aufrechterhalten werden kann, sind weitere Studien notwendig.

(vgl. Meinhardt et al., 2013)

#### **4.2.12 Studie 12 - Weight training and yoga on the adolescent school going students on their health related physical fitness (Mishra, S., R., Karak, K. & Sen B. (2015))**

Mishra et al. (2015) beschäftigten sich ebenfalls mit den Auswirkungen von Krafttraining auf die Gesundheit und Leistungsfähigkeit von Kindern im Alter der Pubeszenz und verglichen ein Krafttrainingsprogramm (Wt. Group) mit einem Yoga-Training und einer Kontrollgruppe. 150 Schülerinnen und Schüler im Alter von 12 bis 15 Jahren nahmen an der sechswöchigen Intervention teil. Per Zufall wurden sie in eine der drei Gruppen, die Krafttrainingsgruppe, Yoga-Gruppe oder Kontrollgruppe eingeteilt. Die TeilnehmerInnen absolvierten vor und nach den sechs Wochen folgende Tests:

- Anthropometrischer Test (Hautfaltenmessung am Trizeps und unter dem Schulterblatt)
- Bauchmuskeltest (Sit-Up-Test)
- Beweglichkeitstest (Sit-and-Reach-Test)

- Ausdauerstest (1 Meile – Lauf)

Die genauen Abläufe der Trainingsprogramme wurden in dieser Studie leider nicht beschrieben. Folgende Effekte der Trainingsprogramme wurden genannt:

- Im Sit-Up-Test konnten sich beide Trainingsgruppen im Vergleich zum ersten Testzeitpunkt signifikant verbessern, während die Werte in der Kontrollgruppe nahezu unverändert blieben.
- Zu genau denselben Ergebnissen kam es im Sit-and-Reach-Test. Die Kontrollgruppe blieb unverändert, die beiden Trainingsgruppen verbesserten ihre Werte signifikant.
- Auch im 1-Meile-Lauf sind die Ergebnisse sehr ähnlich. Wieder erzielten die beiden Trainingsgruppen signifikant bessere Werte am zweiten Testzeitpunkt, während sich in der Kontrollgruppe kaum etwas änderte. Hier kommt jedoch noch ein signifikanter Unterschied zwischen den beiden Trainingsgruppen hinzu, und zwar waren die Verbesserungen in der Yoga-Gruppe im 1-Meile-Lauf signifikant größer als die Verbesserungen in der Krafttrainingsgruppe.
- Auch in der Hautfaltenmessung verbesserten sich die Yoga-Gruppe und die Krafttrainingsgruppe signifikant, während sich die Werte in der Kontrollgruppe kaum änderten. Zwischen den beiden Trainingsgruppen traten allerdings keine signifikanten Unterschiede auf.

(vgl. Mishra et al., 2015)

Anhand der vier Tabellen werden die Ergebnisse nochmals zusammengefasst:

**Tabelle 24 Ergebnisse der Studie 12 - Sit-Up Test (Mishra et al., 2015)**

<b>Test</b>	<b>Wt. Training Group</b>	<b>Yoga Group</b>	<b>Control Group</b>	<b>Sum of squares</b>	<b>df</b>	<b>Mean square</b>	<b>F ratio</b>
<b>Pre-test means</b>	16.38 ± 0.71	16.20 ± 0.77	16.26 ± 0.77	B 0.840 W 4133.400	2 147	0.430 28.118	0.015
<b>Post-test means</b>	17.28 ± 0.60	17.14 ± 0.67	16.40 ± 0.74	B 22.360 W 3348.100	2 147	11.180 22.776	0.491
<b>Adjusted post-test means</b>	17.19 ± 0.16	17.21 ± 0.16	16.42 ± 0.16	B 20.482 W 177.592	2 146	10.241 1.216	8.419

Tabelle 25. Ergebnisse der Studie 12 - Sit and Reach Test (Mishra et al., 2015)

Test	Wt. Training Group	Yoga Group	Control Group	Sum of squares	df	Mean square	F ratio
Pre-test means	9.80 ± 0.43	9.88 ± 0.53	9.69 ± 0.64	B 0.883 W 2151.246	2 147	0.441 14.634	0.030
Post-test means	11.31 ± 0.43	11.41 ± 0.47	9.89 ± 0.60	B 72.300 W 1878.966	2 147	36.150 12.782	2.828
Adjusted post-test means	11.29 ± 0.98	11.33 ± 0.98	9.98 ± 0.98	B 59.116 W 69.506	2 146	29.558 0.476	62.088

Tabelle 26. Ergebnisse der Studie 12 - 1-Meile Lauf (Mishra et al. 2015)

Test	Wt. Training Group	Yoga Group	Control Group	Sum of squares	df	Mean square	F ratio
Pre-test means	9.89 ± 0.18	9.86 ± 0.19	10.06 ± 0.18	B 1.143 W 255.960	2 147	0.571 1.741	0.328
Post-test means	9.17 ± 0.15	8.75 ± 0.17	10.04 ± 0.18	B 42.944 W 199.936	2 147	21.472 1.360	15.787
Adjusted post-test means	9.21 ± 0.08	8.81 ± 0.08	9.94 ± 0.08	B 32.728 W 40.817	2 146	16.364 0.280	58.534

Tabelle 27. Ergebnisse der Studie 12 - Hautfaltenmessung Trizepsfalte

Test	Wt. Training Group	Yoga Group	Control Group	Sum of squares	df	Mean square	F ratio
Pre-test means	14.42 ± 0.38	14.42 ± 0.38	14.84 ± 0.35	B 7.613 W 973.780	2 147	3.807 6.624	0.575
Post-test means	13.58 ± 0.28	13.26 ± 0.27	14.86 ± 0.28	B 71.680 W 577.820	2 147	35.840 3.931	9.118
Adjusted post-test means	13.73 ± 0.09	13.34 ± 0.09	14.63 ± 0.09	B 43.658 W 57.021	2 146	21.829 0.391	55.892

Tabelle 28. Ergebnisse der Studie 12 - Hautfaltenmessung subskapuläre Hautfalte (Mishra et al., 2015)

Test	Wt. Training Group	Yoga Group	Control Group	Sum of squares	df	Mean square	F ratio
Pre-test means	15.36 ± 0.33	15.46 ± 0.33	15.32 ± 0.37	B 0.520 W 868.820	2 147	0.260 5.910	0.044
Post-test means	14.20 ± 0.27	14.12 ± 0.24	15.30 ± 0.32	B 43.480 W 571.780	2 147	21.740 3.890	5.589
Adjusted post-test means	14.22 ± 0.11	14.06 ± 0.11	15.35 ± 0.11	B 49.158 W 87.222	2 146	24.519 0.597	41.143

Beide Trainingsprogramme eignen sich schließlich, um Kraft-, Beweglichkeits- und Ausdauerwerte zu verbessern. In der Ausdauer hatte das Yoga-Training jedoch geringe Vorteile gegenüber dem Krafttraining. (vgl. Mishra et al., 2015)

#### **4.2.13 Studie 13 - The effects of concurrent resistance and endurance training follow a specific detraining cycle in young school girls (Santos, A., Marinho, A., D., Costa, A., M., Izquierdo, M. & Marques, M., C. (2011))**

Die Absicht dieser Studie bestand daraus, zwei Trainingsprogramme (Krafttraining und eine Kombination aus Krafttraining und Ausdauertraining) und eine Kontrollgruppe miteinander zu vergleichen. 67 gesunde Mädchen einer portugiesischen Schule im Alter von 12-14 Jahren nahmen an der Studie teil. Sie wurden in zwei Trainingsgruppen, welche über einen Zeitraum von acht Wochen zwei Trainingseinheiten pro Woche absolvierten, und einer Kontrollgruppe zugeordnet. Die Krafttrainingsgruppe (GR) führte ausschließlich Kraftübungen durch, die kombinierte Gruppe (GCOM) machte sowohl Kraft- als auch Ausdauerübungen und die Kontrollgruppe (GC) nahm an keinem Training teil. Alle Gruppen, auch die Kontrollgruppe, nahmen zusätzlich am regulären Sportunterricht in der Schule teil. Allen Teilnehmerinnen wurde gesagt, die Essensgewohnheiten und die gewöhnliche körperliche Aktivität beizubehalten. Damit gleicht dieses Studiendesign dem von Lubans et al. (2010).

Die beiden Trainingsgruppen absolvierten zunächst ein Krafttrainingsprogramm, bestehend aus folgenden Übungen: 1-Kg und 3-Kg Medizinballwurf, Sprünge auf eine Box, plyometrische Sprünge und 30-m und 40-m Sprints. Die kombinierte Gruppe erledigte danach zusätzlich noch einen 20-m Shuttle-Run, um die Ausdauer zu trainieren. Vor Beginn des ersten Trainings gab es ein Probetraining, welches dazu diente, die Technik der einzelnen Übungen zu trainieren, um Verletzungen zu vermeiden. Keine der Teilnehmerinnen nahm zuvor regelmäßig an einem Krafttrainingsprogramm teil.

In einem Test am Beginn und am Ende der achtwöchigen Intervention wurden folgende Tests durchgeführt:

- Anthropometrische Werte: Erhoben wurden die Körpergröße, das Körpergewicht und der Körperfettanteil.
- Überkopf-Medizinballwurf: Um Kraftwerte des Oberkörpers zu ermitteln, führten die Teilnehmerinnen Überkopf-Medizinballwürfe mit einem 1-Kg und 3-Kg Medizinball durch.

- Counter-Movement-Vertical-Jump (CMVJ): Counter-Movement-Jumps mit maximaler Sprunghöhe wurden hier durchgeführt.
- Counter-Movement-Standing-Long-Jump (CMSLJ): Ähnlich wie beim Standweitsprung sprangen die Teilnehmerinnen nach einer Ausholbewegung so weit wie möglich nach vorne.
- Sprinttest: Die Zeit des 20-m Sprints wurde gemessen.
- 20-m Shuttle-Run: Um die VO<sub>2</sub>max zu bestimmen, führten alle Teilnehmerinnen den 20-m Shuttle-Run aus, bei welchem zwischen zwei Linien, welche 20m voneinander entfernt waren, hin und her gelaufen wurde. Bei jedem Beep-Ton musste die nächste Linie erreicht werden. Der Abstand zwischen den Beep-Tönen wurde jede Minute kleiner, sodass die Geschwindigkeit erhöht wurde.

Bei der Testung am Beginn gab es in keinem der gemessenen Werte signifikante Unterschiede zwischen den Gruppen. Der Körperfettanteil sank in beiden Trainingsgruppen signifikant von der Testung am Beginn zur Testung am Ende der Intervention. Keine signifikanten Unterschiede in den Gruppen traten jedoch im BMI auf.

In beiden Medizinballwürfen erreichte ausschließlich die kombinierte Gruppe signifikante Verbesserungen. Die Krafttrainingsgruppe konnte lediglich im 3-Kg Wurf signifikante Verbesserungen erzielen. Im CMVJ konnten sich beide Trainingsgruppen signifikant verbessern, wobei sich in der Kontrollgruppe nichts veränderte. Im CMSLJ verbesserten sich wieder beide Trainingsgruppen, wobei die kombinierte Gruppe mit +5,4% größere Verbesserungen als die Krafttrainingsgruppe (+0,8%) erreichte. Die Kontrollgruppe veränderte sich auch hier nicht signifikant (-2,3%). Die 20-m Sprintzeit verringerte sich in den beiden Trainingsgruppen signifikant (Krafttrainingsgruppe: -11,5%; kombinierte Gruppe: -10%), während die Werte in der Kontrollgruppe konstant blieben. Die VO<sub>2</sub>max erhöhte sich in der Kontrollgruppe und in der kombinierten Gruppe über den Interventionszeitraum signifikant, während sie in der Krafttrainingsgruppe unverändert blieb.

Interessant ist das Betrachten der Ergebnisse zum dritten Testzeitpunkt nach der zehnwöchigen Detrainingphase. Das Körpergewicht erhöhte sich zwischen dem Testzeitpunkt 2 und 3 in der kombinierten Gruppe um 1,6%, während es in den anderen beiden Gruppen unverändert blieb. Im Medizinballwurf konnten beide Trainingsgruppen die

Verbesserungen bis nach der Detrainingphase aufrechterhalten. Im CMVJ verschlechterten sich alle drei Gruppen zwischen Testzeitpunkt 2 und 3, wobei sich die Kontrollgruppe mit -23,1% am meisten verschlechterte. Die Werte der Krafttrainingsgruppe reduzierten sich um 3,7% und die Werte der kombinierten Gruppe um 14,3%. Die Werte des CMSLJ veränderten sich in der Kontrollgruppe und der Krafttrainingsgruppe kaum, während es in der kombinierten Gruppe zu größeren Veränderungen (-4,4%) kam. Die Verbesserungen im 20-m Sprint konnten in beiden Trainingsgruppen auch nach der Detrainingphase aufrechterhalten werden. In der VO<sub>2</sub>max gab es zwischen Testzeitpunkt 2 und 3 kaum Änderungen. (vgl. Santos et al., 2011)

Die Ergebnisse werden in folgenden Tabellen dargestellt:

**Tabelle 29. Ergebnisse der Studie 13 - Anthropometrische Werte und Werte der Körperzusammensetzung (Santos et al., 2011)**

Variable	Group	M1 $\bar{x} \pm \sigma$	M2 $\bar{x} \pm \sigma$	M3 $\bar{x} \pm \sigma$	(M1-M2)	(M2-M3)
<b>Body weight (kg)</b>	GC	51.5 ± 11.1	53.9 ± 12.7	51.9 ± 12.2	0.39	0.99
	GR	58.9 ± 13.5	59.0 ± 14.1	60.4 ± 15.4	0.95	0.56
	GCOM	54.8 ± 17.1	54.5 ± 18.0	55.2 ± 18.3	0.64	0.04
<b>Total Standing Height (cm)</b>	GC	156.8 ± 6.5	158.3 ± 6.9	158.9 ± 6.9	0.06	0.34
	GR	159.4 ± 6.1	159.4 ± 6.0	160.2 ± 6.3	0.14	0.03
	GCOM	157.9 ± 8.2	158.0 ± 7.8	158.2 ± 7.9	0.79	0.07
<b>BMI (kg.m<sup>-2</sup>)</b>	GC	20.9 ± 4.0	21.6 ± 4.7	20.9 ± 4.9	0.68	0.65
	GR	23.0 ± 4.1	23.0 ± 4.5	23.2 ± 5.4	0.35	0.62
	GCOM	21.6 ± 5.3	21.6 ± 5.4	21.8 ± 5.6	0.24	0.12
<b>Body Fat (%)</b>	GC	24.34 ± 6.5	24.29 ± 7.8	22.42 ± 8.8	0.01	0.79
	GR	32.14 ± 7.7	30.16 ± 8.2	31.53 ± 8.6	0.00	0.3
	GCOM	26.79 ± 9.9	24.23 ± 10.4	25.34 ± 11.1	0.00	0.3

**Tabelle 30. Ergebnisse der Studie 13 - Kraft- und Ausdauerwerte (Santos et al., 2011)**

Variable	Group	M1 $\bar{x} \pm \sigma$	M2 $\bar{x} \pm \sigma$	M3 $\bar{x} \pm \sigma$	(M1-M2)	(M2-M3)
<b>1Kg Medicine ball throwing (m)</b>	GC	5.91±0.83	5.76±0.57	5.57±0.52	0.29	0.23
	GR	6.43±1.26	6.80±1.34	6.73±1.18	0.08	0.06
	GCOM	6.1±1.00	6.67±1.16	6.69±1.18	0.00	0.78
<b>3Kg Medicine ball throwing</b>	GC	3.79±0.50	3.76±0.43	3.59±0.50	0.37	0.03
	GR	3.93±0.73	4.29±0.74	4.67±1.34	0.01	0.23
	GCOM	3.89±0.64	4.25±0.73	4.25±0.74	0.00	0.49
<b>CM Vertical Jump (cm)</b>	GC	0.26±0.07	0.26±0.06	0.20±0.04	0.13	0.02
	GR	0.25±0.06	0.27±0.07	0.26±0.06	0.01	0.02
	GCOM	0.25±0.06	0.28±0.08	0.24±0.06	0.00	0.00
<b>CM Standing Long Jump (m)</b>	GC	1.32±0.23	1.29±0.20	1.31±0.31	0.17	0.50
	GR	1.31±0.24	1.32±0.26	1.27±0.29	0.04	0.23
	GCOM	1.30±0.26	1.37±0.22	1.31±0.30	0.01	0.05

<b>Running 20m (s)</b>	<b>Speed</b>	GC	4.42±0.44	4.20±0.36	4.25±0.36	0.10	0.03
		GR	4.91±0.57	4.28±0.38	4.32±0.40	0.00	0.86
		GCOM	4.80±0.53	4.25±0.34	4.33±0.39	0.00	0.00
<b>VO<sub>2</sub>Max (mL.kg<sup>-1</sup>.min<sup>-1</sup>)</b>		GC	40.8±4.05	41.0±4.27	45.0±8.20	0.05	0.21
		GR	39.2±4.29	40.7±3.98	42.0±6.84	0.13	0.58
		GCOM	42.5±4.37	43.7±4.09	41.9±5.80	0.01	0.43

Haupterkennnisse dieser Studie waren, dass beide Trainingsformen, Krafttraining alleine und kombiniertes Training aus Krafttraining und Ausdauertraining, positive Effekte auf Kraft- und Ausdauerwerte sowie auf den Körperfettanteil haben können, wobei sich das kombinierte Training besser zur Erhöhung der Ausdauerwerte eignet. (vgl. Santos et al., 2011)

#### **4.2.14 Studie 14 - The effects of concurrent resistance and endurance training follow a detraining period in elementary school students (Santos, A., Marinho, D., A., Costa, A., M., Izquierdo, M., Marques, M., C. (2012))**

Ein Jahr nach der Studie von Santos et al. (2011) führten sie (Santos et al., 2012) eine weitere Studie mit gleichem Studiendesign und anderer TeilnehmerInnen durch. 2011 waren es ausschließlich Mädchen, die an der Studie teilnahmen, 2012 wurde dieselbe Intervention mit Burschen gemacht. Es waren nun 42 gesunde Burschen im Alter von 12-14 Jahren, die an der achtwöchigen Intervention teilnahmen. Vor und nach der Intervention wurden dieselben Tests durchgeführt wie schon im Jahr 2011 mit den Mädchen und der Ablauf der Intervention sowie die Gestaltung der einzelnen Trainingseinheiten glich jener von 2011. Wieder wurden zwei Trainingsgruppen (eine Krafttrainingsgruppe und eine kombinierte Gruppe aus Krafttraining und Ausdauertraining) sowie eine Kontrollgruppe miteinander verglichen.

Am Beginn der Testungen gab es wie bei den Mädchen im Jahr zuvor keine signifikanten Unterschiede in den getesteten Werten zwischen den Gruppen. Der Körperfettanteil sank vom ersten zum zweiten Testzeitpunkt signifikant in beiden Trainingsgruppen, wobei zwischen den Gruppen keine signifikanten Unterschiede zu sehen waren. Zu keinen signifikanten Änderungen im BMI kam es in der Kontrollgruppe und der kombinierten Trainingsgruppe. Die Krafttrainingsgruppe fand signifikante Änderungen in der Körpergröße und somit im BMI vor. Alle gemessenen Kraftwerte (1-Kg und 3-Kg Medizinballwurf, CMVJ, CMSLJ und 20-m Sprint) konnten in beiden Trainingsgruppen signifikant verbessert werden.

Zwischen den Gruppen gab es dabei keinen Unterschied. Die VO<sub>2</sub>max hingegen verbesserte sich in der kombinierten Trainingsgruppe signifikant und blieb in den beiden anderen Gruppen unverändert.

In der Detrainingphase konnte die kombinierte Trainingsgruppe das Körpergewicht im Durchschnitt um 2,7% verringern, wobei es in den anderen beiden Gruppen konstant blieb. Der BMI und der Körperfettgehalt veränderten sich in keiner der Gruppen vom Testzeitpunkt 2 zu 3. Auch in den Medizinballwürfen, in den Sprungtestungen und im 20-m Sprint veränderte sich vom zweiten zum dritten Testzeitpunkt in den drei Gruppen kaum etwas. Anders verlief es in der VO<sub>2</sub>max in der Detrainingphase. Während die Krafttrainingsgruppe in der Detrainingphase 6,8% des VO<sub>2</sub>max-Wertes verlor, änderte sich in diesem Wert in der kombinierten Gruppe nichts, was einem signifikanten Unterschied zwischen den beiden Gruppen entspricht. (vgl. Santos et al., 2012)

Die folgenden Tabellen zeigen die Ergebnisse von Santos et al. (2012):

**Tabelle 31. Ergebnisse der Studie 14 - Anthropometrische Werte und Werte der Körperzusammensetzung (Santos et al., 2012)**

	Group	$\bar{x} \pm \sigma$			<i>p</i> Value	
		M1	M2	M3	(M1-M2)	(M2-M3)
<b>Body weight (kg)</b>	GC	56.5 ± 11.2	56.9 ± 11.0	56.8 ± 4.9	0.22	0.14
	GR	59.2 ± 16.2	58.3 ± 16.0	58.9 ± 16.7	0.11	0.28
	GCOM	51.4 ± 8.2	51.3 ± 8.2	50.8 ± 7.3	0.85	0.03
<b>Total standing height (cm)</b>	GC	163.8 ± 9.9	164.5 ± 9.8	167.1 ± 9.7	0.06	0.08
	GR	161.8 ± 12.2	163.6 ± 11.5	163.9 ± 11.8	0.00	0.00
	GCOM	159.5 ± 8.1	160.2 ± 8.0	161.3 ± 7.9	0.09	0.01
<b>BMI (kg.m<sup>-2</sup>)</b>	GC	21.0 ± 3.4	21.0 ± 3.6	20.6 ± 3.0	0.74	0.17
	GR	22.3 ± 4.6	21.6 ± 4.7	22.0 ± 5.0	0.00	0.26
	GCOM	20.1 ± 2.1	19.9 ± 2.3	20.3 ± 2.7	0.22	0.22
<b>Body fat (%)</b>	GC	15.0 ± 6.4	14.1 ± 7.1	12.8 ± 6.6	0.11	0.74
	GR	18.2 ± 9.2	15.8 ± 8.4	17.0 ± 8.6	0.00	0.36
	GCOM	14.5 ± 4.6	12.7 ± 4.6	12.5 ± 4.6	0.00	0.75

Tabelle 32. Ergebnisse der Studie 14 - Kraft- und Ausdauerwerte (Santos et al., 2012)

	Group	$\chi \pm \sigma$			<i>p</i> Value	
		M1	M2	M3	(M1-M2)	(M2-M3)
<b>CM vertical jump (cm)</b>	GC	0.288 ± 0.07	0.317 ± 0.07	0.317 ± 0.09	0.15	0.71
	GR	0.293 ± 0.07	0.306 ± 0.07	0.277 ± 0.08	0.04	0.14
	GCOM	0.298 ± 0.08	0.316 ± 0.09	0.295 ± 0.10	0.02	0.37
<b>CM standing long jump (m)</b>	GC	1.70 ± 0.37	1.63 ± 0.33	1.62 ± 0.51	0.26	0.72
	GR	1.49 ± 0.27	1.56 ± 0.30	1.47 ± 0.36	0.00	0.17
	GCOM	1.67 ± 0.31	1.74 ± 0.32	1.54 ± 0.43	0.00	0.12
<b>1-kg Medicine ball throwing</b>	GC	8.23 ± 1.47	8.31 ± 1.71	8.89 ± 1.75	0.08	0.11
	GR	7.50 ± 1.70	8.15 ± 1.62	8.13 ± 1.45	0.00	0.31
	GCOM	7.26 ± 1.60	7.59 ± 1.73	7.71 ± 2.27	0.04	0.37
<b>3-kg Medicine ball throwing</b>	GC	5.02 ± 0.91	5.01 ± 1.19	5.35 ± 1.30	0.10	0.15
	GR	4.66 ± 0.98	5.12 ± 1.08	5.10 ± 0.99	0.00	0.29
	GCOM	4.60 ± 1.12	5.11 ± 1.17	5.03 ± 1.25	0.04	0.97
<b>Running speed 20 m (s)</b>	GC	4.13 ± 0.55	4.12 ± 0.48	3.52 ± 0.49	0.95	0.12
	GR	4.54 ± 0.49	4.05 ± 0.42	4.04 ± 0.36	0.00	0.43
	GCOM	4.38 ± 0.59	3.81 ± 0.28	3.83 ± 0.50	0.00	0.93
<b>VO<sub>2</sub>Max (mL.kg<sup>-1</sup>.min<sup>-1</sup>)</b>	GC	48.5 ± 5.3	47.4 ± 5.5	44.4 ± 8.1	0.67	0.52
	GR	45.2 ± 6.4	46.8 ± 6.5	42.1 ± 5.2	0.10	0.04
	GCOM	49.1 ± 6.7	51.2 ± 6.7	51.7 ± 6.6	0.01	0.83

### Vergleich Santos et al. 2011 und Santos et al. 2012:

Gemeinsam haben beide Studien das Sinken des Körperfettanteils während der Interventionsphase. In der Detrainingphase veränderte sich der Körperfettgehalt kaum. Beide Trainingsprogramme eignen sich demnach, den Körperfettgehalt zu reduzieren. 2011 gab es in keiner der Gruppen Veränderungen im BMI, während 2012 die Krafttrainingsgruppe im BMI signifikante Verbesserungen erlebte. Das liegt jedoch wahrscheinlich am signifikanten Anstieg der Körpergröße in der Krafttrainingsgruppe, welche sich in den beiden anderen Gruppen nicht signifikant veränderte. Auch das Körpergewicht blieb in allen drei Gruppen nahezu unverändert. Die weiteren Testungen verliefen 2011 und 2012 ähnlich. Im Medizinballwurf erreichte 2011 ausschließlich die kombinierte Trainingsgruppe in beiden Würfeln (1-Kg und 3-Kg) signifikante Verbesserungen. Die Krafttrainingsgruppe verbesserte sich nur im 3-Kg Wurf signifikant. 2012 waren es beide Trainingsgruppen, die in beiden Würfeln signifikant bessere Weiten erreichten. Interessant ist der Vergleich des VO<sub>2</sub>max-Wertes. 2012 verbesserte sich ausschließlich die kombinierte Trainingsgruppe signifikant in diesem Ausdauerwert und konnte die Verbesserungen in der Detrainingphase nahezu komplett aufrechterhalten. 2011

konnten sich die kombinierte Gruppe und die Kontrollgruppe im VO<sub>2</sub>max-Wert signifikant verbessern, wobei der Wert auch hier in der Krafttrainingsgruppe unverändert blieb. (vgl. Santos et al., 2011 & Santos et al., 2012)

#### **4.2.15 Studie 15 - Strength adaptations and hormonal responses to resistance training and detraining in preadolescent males (Tsolakis, C., K., Vagens, G. & Dessypris, A., G. (2004))**

Tsolakis et al. (2004) testeten die Effekte eines zwei Monate andauernden Krafttrainings und untersuchten anschließend die Auswirkungen eines zwei Monate langen „Detrainings“, bei dem die Teilnehmer kein Training mehr durchführten. 19 Burschen im Alter von 11-13 Jahren nahmen an der Studie teil und wurden per Zufall in die Trainingsgruppe (STG) oder Kontrollgruppe (CG) eingeteilt.

Das Krafttrainingsprogramm dauerte zwei Monate lang. Pro Woche wurden drei Einheiten absolviert, wobei jede Einheit aus sechs verschiedenen Oberkörper-Übungen mit 3x10 Wiederholungen bestand. Zuvor wurde für jede der sechs Übungen das 10-RM bestimmt. In einer Maschine wurden die Übungen Bankdrücken, Rudern, Lat-Züge, Bizeps-Curls, Trizeps-Extension und Schulterdrücken ausgeführt. Die drei Einheiten pro Woche wurden so geplant, dass zwischen den Einheiten eine 48-stündige Pause möglich war. Alle 15 Tage wurde bei einem Test das 10-RM erneut bestimmt, um das Trainingsgewicht ständig zu erhöhen. Nach dem Trainingsprogramm folgte für alle Teilnehmer eine zwei Monate lange Phase, in welcher sie an keinen sportlichen Aktivitäten, mit Ausnahme des regulären Sportunterrichts in der Schule, teilnahmen. Tsolakis et al. (2004) bezeichneten diese Phase als Detraining-Phase.

Getestet wurden am Beginn und am Ende der Interventionsphase, sowie am Ende des Detrainings folgende Parameter:

- Isokinetische Kraft: An einem speziell entwickelten Dynamometer wurde die konzentrische Kraft der Ellbogen-Beugung vor und nach einer Übung gemessen. Dabei wurde auch die isometrische Kraft der Ellbogen-Beugung im 90-Grad-Winkel aufgezeichnet.
- Isotonische Kraft: Dabei wurde das 10-RM der Ellbogen-Beugung mittels passender Kurzhanteln bestimmt.

- Bluttests: Nach zwei Tagen Trainingspause wurde in nüchternem Zustand 5ml Blut abgenommen, um verschiedene Blutwerte zu bestimmen. Aus dem Testosteron (T) und dem Sexualhormonbindendes Globulin (SHBG) wurde mithilfe der Formel  $\frac{\text{Konzentration T } (\frac{\text{nmol}}{\text{L}})}{\text{Konzentration SHBG } (\frac{\text{nmol}}{\text{L}})} \times 100$  der Freie Androgenindex (FAI) berechnet.
- Anthropometrische Daten: Gemessen wurden die Körpergröße, das Körpergewicht und die Hautfaldendicke am Trizeps und im Bereich unter dem Schulterblatt.

Am Ende der Trainingsphase konnte man in der Krafttrainingsgruppe eine Erhöhung um 124% in der Testosteron-Konzentration und eine 75%ige Erhöhung im FAI beobachten. Der isometrische Kraftwert steigerte sich signifikant, während es in der Kontrollgruppe in keinem dieser Parameter signifikante Verbesserungen gab. Die Werte der isotonischen Kraft zeigten sich in beiden Gruppen nahezu unverändert.

Besonders interessant sind die Werte nach der Detrainingphase. In der Hormonkonzentration der Trainingsgruppe gab es keine signifikanten Veränderungen im Vergleich zur Testung nach der Trainingsphase. Jedoch hat sich der vorher gewonnene signifikante Kraftzuwachs der isometrischen Krafttestung nun wieder signifikant verschlechtert. In der Kontrollgruppe erhöhten sich die Testosteron-Konzentration und der FAI um 9% und 21%. Zwischen den beiden Gruppen gab es nach der Detrainingphase keine signifikanten Unterschiede.

(vgl. Tsolakis et al., 2004)

Die folgende Tabelle stellt die Ergebnisse detailliert dar:

**Tabelle 33. Ergebnisse der Studie 15 (Tsolakis et al., 2004)**

<b>Variables</b>	<b>Group</b>	<b>Pretraining</b>	<b>Posttraining</b>	<b>Detraining</b>
<b>T (nmol/L)</b>	STG	4.9 ± 5.7	10.9 ± 6.2	10.7 ± 7.6
	CG	6.1 ± 4.45	6.6 ± 4.05	7.2 ± 3.98
<b>SHBG (nmol/L)</b>	STG	69 ± 30.9	61.5 ± 42.2	78.2 ± 50.5
	CG	64.2 ± 21.84	73.7 ± 25.7	65.1 ± 23.3
<b>FAI</b>	STG	15.6 ± 26.1	28.49 ± 33.5	22.7 ± 27.4
	CG	12.7 ± 15.1	12.1 ± 13.6	14.6 ± 15.6
<b>Isometric strength (kg)</b>	STG	85.11 ± 8.26	100.16 ± 8.39	90.64 ± 7.60
	CG	83.06 ± 6.95	83.94 ± 7.13	84.60 ± 7.01
<b>Isotonic strength (kg)</b>	STG	3.22 ± 1.62	4 ± 1.54	3.80 ± 1.58
	CG	3.35 ± 0.85	3.60 ± 0.84	3.75 ± 0.71

Haupterkennnisse dieser Studie waren, dass das hier durchgeführte Krafttraining zwar unmittelbare positive Auswirkungen auf die isometrische Kraft und die beiden

Hormontestungen hat, jedoch verschlechterten sich die Werte in der isometrischen Krafttestung bis zum Ende des Detrainings wieder signifikant. Die hormonalen Verbesserungen dauerten hingegen weiter an. (vgl. Tsolakis et al., 2004)

#### **4.2.16 Studie 16 - Impact of own body resistance exercises and plyometric training with yogic practices on explosive power, speed and agility development among adolescent school boys (Vijayalakshmi, V. & Jayabal, T. (2014a))**

Vijayalakshmi & Jayabal (2014) untersuchten die Auswirkungen eines Krafttrainings mit Körpergewichtsübungen, plyometrischen Übungen und Yoga-Elementen auf die Explosivkraft, die Geschwindigkeit und die Geschicklichkeit.

40 gesunde Burschen im Alter von 13-15 Jahren waren Teil der Studie und wurden per Zufall in eine der beiden Gruppen geteilt. Gruppe 1 bildete die Trainingsgruppe, die Kräftigungsübungen mit dem eigenen Körpergewicht, plyometrische Übungen und Yoga-Übungen absolvierte. Gruppe 2 war die Kontrollgruppe, die neben den gewöhnlichen täglichen Aktivitäten auf weiteren Sport verzichtete. Das Trainingsprogramm wurde über einen Zeitraum von 12 Wochen drei Mal pro Woche durchgeführt. Von jeder Krafttrainingsübung mit dem eigenen Körpergewicht führten die Teilnehmer 2-3 Sätze zu 8-10 Wiederholungen durch. Von den plyometrischen Übungen wurden 1-2 Sätze zu 10 Wiederholungen gemacht und hinzu kamen noch 8 Yoga-Körperhaltungsübungen.

Die Körpergewichtsübungen waren in Woche 1-4 Wand-Liegestützen, Sit-Ups, Unterarmstütz, Rückenstrecken im Liegen, Wand-Kniebeugen, Ausfallschritte, Wand-Sprünge und Beinheben seitlich. Der zweite Block in Woche 5-8 bestand aus Liegestützen auf den Knien, Sit-Ups, seitlichem Unterarmstütz, Beinheben in Bauchlage, halbe Kniebeugen, seitliche Ausfallschritte, Stern-Sprünge und Beinheben im Stehen nach hinten. Im dritten Block (Woche 9-12) führten die Teilnehmer Liegestützen, schräge Sit-Ups, Beckenheben (Brücke), Superman mit abwechselndem Arm-/Beinheben, Kniebeugen, umgekehrte Ausfallschritte (nach hinten), Sprünge nach vorne und seitliches Beinheben im Liegen durch.

Die Kombination der unterschiedlichen Trainingsarten in der Trainingsgruppe erwies sich als sehr sinnvoll. Alle getesteten Variablen, Explosivkraft, Geschwindigkeit und

Geschicklichkeit konnten signifikant verbessert werden, wobei es in der Kontrollgruppe im Gegensatz dazu keine signifikanten Verbesserungen in den getesteten Werten gab. Eine Trainingsgruppe, die Körpergewichtsübungen, plyometrische Übungen und Yoga-Übungen kombinierte, gab es in den anderen beschriebenen Studien nicht. Diese Methode eignet sich trotzdem gut, um Leistungsverbesserungen zu erzielen, und ist auch in der Schule, vor allem aufgrund des geringen Materialaufwandes, gut durchführbar. (vgl. Vijayalakshmi et al., 2014)

Die Ergebnisse der Trainings- und Kontrollgruppe werden in folgenden Tabellen dargestellt:

**Tabelle 34. Ergebnisse der Studie 16 – Trainingsgruppe (Vijayalakshmi et al., 2014a)**

<b>Variables</b>	<b>Pre test Mean ± SD</b>	<b>Post test Mean ± SD</b>	<b>Mean Difference</b>	<b>SEM</b>	<b>t'-ratio</b>
<b>Explosive power (cm)</b>	42.30 ± 4.84	47.25 ± 4.62	4.95	1.48	3.33
<b>Speed (sec)</b>	7.48 ± 0.50	6.47 ± 0.50	1.01	0.16	6.25
<b>Agility (sec)</b>	12.16 ± 0.64	11.19 ± 0.65	0.97	0.21	4.41

**Tabelle 35. Ergebnisse der Studie 16 – Kontrollgruppe (Vijayalakshmi et al., 2014a)**

<b>Variables</b>	<b>Pre test Mean ± SD</b>	<b>Post test Mean ± SD</b>	<b>Mean Difference</b>	<b>SEM</b>	<b>t'-ratio</b>
<b>Explosive power (cm)</b>	42.65 ± 5.17	42.90 ± 4.10	0.25	0.67	0.37
<b>Speed (sec)</b>	7.49 ± 0.65	7.43 ± 0.48	0.05	0.09	0.60
<b>Agility (sec)</b>	12.47 ± 0.64	12.45 ± 0.63	0.02	0.02	1.00

#### **4.2.17 Studie 17 - Effects of combination of own body resistance exercises and plyometric training with yogic practices on cardio respiratory endurance, blood pressure and breath holding time among adolescent school boys (Vijayalakshmi, V. & Jayabal, T. (2014b))**

Ähnlich wie in der zuvor beschriebenen Studie von Vijayalakshmi & Jayabal (2014a) testeten sie nun die Auswirkungen eines kombinierten Krafttrainings aus Körpergewichtsübungen, plyometrischen Übungen und Yoga-Übungen (Gruppe 1) auf die Ausdauer, den Blutdruck und die Atemanhaltezeit. In dieser Studie gab es neben dieser Trainingsgruppe aber noch eine weitere Trainingsgruppe, eine kombinierte Gruppe aus Körpergewichtsübungen und plyometrischen Übungen (Gruppe 2). Gruppe 3 bildete die Kontrollgruppe. 60 Burschen im Alter von 13-15 Jahren wurden per Zufall in drei Gruppen zu je 20 Personen aufgeteilt.

Pre- und Post-Test der 12-wöchigen Interventionszeit bestanden aus Testungen der Ausdauer, des systolischen und diastolischen Blutdrucks und der Atemanhaltezeit. Die Ausdauer wurde bei einem 1 Meile langen Lauf gemessen, der Blutdruck mit einem Blutdruckmessgerät und die Atemanhaltezeit durch Messen der Sekunden beim Zuhalten der Nase durch eine Nasenklammer.

Gruppe 1 führte das gleiche Training, bestehend aus Körpergewichtsübungen, plyometrischen Übungen und Yoga-Übungen, durch, wie in der Studie zuvor beschrieben wurde. Gruppe 2 übernahm die ersten beiden Teile, die Körpergewichtsübungen und die plyometrischen Übungen, und ließ nur die Yoga-Übungen weg. Gruppe 3, die Kontrollgruppe, betätigte sich neben den normalen täglichen Aktivitäten nicht sportlich.

Die Auswertung der Testungen zeigte, dass sich in beiden Trainingsgruppen alle gemessenen Werte signifikant sowohl im Vergleich zum Pre-Test als auch im Vergleich zur Kontrollgruppe verbesserten. Betrachtet man nun beide Trainingsgruppen, zeigen sich signifikante Verbesserungen in der Gruppe 1 in allen gemessenen Werten im Vergleich zur Gruppe 2. Eine Kombination aus Körpergewichtsübungen, plyometrischen Übungen und Yoga-Übungen erwies sich in dieser Studie als die sinnvollste Methode, wobei beide Trainingsgruppen signifikante Verbesserungen in allen Werten erreichen konnten. (vgl. Vijayalakshmi et al., 2014b)

Die folgende Tabelle zeigt die Ergebnisse nochmals im Detail:

Tabelle 36. Ergebnisse der Studie 17 (Vijayalakshmi et al., 2014b)

<b>Group</b>	<b>Test</b>	<b>Cardio respiratory endurance (minutes)</b>	<b>Systolic blood pressure (mmHg)</b>	<b>Diastolic blood pressure (mmHg)</b>	<b>Breath holding time (seconds)</b>
<b>Own body resistance exercises and plyometric training (OBREPT)</b>	Pre	16.60 ± 1.36	108.60 ± 5.04	78.30 ± 4.42	17.61 ± 5.72
	Post	15.11 ± 1.06	106.45 ± 9.00	78.20 ± 2.74	23.12 ± 8.61
<b>Own body resistance exercises and plyometric training with yogic practices (OBREPTYTP)</b>	Pre	16.51 ± 1.50	107.05 ± 4.61	78.25 ± 2.84	17.50 ± 2.08
	Post	15.02 ± 1.05	106.45 ± 9.00	76.20 ± 2.74	26.25 ± 3.88
<b>Control group</b>	Pre	16.48 ± 1.17	115.65 ± 5.12	79.45 ± 3.99	17.32 ± 3.76
	Post	16.58 ± 1.31	116.70 ± 4.93	79.40 ± 3.97	17.39 ± 3.71

#### **4.2.18 Studie 18 – Effects of resistance training on cardiovascular health in non-obese active adolescents (Yu, C., C., McManus, A., M., So, H., K., Chook, P., Au, C., T., Li, A., M., Kam, J., T., So, R., C., Lam, C., W., Chan, I., H. & Sung, R., Y. (2016))**

Yu et al. (2016) legten den Fokus auf die Auswirkungen des Krafttrainings auf die Gesundheit des Herzkreislaufsystems von Kindern in der Pubeszenz. 38 Schülerinnen und Schüler nahmen freiwillig an dieser Untersuchung teil, wobei alle normalgewichtig und frei von Krankheiten und Verletzungen waren. Um Variablen des Herzkreislaufsystems zu erfassen, wurde vor der Intervention allen teilnehmenden Kindern Blut abgenommen, sowie die Körperzusammensetzung, die biologische Reife (Tanner-Stadium), der Ruheblutdruck und die Herzfrequenz erfasst. Innerhalb einer Woche musste jede Testperson zweimal das Labor besuchen, um die Fitness des Herzkreislaufsystems sowie die endotheliale Funktion<sup>12</sup> der Oberarmarterie zu bestimmen. Außerdem wurden sie mit einem 24-Stunden-Blutdruckmessgerät ausgestattet. Diese Testung wurde in der Woche nach Ende der Intervention wiederholt.

Die 38 teilnehmenden Mädchen und Burschen wurden per Zufall in eine Trainings- und eine Kontrollgruppe eingeteilt, wobei die Trainingsgruppe am 10-wöchigen Krafttrainingsprogramm sowie zusätzlich an den normalen Unterrichtsstunden in Bewegung und Sport teilnahm und die Kontrollgruppe ausschließlich die Sportstunden besuchte.

Die Interventionsgruppe nahm zwei Mal pro Woche, 10 Wochen lang, am Krafttrainingsprogramm teil, wobei die korrekte Übungsausführung durch die Überwachung von professionellen Trainerinnen und Trainern gesichert wurde. Jede Trainingseinheit wurde mit einem 10-minütigen Aufwärmen und Stretching-Programm begonnen. Auf das Aufwärmen folgte ein etwa 40 Minuten langes Krafttraining, wobei die folgenden 12 Übungen in Form eines Zirkels absolviert wurden: Ellbogen-Streckung, Ellbogen-Beugung,

---

<sup>12</sup> endothelial = das Endothel betreffend (vgl. <http://flexikon.doccheck.com/de/Endothelial>)

Unter einem Endothel versteht man „eine dünne Schicht aus Endothelzellen, die das Innere (Lumen) von Blutgefäßen [sic] auskleidet. Es dient als Barriere zum Gewebe, produziert aber z.B. auch Stickstoffmonoxid, welches der Regulation im Herz-Kreislauf-System dient.“ (<http://flexikon.doccheck.com/de/Endothel>)

Rückenstreckung, Rückenbeugung, Schulterdrücken, Kniestreckung, Kniebeugung, Liegestütz, Kniebeuge, Dip, Hüftabduktion, Hüftadduktion.

In den ersten 4 Wochen des Programms führte jedes Kind drei Durchgänge des Zirkels durch, ab der fünften Woche wurde die Intensität erhöht und ein vierter Durchgang dem Programm hinzugefügt. Von jeder Übung wurden 12 Wiederholungen gemacht, wobei die Pause zwischen den Sätzen mit nur 16 Sekunden sehr gering war. Das 12-RM wurde vor Beginn der Intervention für jedes Kind ermittelt. Das heißt, jedes Kind wusste, welches Gewicht es verwenden musste, um genau 12 Wiederholungen, aber keine Wiederholung mehr, zu schaffen. Die Reihenfolge des Zirkels folgte dem Prinzip der Abwechslung von Oberkörper- und Unterkörperübungen sowie der Abwechslung zwischen Drück- und Ziehübungen.

Wie zuvor schon kurz erwähnt, wurden folgende Merkmale vor und nach der Intervention gemessen:

- Anthropometrische Werte:
  - Größe
  - Gewicht
  - Körperfettanteil (Bioelektrische Impedanzanalyse)
- Biologische Reife: Mithilfe der Tanner-Stadien wurde die biologische Reife bestimmt.
- Endotheliale Funktion der Oberarmarterie
- Fitness des Herzkreislaufsystems: Die maximale Sauerstoffaufnahme (VO<sub>2</sub>max) wurde in einem Lauftest am Laufband ermittelt. Die Geschwindigkeit und Steigung des Laufbandes wurde langsam aber kontinuierlich gesteigert, solange, bis der Teilnehmer/die Teilnehmerin an seine/ihre Grenzen gelangte und freiwillig den Test beendete.
- Folgende Merkmale des Blutes wurden untersucht (nach der Blutabnahme): Cholesterin, Triglyzeride, HDL Cholesterin, LDL Cholesterin, Insulin und das „high sensitivity C-reactive protein“.
- Blutdruck und Herzfrequenz

(vgl. Yu et al., 2016)

Folgende Ergebnisse lieferte die Testung nach der Intervention:

**Tabelle 37. Ergebnisse der Studie 18 - Deskriptive Daten (Yu et al., 2016)**

	Resistance training group (n=19)		Control group (n=19)		Time effect (P value)	Group effect (P value)	Interaction (P value)
	Baseline	After	Baseline	After			
Age, yr	12.3 ± 0.42	12.5 ± 0.42	12.1 ± 0.30	12.3 ± 0.30	<0.001	0.001	1.000
Height, cm	151.4 ± 5.8	153.4 ± 5.5	151.0 ± 8.6	152.7 ± 8.8	<0.001	0.800	0.300
Mass, kg	42.8 ± 6.7	44.3 ± 7.3	40.5 ± 7.1	41.9 ± 7.3	<0.001	0.300	0.800
Body mass index, kg/m <sup>2</sup>	18.6 ± 2.4	18.8 ± 2.5	17.7 ± 2.3	17.9 ± 2.1	0.048	0.200	0.700
Body fat, %	19.0 ± 6.1	19.0 ± 6.1	16.3 ± 3.7	16.3 ± 3.7	1.000	0.100	0.900
Fat free mass, %	34.9 ± 4.5	36.1 ± 4.9	33.9 ± 5.9	35.0 ± 6.1	<0.001	0.900	0.600
SBP, mmHg	110 ± 9	107 ± 11	108 ± 11	107 ± 9	0.131	0.780	0.461
DBP, mmHG	68 ± 6	67 ± 8	67 ± 8	67 ± 7	0.652	0.751	0.557
TC, mmol/L	3.9 ± 0.6	3.7 ± 0.6	4.4 ± 0.5	4.2 ± 0.7	0.025	0.025	0.814
HDL-C, mmol/L	1.5 ± 0.2	1.5 ± 0.3	1.7 ± 0.4	1.8 ± 0.5	0.220	0.047	0.278
LDL-C, mmol/L	2.0 ± 0.6	1.8 ± 0.5	2.3 ± 0.5	2.0 ±	<0.001	0.199	0.850
TG, mmol/L	1.0 ± 0.4	1.0 ± 0.4	0.9 ± 0.4	1.0 ± 0.4	0.554	0.756	0.848
Glucose, mmol/L	5.1 ± 0.3	5.0 ± 0.3	4.9 ± 0.3	4.9 ± 0.3	0.269	0.094	0.315
log insulin, pmol/L	4.4 ± 0.5	4.1 ± 0.3	4.0 ± 0.5	3.9 ± 0.5	0.027	0.099	0.169
hsCRP, mg/L	0.31 ± 0.45	0.25 ± 0.35	0.19 ± 0.18	0.65 ± 2.3	0.486	0.638	0.344
Peak VO <sub>2</sub> , mL/min	1741 ± 322	1870 ± 446	1776 ± 466	1963 ± 540	0.003	0.700	0.500
Peak VO <sub>2</sub> , mL/kg per minute	40.5 ± 7.1	41.8 ± 8.0	43.1 ± 8.8	45.6 ± 7.9	0.081	0.300	0.600

Da alle Testpersonen an mindestens 80% der 20 Trainingseinheiten teilnahmen, wurden auch alle in die Analyse miteinbezogen. Wie der Tabelle zu entnehmen ist, erhöhten sich die Größe, das Gewicht, der BMI und die fettfreie Körpermasse in beiden Gruppen ein wenig, was aber nicht als Effekt des Trainings gesehen wird. Weiters ist zu beobachten, dass es nur geringe Veränderungen im Cholesterin allgemein (TC) sowie im HDL-Cholesterin gab. Das LDL-Cholesterin sowie das Insulin Level sanken in beiden Gruppen minimal. Außerdem stellte man einen Anstieg der VO<sub>2</sub>max in beiden Gruppen fest, welcher, sobald er an die Körpergröße angepasst wurde, nicht mehr sichtbar war. (vgl. Yu et al., 2016)

Die folgende Tabelle zeigt die Werte der endothelialen Funktion der Oberarmarterie:

**Tabelle 38. Ergebnisse der Studie 18 - endotheliale Funktion (Yu et al., 2016)**

	Resistance training group (n=17)		Control group (n=15)		Time effect (P value)	Group effect (P value)	Interaction (P value)
	Baseline	After	Baseline	After			
FMD, %	8.5 ± 1.0	9.8 ± 1.3	8.8 ± 1.2	8.9 ± 0.9	0.001	0.451	0.005
NMD, %	21.7 ± 2.8	20.7 ± 1.8	22.5 ± 2.9	21.5 ± 2.7	0.011	0.336	0.985

Die Werte der FMD verbesserten sich zwar in beiden Gruppen, jedoch waren die Verbesserungen in der Trainingsgruppe um einiges größer. Die NMD zeigte in beiden Gruppen einen minimalen Rückgang.

Die nachstehende Tabelle gibt einen Überblick über verschiedene Daten, die beim Messen des Blutdrucks erfasst wurden:

Nur minimale Veränderungen zeichnete man im diastolischen Wert des Blutdruckes, sowohl im schlafenden und im wachen Zustand, auf. Während es beim systolischen Wert des Blutdrucks im wachen Zustand keine nennenswerten Unterschiede gab, erhielt man bei diesem Wert im schlafenden Zustand einen Abfall in beiden Gruppen. (vgl. Yu et al., 2016)

**Tabelle 39. Ergebnisse der Studie 18 - Blutdruckmessung (Yu et al., 2016)**

	Resistance training group (n = 19)		Control group (n =19)		Time effect (P value)	Group effect (P value)	Interaction (P value)
	Baseline	After	Baseline	After			
Awake							
SBP, mmHg	113 ± 8	111 ± 7	110 ± 9	109 ± 8	0.100	0.200	0.700
DBP, mmHg	71 ± 5	70 ± 5	68 ± 4	67 ± 5	0.400	0.093	0.900
Mean BP, mmHg	85 ± 5	84 ± 5	82 ± 4	82 ± 5	0.400	0.100	0.800
Mean HR, beat/min	87 ± 9	86 ± 7	87 ± 9	83 ± 8	0.100	0.600	0.200
Asleep							
SBP, mmHg	103 ± 11	98 ± 8	101 ± 11	98 ± 9	0.041	0.800	0.600
DBP, mmHg	55 ± 7	54 ± 7	54 ± 6	54 ± 6	0.600	1.000	0.500
Mean BP, mmHg	73 ± 8	71 ± 7	73 ± 6	72 ± 6	0.200	1.000	0.600
Mean HR, beat/min	68 ± 6	70 ± 6	66 ± 8	68 ± 8	0.087	0.500	0.900

Haupterkennntnis der Studie ist, dass ein 10 Wochen langes Krafttraining positive Auswirkungen auf die endotheliale Funktion bei gesunden Kindern in der Pubeszenz haben kann. Somit kann dadurch eine Verbesserung der Gesundheit des Herzkreislaufsystems erreicht werden. (vgl. Yu et al., 2016)

## 5. Diskussion

Während eine Senkung des Körperfettanteils in mehreren Studien (signifikante Senkung: Mishra et al. 2015, Santos et al. 2011 & Santos et al. 2012; nicht signifikante Senkung: Ingle et al. 2006 & Lubans et al. 2010) der Fall war, erfuhren nur wenige Studien eine Verbesserung des BMI (signifikante Verbesserung: Eather et al. 2016; Santos et al. 2012). Erklärungen dafür könnten folgende sein:

- Bei Santos et al. 2011 gab es eine Senkung des Fettgehalts in beiden Trainingsgruppen, welche in der kombinierten Trainingsgruppe aus Kraft- und Ausdauertraining signifikant größer als in der reinen Krafttrainingsgruppe war. Santos et al. (2011) machen das Ausdauertraining im kombinierten Trainingsprogramm für die Senkung des Fettgehalts verantwortlich. Ausdauertraining kurbelt den Fettstoffwechsel an. Durch Ausdauertraining erhöht sich die Insulinsensitivität, was Auswirkungen auf den Glukosetransport hat. Insulin hat einen anabolen Effekt auf den Fettspeicher in den Fettzellen. Es beeinflusst die Appetitsteuerung durch Veränderung von Substraten im Blut. (vgl. Santos et al. 2011)
- Lubans et al. (2010) beobachteten zusätzlich zur Senkung des Fettgehalts einen Anstieg der fettfreien Körpermasse aufgrund des Krafttrainings. Durch den Zuwachs von Muskelmasse bleibt das Körpergewicht gleich (oder wird sogar größer), auch wenn der Körperfettanteil sinkt. Dadurch verändert sich der BMI nicht. (vgl. Lubans et al., 2010)
- Kennedy et al. (2018) stimmen der Erklärung von Lubans et al. (2010) zu. Das hochintensive Kraftausdauertraining bewirkte in der Trainingsgruppe keine Veränderungen im BMI. Auch hier wird der Grund in einem gleichzeitigen Ansteigen der Muskelmasse und einem Absenken des Körperfettgehalts gesehen. Dadurch bleibt der BMI unverändert. Kennedy et al. (2018) erwähnen weiters, dass der BMI keine geeignete Variable ist, um Schlüsse auf die Körperzusammensetzung zu ziehen, da er keine Aussagen über Körperfettgehalt, Körperfettmasse und fettfreie Körpermasse zulässt. (vgl. Kennedy et al., 2018)

*Bezüglich Auswertung der Ausdauerwerte war folgendes klar erkennbar:*

In fast allen Studien (Alves et al. 2016a, Alves et al. 2016b, Eather et al. 2016, Marta et al. 2013, Marta et al. 2014, Santos et al. 2011, Santos et al. 2012 und Vijayalakshmi et al. 2014b) war es ausschließlich eine kombinierte Gruppe, welche signifikante Verbesserungen in den Ausdauerwerten lieferte. Eine reines Krafttraining oder Hypertrophietraining führt in der Regel zu keinen signifikanten Veränderungen in der Ausdauer. Bei Santos et al. (2011) wird beschrieben, dass es das Ausdauertraining ist, welches eine Verbesserung des VO<sub>2</sub>max-Wertes hervorruft. Eine weitere Ursache, warum ausschließlich die kombinierte Gruppe die Ausdauerwerte verbessern konnte, wurde nicht angeführt. Im Gegenteil dazu erhöhten sich Kraftwerte in beiden Trainingsgruppen ziemlich gleich stark, was zu erwarten war. Auch die Laufgeschwindigkeit erfuhr bei Santos et al. (2011) und Santos et al. (2012) in beiden Trainingsgruppen signifikante Verbesserungen. Ein zusätzliches Ausdauertraining zum Krafttraining bewirkt nicht mehr positive Ergebnisse auf die Laufgeschwindigkeit als ein reines Krafttraining. (vgl. Santos et al. 2011 & Santos et al. 2012)

Marta et al. (2013) sahen den Grund für die verbesserte Ausdauerleistung in der kombinierten Trainingsgruppe in der Dauer der Trainingseinheiten. Während die Krafttrainingsgruppe das Training nach dem Kraftteil, nach 45 Minuten, beendete, hing die kombinierte Gruppe noch eine Ausdauereinheit an und kam insgesamt auf 60 Minuten. (vgl. Marta et al. 2013)

Positive Effekte auf die Ausdauer bewirkt in jedem Fall auch ein Crossfit™-Training (vgl. Eather et al. 2016). Das hochintensive Kraftausdauertraining wirkt sich besonders gut auf die Werte der Körperzusammensetzung (Körperfettanteil, Körperfettmasse, magere Körpermasse), auf das Herzkreislaufsystem und die Ausdauer von Kindern aus. An dem Ergebnis dieser Studie sieht man aber auch, dass die meisten Kraftwerte (Griffkraft, Push-Up Test und Curl-Up Test) durch das Kraftausdauertraining keine Verbesserungen erfuhren. (vgl. Eather et al. 2016)

In diesem Zusammenhang sind auch die Ergebnisse von Kennedy et al. (2018) erwähnenswert.

Die Ausdauer wurde bei Kennedy et al. (2018) nicht gemessen. Die Kraft des Oberkörpers wurde verbessert, während es in der Kraft des Unterkörpers keine Veränderungen gab. Das wurde bei Kennedy et al. (2018) dadurch erklärt, dass der Fokus der Trainingsübungen eher auf der Muskelausdauer, der Kraft des Körperkerns und der Stabilisation des Körpers lag. Größere Verbesserungen entstehen laut ihnen, wenn die Übungen in den Testungen den

Trainingsübungen ähneln, wenn ein Muskel so getestet wird, wie er trainiert wird. Beispielsweise ist dies der Fall, wenn Push-Ups im Training vorkommen und der Muskel durch den Push-Up Test getestet wird. Zur Kraftsteigerung des Unterkörpers wurden im Training Squats, Ausfallschritte und Skipping durchgeführt und getestet wurde die Kraft des Unterkörpers beispielsweise mit dem Standweitsprung, welcher jedoch eher durch ein Explosivkraft-Training als ein Muskelausdauertraining verbessert wird. (vgl. Kennedy et al. 2018)

Kombiniertes Kraft- und Ausdauertraining erweist sich also als sehr sinnvoll in Bezug auf Kraft- und Ausdauerwerte. Alves et al. (2016a) und Alves et al. (2016b) beschäftigten sich ebenfalls mit den Auswirkungen des kombinierten Trainings und konzentrierten sich dabei besonders auf die Reihenfolge von Kraft- und Ausdauertraining. Bei Alves et al. (2016a) wurde beides in derselben Einheit durchgeführt, wobei zwei Gruppen die unterschiedliche Reihenfolge testeten. Beide Gruppen erfuhren positive Auswirkungen auf die Explosivkraft und die Ausdauer. Eine kombinierte Gruppe kann somit beides verbessern. Allerdings stellte sich in dieser Studie heraus, dass eine Gruppe, die mit dem Krafttraining beginnt und das Ausdauertraining daran anschließt, besser in den Kraftwerten als Ausdauerwerten abschnitt. In der Gruppe, die mit dem Ausdauertraining startete, war das genau umgekehrt der Fall. Zwischen den beiden Gruppen waren diese Unterschiede jedoch nicht signifikant. Alves et al. (2016a) begründeten den Fall, dass Krafttraining zu Beginn eher die Kraftwerte steigert, damit, dass die neuromuskuläre Ermüdung durch das Krafttraining die Qualität des Ausdauertrainings einschränken könnte. (vgl. Alves et al., 2016a)

Alves et al. (2016b) untersuchten ebenfalls zwei kombinierte Gruppen, allerdings fand in einer Gruppe das Ausdauertraining am gleichen Tag wie das Krafttraining statt und in der anderen Gruppe erst am nächsten Tag. Die dritte Gruppe bildete eine reine Krafttrainingsgruppe. Alle drei Gruppen verzeichneten positive Effekte auf die Kraftwerte, wobei die Gruppe, welche Kraft- und Ausdauertraining an zwei aufeinanderfolgenden Tagen absolvierte, an der Spitze stand. Danach folgte die andere kombinierte Gruppe, vor dem reinen Krafttraining. Der Grund dieser Reihung liegt vermutlich daran, dass die Laufleistung nachlässt, wenn Kraft- und Ausdauertraining am selben Tag durchgeführt werden. Aufgrund der geringeren Müdigkeit erweist es sich als besser, das Ausdauertraining erst am nächsten Tag zu absolvieren. Signifikant waren die Unterschiede zwischen den Gruppen jedoch nicht. Auch in dieser Studie kam man zum Ergebnis, dass die beiden kombinierten Gruppen die

VO<sub>2</sub>max-Werte verbessern, die reine Krafttrainingsgruppe jedoch nicht. (vgl. Alves et al., 2016b)

Es gibt neben dem traditionellen Kraft- und Ausdauertraining noch verschiedene andere Möglichkeiten, um Krafttraining in den schulischen Sportunterricht zu integrieren. Lubans et al. (2010) beschäftigen sich mit dem Elastic-Tubing Training und verglichen es mit einer Krafttrainingsgruppe mit freien Gewichten. Im Vergleich zur Kontrollgruppe erweisen sich beide Trainingsarten als sehr sinnvoll, jedoch schnitt das Krafttraining mit freien Gewichten in Bezug auf Körperzusammensetzung und auf die Kraftwerte besser ab. Das Elastic-Tubing Training birgt ein paar Gefahren, auf die geachtet werden muss. In dieser Studie konnte der komplette Bewegungsradius aufgrund der Länge der elastischen Bänder nicht ausgenutzt werden. Auch die Verletzungsgefahr ist mit den Bändern höher, da die reißen können. (vgl. Lubans et al., 2010)

Marta et al. (2019) verglichen eine Krafttrainingsgruppe mit einer Suspension-Trainingsgruppe. Beide Gruppen konnten die Werte der Explosivkraft signifikant verbessern. Den einzigen Unterschied zwischen den beiden Trainingsgruppen fand man bei den Ergebnissen des 20-m Sprints. Hierbei verzeichnete die Krafttrainingsgruppe das bessere Ergebnis. Laut Marta et al. (2019) war die TRX-Übung zur Verbesserung der Sprintleistung weniger gut geeignet wie die äquivalente Krafttrainingsübung dazu. Suspension-Training eignet sich jedoch ebenfalls gut für die Schule und führt zu ähnlichen Effekten wie das Krafttraining. (vgl. Marta et al., 2019)

Vijayalakshmi et al. (2014a) kombinierten Körpergewichtsübungen mit plyometrischen Übungen und Yoga-Übungen. Vergleichbar ist diese Trainingsgruppe mit den Gruppen aus anderen Studien zwar nicht, da verschiedene Arten und Methoden gemischt werden, jedoch könnte diese Kombination in der Schule angewendet werden, da alle drei Inhalte ohne großen Materialaufwand durchgeführt werden können. Der plyometrische Teil, wobei es sich um Übungen mit hoher Geschwindigkeit und schneller exzentrischer Muskelaktion handelte, führte zu verbesserten Werten im Sprinten und Springen. Beide Programme (Körpergewichtsübungen und plyometrische Übungen) zusammen bewirken laut Vijayalakshmi et al. (2014a) mehr als jedes davon alleine. Das anschließende Yoga-Training, welches aus statischen Dehnübungen bestand, bewirkte noch größere Verbesserungen in der Explosivkraft. Es sollte unbedingt erst nach dem Training durchgeführt werden. (vgl. Vijayalakshmi et al., 2014a)

Manche Studien (Ingle et al. 2006, Meinhardt et al. 2013, Santos et al. 2011 & Tsolakis et al. 2004) verglichen nicht nur die beiden Testzeitpunkte am Beginn und Ende der Intervention, sondern fügten noch eine Testung nach einer sogenannten Detrainingphase, in welcher das Trainingsprogramm nicht mehr durchgeführt wurde, hinzu. Ingle et al. (2006), Meinhardt et al. (2013) und Tsolakis et al. (2004) beobachteten signifikante Verschlechterungen in den Kraftwerten. Bei Ingle et al. (2006) steigerten sich diese Werte in der Trainingsphase zuvor, jedoch nicht signifikant. Bei Meinhardt et al. (2013) und Tsolakis et al. (2004) erfuhren diese Kraftwerte während der Trainingsphase allerdings eine signifikante Verbesserung. Ingle et al. (2006) erklären, dass die Mechanismen, die für den Leistungszuwachs durch das Training verantwortlich sind, auch die Verfallsgeschwindigkeit beim Ausbleiben des Trainings steuern. Neurale Anpassungen könnten verantwortlich für den Rückgang sein. Grund für den Rückgang dynamischer Kraftwerte kann eine reduzierte Aktivierung der motorischen Einheiten und eine Verschlechterung der Bewegungskoordination sein. (vgl. Ingle et al., 2006) Tsolakis et al. (2004) schließen aus der Studie, dass der Kraftzuwachs bei Kindern unbeständig und umkehrbar ist, haben aber ungenügend Information darüber. (vgl. Tsolakis et al., 2004)

Bei Santos et al. (2011) fand die Detrainingphase in den Ferien statt, sodass auch die regulären „Bewegungen und Sport“ – Stunden wegfielen. Ob die Schülerinnen und Schüler jedoch dadurch in den Ferien weniger Sport betrieben haben, kann nicht gesagt werden. Alle getesteten TeilnehmerInnen behielten auch in der Detrainingphase die Werte der Körperzusammensetzung, die am Ende der Intervention ermittelt wurden. Einzig in der kombinierten Gruppe erfolgte ein signifikanter Zuwachs an Körpergewicht. Der Körperfettanteil veränderte sich jedoch nicht. Die kombinierte Trainingsgruppe erfuhr während der Interventionsphase den größten Verlust im Körperfettanteil, welcher auch während der Detrainingphase noch aufrechterhalten werden konnte. (vgl. Santos et al., 2011)

## **6. Umsetzungsmöglichkeiten in der Schule**

Im folgenden abschließenden Teil der Arbeit werden in Anlehnung an die zuvor beschriebenen Studien und deren Auswirkungen verschiedene Krafttrainingsprogramme bzw. Unterrichtsplanungen für den Unterricht in „Bewegung und Sport“ beschrieben, die den bisherigen Erkenntnissen zufolge positive Effekte in den verschiedenen angeführten Bereichen auf Kinder im Alter der Pubeszenz haben sollten. Zunächst wird auf die Krafttrainingsprinzipien, die Bedeutung des Krafttrainings im Kindes- und Jugendalter und dessen Gefahren näher eingegangen.

### **6.1 Krafttrainingsprinzipien im Krafttraining mit Kindern in der Pubeszenz**

Um all die positiven Auswirkungen beim Krafttraining mit Kindern im Alter der Pubeszenz zu erreichen, müssen verschiedene Prinzipien beachtet werden. Krafttraining mit Erwachsenen unterscheidet sich in vielen Punkten vom Krafttraining mit Kindern. Deshalb gilt es, speziell beim Training mit Kindern, die folgenden Punkte zu beachten. Weineck (2010) spricht von zehn methodischen Grundsätzen, die im Krafttraining mit Kindern nie außer Acht gelassen werden dürfen:

- **Umfassende Ausbildung:** Eine „umfassende Ausbildung der körperlichen Leistungsfähigkeit“ (Weineck, 2010) soll geschaffen werden.
- **Vielseitigkeit:** Krafttraining im Kindesalter soll von Abwechslung, Vielseitigkeit und Freude gekennzeichnet sein. Ziel ist es, dass durch Übungen und Spiele, die ihrer Altersgruppe entsprechen, Kinder gerne am Krafttraining teilnehmen.
- **Frühe Entwicklung der Muskelkraft:** Je früher mit dem Krafttraining begonnen wird, desto besser können später sportliche Höchstleistungen erbracht werden. Da Kraft und Bewegungsfertigkeiten miteinander korrelieren, ist ein Krafttraining bereits im Kindesalter sehr sinnvoll.
- **Spielformen und Koordination:** Ein Krafttraining mit Kindern sollte immer spielerisch erfolgen und stets mit koordinativen Übungen kombiniert sein.
- **Maximalkrafttraining:** Ein Maximalkrafttraining sollte im Kindesalter nur durch Übungen wie z.B. Zieh- und Schiebkämpfe oder Raufspiele erfolgen. „Aus sportmedizinischer Sicht ist ein akzentuiertes Maximalkrafttraining aufgrund der geringen Testosteronspiegel ineffektiv bzw. wegen des ungefestigten Binde- und

Stützsystems unangebracht.“ (Weineck, 2010) Dieser Grundsatz ist wesentlich, um Verletzungen und Fehlbelastungen zu vermeiden.

- Stütz- und Haltemuskulatur: Neben dem Training der Schnellkraft, welches im Kindesalter im Mittelpunkt steht, sollte die Kräftigung der Stütz- und Haltemuskulatur nie außer Acht gelassen werden. Sie ist die Grundlage für eine höhere Belastbarkeit des Körpers im Erwachsenenalter.
- Ergänzungstraining: Ein Ergänzungstraining dient dazu, vernachlässigte Muskelgruppen zu stärken und muskuläre Dysbalancen zu vermeiden. Ist dies der Fall, sollte bereits im Kindesalter ein Ergänzungstraining stattfinden.
- Steigerung der Anforderungen: Sind Verbesserungen sichtbar, sollte im Kindesalter immer der Umfang und nicht die Intensität gesteigert werden. Geringe Belastungsreize reichen bei Kindern aus, um Fortschritte zu erzielen. Wird die Intensität zu groß, steigt die Verletzungsgefahr an.
- Abwechslungsreiches Training: Ähnlich wie in den Punkten 1 und 2 beschreibt Weineck hier die Wichtigkeit der umfangreichen Ausbildung. Vielseitige, allgemeinbildende Übungen und ein abwechslungsreiches Training halten die Freude am Krafttraining aufrecht und führen zu den gewünschten Effekten.
- Pausenzeiten: Im Vergleich zu Erwachsenen benötigen Kinder längere Pausenzeiten, da der Energieverbrauch durch den wachstumsbedingten erhöhten Baustoffwechsel höher ist. (vgl. Weineck, 2010)

Behm et al. (2008) betonen die richtige technische Ausführung der Übungen, die passende Gestaltung des Trainings (Art und Länge der Trainingseinheiten) und die Abstimmung des Trainings auf das Alter der Kinder. Mit Krafttraining im Kindesalter sollte vorsichtig umgegangen werden, da sich Kinder hinsichtlich körperlicher Reife, Trainingserfahrung und Stresstoleranz unterscheiden. Kinder, die Krafttraining durchführen, sollten zumindest in der Lage sein, Instruktionen eines Trainers/einer Trainerin zu folgen und Sicherheitsregeln einzuhalten. Beim Krafttraining mit Kindern sollte unbedingt auf die biologische Reife, die Trainingsart und das Ausmaß und die Intensität anderer sportlichen Aktivitäten der Kinder geachtet werden. Werden die zusätzlichen Aktivitäten der Kinder außer Acht gelassen und die Intensität des Krafttrainings zu hoch gewählt, werden die positiven Effekte des Krafttrainings eingeschränkt. Prinzipien des Krafttrainings für Erwachsene dürfen bei Kindern nicht angewandt werden, da sie sich in der körperlichen und psychischen Reife

voneinander unterscheiden. Folgende wichtige Punkte eines sinnvollen Krafttrainings mit Kindern beschreiben Behm et al. (2008):

- Qualifiziertes Personal sollte das Training stets überwachen und auf die richtige technische Ausführung der Übungen achten.
- Die kognitive Entwicklung, die körperliche Reife und die Trainingserfahrung der Kinder sollten unbedingt berücksichtigt werden.
- Die Trainingsumgebung sowie das Trainingsmaterial sollten sicher und frei von Gefahren und Risiken sein.
- Jede Trainingseinheit sollte mit einem 5- bis 10-minütigen dynamischen Aufwärmen beginnen.
- Beim Start eines Trainingsprogrammes sollten Trainingseinheiten 2-3 Mal pro Woche an nichtaufeinanderfolgenden Tagen stattfinden.
- Begonnen werden sollte mit 8-12 Übungen zur Kräftigung des Oberkörpers, Unterkörpers und des Körperkerns. Pro Übung sollten zu Beginn nur 1-2 Sätze mit 8-15 Wiederholungen und einem leichten bis mittleren Trainingsgewicht durchgeführt werden, um die richtige Technik zu erlernen.
- Das Erlernen der richtigen Technik sollte stets vor der Steigerung des Trainingsgewichts erfolgen.
- Gleichgewichts- und Koordinationsübungen sollten ins Krafttraining mit Kindern unbedingt inkludiert werden.
- Übungen sollten nur langsam erschwert und gesteigert werden.
- Ein Cool-Down mit weniger intensiven Aktivitäten und statischen Dehnübungen sollte ins Training miteinbezogen werden.
- Abwechslung des Trainingsprogramms optimiert die Verbesserungen und reduziert Langeweile.

(vgl. Behm et al., 2008)

## 6.2 Bedeutung des Krafttrainings im Kindes- und Jugendalter

Weineck (2010) erwähnt drei große Aspekte, die die Wichtigkeit des Krafttrainings im Kindes- und Jugendalter beschreiben.

- *Haltungsprobleme:* Laut Statistik haben heutzutage 50 bis 65% der Kinder Haltungsschwächen. Das liegt daran, dass es die Schule bzw. der Sportunterricht nicht schafft, den Bewegungsmangel der heutigen Zeit auszugleichen. Bereits im Volksschulalter (erstes und zweites Schuljahr) steigt der Anteil der Kinder mit Haltungsschwächen auf 70% an. Grund dafür ist das lange Sitzen im Unterricht und bei den Hausaufgaben, das die Kinder vom Kindergarten nicht gewöhnt sind. Zusätzlich steigt auch der Anteil der Kinder, die an Übergewicht leiden, was eine Senkung von motorischer Leistungsfähigkeit, besonders betroffen sind die Bereiche Muskelkraft, Schnelligkeit und allgemeine Ausdauer, zur Folge hat. Krafttraining im Kindes- und Jugendalter hat deshalb die wichtige Funktion, Haltungsprobleme vorzubeugen und die sportliche Leistungsfähigkeit zu verbessern.
- *Sensitive Phasen:* In dieser Altersstufe „ist der Bewegungsapparat besonders sensibel für Trainingsreize und reagiert in diesen sogenannten ‚sensitiven Phasen‘ günstig auf Krafttrainingsreize“ (Weineck, 2010). Ein Krafttraining ist in dieser Altersstufe besonders sinnvoll, da es die allgemeinen Grundlagen für die spätere Weiterentwicklung ausbildet und verbessert. Das muss den Lehrpersonen unbedingt bewusst sein.
- *Allgemeine körperliche Ausbildung:* Eine umfassende Ausbildung des ganzen Körpers ist besonders im Kindes- und Jugendalter von großer Wichtigkeit. Erfolgt bereits in diesem Alter eine Spezialisierung auf eine bestimmte Sportart, so kann es aufgrund ungleicher Belastungen (manche Muskelgruppen werden stärker trainiert, andere werden vernachlässigt) zu muskulären Dysbalancen kommen. Das gilt es durch ein vielseitiges Krafttraining zu verhindern. (vgl. Weineck, 2010)

Immer größer werdende Kraftdefizite der Muskulatur des Rumpfes und der Arme und Beine resultieren auch laut Greier et al. (2018) aus der Veränderung der modernen Gesellschaft. Durch die technischen Entwicklungen steigt der Bewegungsmangel von Kindern und Jugendlichen, wodurch Haltungsschwächen und Haltungsschäden die Folge sind. Damit einher gehen ein Anstieg des Übergewichts, geringere motorische Fertigkeiten und Fähigkeiten und eine Reduktion der Muskelkraft und Muskelausdauer bei Kindern und

Jugendlichen. (vgl. Greier et al., 2018) Auf die große Bedeutung des Krafttrainings in dieser Altersgruppe weisen auch Eather et al. (2016) hin. Sie führen an, dass das Gewicht bei Jugendlichen bei einem Mangel an Bewegung rapide ansteigt und etwa 25% der jugendlichen Mädchen und Burschen bereits übergewichtig sind (vgl. Eather et al., 2016). Das Ausmaß an Bewegung und Sport sinkt im Jugendlichen-Alter dramatisch, sodass der Anteil an Jugendlichen, die sich ausreichend bewegen, bei nur 20% liegt (vgl. Kennedy et al., 2018). Ein Mangel an Bewegung und Sport in dieser Altersgruppe geht mit einem erhöhten Risiko von Herz-Kreislaufkrankungen einher (vgl. Marta et al., 2014). Krafttraining ist im Kindesalter, sofern die Krafttrainingsprinzipien beachtet werden, eine sichere und effektive Methode des körperlichen Trainings und eine wichtige Komponente, um die Gesundheit des Körpers aufrechtzuerhalten und Verletzungen zu vermeiden (vgl. Marta et al., 2014).

Faigenbaum et al. (2013) vergleichen die Wichtigkeit des Krafttrainings im Kindesalter mit dem Lesen und Schreiben. Kinder, die in ihrem Umfeld keine Möglichkeiten haben, um ihre Muskelkraft und ihre sportlichen Fähigkeiten und Fertigkeiten zu entwickeln, haben es später sehr schwer, sich an vielfältigen Sportmöglichkeiten zu betätigen. (vgl. Faigenbaum et al., 2013) Faigenbaum et al. (2013) weisen auch auf die Gefahr des Übergewichts und des sitzenden Lebensstils hin. Werden die Muskelkraft und die sportlichen Fertigkeiten im Kindesalter ungenügend ausgeprägt, werden sich Kinder im Sportspiel mit anderen Kindern nicht selbstbewusst bewegen. Dadurch kann es sein, dass sie sich immer weniger bewegen wollen und gesundheitlich negativeren Angewohnheiten nachgehen. (vgl. Faigenbaum et al., 2013) Behm et al. (2008) beschreiben als positive Auswirkungen des Krafttrainings für Kinder besonders die Steigerung der Knochendichte, die Entwicklung der Muskelkraft und Muskelausdauer, das Beibehalten der fettfreien Körpermasse und die Vorbeugung verschiedener Krankheiten (vgl. Behm et al., 2008)

Gerade für diese Altersgruppe spielen die Schulen eine große Rolle. Schulen haben die Möglichkeiten, den Schülerinnen und Schülern unterschiedliche Zugänge zu Bewegung und Sport zu vermitteln, unterschiedliche Sportprogramme und Sportarten vorzustellen, um sie auch nach ihrer Schulzeit zu Bewegung und Sport zu motivieren und vorzubereiten. (vgl. Eather et al., 2016)

### 6.3 Gefahren beim Krafttraining im Kindes- und Jugendalter

Bevor Krafttrainingseinheiten für Kinder im Alter der Pubeszenz geplant werden, müssen die Gefahren des Krafttrainings mit dieser Altersgruppe untersucht werden. Dadurch, dass der Organismus von Kindern im Wachstum ist, kann das Krafttraining mit Kindern nicht wie mit Erwachsenen stattfinden. Der passive Bewegungsapparat ist bei Kindern weniger belastbar, da „die Verknöcherung des Skelettsystems“ (Weineck, 2010) erst im Alter von 17 bis 20 Jahren abgeschlossen ist. Aufgrund der Steuermechanismen der Ermüdung der Muskulatur ist es kaum möglich, dass es bei Kindern zum Übertraining kommt. Verletzungen der Muskulatur kommen deshalb bei Kindern sehr selten vor. Worauf aber unbedingt geachtet werden muss, sind die Hinweise, um Verletzungen am passiven Bewegungsapparat vorzubeugen. Weineck (2010) fasst diese Hinweise wie folgt zusammen:

- Bei der Verwendung von Hilfsmitteln und Zusatzlasten muss bei der Auswahl und Dosierung darauf geachtet werden, den passiven Bewegungsapparat nicht überzubelasten.
- Das Krafttraining von Kindern sollte stets von kompetenten Personen überwacht werden, um Fehlbeanspruchungen während der Durchführung einer Übung zu vermeiden.
- Selbst die Ausführung scheinbar harmloser, kindgemäßer Übungen sollte stets kontrolliert werden, da auch diese Übungen, wenn sie in das Trainingsprogramm inkludiert werden, zu Verletzungen und Schädigungen führen können.
- Partnerübungen machen den Kindern Spaß, allerdings sollte unbedingt berücksichtigt werden, dass das Gewicht des Partners nicht als Zusatzgewicht verwendet werden soll, da eine derart schwere Last belastend auf den passiven Bewegungsapparat wirken kann.
- Eine allgemeine Kräftigung des ganzen Körpers spielt eine große Rolle, um den Anforderungen des leistungsorientierten Trainings und Spiels gerecht zu werden.
- Wie schon in den Krafttrainingsprinzipien erwähnt, soll beim Krafttraining mit Kindern zuerst unbedingt die Anzahl der Wiederholungen (also der Umfang) und erst dann die Belastungshöhe (die Intensität) vergrößert werden.
- Eine frühe umfassende Kräftigung dient dem Schutz des passiven Bewegungsapparates. Das ist nicht nur für Kinder und Jugendliche wichtig, die vorhaben, Sport professionell zu betreiben, sondern für alle Kinder und Jugendliche von großer Bedeutung.

- Die Ansicht vieler Personen, zu viel Krafttraining wirke sich schlecht auf den passiven Bewegungsapparat aus, stimmt nicht. Wichtig ist bloß, die Gefahren und Trainingsprinzipien zu beachten und das Krafttraining von Kindern zu beobachten.
- Das im Erwachsenentraining geltende „Prinzip der progressiven Belastung“ muss beim Krafttraining mit Kindern mit Vorsicht genossen werden. Es ist eine gewisse Belastbarkeit als Voraussetzung notwendig. Erst wenn diese Belastbarkeit erreicht ist, kann die Belastung beim Training erhöht werden. So kommt es zu keinen Überlastungen des passiven Bewegungsapparates.

(vgl. Weineck, 2010)

In Verbindung mit den Gefahren des Krafttrainings im Kindesalter wird manchmal die Gefahr einer Epiphysenfugenfraktur (Fraktur der Wachstumsfuge) erwähnt. Laut Behm et al. (2008) ist diese Verletzung allerdings in bisher keiner Studie aufgetreten, welche sich an die Krafttrainingsprinzipien für Kinder hält und das Training stets überwacht ist. Wenn Kinder die richtige Ausführung der Übungen lernen, ist das Verletzungsrisiko minimal. Krafttraining hat weiters keine negativen Auswirkungen auf das Wachstum und die Reife von Kindern. Diese Ängste in Bezug zum Krafttraining mit Kindern wurden durch aktuellere Erkenntnisse ersetzt, welche zeigen, dass regelmäßige kräftigende Aktivitäten im Kindesalter unentbehrlich sind. (vgl. Behm et al., 2008)

Wird Krafttraining bereits in der Schule im Unterricht in Bewegung und Sport durchgeführt, erfahren die Schülerinnen und Schüler die notwendigen Fähigkeiten und Fertigkeiten, um Krafttraining im späteren Leben erfolgreich und ohne große Verletzungsgefahr selbstständig ausführen zu können. Die Schule hat die Möglichkeit, sie auf die Gefahren des Krafttrainings sowie auf dessen positive Auswirkungen hinzuweisen, um sie zu einem sportlichen Lebensalltag anzuregen. Wird die Basis bereits in der Schule gelegt und fühlen sich die Schülerinnen und Schüler sicher im Umgang mit verschiedenen Geräten und Krafttrainingsprogrammen, steigt die Chance, dass ihr Alltag von Bewegung und Sport geprägt ist. (vgl. Kennedy et al., 2018)

## 7. Conclusio

Grundsätzlich lässt sich sagen, dass eine Antwort auf die am Beginn der Arbeit definierte Forschungsfrage gefunden wurde. Die Auswirkungen des Krafttrainings bei Kindern im Alter der Pubeszenz wirken sich auf verschiedene Arten auf ihre Gesundheit aus. Hochintensives Kraftausdauertraining, wie es bei Eather et al. (2016) stattfindet, kann beispielsweise signifikante Verbesserungen im Körperbau, also im BMI und Umfängen von Körperteilen, bewirken, sowie die Ausdauer enorm steigern und sich demzufolge positiv auf das Herz-Kreislaufsystem und die Gesundheit der Kinder auswirken. (vgl. Eather et al., 2016)

Auch ein Hypertrophietraining wirkt sich positiv auf die Werte der Körperzusammensetzung und somit die Gesundheit von Kindern aus, führt es beispielsweise bei Ingle et al. (2006), Lubans et al. (2010), Santos et al. (2011) und Santos et al. (2012) zu einer Senkung des Körperfettanteils. Signifikant waren die Ergebnisse allerdings ausschließlich bei Santos et al. (2011) und Santos et al. (2012). Aufgrund der unterschiedlichen Auswirkungen im Bereich des Körperbaus (BMI, Körperzusammensetzung), die zwar meistens positiv waren, sich jedoch trotzdem voneinander ein wenig unterscheiden, ist es schwierig, Zusammenhänge zwischen den Trainingsmethoden und den Auswirkungen herzustellen und allgemeine Schlüsse auf die Auswirkungen verschiedener Trainingsmethoden zu ziehen. Die größten Verbesserungen in diesem Bereich fand man bei Eather et al. (2016) vor. Es handelte sich in dieser Studie um ein hochintensives Kraftausdauertraining, welches durch die große Abwechslung und Vielseitigkeit des Trainings und trotz der hohen Intensität große Zufriedenheit bei den Teilnehmerinnen und Teilnehmern bewirkte. (vgl. Eather et al., 2016)

Zusammenfassend kann zu den Auswirkungen von Krafttraining auf die anthropometrischen Werte und die Werte der Körperzusammensetzung gesagt werden, dass der BMI zwar nur durch ein hochintensives Kraftausdauertraining (Eather et al., 2016) signifikant verbessert wurde, er jedoch kein geeignetes Mittel darstellt, um Schlüsse auf die Körperzusammensetzung zu ziehen. Kennedy et al. (2018), Lubans et al. (2010) und Santos et al. (2011) führen verschiedene Gründe an (siehe Diskussion), warum eine Verringerung des Körperfettgehalts nicht mit einer Senkung des BMI einhergehen muss. (vgl. Kennedy et al., 2018; Lubans et al., 2010 und Santos et al., 2011) Die Werte der Körperzusammensetzung werden im Allgemeinen in den meisten Studien verbessert (vgl. Eather et al., 2016; Ingle et al., 2006; Lubans et al., 2010, Meinhardt et al., 2013; Santos et al., 2011 & Santos et al., 2012), allerdings nur selten signifikant (vgl. Eather et al., 2016; Santos et al., 2011 & Santos et al., 2012). Wurden sie nicht verbessert, wie z. B. der

Körperfettanteil bei Yu et al. (2016), blieben sie allerdings unverändert und erfuhren keine Verschlechterung. (vgl. Yu et al., 2016)

Eine signifikante Verbesserung der Muskelkraft des Ober- und Unterkörpers konnte vor allem in den Studien ermittelt werden, die das Hypertrophietraining als Trainingsmethode wählten (vgl. Alves et al., 2016a; Alves et al., 2016b; Lubans et al., 2010; Marta et al., 2013; Marta et al., 2014; Meinhardt et al., 2013; Santos et al., 2011, Santos et al., 2012, & Vijayalakshmi et al., 2014a) Vergleichbar sind in diesem Bereich besonders die Ergebnisse von Alves et al. (2016a), Alves et al. (2016b), Marta et al. (2013), Marta et al. (2014), Meinhardt et al. (2013), Santos et al. (2011) und Santos et al. (2012), da die Trainingsgestaltung, die Auswahl der Übungen, die Trainingsintensität, der Trainingsumfang und auch Testung (Messinstrumente, Outcome-Parameter) einander sehr ähnlich waren. Signifikante Verbesserungen in nahezu allen Kraftwerten all dieser Studien konnten beobachtet werden, was für diese Trainingsmethode spricht. (vgl. Alves et al., 2016a; Alves et al., 2016b; Marta et al., 2013; Marta et al., 2014; Meinhardt et al., 2013; Santos et al., 2011, Santos et al., 2012)

Jedoch bewirkten auch Kraftausdauerprogramme Verbesserungen in Bezug auf die Muskelkraft (vgl. Eather et al., 2016 & Kennedy et al., 2018). Allerdings bezogen sich die positiven Auswirkungen bei Eather et al. (2016) ausschließlich auf den Unterkörper, während sie bei Kennedy et al. (2018) nur den Oberkörper betreffen. (vgl. Eather et al., 2016 & Kennedy et al., 2018)

Nicht ausschließlich positive Ergebnisse ermittelten Lloyd et al. (2016) und Tsolakis et al. (2004) in den Testungen der Kraftwerte. So konnten sich bei Lloyd et al. (2016) zwar alle drei Trainingsgruppen (Krafttrainingsgruppe, kombinierte Gruppe aus Kraft- und Ausdauertraining und plyometrische Gruppe) in der Beschleunigung, im Squat Jump und in der Reaktivkraft verbessern, jedoch waren es nur die beiden letzteren, welche die Laufgeschwindigkeit signifikant erhöhen konnten. (vgl. Lloyd et al., 2016) Tsolakis et al. (2004) verzeichneten zwar signifikant positive Auswirkungen auf die getesteten isometrischen Kraftwerte, allerdings blieben die isotonischen Kraftwerte unverändert. Jedoch muss auch hier erwähnt werden, dass die Werte, die sich nicht signifikant positiv verändert haben, auch keine Verschlechterung erfuhren. Meistens handelt sich um ganz leichte Verbesserungen oder gar keine Veränderungen. (vgl. Tsolakis et al., 2004)

Die Effekte der unterschiedlichen Krafttrainingsprogramme auf die getesteten Kraftwerte waren zwar meistens positiv, allerdings wurden in den meisten Studien ausschließlich Testungen am Beginn und am Ende der Intervention durchgeführt. Betrachtet man die Studien, die einen dritten Testzeitpunkt nach einer sogenannten Detrainingphase inkludierten, sieht man einen Rückfall der Krafttrainingswerte während dieser Phase bis fast zum Ausgangsniveau (vgl. Ingle et al., 2006; Meinhardt et al., 2013 & Tsolakis et al., 2004) Wird das Trainingsprogramm also abrupt beendet, könnten möglicherweise positive Werte wieder schlechter werden, allerdings werden diese Werte nicht unter den Ausgangswert fallen und somit keine negativen Auswirkungen haben. Nahezu komplett erhalten blieben in der Detrainingphase jedoch die Verbesserungen im Körperfettanteil (vgl. Ingle et al., 2006 & Santos et al., 2011) Weitere Studien speziell zu den Effekten in der Detrainingphase werden jedoch benötigt, um aussagekräftige Schlüsse ziehen zu können.

Im Vergleich zu Hypertrophie-Trainingsprogrammen sind positive Auswirkungen auf die Ausdauer mit viel größerer Wahrscheinlichkeit bei Kraftausdauerprogrammen und kombinierten Gruppen aus Kraft- und Ausdauertraining beobachtbar (vgl. Alves et al., 2016a; Alves et al., 2016b, Eather et al., 2016; Marta et al., 2013; Marta et al., 2014, Santos et al., 2011 & Santos et al., 2012) Reines Krafttraining führt in keiner der Studien zu einer signifikanten Verbesserung in der Ausdauer.

Zusammenfassend kann nun gesagt werden, dass all diese vorliegenden Studien fast ausschließlich positive Wirkungen auf die untersuchten Parameter und die Gesundheit der Teilnehmerinnen und Teilnehmer aufweisen. Zwar unterscheiden sie sich in den Auswirkungen ein wenig, jedoch erweisen sich alle beschriebenen Studien und deren Methoden im Hinblick auf die angestrebten Auswirkungen als sehr effektiv. Aufgrund des geringen Materialaufwandes und des zeitlichen Aspektes, können die meisten Trainingsprogramme dieser Studien leicht im Unterricht umgesetzt werden. Der Inhalt des Anhangs zeigt weitere Trainingsprogramme, die, in Anlehnung an die Interventionen der Studien, einerseits im Unterricht umsetzbar sind und andererseits positive Effekte auf die Gesundheit der Schülerinnen und Schüler zur Folge haben. Entscheidend ist das Einhalten der Krafttrainingsprinzipien, das Beachten der altersspezifischen Anforderungen und das Überwachen und Kontrollieren des Trainings mit Kindern im Alter der Pubeszenz.

## 8. Literaturverzeichnis

- Alves, A., R., Marta, C., Neiva, H., P., Izquierdo, M. & Marques, M., C. (2016a). Does intrasession concurrent strength and aerobic training order influence training-induced explosive strength and VO<sub>2</sub>max in prepubescent children? *The Journal of Strength and Conditioning Research*, 30 (12), 3267-3277.
- Alves, A., R., Marta, C., Neiva, H., P., Izquierdo, M. & Marques, M., C. (2016b). Concurrent training in prepubescent children: the effects of sequence of strength and aerobic training on explosive strength and VO<sub>2</sub>max. *The Journal of Strength and Conditioning Research*, 34 (10).
- Balow, Alexander (2019): VO<sub>2</sub>max: So verbesserst du deine maximale Sauerstoffaufnahme. URL: <https://gps.de/vo2max-verbessern/> (abgerufen am: 23.12.2018).
- Behm, D., G., Faigenbaum, A., D., Falk, B. & Klentrou, P. (2008). Canadian society for exercise physiology position paper: resistance training in children and adolescents. *Applied physiology, nutrition and metabolism*, 33 (3), 547-561.
- Benson, A., C., Torode, M., E. & Fiatarone Singh, M., A. (2007). A rationale and method for high-intensity progressive resistance training with children and adolescents. *Contemporary clinical trials*, 28 (4), 442-450.
- Collins, H., Fawkner, S., Booth, J., N. & Duncan, A. (2018). The effect of resistance training interventions on weight status in youth: a meta-analysis. *Sports medicine – open*, 4 (1), 41.
- Conzelmann, Achim (2007): Sportliche Entwicklung im Kindes- und Jugendalter. URL: [https://www.lelek.at/wp-content/uploads/2015/09/Lelek-Edu-Trainerforum\\_07\\_Achim\\_Conzelmann\\_Nachwuchs\\_Entwicklungsphasen.pdf](https://www.lelek.at/wp-content/uploads/2015/09/Lelek-Edu-Trainerforum_07_Achim_Conzelmann_Nachwuchs_Entwicklungsphasen.pdf) (abgerufen am: 25.7.2018)
- Daytraining.de: Rückenübungen. URL: <https://www.daytraining.de/fitness/rueckenuebungen-fuer-zuhause/> (abgerufen am: 21.12.2018).
- Drenowatz, C. & Greier, K. (2018). Resistance training in youth – benefits and characteristics. *Journal of Biomedicine*, 3, 32-39.
- Eather, N., Morgan, P., J. & Lubans, D., R. (2016). Improving health-related fitness in adolescents: the CrossFit Teens™ randomised controlled trial. *Journal of sports sciences*, 34 (3), 209-223.

- Faigenbaum, A., Lloyd, R. & Myer, G. (2013). Youth resistance training: past practices, new perspectives, and future directions. *Pediatric exercise science*, 25 (4), 591-604.
- Fitforfun.de: Burpees. URL: <https://www.fitforfun.de/workout/ganzkoerper-burpees-299316.html> (abgerufen am: 21.12.2018).
- Frank, G. (2000). Fitness-Studio Turnhalle: Bausteine einer erlebnisorientierten Kraft- und Ausdauerschulung für Kinder. Celle: Pohl.
- Friedmann, K. (2009). Trainingslehre: Sporttheorie für die Schule (2. Auflage). Pfullingen: Promos-Verlag.
- Fröhlich, Michael (2003): Eine empirische Studie zur Methodik des Kraftausdauertrainings. URL: [https://www.researchgate.net/publication/321124975\\_Eine\\_empirische\\_Studie\\_zur\\_Methodik\\_des\\_Kraftausdauertrainings/figures?lo=1](https://www.researchgate.net/publication/321124975_Eine_empirische_Studie_zur_Methodik_des_Kraftausdauertrainings/figures?lo=1) (abgerufen am: 10.8.2018).
- Fröhlich, M., Gießing, J. & Streck, A. (2011). Krafttraining bei Kindern und Jugendlichen: Hintergründe, Trainingspläne, Übungen (2. Auflage). Marburg: Tectum-Verlag.
- Gesundheit.de: Körperanalyse nach der BIA-Methode. URL: <https://www.gesundheit.de/ernaehrung/diaeten/diaetwissen/koerperanalyse-nach-der-bia-methode> (abgerufen am: 10.8.2018).
- Gießing, J. (2012). Muskeltraining mit Kindern: altersgerechte Übungen und Spiele für Schule und Verein (2. Auflage). Wiebelsheim: Limpert.
- Graf, Georg: Endothel. URL: <http://flexikon.doccheck.com/de/Endothel> (abgerufen am: 22.12.2018).
- Greier, K. & Drenowatz, C. (2018). Krafttraining im Sportunterricht. *Bewegung und Sport*. Gymperformance.ch: Mountain Climbers. URL: <https://gymperformance.ch/en/mountain-climbers-2/> (abgerufen am: 21.12.2018).
- Gymstick.at: Gymstick. URL: <https://gymstick.at/index.php?lang=1&f=text&nID=1277&sna=314> (abgerufen am: 15.8.2018).
- Ingle, L., Sleaf, M. & Tolfrey, K. (2006). The effect of a complex training and detraining programme on selected strength and power variables in early pubertal boys. *Journal of sports sciences*, 24 (9), 987-997.
- Kennedy, S., G., Smith, J., J., Morgan, P., J., Peralta, L., R., Hilland, T., A., Eather, N., Lonsdale, C., Okely, A., D., Plotnikoff, R., C., Salmon, J., O., Dewar, D., L., Estabrooks, P., A., Pollock, E., Finn, T., L. & Lubans, D., R. (2018). Implementing

resistance training in secondary schools: a cluster randomized controlled trial. *Medicine and science in sports and exercise*, 50 (1), 62-72.

Leichtathletik.de: Wurf Treibball. URL:  
[https://www.leichtathletik.de/fileadmin/user\\_upload/09\\_Jugend/Übung\\_der\\_Woche/Übung\\_der\\_Woche\\_2017/Übung\\_der\\_Woche\\_KW48\\_Wurf\\_Treibball.pdf](https://www.leichtathletik.de/fileadmin/user_upload/09_Jugend/Übung_der_Woche/Übung_der_Woche_2017/Übung_der_Woche_KW48_Wurf_Treibball.pdf)  
(abgerufen am 28.12.2018)

- Lillegard, W., A., Brown, E., W., Wilson, D., J., Henderson, R. & Lewis, E. (1997). Efficacy of strength training in prepubescent to early postpubescent males and females: effects of gender and maturity. *Pediatric Rehabilitation*, 1 (3), 147-157.
- Lloyd, R., S., Radnor, J., M., De Ste Croix, M., B., Cronin, J., B. & Oliver, J., L. (2016). Changes in sprint and jump performance after traditional, plyometric, and combined resistance training in male youth pre- and post-peak height velocity. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 30 (5), 1239-1247.
- Lubans, D., R., Sheaman, C. & Callister, R. (2010). Exercise adherence and intervention effects of two school-based resistance training programs for adolescents. *Preventive medicine*, 50 (1-2), 56-62.
- Lubans, D. R., Smith, J., Harries, S. K., Barnett, L., & Faigenbaum, A. D. (2014). Development, test-retest reliability and construct validity of the resistance training skills battery. *The Journal of Strength and Conditioning Research*, 28(5), 1373–1380.
- Marta, C., Marinho, D., A., Barbosa, T., M., Izquierdo, M. & Marques, M., C. (2013). Effects of concurrent training on explosive strength and  $VO_{2max}$  in prepubescent children. *International journal of sports medicine*, 34 (10), 888-896.
- Marta, C., Marinho, D., A., Izquierdo, M. & Marques, M., C. (2014). Differentiating maturational influence on training-induced strength and endurance adaptations in prepubescent children. *American Journal of Human Biology*, 26 (4), 469-475.
- Marta, C., Alves, A., R., Esteves, P., T., Casanova, N., Marinho, D., Neiva, H., P., Aguado-Jimenez, R., Alonso-Martinez, A., M., Izquierdo, M. & Marques, M., C. (2019). Effects of suspension versus traditional resistance training on explosive strength in elementary school-aged boys. *Pediatric exercise science*, 22, 1-7.
- Meinhardt, U., Witassek, F., Petró, R., Fritz, C. & Eiholzer, U. (2013). Strength training and physical activity in boys: a randomized trial. *Pediatrics*, 132 (6), 1105-1111.

- Mishra, S., R., Karak, K. & Sen, B., C. (2015). Weight training and yoga on the adolescent school going students on their health related physical fitness. *International Journal of Physical Education, Sports and Health*, 1 (5), 54-58.
- Nature.com: Z-Wert BMI. URL: <https://www.nature.com/articles/0803300> (abgerufen am: 13.08.2018).
- Olivier, N., Marschall, F. & Büsch, D. (2008). Grundlagen der Trainingswissenschaft und – lehre. Schorndorf: Hofmann.
- Online-Fitness-Coaching.com: 5 Po-Übungen für Zuhause. URL: <https://www.online-fitness-coaching.com/Po-Uebungen-fuer-Zuhause> (abgerufen am: 18.12.2018).
- Prinz, Dominic: Endothelial. URL: <http://flexikon.doccheck.com/de/Endothelial> (abgerufen am: 22.12.2018).
- Radovanovic, D. & Ignjatovic, A. (2015). Resistance training for youth: myths and facts. *Annales Kinesiologiae*, 6 (2).
- Rippetoe, M. (2015). *Starting strength: Einführung in das Langhanteltraining* (1. Auflage). München: riva.
- Runtastic.com (2017): Ausfallschritte: 10 Varianten für mehr Abwechslung. URL: <https://www.runtastic.com/blog/de/ausfallschritte-10-varianten-fuer-mehr-abwechslung/> (abgerufen am: 18.12.2018).
- Santos, A., Marinho, A., D., Costa, A., M., Izquierdo, M. & Marques, M., C. (2011). The effects of concurrent resistance and endurance training follow a specific detraining cycle in young school girls. *Journal of Human Kinetics*, 29, 93-103.
- Santos, A., P., Marinho, D., A., Costa, A., M., Izquierdo, M. & Marques, M., C. (2012). The effects of concurrent resistance and endurance training follow a detraining period in elementary school students. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 26 (6), 1708-1716.
- St. Laurent, C., W., Masteller, B. & Sirard, J. (2018). Effect of a suspension-trainer-based movement program on measures of fitness and functional movement in children: a pilot study. *Pediatric exercise science*, 30 (3), 364-375.
- Trx-training.de: Was ist TRX Suspension Training? URL: [https://www.trx-training.de/trx\\_de/was\\_ist\\_trx\\_suspension\\_training](https://www.trx-training.de/trx_de/was_ist_trx_suspension_training)
- Tsolakis, C., K., Vagens, G., K. & Dessypris, A., G. (2004). Strength adaptations and hormonal responses to resistance training and detraining in preadolescent males. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 18 (3), 625-629.

- Uebungen.ws: Beinheben auf allen Vieren. URL: <https://www.uebungen.ws/beinheben-auf-allen-vieren/> (abgerufen am: 21.12.2018).
- Uebungen.ws: Beinheben im Liegen. URL: <https://www.uebungen.ws/beinheben-im-liegen/> (abgerufen am: 21.12.2018).
- Uebungen.ws: Burpees. URL: <https://www.uebungen.ws/burpees/> (abgerufen am: 21.12.2018).
- Uebungen.ws: Kurzhantel-Ausfallschritt. URL: <https://www.uebungen.ws/kurzhantel-ausfallschritt-dumbbell-lunges/> (abgerufen am: 21.12.2018).
- Uebungen.ws: Liegestütze. URL: <https://www.uebungen.ws/liegestuetze/> (abgerufen am: 21.12.2018).
- Uebungen.ws: Mountain Climbers. URL: <https://www.uebungen.ws/mountain-climbers/> (abgerufen am: 21.12.2018).
- Uebungen.ws: Rückenstrecken im Liegen. URL: <https://www.uebungen.ws/rueckenstrecken-im-liegen/> (abgerufen am: 21.12.2018).
- Uebungen.ws: Seitlicher Ausfallschritt ohne Equipment. URL: <https://www.uebungen.ws/seitlicher-ausfallschritt-ohne-equipment/> (abgerufen am: 21.12.2018).
- Uebungen.ws: Trizeps-Liegestütze. URL: <https://www.uebungen.ws/trizeps-liegestuetze/> (abgerufen am: 21.12.2018)
- Uebungen.ws: Wadenheben ohne Equipment. URL: <https://www.uebungen.ws/wadenheben-ohne-equipment/> (abgerufen am: 21.12.2018).
- Weineck, J. (2010). *Optimales Training: leistungsphysiologische Trainingslehre unter besonderer Berücksichtigung des Kindes- und Jugendtrainings* (16. Auflage). Balingen: Spitta.
- Womenshealth.de (2014): So definieren Sie Ihre Bauchmuskeln. URL: <https://www.womenshealth.de/mediashows/so-definieren-sie-ihre-bauchmuskeln-172130.html> (abgerufen am 21.12.2018).
- Vijayalakshmi, V. & Jayabal, T. (2014a). Impact of own body resistance exercises and plyometric training with yogic practices on explosive power, speed and agility development among adolescent school boys. *International Journal for Life Sciences and Educational Research*, 2 (1), 12-19.
- Vijayalakshmi, V. & Jayabal, T. (2014b). Effects of combination of own body resistance exercises and plyometric training with yogic practices on cardio respiratory

endurance, blood pressure and breath holding time among adolescent school boys.

*International Journal for Life Sciences and Educational Research*, 2 (2), 30-35.

Walker, Owen: Plyometric Training. URL: <https://www.scienceforsport.com/plyometric-training/> (abgerufen am: 10.8.2019)

Yu, C., C., McManus, A., M., So, H., K., Chook, P., Au, C., T., Li, A., M., Kam, J., T., So, R., C., Lam, C., W., Chan, I., H. & Sung, R., Y. (2016). Effects of resistance training on cardiovascular health in non-obese active adolescents. *World journal of clinical pediatrics*, 5 (3), 293-300.

## 9. Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1 Überblick Literaturrecherche .....	15
Abbildung 2 "Gymstick" ( <a href="https://gymstick.at/index.php?lang=1&amp;f=text&amp;nID=1277&amp;sna=314">https://gymstick.at/index.php?lang=1&amp;f=text&amp;nID=1277&amp;sna=314</a> ).....	55
Abbildung 3 Ergebnisse der Studie 4 – Counter-Movement Jump (Marta et al., 2013) .....	59
Abbildung 4 Ergebnisse der Studie 4 - Standweitsprung (Marta et al., 2013) .....	60
Abbildung 5 Ergebnisse der Studie 4 - 1-Kg Medizinballwurf (Marta et al., 2013) .....	60
Abbildung 6 Ergebnisse der Studie 4 - 3-Kg Medizinballwurf (Marta et al., 2013) .....	60
Abbildung 7 Ergebnisse der Studie 4 - 20-m Sprint (Marta et al., 2013) .....	61
Abbildung 8 Ergebnisse der Studie 4 - VO2max (Marta et al., 2013).....	61
Abbildung 9 Ergebnisse der Studie 5 - Counter-Movement Jump (Marta et al., 2014) .....	63
Abbildung 10 Ergebnisse der Studie 5 - Standweitsprung (Marta et al., 2014) .....	64
Abbildung 11 Ergebnisse der Studie 5 - 1-Kg Medizinballwurf (Marta et al., 2014) .....	64
Abbildung 12 Ergebnisse der Studie 5 - 3-Kg Medizinballwurf (Marta et al., 2014) .....	65
Abbildung 13 Ergebnisse der Studie 5 - 20-m Sprint (Marta et al., 2014) .....	65
Abbildung 14 Ergebnisse der Studie 5 - VO2max (Marta et al., 2014).....	66
Abbildung 15 Klimmzug (einfach) (Gießing, 2012) .....	121
Abbildung 16 Klimmzug (mittel) (Gießing, 2012).....	121
Abbildung 17 Klimmzug (schwer) (Gießing, 2012).....	122
Abbildung 18 Liegestütz (einfach) (Gießing, 2012).....	123
Abbildung 19 Liegestütz (mittel) (Gießing, 2012) .....	123
Abbildung 20 Trizeps (einfach) (Gießing, 2012).....	123
Abbildung 21 Trizeps (mittel) (Gießing, 2012).....	124
Abbildung 22 "Sitzen" an der Wand (Gießing, 2012) .....	125
Abbildung 23 Frontkniebeuge mit Ball (Gießing, 2012).....	125
Abbildung 24 Hüftheben mit den Füßen am Kasten (Gießing, 2012).....	126
Abbildung 25 Crunches (Gießing, 2012).....	127
Abbildung 26 Unterarmstütz (Gießing, 2012).....	128
Abbildung 27 Übung "Der Maikäfer" (Gießing, 2012) .....	131
Abbildung 28 Ausfallschritt.....	131
Abbildung 29 "Superman" .....	132
Abbildung 30 Beinheben auf allen Vieren.....	133
Abbildung 31 Trizeps-Liegestütz.....	133
Abbildung 32 Wadenheben.....	134
Abbildung 33 Beinheben im Liegen .....	134
Abbildung 34 Seitlicher Ausfallschritt .....	135
Abbildung 35 Mountain Climbers .....	135
Abbildung 36 Burpees .....	136
Abbildung 37 "Karottenziehen" (Gießing, 2012) .....	141
Abbildung 38 "Wir reparieren das Tunneldach" (Gießing, 2012).....	142
Abbildung 39 "Wir fahren durch den Tunnel" (Gießing, 2012) .....	142
Abbildung 40 Stafelläufe mit Medizinbällen (Gießing, 2012) .....	143
Abbildung 41 "Rückendrücken" (Gießing, 2012).....	143
Abbildung 42 Bank-Zieh-Staffel (Gießing, 2012).....	144
Abbildung 43 Stützhangeln durch die Barrengasse (Gießing, 2012).....	144

## 10. Anhang

Im Anhang werden verschiedene Möglichkeiten dargestellt, wie Krafttraining in den Unterricht in Bewegung und Sport inkludiert werden kann. Auf eine Beschreibung des Ordnungsrahmens der Unterrichtsstunde folgen jeweils eine Darstellung des Ablaufs und eine Beschreibung der Vorteile der Trainingsmethode. Die einzelnen Stundenkonzepte und Krafttrainingsprogramme wurden in Anlehnung an die im Text behandelten Studien erstellt, um positive Auswirkungen auf die Schülerinnen und Schüler zu garantieren.

### Kraftausdauertraining – Crossfit™ Workout

#### Ordnungsrahmen

Tabelle 40. Ordnungsrahmen Unterrichtsstunde 1

<i>Phase</i>	<i>Zeit</i>	<i>Inhalt</i>	<i>Material</i>
<b>Aufwärmen</b>	10 Minuten	Aufwärmenspiel: Versteinern mit Körperspannungs- aufgaben	Schleifen
<b>Hauptteil</b> Teil 1: Techniktraining	10 Minuten	Techniktraining Kniebeuge	keines
Teil 2: Workout	15 Minuten (5 Minuten Erklärung + 10 Minuten Workout)	Kraftausdauer- Workout	
<b>Cool-Down</b>	10 Minuten	Dehnen der wichtigsten Muskelgruppen	Keines

## **Aufbau der Unterrichtsstunde**

Als Vorbereitung für das Workout dient das Aufwärmspiel, welches bereits Körperspannungsübungen beinhaltet. Wird jemand gefangen, begibt er/sie sich in eine vorher ausgemachte Körperspannungsposition und kann nur auf spezielle Arten erlöst werden. Wählt die Lehrperson beispielsweise den Unterarmstütz, kann ein Kind nur erlöst werden, indem sich ein anderes Kind daneben selbst in den Unterarmstütz begibt und dieser fünf Sekunden gehalten wird. Während Erlösungsphasen darf natürlich nicht gefangen werden. Dieses Spiel bietet die Möglichkeit, Körperspannungsübungen spielerisch in das Aufwärmen einzubauen. Natürlich sind dabei viele verschiedene Variationen möglich.

Wie schon weiter oben beschrieben, besteht eine Crossfit™ Einheit aus verschiedenen Abschnitten. Nach dem Aufwärmen erfolgt ein Techniktraining, wobei eine Übung zunächst von Grund auf neu erlernt wird und dann an der Technik gearbeitet wird, damit es zu keinen Fehlbelastungen und Verletzungen kommt, vor allem wenn man das Trainingsgewicht im Laufe der Intervention erhöht. Auf das Techniktraining folgt das Workout und im Anschluss das Cool Down bzw. Stretching, welches die Trainingseinheit abschließt. (vgl. Eather et al., 2016)

Eine wichtige Grundübung im Krafttraining ist die Kniebeuge. Bevor eine Übung in ein Workout eingebaut und unter Stressbedingungen ausgeführt wird, sollte die Technik geübt und der Bewegungsablauf automatisiert sein. Wichtig bei Techniktraining ist, dass die Lehrperson darauf achtet, dass die Übung von allen Kindern technisch korrekt ausgeführt wird, sodass Verletzungen vermieden werden können. (vgl. Eather et al., 2016)

Beim Techniktraining erklärt die Lehrperson den Kindern zunächst den Bewegungsablauf der Kniebeuge und zeigt die Übung einige Mal vor. Die Kinder haben anschließend genug Übungszeit, wobei die Lehrperson genau auf die korrekte Ausführung achtet. Besonders wichtig ist bei der Kniebeuge, dass die Zehen leicht nach außen zeigen (ca. 30 Grad), die Fußsohlen immer flach auf dem Boden stehen und die Knie beim Hinunter- und Hinaufgehen immer leicht nach außen gedrückt werden. Der Rücken soll dabei in einem Winkel von etwa 45 Grad zum Boden positioniert sein und stets gerade gehalten und angespannt werden. (vgl. Rippetoe, 2015)

Zum Üben der Technik werden in der Gruppe gemeinsam zehn normale Kniebeugen durchgeführt. Anschließend folgen fünf langsame Kniebeugen, wobei eine Kniebeuge 15 Sekunden dauert (5 Sekunden Hinuntergehen, 5 Sekunden unten halten und 5 Sekunden wieder nach oben gehen). Danach folgen weitere zehn Kniebeugen in etwas zügigerem Tempo.

Im zweiten Teil des Hauptteils findet das Workout statt. Ein Beispiel einer Art von Workouts, die beim Crossfit™-Training gerne verwendet wird, ist die Bezeichnung AMRAP, welche für „As Many Rounds/Reps As Possible“ steht. Übungen, die die Lehrperson auswählt, werden über einen bestimmten Zeitraum (meistens zwischen zehn und 20 Minuten) durchgeführt. Die Wiederholungszahl wird von der anleitenden Person angegeben. Teilnehmerinnen und Teilnehmer versuchen nun, in der angegebenen Zeit so viele Runden wie möglich zu absolvieren. Schafft man einmal alle angegebenen Übungen, so hat man eine Runde absolviert. In der beschriebenen Unterrichtsstunde kann sich das Workout beispielsweise aus folgenden Übungen zusammensetzen:

- 10 Kniebeugen
- 10 Burpees
- 1 Runde laufen (z.B. um das Volleyballfeld – ca. 60 Meter)

In den vorgegebenen zehn Minuten versuchen die Kinder, diese drei Übungen mit den angeführten Wiederholungszahlen so oft wie möglich durchzuführen.

Eine Crossfit™-Einheit wird immer mit einem Stretching beendet. Die wichtigsten beanspruchten Muskeln werden gedehnt, während sich der Puls senkt und der Körper vom Workout erholt.

### **Vorteile dieser Trainingsmethode**

Von besonderer Bedeutung für den Unterricht in der Schule sind folgende Punkte:

- **Zeitmanagement:** Ein Crossfit™-Training lässt sich sehr präzise planen, vor allem wenn man ein „AMRAP“-Workout auswählt. Es lässt sich in einer einzelnen Unterrichtsstunde leicht durchführen und man kann genau planen, wie lange es dauert.
- **Material:** Für die meisten Übungen wird nur sehr wenig Material benötigt. Würde man Material benötigen, welches man im Turnsaal nicht zur Verfügung hat, kann

man Übungen sehr einfach durch ähnliche Übungen austauschen, die auch ohne Material durchgeführt werden können.

- **Bewegungszeit und Zufriedenheit:** Während eines Workouts bewegen sich die Kinder sehr viel und machen dabei wenig bis gar keine Pausen. Trotz hoher Intensität bleibt die Motivation aufrechterhalten. Eather et al. (2016) testeten mit einem Fragebogen die Zufriedenheit der Teilnehmerinnen und Teilnehmer ihrer Studie und erhielten mit 4,2-4,6 von 5 Punkten einen sehr hohen Durchschnittswert. Das liegt möglicherweise an der großen Abwechslung, die diese Formen des Trainings bieten (Partner-Workout, AMRAP, Zirkel, etc.). (vgl. Eather et al., 2016)
- **Auswirkungen:** Abgesehen von positiven Wirkungen auf den Körperbau zeichnen sich durch diese Trainingsmethode auch Verbesserungen in der Ausdauerleistung und in der Muskelfitness ab. Außerdem wird durch das Cool-Down ständig an der Beweglichkeit gearbeitet. Obwohl das Kraftausdauertraining von hoher Intensität durch sehr viele Wiederholungen und wenig Pausenzeiten gekennzeichnet ist, herrscht große Zufriedenheit und Freude bei den Kindern. Abschließend muss noch erwähnt werden, dass es trotz mangelnder Erfahrung im Krafttraining bei den Teilnehmerinnen und Teilnehmern der Studie von Eather et al. (2016) zu keinen größeren Verletzungen kam. (vgl. Eather et al., 2016)

## **Hypertrophietraining – Stationenbetrieb mit Geräten**

Das folgende Unterrichtsbeispiel zeigt, wie sich ein Hypertrophietraining in Form eines Stationenbetriebes im Unterricht durchführen lässt. Natürlich eignet sich ein Stationenbetrieb auch, um andere Arten der Kraft, z.B. die Kraftausdauer, zu verbessern, wenn man die Anzahl der Sätze, die Anzahl der Wiederholungen pro Satz, die Dauer der Pausen, etc. dementsprechend anpasst.

## Ordnungsrahmen

Tabelle 41. Ordnungsrahmen Unterrichtsstunde 2

<i>Phase</i>	<i>Zeit</i>	<i>Inhalt</i>	<i>Material</i>
<b>Aufwärmen</b>	5-10 Minuten	Aufwärmspiel: Partnerlauf	keines
<b>Hauptteil</b> Stationenbetrieb	Ca. 30 Minuten	Hypertrophietraining – 7 Übungen, 2 Sätze pro Übung, 8-12 Wiederholungen, 2 Minuten Pause zwischen den Sätzen	Geräte
<b>Cool-Down</b>	5-10 Minuten	Dehnen der wichtigsten Muskelgruppen	Keines

### Aufbau der Unterrichtsstunde

Als Vorbereitung für das Krafttraining im Stationenbetrieb dient beispielsweise ein Partnerlauf. Bevor mit dem Aufwärmen gestartet wird, werden bereits alle Geräte aufgebaut. Beim Partnerlauf gehen die Schülerinnen und Schüler paarweise zusammen. Ein Kind beginnt, läuft voraus und macht verschiedene Übungen (z.B. Armkreisen, Hopslerlauf, Sidesteps, etc.), während der Partner/ die Partnerin hinterherläuft und alle Übungen nachmacht. Nach ein bis zwei Minuten werden die Aufgaben getauscht.

Anschließend werden die Übungen an den einzelnen Stationen genau erklärt und vorgezeigt. Wie es beim Hypertrophietraining üblich ist, werden pro Übung zwei bis drei Sätze (aus

Zeitgründen hier nur zwei Sätze) zu je 8-12 Wiederholungen durchgeführt. Die Satzpause beträgt zwei Minuten. (vgl. Olivier, 2008)

Die Gestaltung des Hypertrophietrainings im Stationenbetrieb mit Geräten ist sehr flexibel. Meinhardt et al. (2013) entschieden sich für sieben Übungen bzw. Stationen, zwei Sätze pro Station mit maximal 15 Wiederholungen pro Satz und eine Pausendauer von zwei Minuten. Da sich diese Trainingsgestaltung als sehr wirksam erwies und auf den Zeitrahmen für eine Unterrichtsstunde optimal angepasst ist, sieht die geplante Unterrichtsstunde ähnlich aus.

Der Ablauf des Stationenbetriebes sieht wie folgt aus: Die Kinder beginnen paarweise an einer Station. Wird Musik während den Übungszeiten gespielt, haben die Kinder erfahrungsgemäß mehr Freude am Training und zusätzlich merken sie sofort, wann die Pausenzeit vorbei ist. Beide Kinder führen die Übungen immer zugleich an ihrer Station durch. Haben sie die vorgegebene Wiederholungszahl von 8-12 erreicht, machen sie eine Pause. Die Pause beträgt in etwa zwei Minuten und variiert ein wenig zwischen den Kindern, da manche die Wiederholungszahl schneller und manche langsamer erreichen. Halteübungen werden immer 20 bis 30 Sekunden gehalten. Nach dem zweiten Satz wechseln die Kinder zur nächsten Station. Im Vorhinein sollte ausgemacht werden, in welcher Reihenfolge die Stationen durchgenommen werden. (vgl. Meinhardt et al., 2013)

Aufgrund des unterschiedlichen Leistungsniveaus der Kinder, ist es sinnvoll, differenziert nach dem Schwierigkeitsgrad, zusätzliche Variationen zu den Übungen anzuführen, die gemacht werden können, sollte eine Übung zu leicht oder zu schwer sein.

Folgende sieben Übungen mit Variationen eignen sich für diesen Stationenbetrieb:

**Tabelle 42. Beschreibung der einzelnen Stationen der Unterrichtsstunde 2**

Stationen/Übungen	Einfache Variante	Mittlere Variante	Schwierige Variante
<b>Station 1</b> <i>1 Reck in Brusthöhe / 1 Hochreck:</i> Klimmzüge	Klimmzüge im Liegehang mit den Füßen am Boden (niedriges Reck)	Klimmzüge im Liegehang mit den Fersen auf einem	Reguläre Klimmzüge (Hochreck)

		Kasten (niedriges Reck)	
<b>Station 2</b> <i>Matten + niedriger Kastenteil</i> Liegestütz	Liegestütz auf den Knien (Matte)	Liegestütz mit den Händen auf dem Kastenteil	Liegestütz klassisch
<b>Station 3</b> <i>Barren + niedriger Kastenteil</i> Trizepsübung (Dips)	Halten im Barrenstütz (Barren)	Dips am Kasten	Dips am Barren
<b>Station 4</b> <i>Medizinball</i> Kniebeugen	„Sitzen“ an der Wand	Klassische Kniebeuge (ohne Medizinball)	Frontkniebeuge mit Medizinball
<b>Station 5</b> <i>Niedriger Kastenteil</i> Hüftheben	Hüftheben mit den Füßen am Boden (beidbeinig)	Hüftheben mit den Füßen am Kasten (beidbeinig)	Hüftheben mit den Füßen am Kasten (einbeinig)
<b>Station 6</b> <i>Matten</i> Bauchübung	Halteübung: Langsitz, Abheben der Beine vom Boden	Langsitz, Beine auf und ab bewegen (Wippe) bzw. seitlich auf und zu bewegen (Schere)	Crunches
<b>Station 7</b> <i>Matten</i> Körperspannungsübung	Unterarmstütz auf den Knien	Unterarmstütz halten	Unterarmstütz mit Abheben der Beine

## Beschreibung der einzelnen Stationen

### Station 1:

Bei der einfachsten Variante der Übung 1 wird das Reck auf Brusthöhe bzw. auf eine Höhe eingestellt, bei der der Boden im Liegehang mit ausgestreckten Armen ausschließlich mit den Füßen berührt wird. Die Kinder greifen in einem schulterbreiten Griff um die Reckstange und ziehen den Oberkörper (Brust) zur Reckstange. Dabei muss auf eine Ganzkörperspannung geachtet werden.



Abbildung 15 Klimmzug (einfach) (Gießing, 2012)

Bei der mittleren Variante wird die Übung erschwert, indem die Kinder die Fersen anstatt auf dem Boden auf einem niedrigen Kastenteil ablegen. Das Ziehen nach oben ist somit schwieriger, da sich der Winkel des Körpers zum Boden ändert.



Abbildung 16 Klimmzug (mittel) (Gießing, 2012)

Mit dem regulären Klimmzug am Hochreck wird die Übung um einiges schwieriger. Auch hier umgreifen die Schülerinnen und Schüler das Reck und ziehen den Körper nach oben, soweit, bis sich das Kinn über der Reckstange befindet.



Abbildung 17 Klimmzug (schwer) (Gießing, 2012)

Alle drei Varianten trainieren die Rückenmuskulatur (Latissimus und Kapuzenmuskel) sowie den Armbeuger (Bizeps).

(vgl. Gießing, 2012)

#### *Station 2:*

Die Ausführung des Liegestützes ist in allen drei Übungen gleich. Die Übungen unterscheiden sich in der Größe der Belastung, die auf die beanspruchte Muskulatur wirkt. Grundsätzlich gilt für den Liegestütz, dass die Handflächen etwas breiter als schulterbreit am Boden aufgesetzt werden und die Finger nach vorne zeigen. Eine Körperspannung ist auch hier sehr wichtig, um ein „Durchhängen“ der Wirbelsäule zu vermeiden. Dabei kann man den Schülerinnen und Schülern den Tipp geben, Bauch-, Schulter- und Gesäßmuskulatur fest anzuspannen. Die Ellbogen werden gebeugt, der Oberkörper abgesenkt und anschließend wieder nach oben gedrückt. Bei der einfachsten Variante befinden sich die Knie am Boden, sodass das Gewicht auf die Hände und Knie aufgeteilt wird. Bei der mittelschweren Variante greift man mit den Händen etwas breiter als schulterbreit auf den Kasten auf. Das Gewicht befindet sich auf den Händen und Fußspitzen. Der reguläre Liegestütz, die schwierigste der drei beschriebenen Varianten, wird am Boden bzw. auf einer Matte ohne Hilfsmittel durchgeführt.

Bei der korrekten Übungsausführung ist besonders in der Schule darauf zu achten, dass wirklich die Ellbogen gebeugt und nicht nur die Hüfte abgesenkt wird.

Hinzuzufügen ist beim Liegestütz, dass durch die Veränderung der Griffbreite, also durch einen extrem breiten oder engen Griff, der Schwierigkeitsgrad nochmals erhöht werden kann.

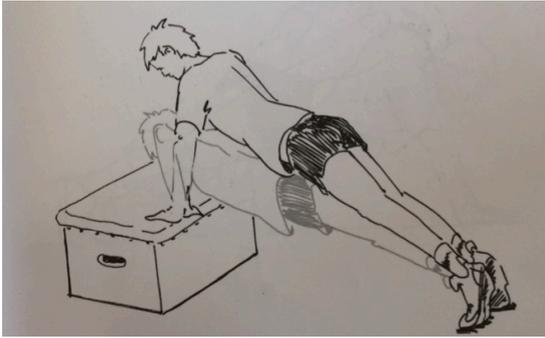


Abbildung 18 Liegestütz (einfach) (Gießing, 2012)

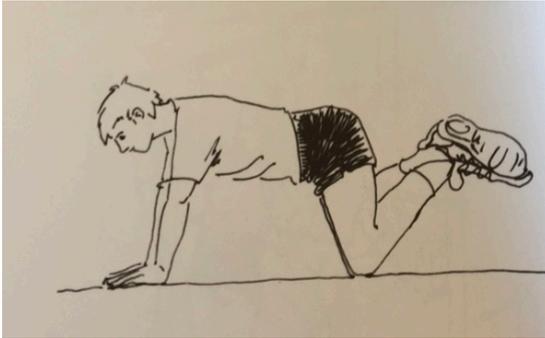


Abbildung 19 Liegestütz (mittel) (Gießing, 2012)

Diese drei Liegestützvarianten beanspruchen vor allem die Brust- und Schultermuskulatur sowie den Armstrecker (Trizeps), sind aber zugleich auch Ganzkörper-Stabilisationsübungen.

(vgl. Gießing, 2012)

### Station 3:

Die beiden Holme des Barrens befinden sich sowohl bei der einfachen als auch bei der schwierigsten Variante auf gleicher Höhe. Schülerinnen und Schüler springen bei der einfachsten Variante in den Stütz, spannen den ganzen Körper an und halten diese Position.



Abbildung 20 Trizeps (einfach) (Gießing, 2012)

Wie in der Abbildung gut zu erkennen ist, greifen die Kinder bei den Dips am Kasten schulterbreit am Kasten auf, wobei die Finger Richtung Boden zeigen. Die Fersen werden so weit vom Kasten entfernt positioniert, sodass das Gesäß bei gestreckten Beinen abgesenkt werden kann. Kurz bevor das Gesäß den Boden berührt, wird es wieder nach oben gedrückt.



Abbildung 21 Trizeps (mittel) (Gießing, 2012)

Erschwert kann diese Übung werden, in dem die Dips am Barren gemacht werden. Die Füße können dabei im Unterschied zur vorigen Übung am Boden nicht abgestützt werden, was den Schwierigkeitsgrad enorm steigert. Es ist nun notwendig, das ganze Körpergewicht nach oben zu drücken.

Die beanspruchte Muskulatur ist wieder in allen drei Varianten ziemlich gleich. Hauptsächlich werden diese Übungen eingesetzt, um den Armstrecker (Trizeps) zu trainieren. Abgesehen davon wird bei den beiden Übungen am Barren auch die Schulter-, Brust- und Bauchmuskulatur gestärkt, da eine Ganzkörperstabilisierung erforderlich ist. Die Haltung der Körperstabilisierung wird auch bei den Dips am Kasten benötigt, allerdings wird mit dieser Übung eher die Rücken-, Brust- und Schultermuskulatur beansprucht.

#### *Station 4:*

Eine einfache Übung, um die Oberschenkel- und Gesäßmuskulatur zu trainieren, ist das „Sitzen“ an der Wand. Die Schülerinnen und Schüler stellen sich mit dem Rücken an die Wand, nehmen eine Sitzhaltung ein und halten diese Position. Die Übung ist schwieriger, je näher der Winkel zwischen Ober- und Unterschenkel an die 90 Grad herankommt. Dabei ist unbedingt zu beachten, dass der Winkel nie kleiner als 90 Grad wird, um Fehlbelastungen zu vermeiden.

Als mittelschwere Übung wurde hier die reguläre Kniebeuge gewählt. Die genaue Übungsausführung wurde bereits beschrieben.

Eine anspruchsvollere Variante der normalen Kniebeuge ist die Frontkniebeuge mit Ball. Sie unterscheidet sich von der normalen Kniebeuge darin, dass ein Ball mit gestreckten Armen auf Schulterhöhe gehalten wird. Durch Bälle unterschiedlichen Gewichts kann hier weiter differenziert werden.



Abbildung 22 "Sitzen" an der Wand (Gießing, 2012)

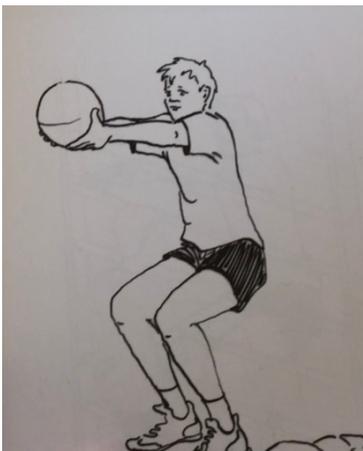


Abbildung 23 Frontkniebeuge mit Ball (Gießing, 2012)

Alle drei Übungen trainieren die vordere Oberschenkelmuskulatur, den Beinstrecker. Zusätzlich wird bei der Frontkniebeuge mit Ball die Schultermuskulatur stark beansprucht.

#### *Station 5:*

Beim Hüftheben legen sich die Schülerinnen und Schüler mit dem Rücken auf den Boden. Die Schultern bleiben während der Übungsausführung am Boden. Die Beine werden angewinkelt und die Arme befinden sich seitlich des Körpers am Boden liegend. Die Hüfte wird nun so weit es geht nach oben angehoben, sodass Oberschenkel und Oberkörper eine

Linie bilden. Der Schultergürtel und die Arme bleiben dabei immer am Boden. Auch bei dieser Übung spielt Rumpfstabilisierung eine große Rolle.

Diese Übung nimmt an Schwierigkeit zu, setzt man die Fersen nicht am Boden, sondern auf einem niedrigen Kasten auf. Die Ausführung der Übung ist die gleiche.

Um weiter an Schwierigkeitsgrad zuzunehmen, kann diese Übung auch einbeinig durchgeführt werden. Dabei wird nur eine Ferse am Kasten aufgesetzt, während das andere Bein in Verlängerung des Körpers nach oben gestreckt wird.

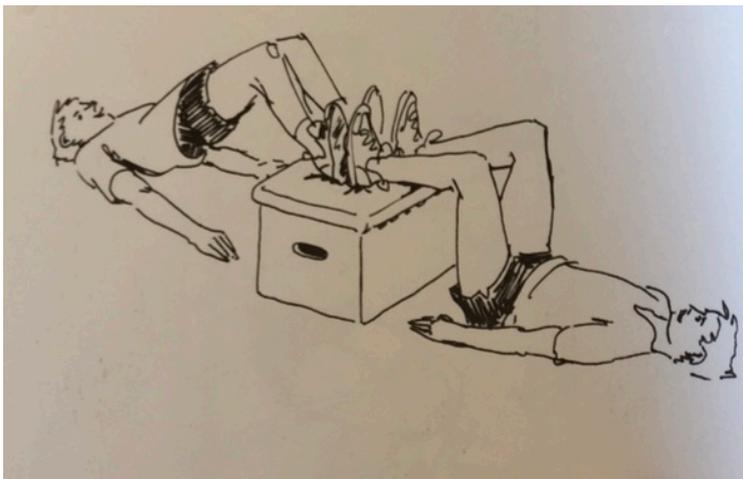


Abbildung 24 Hüftheben mit den Füßen am Kasten (Gießing, 2012)

#### *Station 6:*

Als einfache Variante für das Training der Bauchmuskulatur wurde eine Halteübung gewählt. Die Schülerinnen und Schüler setzen sich im Langsitz auf den Boden, heben die Beine ein wenig vom Boden an und versuchen, diese Position zu halten. Die Hände können links und rechts neben dem Körper abgestützt werden, jedoch wird die Übung schwieriger, wenn sie in der Luft gehalten werden.

Befindet man sich nun in dieser Position, wird die Übung schwieriger, wenn man die nach vorne gestreckten Beine auf und ab bewegt (Wippe). Eine weitere Variante ist das seitliche Auf- und Zubewegen der Beine (Schere). Wichtig ist, dass die Beine immer gestreckt sind und den Boden nicht berühren.

Eine weitere Variante für das Bauchmuskeltraining sind Crunches (Bauchpressen). Die Kinder legen sich dabei mit dem Rücken auf den Boden, winkeln die Beine an und heben sie nach oben. Der Winkel zwischen Ober- und Unterschenkel sollte in etwa 90 Grad

betragen, sodass sich die Unterschenkel in einer parallelen Position zum Boden befinden. Die Arme werden vor der Brust verschränkt, Kopf und Schultern werden angehoben und der untere Rücken bleibt am Boden.

Wie schon bei einigen Übungen zuvor, sind auch bei dieser Übung weitere Variationen möglich. Beispielsweise führt ein leichtes Zur-Seite-Drehen der Schultern beim Abheben zur Kräftigung der seitlichen Bauchmuskeln.



Abbildung 25 Crunches (Gießing, 2012)

Trainiert werden mit allen drei Übungen die geraden Bauchmuskeln, bei seitlichem Drehen der Schultern bei den Crunches zusätzlich die seitliche Bauchmuskulatur.

#### *Station 7:*

An der Station 7 werden Körperspannungsübungen durchgeführt, wobei auch hier das Auswählen aus unterschiedlichen Schwierigkeitsgraden möglich ist.

Beim Plank begeben sich die Schülerinnen und Schüler in die Bauchlage, legen die Unterarme unter dem Körper auf und heben den Körper an. Die Position der Unterarme spielt eine entscheidende Rolle. Optimal ist es, die Ellbogen genau unter den Schultern am Boden aufzulegen, sodass der Winkel zwischen Ober- und Unterarm circa 90 Grad beträgt. Bei dieser Stabilisationsübung befinden sich nun ausschließlich die Unterarme und die Zehenspitzen am Boden. Es ist unbedingt notwendig, darauf zu achten, dass der Hinterkopf, die Schultern und das Gesäß eine Linie bilden. Kindern hilft es, wenn ihnen der Tipp gegeben wird, sich den Körper wie ein Brett vorzustellen. Er soll stets gerade gehalten werden, um ein „Durchhängen“ der Wirbelsäule zu vermeiden. Bei dieser Übungsbeschreibung handelt es sich um die mittelschwere Übung dieses Workouts.

Als einfachste Variante wird der Unterarmstütz in vereinfachter Weise gehalten. Ähnlich wie bei der abgeänderten Form des Liegestützes werden auch beim Plank die Knie am Boden aufgesetzt.

Schwieriger wird der Unterarmstütz, wenn aus einer statischen Übung eine dynamische wird. Die Position wird gehalten, während die Beine abwechselnd langsam und gestreckt nach oben bewegt werden. Es reicht dabei, die Zehenspitzen einige Zentimeter vom Boden weg zu bewegen.

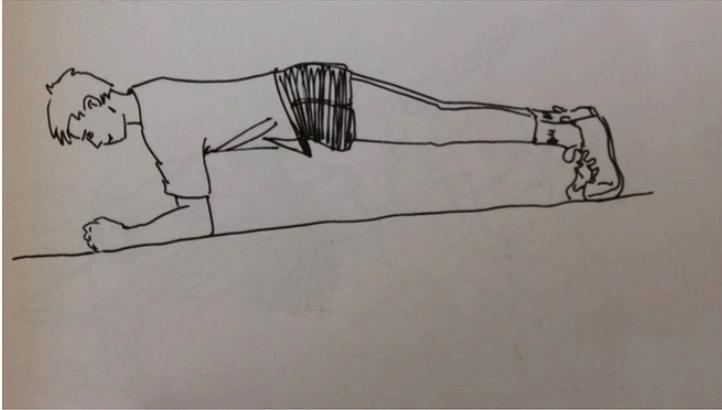


Abbildung 26 Unterarmstütz (Gießing, 2012)

Dadurch, dass beim Unterarmstütz der ganze Körper angespannt wird, wird die Bauch-, Brust-, Rücken-, Rumpf- und Gesäßmuskulatur trainiert. (vgl. Gießing, 2012)

### **Vorteile dieser Trainingsmethode**

Für die Schule sind folgende Vorteile dieser Trainingsmethode bedeutsam:

- **Zeitmanagement:** Auch dieses Workout lässt sich in einer 50-minütigen Unterrichtsstunde durchführen. Nichtsdestotrotz sollte beim Auf- und Abbau der Geräte darauf geachtet werden, dass nicht zu viel Zeit verloren geht.
- **Ganzkörpertraining:** Die Übungen dieses Zirkels wurden so gewählt, dass mit diesem Workout der gesamte Körper trainiert wird. Mit jeder Übung wird der Fokus auf eine andere Muskelgruppe gelegt und der Stationenbetrieb eignet sich sehr gut, um die Anforderungen eines Hypertrophietrainings (Anzahl der Sätze, Wiederholungszahlen, Pausendauer) zu erfüllen.
- **Auswirkungen:** Bei einigen oben beschriebenen Studien bewirkte das Hypertrophietraining eine signifikante Steigerung der Muskelkraft des Ober- und Unterkörpers. Natürlich können unterschiedliche Übungen zu unterschiedlichen Effekten führen, aber die Trainingsmethode spricht dafür, dass positive Effekte damit erreicht werden.

Im Großen und Ganzen eignet sich auch diese Trainingsmethode sehr gut für die Schule. Wie auch beim Kraftausdauertraining, sind auch beim Stationenbetrieb enorm viele Übungen und deren Kombinationen einsetzbar. Wichtig beim Erstellen ist die Beachtung der Krafttrainingsprinzipien für ein Krafttraining im Alter der Pubeszenz. Ein Nachteil im Vergleich zum oben beschriebenen Kraftausdauer-Workout für die Schule ist möglicherweise das eventuelle Nichtvorhandensein aller benötigten Geräte. Einzelne Übungen können jedoch einfach ausgetauscht und durch andere Übungen ersetzt werden. Wichtig ist das Einhalten der Merkmale eines Hypertrophietrainings (Anzahl der Sätze, Wiederholungszahlen, Pausendauer, etc.). (vgl. Gießing, 2012)

### **Kraftausdauertraining ohne Geräte - Zirkeltraining**

Falls in der Schule nur sehr wenig bis gar keine Geräte zur Verfügung stehen, bzw. das Workout im Außenbereich der Schule durchgeführt wird, wird im Folgenden ein Kraftausdauerzirkel ohne Geräte beschrieben.

### **Ordnungsrahmen**

Tabelle 43. Ordnungsrahmen Unterrichtsstunde 3

<i>Phase</i>	<i>Zeit</i>	<i>Inhalt</i>	<i>Material</i>
<b>Aufwärmen</b>	5 Minuten	Aufwärmenspiel: Krankenhausspiel (Fangspiel)	keines
<b>Hauptteil</b> Workout - Zirkeltraining	Ca. 30 Minuten	Kraftausdauertraining (12 Übungen, 3 Sätze pro Übung, 12 Wiederholungen, Satzpause: 16 Sekunden)	keines

<b>Cool-Down</b>	5-10 Minuten	Dehnen der wichtigsten Muskelgruppen	keines
------------------	--------------	--------------------------------------	--------

### **Ablauf der Unterrichtsstunde**

Ähnlich wie bei Yu et al. (2016) wird in der Folge ein Workout beschrieben, welches 12 Übungen inkludiert. Pro Übung werden drei Sätze zu je 12 Wiederholungen absolviert, wobei eine nur sehr kurze Satzpause von 16 Sekunden die Sätze voneinander trennt. Der Unterschied zum Workout von Yu et al. (2016) besteht darin, dass hier ausschließlich Übungen verwendet werden, die ohne Geräte, also ohne Gewicht, durchführbar sind. Das Workout wird in Form eines Zirkels durchgeführt. Ist ein Kind schneller als ein anderes, muss es nicht an der Station warten, sondern kann nach der 16-sekündigen Pause gleich mit der nächsten Übung beginnen und das andere Kind überholen. Wichtig ist, die korrekte Ausführung der Übungen im Vorhinein schon zu festigen und die Reihenfolge der Übungen einzuhalten, sodass Ober- und Unterkörperübungen sich abwechseln. Nach jedem Satz zählen die Kinder selbstständig bis 16, um so die Satzpause möglichst genau einzuhalten. In den ersten neun Übungen wechseln Unter- und Oberkörper einander ab, während die letzten drei Übungen den ganzen Körper kräftigen.

Zur allgemeinen Erwärmung und als spielerischer Einstieg dient ein Fangspiel, das sogenannte „Krankenhausspiel“. Dabei werden je nach Gruppengröße zwei bis drei Fänger, sowie drei bis vier Rettungssanitäter bestimmt. Die Fänger versuchen, so viele Spielerinnen und Spieler wie möglich zu fangen. Ist jemand gefangen, bleibt er oder sie am Boden in Rückenlage liegen und wartet auf die Rettungssanitäter. Diese nehmen die gefangenen „Kranken“ an den Armen und Beinen und befördern sie in einen Bereich, der zuvor als das „Krankenhaus“ definiert wurde. Danach sind die Kranken wieder gesund und dürfen normal wieder mitspielen.

Für das Workout ohne Geräte wurden folgende Übungen gewählt:

### Übung 1: Der Maikäfer – Oberkörper (Bauchmuskeln)



Abbildung 27 Übung "Der Maikäfer" (Gießing, 2012)

Die Schülerinnen und Schüler begeben sich in Rückenlage und winkeln die Beine im 90-Grad-Winkel an. Sie versuchen nun, ohne Schwung hin und her zu wippen und sich im Kreis zu drehen. Abwechselnd werden der Oberkörper und der Unterkörper angehoben und leicht weitergedreht. Pro Satz werden sechs Wiederholungen in eine Richtung und dann gleich sechs Wiederholungen in die andere Richtung gemacht. Erst dann erfolgt die Satzpause von 16 Sekunden. (vgl. Gießing, 2012)

### Übung 2: Ausfallschritte – Unterkörper (Beinmuskulatur, Gesäßmuskulatur)

Beim Ausfallschritt wird ein weiterer Schritt nach vorne gemacht, sodass zwischen dem Ober- und Unterschenkel ein Winkel von etwa 90 Grad entsteht. Dabei sollte sich das vordere Knie nie weiter vorne als die Zehenspitzen befinden. Bei Aufrichten werden die vordere Oberschenkelmuskulatur des vorderen Beines sowie die Gesäßmuskulatur gestärkt. (vgl. <https://www.uebungen.ws/kurzhandtel-ausfallschritt-dumbbell-lunges/>)



Abbildung 28 Ausfallschritt

(<https://www.runtastic.com/blog/de/ausfallschritte-10-varianten-fuer-mehr-abwechslung/>)

)

### Übung 3: *Superman* – Unterkörper (untere Rückenmuskulatur)

Die Schülerinnen und Schüler befinden sich beim Superman in Bauchlage am Boden und strecken die Arme nach vorne und die Beine nach hinten aus. Nun werden beide Arme gleichzeitig nach oben angehoben und wieder gesenkt.

(vgl. <https://www.uebungen.ws/rueckenstrecken-im-liegen/>)



© evoletics

Abbildung 29 "Superman"

(<https://www.daytraining.de/fitness/rueckenuebungen-fuer-zuhause/>)

### Übung 4: *Liegestütz* – Oberkörper (Brustmuskulatur)

Die Ausführung der Bewegung wurde in Kapitel 6.2.2 beschrieben. Um die Brustmuskulatur zu beanspruchen, ist es wichtig, mit den Händen etwas breiter als schulterbreit aufzugreifen.

(vgl. Gießing, 2012 & <https://www.uebungen.ws/liegestuetze/>)

### Übung 5: *Beinheben auf allen Vieren* – Unterkörper (Beinbeuger/Beinbizeps, Gesäßmuskulatur)

Zunächst begeben sich die Kinder in die Bankstellung, wobei die Arme und Oberschenkel im rechten Winkel zum Oberkörper positioniert sind. Ein Bein wird dann nach hinten weggestreckt, wobei auch hier zwischen Unter- und Oberschenkel ein rechter Winkel sein soll. Um das Gesäß und den Beinbizeps zu trainieren, wird die Ferse nun langsam in Richtung Turnsaaldecke gedrückt und dann wieder abgesenkt. Pro Satz werden pro Bein 12 Wiederholungen durchgeführt.

(vgl. <https://www.uebungen.ws/beinheben-auf-allen-vieren/>)



**Abbildung 30 Beinheben auf allen Vieren**

(<https://www.uebungen.ws/beinheben-auf-allen-vieren/>)

*Übung 6: Trizeps-Liegestützen - Oberkörper (Armstrecker/Trizeps)*

Um mit Liegestützen den Trizeps zu trainieren, ist ein etwas engerer Griff als schulterbreit notwendig. Sollte das für Schülerinnen und Schüler zu anspruchsvoll sein, können die Knie am Boden abgelegt werden.

(vgl. <https://www.uebungen.ws/trizeps-liegestuetze/>)



**Abbildung 31 Trizeps-Liegestütz**

(<https://www.uebungen.ws/trizeps-liegestuetze/>)

*Übung 7: Wadenheben – Unterkörper (Wadenmuskulatur)*

Beim Wadenheben stehen die Schülerinnen und Schüler in einem etwas enger als hüftbreitem Stand. Um die Wadenmuskulatur zu trainieren, gehen die Kinder mit beiden Beinen zugleich in den Zehenspitzenstand und dann wieder nach unten. Hat man eine Stufe zur Verfügung und möchte die Übung erschweren, stellt man sich mit den Zehenspitzen an die Kante der Stufe und führt die Bewegung hier durch.

(vgl. <https://www.uebungen.ws/wadenheben-ohne-equipment/>)



**Abbildung 32 Wadenheben**

(<https://www.uebungen.ws/wadenheben-ohne-equipment/>)

*Übung 8: Beinheben im Liegen – Oberkörper (Bauchmuskulatur)*

Die trainierende Person liegt in Rückenlage am Boden, streckt die Beine aus und legt die Arme seitlich neben dem Körper ab. Nun werden die Beine, die fast durchgestreckt sind, senkrecht nach oben angehoben und wieder abgesenkt. Es sollte unbedingt darauf geachtet werden, dass der untere Rücken während der gesamten Bewegung den Boden berührt, um eine Fehlbelastung zu vermeiden. Deshalb sollten die Beine nur soweit abgesenkt werden, soweit der untere Rücken am Boden bleiben kann.

(vgl. <https://www.uebungen.ws/beinheben-im-liegen/>)



**Abbildung 33 Beinheben im Liegen**

(<https://www.womenshealth.de/mediashows/so-definieren-sie-ihre-bauchmuskeln-172130.html>)

*Übung 9: Seitlicher Ausfallschritt – Unterkörper (Adduktoren, vordere Beinmuskulatur, Gesäßmuskulatur)*

Im Gegensatz zum Ausfallschritt nach vorne, wird der weite Schritt in dieser Übung zur Seite ausgeführt. Das Bein, das den Schritt macht, wird gebeugt, das andere Bein bleibt gestreckt. Auch hier muss berücksichtigt werden, dass das Knie des gebeugten Beines hinter den Zehenspitzen bleibt. Abgesehen davon, ist relevant, dass die Zehenspitze und das Knie in die gleiche Richtung zeigen.

(vgl. <https://www.uebungen.ws/seitlicher-ausfallschritt-ohne-equipment/>)



**Abbildung 34 Seitlicher Ausfallschritt**

(<https://www.runtastic.com/blog/de/ausfallschritte-10-varianten-fuer-mehr-abwechslung/>)

*Übung 10: Unterarmstütz mit Anheben der Arme – Ganzkörperübung*

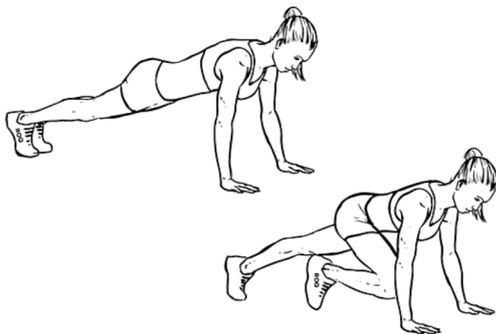
Die Variante des Unterarmstützes, bei der die Beine angehoben werden, wurde in Kapitel 6.2.2 bereits beschrieben. Umgekehrt funktioniert das auch mit den Armen. Der Unterarmstütz wird gehalten und die Arme werden abwechselnd nach vorne weggestreckt, bis sie sich in Verlängerung des Körpers befinden. Dann wird der Arm wieder abgesenkt.

(vgl. Gießing, 2012)

*Übung 11: Mountain Climbers – Ganzkörperübung*

Ausgangsposition bei den Mountain Climbers ist die Liegestütz-Position. Nun wird das rechte Bein zum rechten Ellbogen gezogen und anschließend wieder in die Ausgangsposition gebracht. Gleichzeitig während des Zurückführens in die Ausgangsposition des rechten Beines wird das linke Bein zum linken Ellbogen geführt. Die Bewegung der Beine ähnelt einem Kniehebelauf.

(vgl. <https://www.uebungen.ws/mountain-climbers/>)



**Abbildung 35 Mountain Climbers**

(<https://gymperformance.ch/en/mountain-climbers-2/>)

### Übung 12: Burpees – Ganzkörperübung

Bei dieser Übung handelt es sich um eine Kombinationsübung aus Liegestützen und Strecksprüngen. Ausgehend vom aufrechten Stand wird schwungvoll in die Hocke gegangen. Die Handflächen werden vor dem Körper seitlich am Boden platziert. Nun folgt ein Sprung mit den Beinen nach hinten und der Körper befindet sich in der Liegestützposition. Nun wird ein Liegestütz ausgeführt. Anschließend werden mit einem Sprung der Beine nach vorne die Beine wieder angezogen, um so wieder in die Hockposition zu gelangen. Eine Wiederholung eines Burpees endet mit einem Strecksprung aus der Hockposition heraus nach oben.

(vgl. <https://www.uebungen.ws/burpees/>)

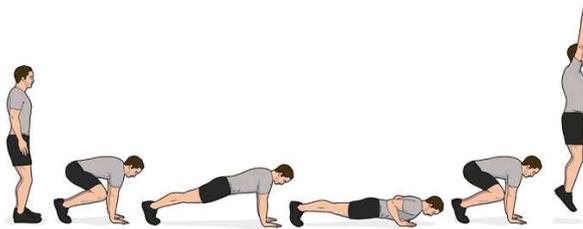


Abbildung 36 Burpees

(<https://www.fitforfun.de/workout/ganzkoerper-burpees-299316.html>)

### Vorteile dieser Trainingsmethode

Die Vorteile dieser Trainingsmethode sind ähnlich wie in den beiden anderen Stundenkonzepten:

- Zeitlicher Aspekt: Mit einer Dauer von weniger als 50 Minuten lässt sich dieser Kraftzirkel ebenfalls in einer einzelnen Unterrichtsstunde durchführen.
- Ganzkörpertraining ohne Geräte: Weiters spricht für dieses Workout, dass mit diesen 12 Übungen der ganze Körper trainiert wird. Es werden außerdem keine Geräte benötigt, was es möglich macht, das Training auch im Außenbereich der Schule bzw. in einem Turnsaal, indem keine Geräte zur Verfügung stehen, durchzuführen.
- Auswirkungen: Yu et al. (2016) ermittelten zwar nicht die Auswirkungen ihrer Intervention auf die Muskelkraft, allerdings wurden die Effekte auf das Herz-Kreislaufsystem genau untersucht. Obwohl nun andere Übungen für das Workout gewählt wurden, bleibt die Trainingsmethode dieselbe wie bei Yu et al.

(2016). Sie kamen zur Erkenntnis, dass sich diese Trainingsmethode positiv auf die endotheliale Funktion der Oberarmarterie bei Kindern im Alter der Pubeszenz auswirkt. Demzufolge wirkt es positiv auf die Gesundheit des Herzkreislauf-Systems von Kindern dieser Altersgruppe. (vgl. Yu et al., 2016)

## **Kraftausdauertraining – Partner- und Team-Workouts**

Aufgrund der hohen Zufriedenheit der Teilnehmerinnen und Teilnehmer der Studie von Eather et al. (2016), werden nun weitere Kraftausdauer-Workouts beschrieben. Im Gegensatz zum Workout der Unterrichtsstunde 1, handelt es sich nun um Partnerworkouts. Das Trainingsprogramm von Eather et al. (2016) ist von großer Abwechslung und Vielseitigkeit gekennzeichnet. Zum Einen wechseln die Übungen ab und zum Anderen ist die Methode des Workouts immer eine andere. So besteht das Interventionsprogramm aus Einzel-, Partner- und Team-Workouts, wobei zusätzlich „Spieltage“ eingebaut werden, was möglicherweise ein Grund der großen Freude der Teilnehmerinnen und Teilnehmer am Training war.

Es gibt mehrere Möglichkeiten, um ein Partner- und Team-Workouts zu gestalten.

*Workout 1: Partnerworkout AMRAP:*

- 10 Wall Balls zum Partner (Partnerübung)
- 20 Meter Overhead Lunges (Ausfallschritte, Medizinball wird über Kopf gehalten)

Zeit: 15 Minuten

Dieses Workout besteht ausschließlich aus zwei Übungen. Während die erste Übung eine Partnerübung ist und gemeinsam durchgeführt wird, arbeitet bei der zweiten Übung nur ein Partner, der andere hat Pause.

Für die Wall Balls wird pro Paar ein Medizinball benötigt. In einem Abstand von etwa zwei bis drei Metern stehen sich die Partner gegenüber. Ein Kind beginnt, hält den Medizinball mit angewinkelten Armen vorm Körper, macht eine Kniebeuge und wirft während der Aufwärtsbewegung den Ball zum Partner. Dieser fängt ihn, macht anschließend die Kniebeuge, usw. Gemeinsam werden zehn Wall Balls durchgeführt, also fünf pro Kind. Sobald die erste Übung abgeschlossen ist, kann mit der zweiten begonnen werden. Ein Kind

beginnt, das andere Kind hat Pause. Der Medizinball wird mit gestreckten Armen über dem Kopf gehalten und es wird eine Strecke von 10 Metern pro Kind mit Ausfallschritten zurückgelegt. Die Paare haben dabei 15 Minuten Zeit, so viele Runden wie möglich zu absolvieren. Die korrekte Übungsausführung sollte dabei immer im Vordergrund stehen.

#### *Workout 2: Partnerworkout AMRAP*

- 10 Box Jumps
- 10 Kniebeugen
- 5 Liegestützen

Zeit: 10 Minuten

Dieses Workout, bestehend aus drei Übungen, kann auf mehrere verschiedenen Arten durchgeführt werden. Eine Möglichkeit ist das gleichzeitige Ausführen der Übungen. Dabei zählt jedes Kind für sich und die geschafften Runden werden nach Ende der Zeit (10 Minuten) addiert. Vom Einzel-Workout unterscheidet sich diese Methode jedoch nur dahingehend, dass man in einem Team trainiert und die Motivation möglicherweise durch dieses Gefühl steigt.

Eine weitere Möglichkeit, dieses Workout als Partnerworkout durchzuführen, ist folgende: Eine Schülerin oder ein Schüler beginnt mit den drei Übungen und absolviert eine Runde, d.h., er oder sie macht alle drei Übungen einmal durch. Währenddessen hat der Partner eine aktive Pause und macht eine andere Übung. Mögliche Übungen sind hier z.B. Rundenlaufen, Seilspringen oder den Unterarmstütz halten. Je nach Leistungsstand der Kinder sind hier auch zahlreiche andere Übungen möglich. Sobald der Partner eine Runde absolviert hat, werden die Aufgaben getauscht. Gezählt werden wieder die Runden, die in den 10 Minuten geschafft werden.

#### *Team-Workout - AMRAP*

- 100 Burpees
- 100 Liegestützen
- 100 Sit-Ups

- 100 Kniebeugen

Zeit: 20 Minuten

Anders als beim Partner-Workout, besteht ein Team nun aus vier Personen. Die Anzahl der Personen eines Teams kann natürlich variieren. Die Teams haben nun die Aufgabe, gemeinsam diese vier Übungen in den vorgegebenen 20 Minuten so oft wie möglich auszuführen. Die 100 Wiederholungen müssen gemeinsam absolviert werden und können beliebig im Team aufgeteilt werden. Das hat den Vorteil, dass leistungstärkere Kinder schwächeren Kindern helfen können und gemeinsam das Ziel erreicht wird. Natürlich kann eine Lehrperson auch vorgeben, dass jedes Kind im Team die gleiche Anzahl an Wiederholungen machen muss. Wichtig ist, dass die Reihenfolge der Übungen eingehalten wird, d.h., dass zuerst alle im Team gemeinsam an den Burpees arbeiten und erst nachdem alle Wiederholungen geschafft wurden zur nächsten Übung weitergehen. Hat ein Team alle Übungen durchgemacht, beginnt es wieder mit der ersten Übung und zählt die Runden mit.

## **Weitere altersgerechte Spiele und Übungen**

Während im späten Schulkindalter besonders auf die Kräftigung von Bauch- und Rückenmuskulatur sowie auf die Verbesserung der Armstützkraft Wert gelegt werden sollte, sollte der Fokus im Alter der Pubeszenz aufgrund der besonders hohen Trainierbarkeit der Extremitäten auf das Training der Arme und Beine gelegt werden. Ein Sprung- und Schusskrafttraining sowie ein Wurfkrafttraining sind in dieser Altersgruppe zusätzlich empfehlenswert. Natürlich sollte die Kräftigung von Bauch- und Rückenmuskulatur unbedingt weiter fortgesetzt werden und der ganze Körper, wie in den Krafttrainingsprinzipien zu lesen ist, umfassend trainiert werden.

Weineck (2010) fasst das wie folgt zusammen:

*„Neben der allgemeinen Kraftschulung – sie beinhaltet vor allem das Zirkeltraining, verschiedene Sprungübungen, Zieh- und Schiebekämpfe (die Jugendlichen wollen zeigen, ‚wie stark sie sind‘) sowie gymnastische Übungen ohne und mit Gerät (Bälle, Medizinbälle, Seile, etc.) – sollte in dieser Altersstufe auch zur Entwicklung der speziellen Kraft mit sportartspezifischen technisch-konditionellen Übungsverbindungen übergegangen werden.“* (Weineck, 2010)

### *Wurfkraftübungen:*

Zur Verbesserung der Wurfkraft ist der Einsatz aller „Ziel-, Weit- und Mannschaftswurfspiele“ (Weineck, 2010) sinnvoll. (vgl. Weineck, 2010)

- Treibball: Ein passendes Beispiel für ein Spiel zur Verbesserung der Wurfkraft ist das Spiel Treibball. Es werden zwei Mannschaften gebildet. Sie stehen sich an den Grundlinien gegenüber. In der Turnsaalmitte wird ein Gymnastikball platziert. Mit verschiedenen Bällen werfen die Schülerinnen und Schüler nun auf den Gymnastikball. Ziel ist es, den Ball durch oftmaliges Treffen Richtung gegnerische Grundlinie zu bewegen. Gewonnen hat die Mannschaft, welcher das zuerst gelingt. (vgl.

[https://www.leichtathletik.de/fileadmin/user\\_upload/09\\_Jugend/Übung\\_der\\_Woche/Übung\\_der\\_Woche\\_2017/Übung\\_der\\_Woche\\_KW48\\_Wurf\\_Treibball.pdf](https://www.leichtathletik.de/fileadmin/user_upload/09_Jugend/Übung_der_Woche/Übung_der_Woche_2017/Übung_der_Woche_KW48_Wurf_Treibball.pdf)

### *Schusskraftübungen:*

- Treibball: Das Spiel Treibball eignet sich auch als Schusskrafttraining sehr gut.
- Weitschusswettkampf: Hat man genug Platz zur Verfügung, ist ein Weitschusswettkampf sinnvoll. Dabei kann die größte Einzelweite sowie auch die größte Gesamtweite aus mehreren Schüssen ermittelt werden.
- Zehnerschuss: Bei diesem Spiel haben die Schülerinnen und Schüler die Aufgabe, in einer vorgegebenen Zeit (z.B. 10 Sekunden) aus einer vorgegebenen Distanz (z.B. 10, 15 oder 20 Meter) so oft wie möglich auf eine Ballwand zu schießen. Es wird zugleich die Schusstechnik und –genauigkeit überprüft.

(vgl. Weineck, 2010)

### *Sprungkraftübungen:*

- Fangspiele auf einem Bein: Dabei muss unbedingt darauf geachtet werden, dass der Raum nicht zu groß gewählt wird.

- Partnerübung Kreishüpfen: Bei dieser Partnerübung halten beide Personen mit ihrer linken Hand das Bein des Partners. Die rechte Hand legen sie auf die Schulter des Partners. Sie versuchen nun, gemeinsam im Kreis zu hüpfen.
- Mehrfachsprünge: Die Sprünge können z.B. durch Reifenbahnen, über Hindernisse oder auf Weite durchgeführt werden. Dabei kann die Sprungfolge (z.B. rechts-links-links-rechts, etc.) vorgegeben werden. Auf diese Art eignen sich auch Sprünge mit Richtungsänderungen und Sprünge mit Drehungen.

(vgl. Weineck, 2010)

#### *Zweikampfübungen:*

- Kampf um den Medizinball: Zwei Schülerinnen oder Schüler kämpfen um einen Medizinball und versuchen, ihn sich gegenseitig aus den Armen zu reißen.
- Tauziehen als Einzel- oder Mannschaftswettkampf
- Schiebe- und Ziehkämpfe
- „Hinaus aus dem Kreis“: Bei diesem Spiel geht es darum, sich gegenseitig aus einem Kreis hinauszudrängen. Es kann dabei als Einzelwettkampf, jeder spielt gegen jeden, oder als Mannschaftswettkampf eingesetzt werden.

(vgl. Weineck, 2010)

#### *Weitere kräftigende Spiele:*

„Karottenziehen“: Beim Spiel „Karottenziehen“ legen sich die Schülerinnen und Schüler in Bauchlage im Kreis auf den Boden und halten sich an den Händen (siehe Abb. 58). Ein freiwilliges Kind hat die Aufgabe, als „Bauer“, die Karotten (Mitspieler) zu ernten. Es versucht, die anderen Kinder aus dem Kreis herauszuziehen, indem es sie an den Füßen festhält. Die anderen lernen dabei, spielerisch Körperspannung aufzubauen und aufrechtzuerhalten.

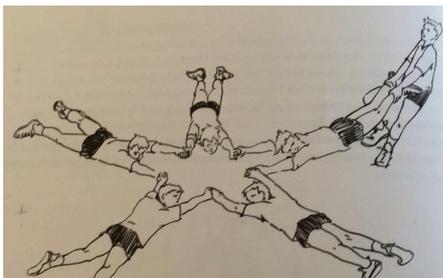


Abbildung 37 "Karottenziehen" (Gießing, 2012)

„Wir reparieren das Tunneldach“: Ein Tunnel, bestehend aus zwei Kastenteilen und einem Kind, wird aufgebaut. Das Kind bildet, wie in Abb. 59 zu sehen ist, das Dach des Tunnels. Je nach Möglichkeit können mehrere Tunnel aufgebaut werden. Die Körperspannung muss gehalten werden, damit das Dach stabil bleibt und die anderen Kinder unten durchkriechen können. Kann eine Schülerin oder ein Schüler die Körperspannung nicht mehr halten, müssen die anderen Kinder ihn oder sie ablösen, um einen Einsturz des Tunnels zu vermeiden.

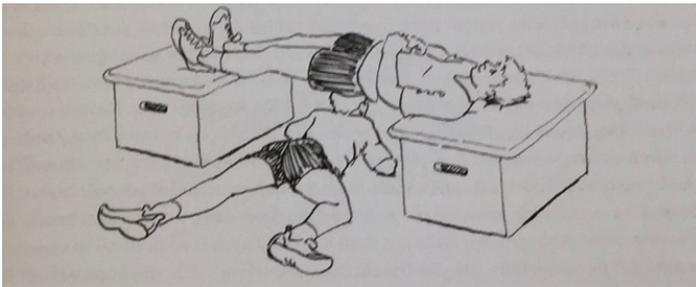


Abbildung 38 "Wir reparieren das Tunneldach" (Gießing, 2012)

„Wir fahren durch den Tunnel“: Je nach Gruppengröße werden bei diesem Spiel mehrere Teams gebildet, die gemeinsam einen Tunnel darstellen. Sie stellen sich hintereinander auf und gehen dabei in die Brücke. Die hintersten Kinder in der Reihe richten sich auf, kriechen durch den ganzen Tunnel durch und reihen sich vorne wieder an. Gewonnen hat das Team, bei dem zuerst alle Spielerinnen und Spieler durch den Tunnel gekrochen sind. Wieder wird durch das Halten der Brücke die Körperspannung trainiert.



Abbildung 39 "Wir fahren durch den Tunnel" (Gießing, 2012)

Staffelläufe mit Medizinbällen: Mehrere Teams treten gegeneinander in diesem Staffellauf an. Am Ende der Laufstrecke befindet sich ein Kasten, der etwa in Brusthöhe der Kinder

eingestellt ist. Damit können Fehlbelastungen beim Aufheben des Balles verhindert werden. Das erste Kind einer Mannschaft läuft mit dem Medizinball in den Händen zum Kasten, legt den Ball am Kasten ab, läuft wieder zurück und klatscht mit dem nächsten Kind ab. Dieses läuft ohne Ball zum Kasten, nimmt den Ball in die Hände und übergibt ihn dem nächsten Kind usw.

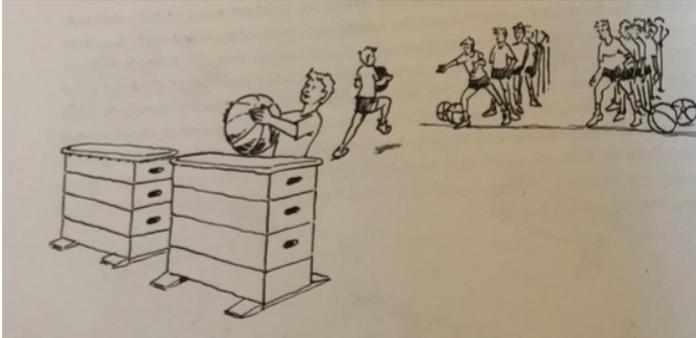


Abbildung 40 Staffelläufe mit Medizinbällen (Gießing, 2012)

„Rückendrücken“: Zwei gleichstarke Mannschaften stellen sich Rücken an Rücken auf und haken sich mit den Armen bei den beiden Nachbarn ein. Auf ein Startsignal versuchen sich die Teams gegenseitig nach hinten wegzudrücken. Gewonnen hat das Team, das es schafft, die gegnerische Mannschaft über eine zuvor ausgemachte Linie zu drücken.



Abbildung 41 "Rückendrücken" (Gießing, 2012)

Bank-Zieh-Staffel: Bei dieser Staffel werden pro Team zwei Turnbänke hintereinander aufgestellt. Ziel ist es nun, sich mit möglichst wenig Zügen über die Bänke zu ziehen. Dabei geht es nicht um Schnelligkeit. Die geringste Gesamtanzahl der Züge aller Teammitglieder gewinnt.

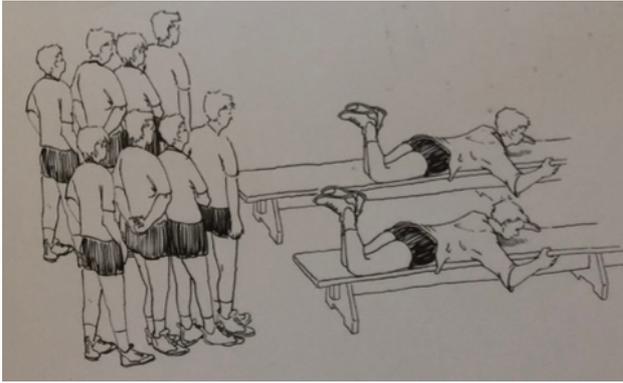


Abbildung 42 Bank-Zieh-Staffel (Gießing, 2012)

Stützhangeln durch die Barrengasse: Jedes Team bekommt einen Barren und stellt sich in einer Reihe dahinter an. Das erste Kind beginnt, indem es in den Stütz springt und im Stütz den Barren durchquert. Wird währenddessen der Boden berührt, muss das Kind drei Sekunden warten und darf dann weitermachen. Hat man den Barren durchquert, springt man auf die dahinterliegende Matte und läuft neben dem Barren zurück. Sobald die Startlinie überquert wird, darf das nächste Kind beginnen. Gewonnen hat die Mannschaft, deren Mitglieder zuerst den Barren durchquert haben und wieder genau wie vor Beginn des Spiels hinter dem Barren in einer Reihe stehen. (vgl. Gießing, 2012)

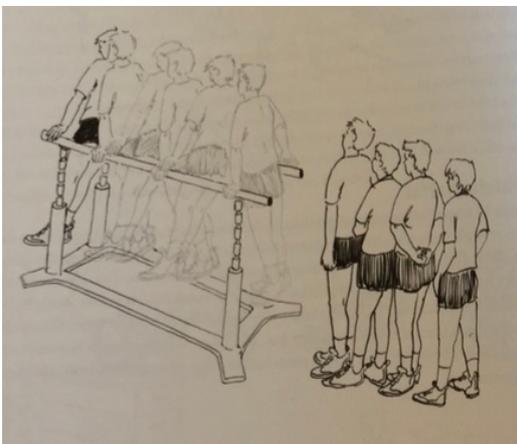


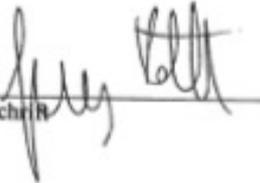
Abbildung 43 Stützhangeln durch die Barrengasse (Gießing, 2012)

## Eidesstaatliche Erklärung

„Ich erkläre eidesstattlich, dass ich die Arbeit selbständig angefertigt, keine anderen als die angegebenen Hilfsmittel benutzt und alle aus ungedruckten Quellen, gedruckter Literatur oder aus dem Internet im Wortlaut oder im wesentlichen Inhalt übernommenen Formulierungen und Konzepte gemäß den Richtlinien wissenschaftlicher Arbeiten zitiert, durch Fußnoten gekennzeichnet bzw. mit genauer Quellenangabe kenntlich gemacht habe.“

5.9.2019

Datum, Unterschrift

A handwritten signature in black ink, consisting of several loops and a long horizontal stroke at the end, written over a horizontal line.