Dominique Hohle
Matrikelnummer: 11-933-884
Masterstudium in Sport, Bewegung und Gesundheit
Prävention und Gesundheitsförderung

Generationen in Bewegung: Ein Vergleich der Belastungsintensitäten in intergenerativen und altersspezifischen Bewegungslektionen

Masterarbeit
Vorgelegt am Departement für Sport, Bewegung und Gesundheit
der Universität Basel

Erstgutachter: MSc Ralf Roth

Basel, Oktober 2019

Danksagung

An dieser Stelle möchte ich ein grosses Dankeschön an alle richten, die mich bei der Anfertigung meiner Masterarbeit unterstützt haben. Von der Konzeption bis zur Abgabe der Arbeit war es eine herausfordernde Zeit, die ich ohne eure Hilfe nicht hätte meistern können.

Ein besonderer Dank geht an Alice Minghetti, die mir während dem ganzen Prozess mit Rat und Tat zur Seite stand. Für die hilfreichen Anregungen und die konstruktive Kritik bei der Erstellung dieser Arbeit möchte ich mich herzlich bedanken.

Ebenso bedanke ich mich bei Jan-Niklas Kreppke. Er hat sich sowohl bei der Arbeit mit den Actigraphen wie auch beim Auswertungsprozess Zeit für meine Anliegen genommen.

Weiter danke ich meinem Erstbetreuer Ralf Roth herzlich. Mit deinem Fachwissen und deinen Ergänzungen hast du meine Arbeit sehr bereichert.

Auch Denis Infanger möchte ich für die Hilfe bei der statistischen Auswertung der Daten hiermit einen Dank aussprechen.

Abschliessend danke ich meiner Familie, Freunden und meiner Freundin Salome, die meine Masterarbeit gegengelesen hat. Ein spezieller Dank geht auch an Paul Kaiser für die Besprechungen und anregenden Diskussionen.

Dominique Hohle

Basel, 14.10.2019

Zusammenfassung

Hintergrund: Im Rahmen der ’Generationen in Bewegung’-Studie (GIB-Studie) wird die Auswirkung von intergenerativer körperlicher Aktivität auf psychosoziale sowie physische Gesundheitsparameter bei Kindern und Senioren untersucht. Um die Bewegungslektionen beurteilen zu können, ist die Belastungsintensität der betreffenden Personengruppen zu bestimmen. Es wird untersucht, ob sich die Belastungsintensität bei intergenerativen und altersspezifischen Bewegungslektionen unterscheidet.

Methoden: Sechs Kindergärten und vier Seniorenheime, die an der GIB-Studie teilgenommen haben, wurden randomisiert in drei Gruppen (Intergenerative Gruppen (IG), n=2; Peer Gruppen (PG) bzw. altersspezifische Gruppen, n=4; Kontrollgruppen (KG), n=2) aufgeteilt. In den zwei intergenerativen und den vier altersspezifischen Gruppen fanden innerhalb von 25 Bewegungslektionen je fünf Intensitätsmessungen statt. Die Belastungsintensität der Kinder und Senioren wurde mit Akzelerometern (Actigraph wGT3X-BT) und Herzfrequenzmonitoren (Polar Team System^2) aufgezeichnet. Aufgrund der Daten wurden die Aktivitäts- und Inaktivitätszeiten in Minuten (min) sowie Durchschnittswerte der Counts und der Herzfrequenz (HF) ermittelt. Anhand eines linear gemischten Modells wurden die Daten der intergenerativen und altersspezifischen Gruppen getrennt nach Kindern und Senioren miteinander verglichen.

Ergebnisse: Kinder: Die gemittelte Aktivitätszeit über beide Messmethoden ist in der PG (14.7 min) und IG (15.2 min) annähernd gleich hoch. Jedoch ist die Messdauer in der PG rund 6 Minuten länger. Die durchschnittliche Herzfrequenz (HF) ist in der PG um 6 Schläge höher. Der Unterschied zwischen den Gruppen ist signifikant ($p = 0.032$). Die durchschnittlichen Counts der jeweiligen Gruppe pro 5-Sekunden-Epoche unterscheiden sich nicht signifikant ($p = 0.522$).

Senioren: Die gemittelte Aktivitätszeit über beide Messmethoden ist in der PG (17.5 min) deutlich höher als in der IG (9.5 min). Die Zeit, die mit intensiver und moderater körperlicher Aktivität verbracht wird, unterscheidet sich aufgrund der Messung mit dem Actigraphen signifikant ($p < 0.001$). Wird die Messung mit dem Polar Team System^2 betrachtet, zeigt weder die intensive ($p = 0.508$) noch die moderate ($p = 0.057$) Intensitätszeit signifikante Unterschiede. Die durchschnittliche HF ist in der altersspezifischen Gruppe um 6.5 Schläge höher als in der intergenerativen Gruppe. Der Unterschied ist jedoch nicht signifikant ($p = 0.271$). Die durchschnittlichen Counts der jeweiligen Gruppe pro Epoche (1 Minute) unterscheiden sich signifikant ($p < 0.001$).

Schlussfolgerungen: Die Belastungsintensität in altersspezifischen Bewegungslektionen scheint höher zu sein als in einem intergenerativen Setting. Es ist zu vermuten, dass die Belastungsintensität aufgrund von anderen intergenerativen Aktivitäten (Kommunikation, sozialer Austausch) vermindert wird. Weitere Studien sind nötig, um die Auswirkungen von intergenerativem Training auf die Belastungsintensität zu untersuchen.

Abstract

Background: The ‘Generations on the Move’-Study (GIB-study) examines the effects of intergenerational exercise compared to peer and control groups on psychosocial and physical health parameters in preschool children and residential seniors. In order to better understand the effects, the intensity of the exercise sessions must be determined. This thesis aims at investigating the exercise intensity in intergenerational compared to peer-group exercise lessons.

Methods: Six kindergartens and four senior homes participating in the GIB-study were randomized into three groups respectively (intergenerational groups (IG), n=2; peer groups (PG), n=4; and control groups (KG), n=2). Five intensity measurements were performed in all IG and PG during the 25-week intervention phase. The exercise intensity of the children and senior citizens was recorded with accelerometers (Actigraph wGT3X-BT) and heart rate monitors (Polar Team System^2). Activity and inactivity times were determined in minutes (min) as well as average values of counts and heart rate (HR). Using a linear mixed model, data from intergenerational and age groups were compared within children and seniors.

Results: Children: The average activity time over both methods is similar for PG children (14.7 min) and IG children (15.2 min). However, the measurement duration in the PG is about 6 minutes longer. PG had a significant higher mean HR than IG ($p = 0.032$) over the five measurements whereas there were no significant differences for average counts per 5-second epochs ($p = 0.522$).

Seniors: The average activity time over both methods is significantly higher in the PG (17.5 min) than in the IG (9.5 min). The time spent with intense and moderate physical activity differs significantly ($p < 0.001$) as measured by Actigraph. With regards to the HR measurement, neither the intense ($p = 0.508$) nor the moderate ($p = 0.057$) intensity time show significant differences. Although not statistically significant ($p = 0.271$), the average HR is 6.5 beats higher in the PG than in the IG. The average counts of each group per epoch (1 minute) differ significantly ($p < 0.001$).

Conclusions: The exercise intensity in peer group exercise sessions seems to be higher than in an intergenerational setting. It is to be assumed that the exercise intensity is reduced due to other intergenerational activities (communication, social activities). Further studies are needed to investigate the effects of intergenerational training on exercise intensity.

Inhaltsverzeichnis

Danksagung I
Zusammenfassung II
Abstract III
Abkürzungen VII
Tabellenverzeichnis VIII
Abbildungsverzeichnis IX
1 Einleitung 1
2 Theoretischer Hintergrund 2
2.1 Demographischer Wandel und gesellschaftliche Veränderungen 2
2.2 Körperliche Aktivität 2
2.3 Bewegungsempfehlungen 4
2.4 Bewegungs- und Gesundheitssituation bei Kindern 4
2.4.1 Bewegungsverhalten von Kindern 4
2.4.2 Effekte von körperlicher Aktivität bei Kindern 5
2.4.3 Folgen von körperlicher Inaktivität bei Kindern 7
2.4.4 Körperliche Inaktivität bei Kindern 7
2.5 Bewegungs- und Gesundheitssituation bei Senioren 9
2.5.1 Körperliche Inaktivität im Seniorenalter 9
2.5.2 Alterungsprozess und Sturzproblematik bei Senioren 10
2.5.3 Potenzial körperlicher Aktivität im Seniorenalter 12
2.6 Intergenerative Projekte als Bewegungsförderungsmassnahme 14
2.6.1 Physische Gründe für intergeneratives Training 15
2.6.2 Psychosoziale und emotionale Gründe für intergeneratives Training 15
2.7 Messverfahren zur Erfassung von körperlicher Aktivität 16
2.7.1 Akzelerometrie 17
2.7.2 Herzfrequenz-Monitoring 21
2.7.3 Subjektives Belastungsempfinden 24
2.8 Aktivitätserfassung bei Kindern im Vorschulalter 26
2.9 Aktivitätserfassung bei Senioren 28
3 Fragestellung und Hypothesen 30

3.1 Fragestellung ... 30
3.2 Ableitung von Hypothesen ... 30
4 Methodik ... 31
4.1 Studiendesign und Intervention ... 31
4.2 Erhebung der Belastungsintensität ... 31
4.2.1 Bewegungsaktivität / Akzelerometrie ... 31
4.2.2 HF / Polar Team System^2 Equipment ... 33
4.2.3 Subjektives Belastungsempfinden / RPE-Skala ... 34
5 Resultate ... 36
5.1 Charakteristika der Stichprobe ... 36
5.2 Actigraph ... 36
5.2.1 Kinder PG vs. IG ... 37
5.2.2 Senioren PG vs. IG ... 39
5.3 Polar Team System^2 ... 41
5.3.1 Kinder PG vs. IG ... 41
5.3.2 Senioren PG vs. IG ... 44
6 Diskussion ... 47
6.1 Auswirkungen des intergenerativen Settings auf die Belastungsintensität von Kindern ... 47
6.2 Auswirkungen des intergenerativen Settings auf die Belastungsintensität von Senioren ... 48
6.3 Actigraph ... 49
6.4 Herzfrequenzmessung ... 52
6.5 Studienpopulation: Interventionsgruppen ... 53
6.6 Inhalte der Bewegungslektionen ... 53
6.7 Stärken und Schwächen ... 54
6.8 Ausblick ... 56
7 Fazit ... 57
Literaturverzeichnis ... 59
Anhang ... 75
Selbständigkeitserklärung ... 77

Autorenrechte 78

Abkürzungen

ACSM	American College of Sports Medicine
BAG	Bundesamt für Gesundheit
BASPO	Bundesamt für Sport
BFS	Bundesamt für Statistik
BPM	Schläge pro Minute
EKG	Elektrokardiogramm
et al.	und andere
etc.	et cetera
HF	Herzfrequenz
HFR	Herzfrequenzreserve
IG	Intergenerative Gruppe(n)
KI	Konfidenzintervall
LPA	Leichte körperliche Aktivität
MPD	Mean Percentage Difference
MZP	Messzeitpunkt(e)
MVPA	Moderate bis intensive körperliche Aktivität
MW	Mittelwert
n	Anzahl
P	p-Wert
PG	Peer Gruppe(n)
r	Korrelationskoeffizient
RPE	Rating of Perceived Exertion
SED	Sedentäres Verhalten, Inaktivität
VO_2	Sauerstoffaufnahme
VO_2R	Sauerstoffaufnahmereserve
VM	Vektormagnitude
VPA	Intensive körperliche Aktivität
WHO	World Health Organization (Weltgesundheitsorganisation)

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Kardiorespiratorische Intensitätslevels: Vergleich der Methoden (ACSM et al., 2018)..... 24

Tabelle 2: BORG-Skala zur Schätzung des Anstrengungsempfindens (Borg, 2004)..... 25

Tabelle 3: Kategorische Borg-Skala (CR-10) (Borg, 1982). 25

Tabelle 4: VM-Cut-Point-Modell nach Dobell et al. (2019) für 5-Sekunden-Epochen..... 32

Tabelle 5: VM-Cut-Point-Modell nach Zisko et al. (2015) für 60-Sekunden-Epochen bei älteren Frauen..... 33

Tabelle 6: VM-Cut-Point-Modell nach Zisko et al. (2015) für 60-Sekunden-Epochen bei älteren Männern. 33

Tabelle 7: Intensitätsschwellen der Kinder in % der HF_{max}..... 34

Tabelle 8: Intensitätsschwellen der Senioren in % der HF_{max} (ACSM et al., 2018). 34

Tabelle 9: Eigenschaften der Kinder und Senioren in der PG und der IG. 36

Tabelle 10: Kinder. Inaktive (SED/LPA) und aktive Zeit (MVPA) der unterschiedlichen Gruppen (PG, IG), die mit dem Actigraphen zu den jeweiligen MZP gemessen werden. Der Mittelwert (MW) wie auch die Standardabweichung (SD) sind in Minuten angegeben. 37

Tabelle 11: Kinder. Vergleich der inaktiven (SED/LPA) und der aktiven (MVPA) Zeit zu 5 Messzeitpunkten (MZP) und gesamthaft (Total) zwischen der IG und der PG. Für den Vergleich werden die Daten des Actigraphen verwendet. * markieren signifikante Unterschiede bei einem Signifikanzniveau $p<0.05$. Unter- und Obergrenze des KI sind für den paarweisen Vergleich der PG mit der IG angegeben. 38

Tabelle 12: Senioren. Inaktive Zeit (SED/LPA), moderat (MPA) und intensiv aktive Zeit (VPA) der unterschiedlichen Gruppen (PG, IG), die mit dem Actigraphen zu den jeweiligen MZP gemessen werden. Der Mittelwert (MW) wie auch die Standardabweichung (SD) sind in Minuten angegeben. 39

Tabelle 13: Senioren. Vergleich der Zeit in den unterschiedlichen Intensitätslevels zu 5 Messzeitpunkten (MZP) und gesamthaft (Total) zwischen der IG und der PG. Für den Vergleich werden die Daten des Actigraphen verwendet. * markieren signifikante Unterschiede bei einem Signifikanzniveau $p<0.05$. Unter- und Obergrenze des KI sind für den paarweisen Vergleich der PG mit der IG angegeben. 40

Tabelle 14: Kinder. Inaktive (SED/LPA) und aktive Zeit (MVPA) der unterschiedlichen Gruppen (PG, IG), die mit dem Polar Team System[2] zu den jeweiligen MZP gemessen werden. Der Mittelwert (MW) wie auch die Standardabweichung (SD) sind in Minuten angegeben. . 42

Tabelle 15: Kinder. Vergleich der inaktiven (SED/LPA) und der aktiven (MVPA) Zeit zu 5 Messzeitpunkten (MZP) und gesamthaft (Total) zwischen der IG und der PG. Für den Vergleich werden die Daten des Polar Team Systems[2] verwendet. * markieren signifikante Unterschiede

bei einem Signifikanzniveau p<0.05. Unter- und Obergrenze des KI sind für den paarweisen Vergleich der PG mit der IG angegeben. 42

Tabelle 16: Senioren. Inaktive Zeit (SED/LPA), moderat (MPA) und intensiv aktive Zeit (VPA) der unterschiedlichen Gruppen (PG, IG), die mit dem Polar Team System[2] zu den jeweiligen MZP gemessen werden. Der Mittelwert (MW) wie auch die Standardabweichung (SD) sind in Minuten angegeben. 44

Tabelle 17: Senioren. Vergleich der Zeit in den unterschiedlichen Intensitätslevels zu 5 Messzeitpunkten (MZP) und gesamthaft (Total) zwischen der IG und der PG. Für den Vergleich werden die Daten des Polar Team Systems[2] verwendet. * markieren signifikante Unterschiede bei einem Signifikanzniveau p<0.05. Unter- und Obergrenze des KI sind für den paarweisen Vergleich der PG mit der IG angegeben. 45

Tabelle 18: Durchschnittliche Messdauer in Minuten getrennt nach Gruppen. 55

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Altersaufbau der Schweizer Bevölkerung getrennt nach Geschlechtern (BFS, 2019). 2

Abbildung 2: Gesundheit und Leistung im Altersverlauf (BASPO et al., 2013). 3

Abbildung 3: Erfüllen der Bewegungsempfehlungen nach Geschlecht und Altersgruppe in % in der Schweiz (Bringolf-Isler et al., 2016). 8

Abbildung 4: Körperliche Inaktivität von unterschiedlichen Altersgruppen der WHO Regionen (Hallal et al., 2012). 10

Abbildung 5: Entwicklung der Sturzraten im Lebensverlauf (Granacher et al., 2011). 15

Abbildung 6: Verarbeitung der Beschleunigungsdaten: 1. Rohdaten einer Messung mit einem Actigraph. 2. Nachgebesserte Daten. 3. Mittelung des Signals: Darstellung in 15-Sekunden-Epochen. 19

Abbildung 7: Vergleich der Counts der Akzelerometrie mit der Amplitude der Elektromyographie während unterschiedlicher körperlicher Aktivitäten von Kindern (Gao et al., 2018). 21

Abbildung 8: Berechnung der %HFR. 23

Abbildung 9: Intensitätsmessungen während der GIB-Interventionsstudie. Sterne markieren die einzelnen Lektionen. Ein Pfeil stellt eine Messung dar. 31

Abbildung 10: Prozentualer Anteil der gemessenen Zeit, die inaktiv (SED/LPA) und aktiv (MVPA) verbracht wird. 38

Abbildung 11: Senioren. Prozentualer Anteil der gemessenen Zeit, die inaktiv (SED/LPA), moderat aktiv (MPA) oder intensiv aktiv (VPA) verbracht wird. 40

Abbildung 12: Senioren. Durchschnittliche Counts pro 60-Sekunden-Epoche in der PG und der IG. 41

Abbildung 13: Prozentualer Anteil der gemessenen Zeit, die inaktiv (SED/LPA) und aktiv (MVPA) verbracht wird. 43

Abbildung 14: Kinder. Prozentualer Anteil der gemessenen Zeit, die zu den einzelnen MZP inaktiv (SED/LPA) oder aktiv (MVPA) verbracht wird. 43

Abbildung 15: Kinder. Durchschnittlich gemessene HF in der PG und der IG. 44

Abbildung 16: Senioren. Prozentualer Anteil der gemessenen Zeit, die zu den einzelnen MZP inaktiv (SED/LPA), moderat aktiv (MPA) oder intensiv aktiv (VPA) verbracht wird. 46

Abbildung 17: Senioren. Prozentualer Anteil der gemessenen Zeit, die inaktiv (SED/LPA), moderat aktiv (MPA) oder intensiv aktiv (VPA) verbracht wird. 46

Abbildung 18: Intensitätsvergleich von körperlicher Aktivität bei Kindern unter Verwendung von unterschiedlichen Cut-Point-Modellen (Gao et al., 2018). 51

1 Einleitung

Obwohl die Menschen im Durchschnitt länger leben als früher, gibt es nur wenige Anhaltspunkte, dass das mit einer guten Gesundheit einhergeht. Im öffentlichen Diskurs ist die Förderung der Gesundheit und des Wohlbefindens von älteren Personen darum ein wesentliches Thema (Mosor et al., 2019). Aufgrund der demographischen Entwicklung wird die Bedeutung der öffentlichen Gesundheit im Alter für die Gesellschaft weiter zunehmen. Bereits Rowe und Kahn (1997) haben Strategien gefordert, die ein erfolgreiches Altern ermöglichen sollen.

Neben der demographischen Entwicklung stellt die Inaktivität der Bevölkerung ein Problem dar. So wird davon ausgegangen, dass weltweit 31 % der Personen, die über 15 Jahre alt sind, ungenügend aktiv sind (Hallal et al., 2012). Auf allen Kontinenten auf der Erde erweist sich dabei die Bevölkerungsgruppe, die über 60 Jahre alt ist, als die am wenigsten aktive Altersgruppe. Auch die Abnahme des allgemeinen Gesundheitszustandes von älteren Personen und die damit verbundene Sturzproblematik ist ein wesentliches Problem in der öffentlichen Gesundheit (Gschwind et al., 2013). So stürzten 33 % der über 65-Jährigen mindestens einmal im Jahr.

Auch bei Kindern ist ein negativer Trend beim Bewegungsverhalten hin zur Inaktivität erkennbar. So haben sich Kinder und Jugendliche im Jahr 1992 noch deutlich mehr bewegt als 2012 (De Bock, 2012). Gemäss Krell und Bös (2012) haben die motorischen Leistungen von Kindern zwischen 1976 und 2005 deutlich abgenommen. So treten auch motorische Defizite bei Kindern häufiger auf als früher (Weiss et al., 2004).

Aus der Kombination einer wachsenden Zahl an Senioren bzw. einem zunehmenden Anteil älterer Menschen an der Gesamtbevölkerung und der Inaktivität dieser Bevölkerungsgruppe ergibt sich ein riesiges Potenzial für Projekte im Bereich der Gesundheits- und Bewegungsförderung. Auch am Departement für Sport, Bewegung und Gesundheit in Basel ist die Forschung bei Kindern und älteren Menschen ein Schwerpunkt. Die ‘Generationen in Bewegung’-Studie (GIB-Studie) ist Teil dieses Forschungsschwerpunkts und bringt zum ersten Mal diese beiden Altersgruppen zusammen. Der intergenerative Ansatz ist somit eine Weiterentwicklung der bestehenden Forschung. Mit Hilfe der GIB-Studie können Kinder und Senioren gemeinsam aktiv sein, motorisch gefordert und gefördert werden. Zudem wird der intergenerative Austausch ermöglicht und ein verantwortungsvoller Umgang miteinander erlebt.

Die GIB-Studie verfolgt das Ziel, die Wirkungen von intergenerativen Bewegungslektionen zum ersten Mal wissenschaftlich nachzuweisen. Dabei werden sowohl Parameter der psychosozialen sowie solche der physischen Gesundheit untersucht.

Hinweis für die Lesenden:

In diesem Text wird aufgrund der Lesbarkeit und Übersichtlichkeit nur die männliche Form verwendet. Die weibliche Form ist selbstverständlich miteingeschlossen.

2 Theoretischer Hintergrund

2.1 Demographischer Wandel und gesellschaftliche Veränderungen

Die Alterspyramide der Schweizer Bevölkerung hat sich im letzten Jahrhundert drastisch verändert. Haben die über 64-Jährigen im Jahr 1900 gerade 5.8 % der Bevölkerung ausgemacht, waren es 2017 bereits 18.3 % (Bundesamt für Statistik [BFS], 2019). Besonders gross ist der Anstieg beim Anteil der über 80-Jährigen (von 0.5 % auf 5.1 %). Gleichzeitig ist der Anteil der Jugendlichen von 40.7 % (1900) auf 20 % im Jahr 2017 zurückgegangen. Wie sich die Bevölkerung im Jahr 1900 und 2017 im Vergleich zusammensetzt, zeigt Abbildung 1.

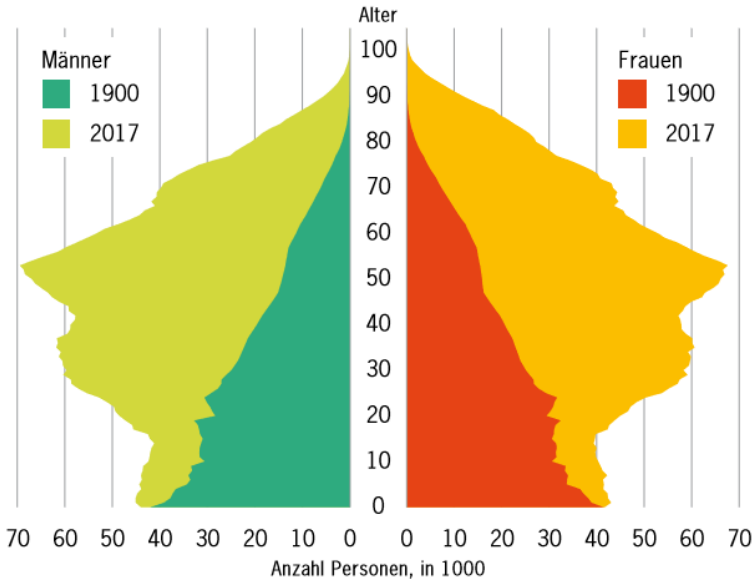

Abbildung 1: Altersaufbau der Schweizer Bevölkerung getrennt nach Geschlechtern (BFS, 2019).

Der demographische Alterungsprozess, der durch die erhöhte Lebenserwartung und eine rückläufige Geburtenhäufigkeit zustande kommt, wird sich auch in Zukunft fortsetzen. Es wird erwartet, dass bis 2045 der Anteil an über 65-Jährigen und älteren Personen auf 26 % ansteigen wird (BFS, 2019).

Altersspezifische Einrichtungen wie Kindergärten, Schulen, Pflege- und Altersheime dominieren in der Gesellschaft (Miedaner, 2001). Diese institutionelle Trennung führt dazu, dass zwischen den Generationen wenige Kontaktmöglichkeiten bestehen. Ein Zusammenkommen der Generationen bei unterschiedlichen Aktivitäten findet somit kaum statt. Dies kann Vorurteile und Befürchtungen in Bezug auf die jeweils andere Gruppe mit sich bringen (Eisentraut, 2007).

2.2 Körperliche Aktivität

Unter körperlicher Aktivität wird jede körperliche Bewegung verstanden, die den Energieverbrauch über das Niveau des Grundumsatzes des Körpers ansteigen lässt und die aus dem Muskelskelett generiert wird (Caspersen, Powell, & Christenson, 1985). Ausreichende körperliche Aktivität ist für das Wohlbefinden und den Erhalt der Gesundheit von wesentlicher Bedeutung

(Finger, Manz, Krug, & Mensink, 2017; Fox, 1999). Die positiven Auswirkungen von Bewegung auf die Gesundheit sind bereits seit Mitte des letzten Jahrhunderts bekannt. Die Wahrscheinlichkeit, dass Männer in Berufen mit geringer körperlicher Aktivität im Vergleich zu Männern in Berufen mit hoher körperlicher Aktivität an einer koronaren Herzkrankheit erkrankten, wurde als bedeutend grösser nachgewiesen (Morris & Crawford, 1958). Heutzutage wird körperliche Aktivität hauptsächlich für die Behandlung und die Prävention von nichtübertragbaren Krankheiten (u. a. Stoffwechsel-, Krebs- und Herz-Kreislauferkrankungen) eingesetzt (Finger et al., 2017). Es hat sich gezeigt, dass körperliche Aktivität Gesundheitsparameter wie den Bluthochdruck verbessern kann (Diaz & Shimbo, 2013). Weiter kann die Knochengesundheit positiv beeinflusst werden (BASPO et al., 2013). Überdies lässt sich das Risiko von mindestens 25 chronischen Erkrankungen reduzieren, in der Regel im Bereich von 20-30 %. Im Fall von Herz-Kreislauferkrankungen, Hirnschlägen, Bluthochdruck, Osteoporosis und Brustkrebs kann das Risiko gar um 30 % und mehr reduziert werden (Rhodes, Janssen, Bredin, Warburton, & Bauman, 2017).

In jüngerer Vergangenheit haben Hinweise zugenommen, dass körperliche Aktivität die kognitive Degeneration einbremsen kann. In einer Studie mit 2605 Personen im Alter von über 65 Jahren konnte ein Zusammenhang zwischen körperlicher Aktivität und einer geringeren Abnahme der kognitiven Leistungsfähigkeit nachgewiesen werden (Lee et al., 2015).

Bewegung ist als primäre und sekundäre Präventionsstrategie wirksam. Generell kann eine entgegengesetzte Beziehung zwischen körperlicher Aktivität und der Mortalität festgestellt werden (Arem et al., 2015). Dabei ist jedes Level von körperlicher Aktivität mit einer signifikant geringeren Mortalitätsrate assoziiert. Fast alle Personen können davon profitieren, wenn sie sich mehr bewegen (Warburton & Bredin, 2016). Abbildung 2 zeigt die Abnahme von Ausdauer, Kraft und Knochenmasse im Lebensverlauf. Sportlich sehr aktive Personen sind leistungsfähiger und ihr allgemeiner Gesundheitszustand ist besser. Es ist jedoch für Inaktive jederzeit möglich, die eigene Leistungsfähigkeit bzw. den Gesundheitszustand durch regelmässige Bewegung zu verbessern.

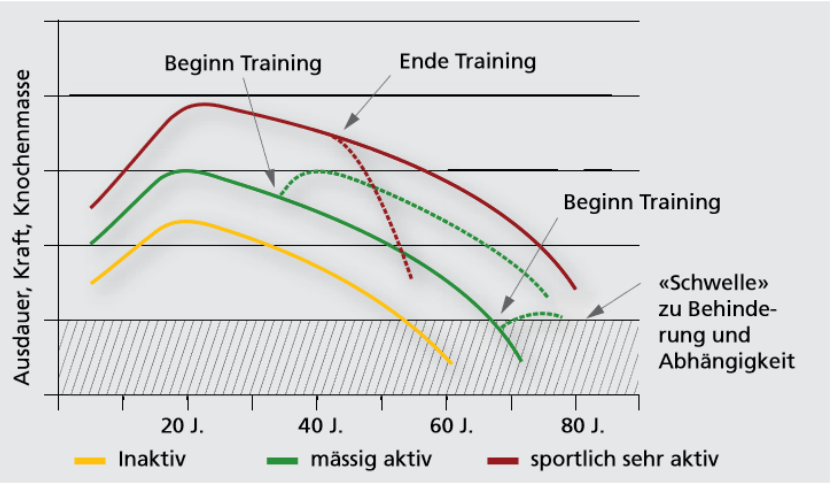

Abbildung 2: Gesundheit und Leistung im Altersverlauf (BASPO et al., 2013).

2.3 Bewegungsempfehlungen

Die am häufigsten ausgesprochenen Bewegungsempfehlungen wurden von der Weltgesundheitsorganisation (WHO) definiert. Die Organisation empfiehlt für Erwachsene (18-64 Jahre) mindestens 150 Minuten (min) moderate oder 75 min intensive Bewegung pro Woche, um die Richtlinien zu erfüllen. Die körperliche Aktivität kann auf mehrere Tage in der Woche und auf einzelne Einheiten während des Tages aufgeteilt werden. Eine Mindestdauer von zehn Minuten pro Bewegungseinheit sollte dabei nicht unterschritten werden. Um gesundheitlich noch mehr zu profitieren, kann die Aktivitätsdauer erhöht oder die Intensität gesteigert werden. Auch Kraft- und Gleichgewichtstraining erhöht den Nutzen der Bewegung (WHO, 2010).

Für Kleinkinder im Alter von 1-4 Jahren wird drei Stunden an körperlicher Aktivität pro Tag in jeglicher Intensität empfohlen. Die Aktivitäten sollten dabei an sieben Tagen in der Woche stattfinden (WHO, 2010).

Für Kinder von 5-17 Jahren empfiehlt die WHO pro Tag mindestens eine Stunde körperliche Aktivität von moderater bis hoher Intensität. Der Grossteil der körperlichen Aktivität soll dabei aerob und über die ganze Woche, an jedem Tag mindestens eine Stunde lang, erfolgen. Bewegungen, die die Muskeln stärken (z. B. Sprünge) sollten an mindestens drei Tagen pro Woche durchgeführt werden (WHO, 2010).

Für Senioren (>64 Jahre) gelten grundsätzlich die gleichen Bewegungsempfehlungen wie für Erwachsene im Alter von 18-64 Jahren. Ergänzend sollten Senioren an mindestens zwei Tagen in der Woche Krafttraining durchführen, um die grössten Muskelgruppen zu trainieren. Senioren mit schlechter Mobilität wird überdies empfohlen, mindestens drei Mal pro Woche im Rahmen von Gleichgewichts- und Sturzpräventionstraining körperlich aktiv zu sein. Senioren, die die Bewegungsempfehlungen aufgrund von Gebrechen nicht erfüllen können, sollten trotz ihrer Einschränkungen so aktiv wie möglich sein (WHO, 2010).

2.4 Bewegungs- und Gesundheitssituation bei Kindern

Im vorliegenden Kapitel wird das Bewegungsverhalten von Kindern dargestellt. Dabei werden unter anderem die positiven Auswirkungen von Bewegung sowie die negativen Folgen von körperlicher Inaktivität geschildert. Der Fokus wird auf das natürliche Bewegungsbedürfnis und dessen Relevanz für die physische und kognitive Entwicklung gelegt.

2.4.1 Bewegungsverhalten von Kindern

Für die gesunde Entwicklung von Kindern ist Bewegung ein wichtiger und grundlegender Bestandteil (Rosenhagen, 2017). Bewegung ist ein Grundbedürfnis von Heranwachsenden, das zur Entwicklung des Selbstbewusstseins und unterschiedlicher Kompetenzen beiträgt (De Bock, 2012).

Aus dem natürlich angeborenen Erforschungs- und Selbstwirksamkeitstrieb der Kinder resultiert Bewegung. Bei Vorschulkindern stehen tägliche koordinative und spielerische Bewegungsaktivitäten im Vordergrund. Eine wesentliche Rolle spielt dabei das kindliche Spiel, wie

diverse Studien gezeigt haben. Das Spiel stellt die Basis für weitere Entwicklungen dar. So kann das kindliche Spiel mittels neuer synaptischer Verbindungen im zentralen Nervensystem zur Förderung von Sprach- und Kommunikationsfertigkeiten und motorischen Fähigkeiten beitragen (De Bock, 2012). Erfolgreiches Lernen erfolgt dabei auf dem Prinzip der Nachahmung, die positiv bewertet ist und weniger aufgrund von Belehrung. Daher haben auch die Eltern oder Freunde von Kindern einen langfristigen Einfluss auf das Bewegungsverhalten (Rosenhagen, 2017). Die Gesamtaktivität der Kinder setzt sich aus kurzen Aktivitätsperioden zusammen. In diesen Perioden bewegen sich die Kinder intermittierend mit hoher Intensität und im Rahmen ihres Spiels. Im Gegensatz dazu bewegen sich Erwachsene eher länger am Stück (De Bock, 2012).

Einzelne Forscher sind der Ansicht, dass Kinder über einen individuellen Aktivitätsregler verfügen. Dieser soll nach Ruhephasen zu kompensatorischen Bewegungen führen (Rosenhagen, 2017). Längere inaktive Phasen des Sitzens sollten generell vermieden werden, wie neuere wissenschaftliche Studien zeigen (Werkhausen, 2014).

Die Leistungsfähigkeit des Bewegungsapparates von Kindern nimmt aufgrund der Anpassung des neuromuskulären Systems zu. Die intra- und intermuskuläre Koordination verbessert sich. Dadurch können die motorischen Einheiten besser angesteuert und koordiniert werden. Eine Zunahme des Muskelquerschnitts ist nur begrenzt zu erwarten. Die Entwicklung von Kraftausdauer und Maximalkraft findet im Wesentlichen erst im Verlauf der Pubertät und der Adoleszenz statt. Dies wird durch hormonelle Veränderungen und die vermehrt verfügbare anaerobe glykotische Energiebereitstellung möglich. Auch beim Ausdauertraining von Kindern sollten der ökonomische Krafteinsatz geschult und die Koordination trainiert werden, da das Potenzial der aeroben Kapazität im Kindesalter begrenzt ist (Rosenhagen, 2017).

2.4.2 Effekte von körperlicher Aktivität bei Kindern

Auf die physische Entwicklung von Kindern und Jugendlichen hat körperliche Aktivität einen positiven Einfluss. Unter anderem kann die Entwicklung von Ausdauer, Koordination, Beweglichkeit und Schnelligkeit durch Sport positiv beeinflusst werden (Diehl, De Bock, & Schneider, 2014). Zudem wird der Stütz- und Halteapparat gestärkt (Sygusch, 2006). In einer Studie schnitten hoch aktive Kinder im Alter von 6-13 Jahren bei grossmotorischen Testaufgaben im Schnitt um 14 % besser ab als inaktive (Woll et al., 2009). Somit weisen inaktive Kinder im Vergleich zu aktiven Kindern eine schlechtere motorische Leistungsfähigkeit auf, was zahlreiche weitere Untersuchungen belegen (Krell & Bös, 2012). Vermindern Kinder und Jugendliche im Alter von 5-17 Jahren die Zeit der Inaktivität, reduzieren sie ihre Gesundheitsrisiken und können den BMI senken (Tremblay et al., 2011).

Neben der direkten positiven Beeinflussung von physischen Ressourcen haben die sportlichen Aktivitäten auch einen protektiven Charakter. So korreliert körperliche Aktivität negativ mit dem Risiko für Übergewicht und Diabetes mellitus Typ 2, was auch für einen erhöhten Körperfettanteil gilt (De Bock, 2012). Auch der Cholesterinspiegel, der Blutdruck und das Körperfett können durch Bewegungsaktivität positiv beeinflusst werden (Donath, Faude, Hagmann, Roth,

& Zahner, 2015). Zudem sind langfristige Effekte auf Gesundheitsparameter festzustellen: So besteht eine positive Korrelation zwischen körperlicher Aktivität bei Kindern und Jugendlichen und der Elastizität in der Halsschlagader 21 Jahre später (Pälve et al., 2014).

Weiter wurde gezeigt, dass körperliche Aktivität einen positiven Einfluss auf soziale und psychische Ressourcen hat (Gogoll, 2004). Bewegungsaktivität kann dabei helfen, ein positives Selbstwertgefühl aufzubauen und das Gefühl der Selbstwirksamkeit zu stärken. Auch positive Effekte auf die Konzentrationsfähigkeit der Kinder und Jugendlichen konnten festgestellt werden (Reed et al. 2010). Im Rahmen von Sportaktivitäten können das Erfahren von sozialer Unterstützung und das Handeln im Team als soziale Ressourcen verstanden werden. Gerade in einem Verein kann das Unterstützungsnetzwerk wachsen, z. B. in Gestalt von Bezugspersonen (Schneider & Diehl, 2012). Willem (2009) weist einen positiven Effekt auf das psychische Wohlbefinden durch körperliche Aktivität nach.

Überdies profitiert auch die Kognition von körperlicher Aktivität. Anhand der Meta-Analyse von Sibley und Etnier (2003) wurde eine positive Assoziation zwischen Kognition und körperlicher Aktivität festgestellt. Die durchschnittliche Effektgrösse in 44 Studien beträgt 0.32 und unterscheidet sich signifikant von 0. In einem weiteren Review werden positive Effekte von körperlicher Aktivität und Fitness auf die Kognition, die Struktur und die Funktion des Gehirns nachgewiesen, die mit Aufmerksamkeit, Inhibitionsfähigkeit und dem Gedächtnis zusammenhängen (Chaddock-Heyman, Hillman, Cohen, & Kramer, 2014). Khan und Hillman (2014) sehen während der lang andauernden Entwicklung des Gehirns in der Kindheit eine Möglichkeit, mittels körperlicher Aktivität die kognitiven Funktionen zu optimieren. Bei fettleibigen und übergewichtigen Kindern kann stattdessen eine positive Korrelation zwischen der weissen Hirnmasse und der kardiorespiratorischen Fitness festgestellt werden. Zudem wird ein positiver Zusammenhang zwischen der motorischen und der muskulären Fitness und der weissen Hirnmasse vermutet. Es wird angenommen, dass Ausdauer- und Krafttraining die Hirnfunktionen verbessern kann und grössere akademische Erfolge ermöglicht (Esteban-Cornejo et al., 2019). So hat auch Willem (2009) gezeigt, dass Bewegung einen positiven Einfluss auf schulische Leistungen hat.

Bei Vorschulkindern ist der Einfluss von körperlicher Aktivität auf die Kognition ebenfalls untersucht worden. Kleinkinder, die bei unterschiedlichen Tätigkeiten eine Hand bevorzugt verwenden, zeigen eine fortgeschrittene kognitive Entwicklung im Vergleich zu Vorschulkindern, die keine klare Präferenz bei der Händigkeit aufweisen (Libertus & Hauf, 2017). Überdies scheint es einen Zusammenhang zwischen der Entwicklung der Körperhaltung, der visuellen Wahrnehmung und der Sprachentwicklung zu geben. So weisen 3-5 Monate alte Kinder, die schneller unabhängig sitzen können, mit 10 und 14 Monaten einen grösseren Wortschatz auf als die Vergleichsgruppe. Auch der Lernprozess des Laufens scheint bei Kindern Entwicklungen auszulösen, die soziale Interaktionen und die Sprachentwicklung beeinflussen. Eine Studie zeigt auf, dass Kinder mit mehr Bewegungserfahrungen eher bereit sind, soziale Informationen für die Steuerung von Handlungen zu nutzen, als Laufanfänger (Libertus & Hauf, 2017).

Daraus lässt sich ableiten, dass die Entwicklung der Kognition und der Motorik miteinander gekoppelt sind und nicht losgelöst voneinander betrachtet werden können. Dies wirkt sich auch langfristig aus. Eine Studie von Piek, Dawson, Smith und Gasson (2008) beleuchtet den engen Zusammenhang zwischen der frühen grobmotorischen (4-48 Monate) und der späteren kognitiven Entwicklung (6-11 Jahre). Die gleichzeitige Aktivität von unterschiedlichen Hirnarealen, die für die Motorik und die Kognition zuständig sind, konnte Diamond (2000) bereits zur Jahrtausendwende nachweisen. Das Kleinhirn und der präfrontale Kortex scheinen trotz ihrer unterschiedlichen Aufgabengebiete miteinander verbunden zu.

Somit profitieren Kinder in physischer, psychischer, sozialer und kognitiver Hinsicht von körperlicher Aktivität.

2.4.3 Folgen von körperlicher Inaktivität bei Kindern

Körperliche Inaktivität im Kindesalter hat gravierende Folgen für die physische und die kognitive Gesundheit sowie für die Entwicklung. Kinder, die physisch zu wenig aktiv sind, haben ein erhöhtes Risiko bezüglich einer hohen Anzahl an chronischen Krankheiten (De Bock 2012). So kann Inaktivität zu Problemen im kardiovaskulären Bereich oder zu einer schlechten Körperhaltung führen. Eine ungenügende physische Fitness scheint, sofern sie über das Kindes- und Jugendalter hinaus anhält, einen wesentlichen Einfluss auf die Ressourcen der Gesundheit zu haben (Krell & Bös, 2012). Zudem sind motorische Ausprägungen über die Lebenszeit relativ stabil: Kinder mit motorischen Defiziten weisen diese also vermehrt auch im Erwachsenenalter auf. Eine positive Korrelation von $r > 0.4$ kann über einen Zeitraum von 20 Jahren nachgewiesen werden (Bös & Mechling, 2002). Ist ein Kind übergewichtig, ist die Wahrscheinlichkeit von Übergewicht oder Fettleibigkeit beim Erwachsenen massiv erhöht (Singh, Mulder, Twisk, van Mechelen, & Chinapaw, 2008). Noch deutlicher zeigt sich dies bei fettleibigen Kindern. Sie haben ein über 5-fach erhöhtes Risiko, im Erwachsenenalter ebenfalls fettleibig zu werden (Simmonds, Llewellyn, Owen, & Woolacott, 2016). Zudem gibt es leichte Tendenzen, dass sich aktive Knaben im Erwachsenenalter auch mehr bewegen (Telama et al., 2014). Wer somit gesundheitliche Probleme aufgrund des Lebensstils vermeiden möchte, sollte bereits als Kind und Jugendlicher genügend aktiv sein (Krell & Bös, 2012).

2.4.4 Körperliche Inaktivität bei Kindern

Wenn Kinder sitzen, liegen oder sich mit geringer Intensität bewegen, gilt dies als inaktiv verbrachte Zeit. Wer sich mit einer moderaten oder hohen Intensität bewegt, gilt als körperlich aktiv. Aufgrund dieser Definition sind Kinder und Jugendliche im Alter von 6 bis 16 Jahren in der Schweiz die meiste Zeit des Tages inaktiv (90 %). Rund 2/3 der Inaktivitätszeit verbringen sie sitzend oder liegend, wobei sie in der restlichen Zeit (1/3) geringfügig aktiv sind. Dies entspricht der Intensität von leichtem Spazieren. Grundsätzlich sind Knaben wesentlich aktiver als Mädchen (11.3 % zu 8.1 % Aktivitätszeit) (Bringolf-Isler, Probst-Hensch, Kayser, & Suggs, 2016).

Im Hinblick auf die Bewegungsempfehlungen sind diese Zahlen folgendermassen einzuordnen: In der Schweiz erfüllen 36 % der Kinder und Jugendlichen die Bewegungsempfehlungen von rund 60 Minuten körperlicher Aktivität pro Tag nicht (Bringolf-Isler et al., 2016). Bei Kindern im Alter von 6 bis 10 Jahren sind jedoch, wie der Abbildung 3 zu entnehmen ist, die Bewegungsempfehlungen bei den meisten Knaben (94.5 %) und Mädchen (84.1 %) eingehalten.

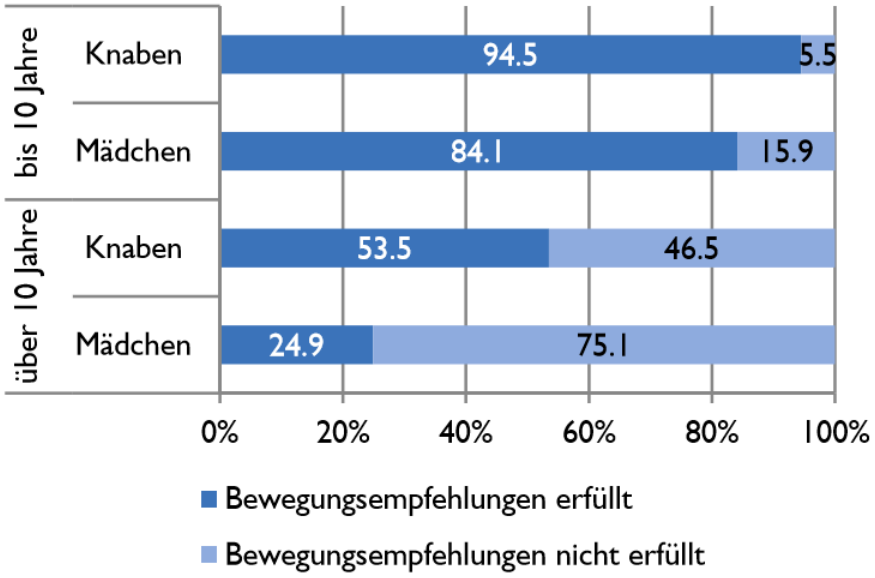

Abbildung 3: Erfüllen der Bewegungsempfehlungen nach Geschlecht und Altersgruppe in % in der Schweiz (Bringolf-Isler et al., 2016).

Laut Richtlinien wird bei Kindern ab 5 Jahren eine Aktivitätszeit von 1 Stunde am Tag empfohlen. Im Schnitt beträgt die Wachzeit in diesem im Alter rund 13 Stunden (Jenni & Benz, 2007). Somit sollten Kinder in diesem Alter knapp 8 % der Wachzeit körperlich aktiv sein.

Gemäss Tucker (2008) erfüllt kaum jedes zweite Vorschulkind (2 bis 6 Jahre) in Kanada, England oder Australien die Bewegungsempfehlungen von mindestens 3 Stunden leichter Aktivität am Tag. Dies scheint auch auf die Schweiz zuzutreffen (Niederer et al., 2012). Jedoch liegen die Bewegungsempfehlungen der WHO bei 5 bis 6-Jährigen bei einer Stunde körperlicher Aktivität pro Tag (WHO, 2010).

In Hinblick auf das Bewegungsverhalten über einen längeren Zeitraum fällt der generelle Rückgang von unstrukturiertem Spielen in den Industrieländern auf (Tremblay, 2014). Dafür werden, beispielsweise in Deutschland, unter anderem die erhöhte Bildschirmzeit, Sicherheitsbedenken (z. B. Verkehr oder Gefahr durch Fremde) und die Bevorzugung von organisiertem Sport in Vereinen verantwortlich gemacht (Schmidt, Henn, Albrecht, & Woll, 2017). Auch in der Schweiz war die körperliche Aktivität bei den 6 bis 19-Jährigen von 2008 bis 2014 rückläufig (Gesundheitsförderung Schweiz, 2017).

In Bezug auf das Bewegungsverhalten über einen noch längeren Zeitraum sind deutliche Veränderungen zu erkennen. So haben sich Kinder und Jugendliche 1992 noch deutlich mehr bewegt als 2012. Weniger Bewegungszeit bedeutet gleichzeitig einen Anstieg von Übergewicht

bei Kindern jeden Alters (De Bock, 2012). Gemäss Krell und Bös (2012) haben die motorischen Leistungen von Kindern (6 bis 11 Jahre) zwischen 1976 und 2005 um 6.7 % abgenommen.

Ähnliche Ergebnisse zeigen sportmedizinische Untersuchungen aus den vergangenen 30 Jahren. Danach sind bei Kindern vermehrt motorische Defizite aufgetreten. Diese manifestieren sich in Körperwahrnehmungs-, Gleichgewichts- und Koordinationsstörungen. Auch Haltungsschwächen, Übergewicht, Herz-Kreislaufschwächen und psychomotorische Erkrankungen kommen häufiger vor als früher (Weiss et al., 2004).

Untersuchungen haben gezeigt, dass die vermehrte Nutzung verschiedener Medien, wie Computer oder Fernsehgerät, Einfluss auf das Bewegungsverhalten der Heranwachsenden hat. Insbesondere deuten die Ergebnisse darauf hin, dass das tägliche Fernsehen von mehr als 2 Stunden mit einer verminderten körperlichen und psychosozialen Gesundheit verbunden ist. (Tremblay et al., 2011). Auch die Ergebnisse bei Tests zu Selbstvertrauen und sozialem Verhalten sind bei diesen Heranwachsenden schlechter.

2.5 Bewegungs- und Gesundheitssituation bei Senioren

Wie erwähnt, hat körperliche Aktivität einen Einfluss auf eine Vielzahl von Gesundheitsparametern. In den nachfolgenden Unterkapiteln soll spezifisch die Bewegungssituation der Senioren dargestellt und es sollen mögliche Auswirkungen auf die Gesundheit erläutert werden.

2.5.1 Körperliche Inaktivität im Seniorenalter

Körperliche Inaktivität stellt heutzutage in verschiedener Hinsicht eine Herausforderung dar. Gemäss Kohl et al. (2012) ist Bewegungsmangel weltweit die vierthäufigste Todesursache. Ausserdem ist Bewegungsmangel der häufigste Risikofaktor für Krankheiten wie Herzkreislauf-Erkrankungen, Diabetes Typ 2 und Übergewicht (Martin-Diener, Brügger, & Martin, 2012).

Weltweit sind 9 % der verfrühten Todesfälle auf die körperliche Inaktivität zurückzuführen (Lee et al., 2012). Der Mangel an körperlicher Bewegung ist Hauptursache für die meisten chronischen Erkrankungen (Booth, Roberts, & Laye, 2012). Überdies führt bei älteren Menschen eine ungenügende Fitness zu einer verminderten Lebensqualität und zu eingeschränkter Mobilität (Krell & Bös, 2012).

Eine kontinuierliche Abnahme der körperlichen Aktivität ist mit zunehmendem Alter zu erwarten (Skelton, 2001). Dies wird in Abbildung 4, die die körperliche Inaktivität von unterschiedlichen Altersgruppen in den WHO-Regionen zeigt, deutlich. In Europa liegt die Inaktivität von Personen über 60 Jahren bei knapp 50 % und somit deutlich über dem Wert von jüngeren Personen. Der Zuwachs an inaktiven Personen in der höchsten Altersklasse ist im Vergleich zu den übrigen Altersklassen in allen Regionen am stärksten. Diese deutliche Tendenz zur Inaktivität im höheren Alter wird in weiteren Studien bestätigt (Hallal et al., 2012; Arem et al., 2015).

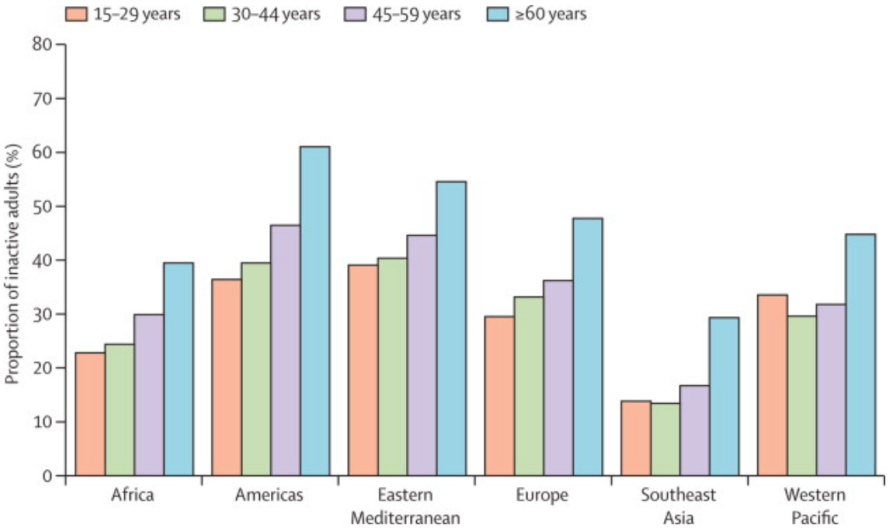

Abbildung 4: Körperliche Inaktivität von unterschiedlichen Altersgruppen der WHO Regionen (Hallal et al., 2012).

Lieberherr (2010) sieht den grössten Rückgang der körperlichen Aktivität sogar ab dem 75. Altersjahr. Andere Einflussfaktoren auf die körperliche Aktivität sind das Geschlecht und die soziale Schicht. So bewegen sich Frauen weniger als Männer und Personen, die ein hohes Einkommen haben, bewegen sich deutlich mehr als Personen mit einem niedrigen Einkommen. Generell ist in Ländern mit hohen Einkommen die Inaktivität erhöht (Hallal et al., 2012).

In der Schweiz ist mit fortschreitendem Alter ebenfalls ein kontinuierlicher Rückgang der körperlichen Aktivität festzustellen. In der Altersklasse der 15 bis 24-Jährigen sind 4.5 % inaktiv. Bei den über 75-Jährigen beträgt der Anteil bereits 21.1 %. In der deutschen Sprachregion ist die Bevölkerung grundsätzlich aktiver als in der französischen oder der italienischen Schweiz (BFS, 2018).

2.5.2 Alterungsprozess und Sturzproblematik bei Senioren

Bei älteren Personen kann ein Rückgang der motorischen Einheiten (ME), der Kontraktionsgeschwindigkeit und der Muskelfaseranzahl und -grösse nachgewiesen werden (McNeil, Doherty, Stashuk, & Rice, 2005). Wer 80 Jahre oder älter wird, hat im Vergleich zum jungen Erwachsenenalter bereits zwischen 20 % und 30 % seiner Muskelmasse verloren (Gschwind et al., 2013). Der degenerative, altersbedingte Verlust an Muskelmasse, -kraft und -qualität wird auch als Sarkopenie bezeichnet (Argilés, Busquets, Stemmler, & López-Soriano, 2015). Sarkopenie wird bei älteren Menschen als Hauptursache für körperliche Einschränkungen angesehen (Lauretani et al., 2003).

Der altersbedingte Rückgang von Muskelkraft wird Dynapenie genannt. Früher wurde angenommen, dass sie hauptsächlich durch die geringere Muskelgrösse verursacht wird. Diese Ansicht gilt heutzutage jedoch als überholt. Die Ursachen sind komplexer: Einerseits sind das Nervensystem und damit die Fähigkeit, einen Muskel bewusst anzusteuern, sowie andererseits das Muskelsystem und damit die Kraftentwicklung beeinträchtigt. Entscheidend sind somit

neuronale und muskuläre Defizite, die im Alter auftreten. Grund für den Rückgang der Muskelkraft sind jedoch nicht muskuläre oder neuronale Erkrankungen (Clark & Manini, 2012). Auch andere Funktionen, wie die der Gefässe, verschlechtern sich im Alter und die Arterien werden steifer (Heckman & McKelvie, 2008).

Zusätzlich sind bei älteren Personen die kognitiven Funktionen eingeschränkt. Die Anzahl Hirnzellen, die Gedächtnis- und Exekutivfunktionen und die Reizverarbeitung nehmen ab (Ferraro, 2006). Zu den Exekutivfunktionen gehören unter anderem das Arbeitsgedächtnis, die kognitive Flexibilität und die Selbst- und Interferenzkontrolle (Diamond, 2013). Demnach haben ältere Personen mehr Mühe, die Aufmerksamkeit, das Verhalten, die Gedanken und Emotionen zu steuern. Auch ist es für sie schwieriger, auf unvorhergesehene Situationen zu reagieren und gedanklich mehrere Optionen in Erwägung zu ziehen bzw. mit Ideen zu spielen. Die Beeinträchtigungen sind nicht nur funktionellen Ursprungs, sondern auch auf strukturelle Umbauprozesse in den kortikalen Regionen des Gehirns im Alter zurückzuführen (Müller et al., 2017).

Bei jedem Individuum verläuft dieser Alterungsprozess unterschiedlich. Die Abnahme von physiologischen und kognitiven Funktionen lässt sich jedoch bei allen feststellen (Bamidis et al., 2014). Je höher das Alter, desto grösser ist die Prävalenz von Sarkopenie (Lauretani et al., 2003).

Durch die physiologischen und kognitiven Veränderungen, die im Alter auftreten, kommt es zu einer Beeinträchtigung der körperlichen Leistungsfähigkeit. So wird Muskelschwäche mit körperlicher Behinderung und Mortalität assoziiert, ausserdem ist das Risiko für funktionelle oder physische Einschränkungen bei Dynapenie und Sarkopenie generell erhöht (Manini & Clark, 2012). Das hat Auswirkungen auf die Lebensqualität und andere Parameter. Sowohl bei Männern als auch bei Frauen wird Sarkopenie mit einer schlechten Mobilität in Verbindung gebracht, wenn die Personen eine Laufgeschwindigkeit von weniger als 0.8 m/s aufweisen und weniger als einen Kilometer am Stück laufen können. Mögliche Faktoren, um eine Laufgeschwindigkeit von weniger als 0.8 m/s vorauszusagen, sind die Schnellkraft in den unteren Extremitäten, die Handkraft und das Drehmoment der Knieextension (Lauretani et al., 2003). In der Schweiz ist das Gehvermögen von Senioren zum Teil sehr stark eingeschränkt. 15.6 % der über 79-Jährigen können nur noch weniger als 200 Meter am Stück gehen (BFS, 2017).

Die Fähigkeit das statische und dynamische Gleichgewicht zu halten, wird durch physiologische Veränderungen im Alterungsprozess schlechter (Lesinski, Hortobágyi, Muehlbauer, Gollhofer, & Granacher, 2015). Bei verminderter Gleichgewichtsfähigkeit, reduzierter Kraft und eingeschränkten kognitiven Funktionen ist das Sturzrisiko erhöht (Gschwind et al., 2013). Wer in den unteren Extremitäten wenig Kraft hat, erhöht das Risiko, zu stürzen um das 5-fache (Borde et al., 2015). Weitere Einflussfaktoren auf Stürze sind kognitive und visuelle Einschränkungen. Wer unter einer eingeschränkten Sehschärfe leidet (Gesichtsfeldausfälle), trägt ein erhöhtes Risiko, zu stürzen und hat gleichzeitig auch mehr Angst davor. Im Alter sind Stürze die häufigste Ursache für Verletzungen. Es ist zudem erwiesen, dass Stürze eine ernstzunehmende Ursache für die Sterblichkeit und die Morbidität bei älteren Personen sind (Cuevas-Trisan, 2019).

Im Jahr 2014 sind ungefähr 28.7 % der Senioren in Amerika mindestens einmal gestürzt. Geschätzte 27‘000 Personen sind aufgrund von Stürzen gestorben. Je älter die Senioren sind, desto höher ist die Sturzquote. Beim Geschlechtervergleich zeigt sich, dass Frauen häufiger stürzen als Männer (Cuevas-Trisan, 2019). In der Schweiz stürzen jährlich 23.5 % der Senioren im Alter von 65-79 Jahren mindestens einmal. 33.1 % der über 79-Jährigen verzeichnen in einem Jahr mindestens einen Sturz (BFS, 2017). Aufgrund von Hochrechnungen von Nichtberufsunfällen schätzt die Beratungsstelle für Unfallverhütung (bfu) die Kosten, die im Jahre 2010 durch Stürze verursacht wurden, auf 15.5 Mrd. Schweizer Franken (Niemann, Lieb, & Sommer, 2015).

Tiedemann, Hasset und Sherrington (2015) kommen zu dem Schluss, dass in Zukunft Stürze und der Mangel an Bewegung die weltweit grössten Gesundheitsprobleme darstellen werden.

2.5.3 Potenzial körperlicher Aktivität im Seniorenalter

Rowe und Kahn (1997) definieren drei Hauptkomponenten für ein erfolgreiches Altern: eine geringe Wahrscheinlichkeit an Krankheiten und Behinderungen zu erkranken, eine hohe kognitive und physische Funktionalität und eine aktive Auseinandersetzung mit dem Leben. In diesem Unterkapitel werden mögliche Effekte von körperlicher Aktivität im Alter erläutert, die zu einem gesunden und erfolgreichen Altern beitragen.

Stürze

Anhand von Meta-Analysen wurde die Wirksamkeit von körperlicher Aktivität zur Vermeidung von Stürzen bereits mehrfach aufgezeigt, etwa durch ein multimodales, heimbasiertes Training, das individuell verschrieben wurde. Auch Tai Chi und multimodale Trainingsprogramme in Gruppen haben sich als wirksam erwiesen (Cuevas-Trisan, 2019). Trainings zur Sturzprophylaxe mit einem hohen Anteil an Übungen, die das Gleichgewicht fordern, zeigen grössere Effekte als gewöhnliche Programme. Es gibt eine Reihe von Möglichkeiten, das Gleichgewicht in Übungen stärker zu beanspruchen: Zum einen können die Unterstützungsfläche auf verschiedene Arten (Bipedaler Stand, Tandemstand, Einbeinstand) oder der Armeinsatz beim Halten des Gleichgewichts reduziert werden. Zum anderen ist es möglich, das Gleichgewicht zu halten und trotzdem den Körperschwerpunkt durch Bewegungen zu verschieben. Nach einem Objekt in weiter Ferne zu greifen oder das Gewicht vom einen auf das andere Bein zu verlagern, sind mögliche Beispiele dafür (Sherrington et al., 2017). Um das Gleichgewichtstraining noch effizienter zu gestalten, können die unterschiedlichen Gleichgewichtsarten (statisch, dynamisch, reaktiv und proaktiv) komplementär trainiert werden (Muehlbauer, Besemer, Wehrle, Gollhofer, & Granacher, 2012). Eine Erschwerung des Trainings durch motorische oder kognitive Zusatzaufgaben ist ebenfalls sinnvoll. Beispielsweise können neben den Gleichgewichtsübungen zusätzlich Rechenaufgaben gelöst werden (Donath, van Dieën, & Faude, 2016). Weiter sollte die Trainingsdauer mindestens drei Stunden pro Woche betragen und das Training regelmässig durchgeführt werden.

Muskelschwäche

In einer Meta-Analyse aus dem Jahr 2010 wurde die Zweckmässigkeit von Krafttraining zur Stärkung der Muskelkraft im Alter nachgewiesen. Als besonders vorteilhaft hat sich das Training mit hoher Intensität herausgestellt. Dieses wird mit grösserem Kraftzuwachs assoziiert (Peterson, Rhea, Sen, & Gordon, 2010). Es zeigt sich, dass Krafttraining mit leichter Intensität nur einen geringen oder keinen Kraftzuwachs beim älteren Menschen zur Folge hat (Nascimento et al., 2019).

Nach dem neuesten Stand der Wissenschaft gilt körperliche Aktivität, insbesondere Krafttraining, als effektivste Therapie, um Sarkopenie vorzubeugen und zu behandeln. Ausdauertraining eignet sich dagegen mehr für die Förderung der kardiorespiratorischen Fitness (Yin, Lu, Qian, Xu, & Zhou, 2019). Trotzdem kann Ausdauertraining auch Sarkopenie entgegenwirken (Nascimento et al., 2019). Personen, die von Sarkopenie betroffen sind, scheinen in mehrfacher Hinsicht von einem aktiven Lebensstil zu profitieren. So ist im Vergleich zu inaktiven Senioren die Morbidität geringer und altersbedingte Behinderungen treten erst später auf. Auch Personen, die bis ins späte Alter sportlich inaktiv waren, können noch von den positiven Effekten der neuen körperlichen Aktivität profitieren (Nascimento et al., 2019).

In einer weiteren Meta-Analyse wurden positive Effekte von Krafttraining bei über 50-jährigen Personen in Bezug auf die Kraft der unteren Extremitäten festgestellt. Die grössten Effekte zeigen sich bei der Schnellkraft in den Beinen. Kleine bis moderate Effekte konnten bei der Beinpresse und der Knieextension aufgezeigt werden (Straight, Lindheimer, Brady, Dishman, & Evans, 2016).

Ganggeschwindigkeit

Ein multimodales Bewegungsprogramm (moderates Krafttraining und Gleichgewichtstraining) kann die Ganggeschwindigkeit bei älteren Personen mit Sarkopenie erhöhen (Nascimento et al., 2019). Der positive Effekt von Krafttraining auf die Ganggeschwindigkeit konnte in weiteren Studien nachgewiesen werden, wie in Meta-Analysen aus dem Jahr 2017 (Papa, Dong, & Hassan, 2017) oder aus dem Jahr 2015, wonach regelmässige Trainings die alltägliche Ganggeschwindigkeit bei gesunden älteren Personen erhöhen und die Abnahme der Ganggeschwindigkeit im Alter verlangsamen oder hinauszögern können (Hortobágyi et al., 2015). Gemäss dieser Untersuchung sind sowohl multimodale Trainingsprogramme als auch reines Kraft- oder Koordinationstraining wirksam.

Neuroprotektion

Neurodegeneration kann durch entsprechende Prävention abgeschwächt werden. Der Fokus der Prävention liegt dabei auf der körperlichen Aktivität, weil Bewegungsmangel den grössten modifizierbaren Risikofaktor in Industrieländern darstellt (Müller, Schmicker, & Müller, 2017). Die Metaanalyse von Sofi et al. (2011) hat die präventive Wirkung von körperlicher Aktivität zur Vorbeugung von kognitiven Verlusten im Alter nachgewiesen. Der protektive Charakter der körperlichen Aktivität zeigt sich über alle Aktivitätslevel. Personen, die bereits unter De-

menz oder Alzheimer leiden, profitieren ebenfalls von einer besseren körperlichen Fitness (Hollamby, Davelaar, & Cadar, 2017; Cai, Li, Hua, Liu, & Chen, 2017). Aktive Demente weisen im Vergleich zu Demenzpatienten mit weniger Fitness eine geringere Neurodegeneration auf. Speziell den exekutiven Funktionen scheint die körperliche Aktivität zugute zu kommen. Northey, Cherbuin, Pumpa, Smee und Rattray (2018) haben gezeigt, dass körperliche Aktivität bei über 50-jährigen Personen die kognitiven Funktionen verbessert. Laut einer Interventionsstudie konnten bei Senioren signifikant grössere Hippocampus-Volumina nach einem Jahr Aerobic dokumentiert werden, im Vergleich zur Kontrollgruppe, die nur einfache Stretching- und Toning-Übungen absolvierte (Ahlskog, Geda, Graff-Radford, & Petersen, 2011).

2.6 Intergenerative Projekte als Bewegungsförderungsmassnahme

Es hat sich gezeigt, dass körperliche Aktivität dabei hilft, die soziale und die emotionale Interaktion zwischen Personen zu fördern, Stürze zu verhindern und chronische Krankheiten und Behinderungen zu behandeln (Mosor et al., 2019; Nelson et al., 2007; WHO, 2017). Die Chancenvielfalt von intergenerativen Projekten wird daher durch zahlreiche Publikationen anerkannt. Sowohl Kinder wie auch Senioren können von generationenübergreifenden Projekten profitieren (Mosor et al., 2019; Ransdell et al., 2004; Schlick, 2010). Eine frühe Auseinandersetzung der Kinder mit älteren Generationen scheint hinsichtlich der Integration und Toleranz besonders vielversprechend zu sein (Eisentraut, 2007). Senioren profitieren zudem bezüglich Sturzprävention und Wohlbefinden von generationenübergreifenden Aktivitäten (Mosor et al., 2019).

Ein probates Mittel für die Verbesserung der Beziehung und den Abbau von Vorurteilen zwischen zwei Gruppen (Kinder vs. Senioren) sowie den Aufbau von sozialen Kontakten ist ein gemeinsames Ziel (Mosor et al., 2019). Für den erfolgreichen Kontakt zwischen unterschiedlichen Generationen wurden in einer Studie folgende drei Faktoren ausgemacht: Gespräche untereinander, das Sammeln von konkreten Erfahrungen mit anderen Generationen und die Erweiterung des Wissens über die andere Gruppe (Aday, Aday, Arnold, & Bendix, 1996).

Ein generationenübergreifendes Bewegungsangebot fördert Begegnungen von Menschen unterschiedlicher Generationen mittels körperlicher Aktivität. Die Bewegung ist dabei das Bindeglied zwischen den Generationen. Sie trägt zu sozialen Aktivitäten und Kommunikation zwischen den unterschiedlichen Altersklassen bei. Durch ein gemeinsames Spiel entstehen Möglichkeiten zur Interaktion, gruppendynamische Prozesse werden angestossen und ein Gemeinschaftsgefühl kann entstehen (Schlick, 2010). Für Mosor et al. (2019) ist der Kontakt zwischen Kindern und älteren Erwachsenen eine wertvolle Ressource. Jüngere Generationen können vom Wissen der Älteren profitieren und durch sie unterstützt und inspiriert werden. Aber auch für ältere Generationen ist der Kontakt zu Kindern von Bedeutung, da sie z. B. Einblicke in neue Technologien ermöglichen, die den älteren Erwachsenen helfen können.

Die Veränderung der Alters- und Gesellschaftsstruktur der Schweizer Bevölkerung stellt zudem eine Chance dar. Beziehungen zwischen den Generationen bleiben länger erhalten, weil die Bevölkerung immer älter wird. Grosseltern können mehr Zeit mit ihren Enkeln verbringen.

Durch die vermehrte Berufstätigkeit von Eltern können die Grosseltern eine Betreuungsfunktion in der Familie übernehmen. Mit dem Geburtenrückgang in den 1960er Jahren sind die Familien kleiner geworden und die Grosseltern häufig die einzigen älteren Verwandten (Schlick, 2010).

2.6.1 Physische Gründe für intergeneratives Training

Kinder und Senioren weisen im Vergleich zu Erwachsenen zwischen 18 und 64 Jahren Defizite bei der Gleichgewichtskontrolle und der Muskelkraft auf. Bei Kindern ist die motorische Leistungsfähigkeit noch nicht vollständig ausgebildet. Bei Senioren hingegen lässt diese nach und ist dadurch geringer (Granacher, Muehlbauer, Gollhofer, Kressig, & Zahner, 2011). Abbildung 5 zeigt die Sturzraten im Lebensverlauf. Es zeigt sich, dass Kleinkinder und Senioren vermehrt stürzen. Aufgrund der ähnlichen physischen Voraussetzungen und daraus resultierend gleichen Bedürfnissen kann ein gemeinsames Training sinnvoll sein.

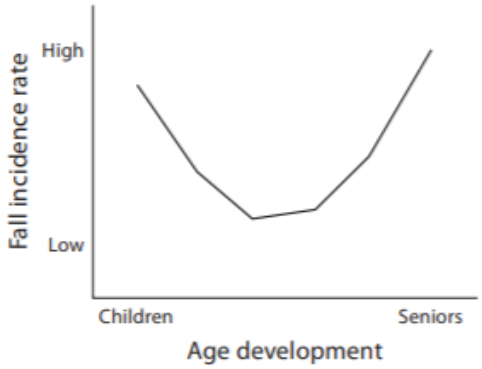

Abbildung 5: Entwicklung der Sturzraten im Lebensverlauf (Granacher et al., 2011).

2.6.2 Psychosoziale und emotionale Gründe für intergeneratives Training

Mosor et al. (2019) konnten in ihrer Studie die Wirksamkeit von psychomotorischen Aktivitäten sowohl bei Kleinkindern als auch bei älteren Erwachsenen nachweisen. Martin, Springate und Atkinson et al. (2010) vergleichen fünf Case-Studies von intergenerativen Projekten. Die Autoren kommen zu dem Schluss, dass die gemeinsamen Aktivitäten zu neuen Freundschaften und mehr Solidarität zwischen den Altersgruppen führen. Am grössten scheinen die Interaktionen zwischen den Generationen zu sein, wenn Aktivitäten unstrukturiert stattfinden oder während den Trainings intergenerative Gespräche zustande kommen (Gualano et al., 2018).

Gemäss dem Review von Gualano et al. (2018) sind die positiven Auswirkungen von generationenübergreifenden Interventionen für Kinder umfassend belegt. So zeigen beinahe alle im Review eingeschlossenen Studien, dass die Akzeptanz der Kinder gegenüber den älteren Erwachsenen steigt und das gegenseitige Verständnis gefördert wird. Überdies konnten bei intergenerativen Programmen im Vergleich zu Interventionen innerhalb einer Generation eine höhere soziale Akzeptanz und Empathie der Kinder gegenüber den Senioren aufgezeigt werden (Granacher et al., 2011). Nach einer anderen Studie zufolge profitieren Kinder von einem grösseren Selbstvertrauen und einem engeren Verhältnis zu den Grosseltern (Martin et al., 2010).

An einem intergenerativen Projekt der Evangelischen Hochschule Freiburg haben Hochbetagte und Vorschulkinder im Alter von drei bis sechs Jahren teilgenommen. Die Begegnungen beeinflussten die Entwicklung der Kinder positiv auf sozialer, emotionaler und kognitiver Ebene. Gerade das Kompetenzerleben wurde bei den Kindern beträchtlich gestärkt und das altersspezifische Wissen konnte erweitert werden. Bei den Kindern konnte nach der Intervention zudem eine Steigerung des Selbstwertgefühls beobachtet werden (Weltzien, Rönnau-Böse, Prinz, & Vogl, 2014).

Granacher et al. (2011) haben gezeigt, dass intergenerative Beziehungen für Senioren motivierend sein können. Gerade unter Einbezug von Kindern bewegen sich Ältere mehr, weil sie den Heranwachsenden als Vorbild für lebenslange Bewegung dienen können und wollen. In einem intergenerativen Projekt konnte Greger (2001) einen positiven Effekt auf die kognitiven Kapazitäten und das Interaktionsverhalten von älteren Menschen nachweisen. Dank des Projektes interessieren sich die Senioren zudem auch mehr für andere Generationen und die Umwelt. Mosor et al. (2019) stellt nach der intergenerativen Intervention bei Senioren fest, dass ihr Wohlbefinden erhöht ist. Auch Gualano et al. (2018) bestätigen diese Tendenz. So zeigen die meisten intergenerativen Studien positive Effekte für das psychosoziale Wohlbefinden der älteren Menschen. Auch die selbst berichtete Gesundheit ist nach den Interventionen jeweils besser.

Am häufigsten und darin übereinstimmend berichten die intergenerativen Studien jedoch von der grossen Freude und vom Spass, die die Teilnehmenden in intergenerativen Settings erleben (Gualano et al., 2018).

2.7 Messverfahren zur Erfassung von körperlicher Aktivität

Wie bereits gesehen, lässt körperliche Aktivität den Energieverbrauch eines Menschen ansteigen. Um körperliche Aktivität noch präziser zu beschreiben, kann das FITT-Prinzip zurate gezogen werden. Die Buchstaben stehen dabei für folgende Begriffe: F=Frequenz (Häufigkeit), I=Intensität, T=Zeit (Dauer) und T=Typ (Rhodes et al., 2017). Gemäss Park et al. (2019) ist bei der Bewertung von Interventionseffekten, wie es in der GIB-Studie der Fall ist, neben der Art, der Häufigkeit und der Dauer der Intervention, insbesondere die Intensität massgeblich zu berücksichtigen. Die Häufigkeit, die Dauer und der Typ der körperlichen Aktivität können ohne Weiteres bestimmt werden. Bei der Intensität ist dies jedoch schwieriger. Dazu muss z. B. der Energieverbrauch gemessen und quantifiziert werden. Die absolute Intensität kann als Sauerstoffaufnahme (L min^{-1}), als Sauerstoffaufnahme im Verhältnis zum Körpergewicht (mL kg^{-1} min^{-1}) oder als Vielfaches des Ruheumsatzes (resting metabolic rate) beschrieben werden. Das Verhältnis der gemessenen Sauerstoffaufnahme (VO_2) zur maximalen Sauerstoffaufnahme (VO_{2max}), die Sauerstoffreserve (VO_2R), der Prozentsatz der HF-Reserve (%HFR) und die maximale HF (HF_{max}) sind relative Werte, die die Intensität beschreiben können. Zusätzlich kann mit Hilfe einer Borg-Skala das subjektive Belastungsempfinden (RPE) bewertet und auf die relative Intensität geschlossen werden (Howley, 2001).

Trainingsintensität wird oft definiert als Menge der Energie in Kilo Joule (kJ), die pro Minute für eine bestimmte Tätigkeit verbraucht wird (Jeukendrup & Diemen, 1998). Meistens wird dabei zwischen moderater und starker körperlicher Aktivität unterschieden. Dabei ist der Energieverbrauch mindestens dreimal so hoch wie in Ruhe (Rhodes et al., 2017). Die Unterscheidung von Inaktivität, von moderater und starker körperlicher Aktivität liegt auch den Bewegungsempfehlungen der WHO zugrunde.

Für die Messung der körperlichen Aktivität stehen unterschiedliche Messinstrumente zur Verfügung. Es können sowohl subjektive als auch objektive Messmethoden verwendet werden. Zu den subjektiven Messmethoden gehören das Ausfüllen von Tagebüchern oder Fragebogen, Kurzprotokolle und Interviews. Zu den objektiven Messmethoden gehören Beschleunigungsmesser (Akzelerometer), Schrittzähler (Pedometer), die Messung der Herzfrequenz (HF) und weitere multifunktionale Sensoren (Ainsworth, Cahalin, Buman, & Ross, 2015). Als massgebliches Verfahren für die Messung von körperlicher Aktivität gelten Methoden wie die indirekte Kalorimetrie (IK) und die Doubly-Labeled-Water-Methode (DLW). Sie werden auch zur Validierung von Methoden mit einer geringeren Validität verwendet (Müller, Winter, & Rosenbaum, 2010). Der Einsatz dieser Methoden ist jedoch teuer (Aparicio-Ugarriza et al., 2015). Grundsätzlich ist eine direkte Berechnung des Energieverbrauchs (z. B. IK und DLW) nur im Laborsetting möglich (Achten & Jeukendrup, 2003). Damit besteht ein Zielkonflikt zwischen einer einfachen Anwendbarkeit und der Validität einer Messmethode (Müller et al., 2010). Demnach ist ein Gerät auszuwählen, dass in der entsprechenden Situation anwendbar ist und dennoch eine höchstmögliche Validität aufweist. Zudem sollen die Messgeräte das Verhalten der Probanden möglichst wenig beeinflussen und Störfaktoren sollen vermieden werden (Müller et al., 2010). Grundsätzlich haben alle Methoden, die im Feld oder in klinischen Studien eingesetzt werden können, ihre Limitationen (Aparicio-Ugarriza et al., 2015), wobei in neueren Ansätzen versucht wird, diese Einschränkungen durch die Kombination von Akzelerometrie und Herzfrequenzmessungen auszugleichen (Müller et al., 2010; Thiel, Gabrys, & Vogt, 2016). In den folgenden Unterkapiteln werden die Messmethoden der Akzelerometrie und des Herzfrequenz-Monitorings, die im Rahmen dieser Masterarbeit verwendet wurden, genauer beschrieben und erläutert. Die Aktivitätserfassung mittels BORG-Skala wird ebenfalls thematisiert.

2.7.1 Akzelerometrie

Akzelerometrie ist ein objektives Messverfahren zur Quantifizierung der körperlichen Aktivität. Die Akzelerometer erfassen die Beschleunigung des Körpers oder von Körperteilen in einer Achse (vertical axis) oder in mehreren Achsen (Santos-Lozano et al., 2013; Thiel et al., 2016). Die Methode wird bei Kindern, Erwachsenen und Senioren eingesetzt. Es ist eine der verbreiteteren Methoden, um körperliche Aktivität zu erfassen (Aparicio-Ugarriza et al., 2015). Akzelerometrie wird in der klinischen und der epidemiologischen Forschung und bei interventionellen Studien eingesetzt (Pedišić & Bauman, 2015). Gemäss Aadland und Ylvisåker (2015) können mittels Akzelerometrie in unterschiedlichen Studiensettings körperliche Aktivität und

Inaktivität valide bestimmt werden. Ein Rückschluss mittels Regressionsmodell auf den aktivitätsinduzierten Energieumsatz ist ebenfalls möglich (Gabrys et al., 2015). Weltweit werden verschiedene Akzelerometermodelle von diversen Herstellern genutzt. Zu den am häufigsten verwendeten Akzelerometern gehören der Actigraph GT3X+ und der Philips Actical. Das Kombigerät CamNtech Actiheart kommt ebenfalls sehr häufig zur Anwendung. Die Überlegenheit eines Gerätes bei der Erfassung von körperlicher Aktivität konnte bisher nicht aufgezeigt werden (Thiel et al., 2016).

Akzelerometer werden zumeist an der Hüfte und am Handgelenk getragen (Kamada, Shiroma, Harris, & Lee, 2016). Hüft-Akzelerometer weisen im Vergleich zu Handgelenks-Akzelerometern eine höhere Korrelation mit den habituellen körperlichen Aktivitäten auf, weil die Beschleunigung in unmittelbarer Nähe zum Körperschwerpunkt registriert wird (Thiel et al., 2016). Der Energieverbrauch von Studienteilnehmenden lässt sich ebenfalls exakter voraussagen, wenn der Akzelerometer an der Hüfte getragen wird (Ellis, Kerr, Godbole, Staudenmayer, & Lanckriet, 2016; Hildebrand, Van Hees, Hansen, & Ekelund, 2014; Trost, McIver, & Pate, 2005).

Für die Messungen bei den Probanden in der GIB-Studie wurde der Akzelerometer Actigraph wGT3X-BT eingesetzt. Dieser triaxiale Beschleunigungsmesser zeichnet die Daten von drei Bewegungsachsen auf (John & Freedson, 2012). Der Actigraph gilt als reliables Tool, um körperliche Alltagsaktivität und die Intensität zu messen (Aadland & Ylvisåker, 2015; Pate, Almeida, McIver, Pfeiffer, & Dowda, 2006). In einer Studie wird ersichtlich, dass der Energieverbrauch in Ruhe, auf dem Fahrradergometer und dem Laufband durch den Actigraphen gut vorausgesagt werden kann (Santos-Lozano et al., 2013).

Akzelerometer verwenden piezoelektrische Beschleunigungssensoren, die die Beschleunigung in ein elektrisches Signal umwandeln. Das geschieht durch Druck und die damit einhergehende Deformation der piezoelektrischen Elemente (Chen & Bassett, 2005; John & Freedson, 2012). Das elektrische Signal kann dann weiterverwendet werden. Die Outputs sind schlussendlich Counts, die hersteller- und modellspezifisch sind (Thiel et al., 2016). Counts sind die Masseinheit, mit der die Daten der Beschleunigungsmessungen beschrieben werden. Sie werden in Abhängigkeit zur Zeit betrachtet (Bassett, Rowlands, & Trost, 2012; Chen & Bassett, 2005). Eine hohe Anzahl an Counts pro Minute weist auf eine höhere Beschleunigung hin, die vom Actigraph registriert wird. Die Rohdaten in Form der Counts können anschliessend über unterschiedliche Epochenlängen gemittelt werden. Abbildung 6 zeigt die Rohdaten eines Actigraphen, die zuerst nachgebessert und anschliessend über eine 15-Sekunden-Epoche gemittelt werden. Je höher die Säulen im Säulendiagramm sind, desto grösser sind die gemittelte Beschleunigung und somit die körperliche Aktivität in dieser Zeit.

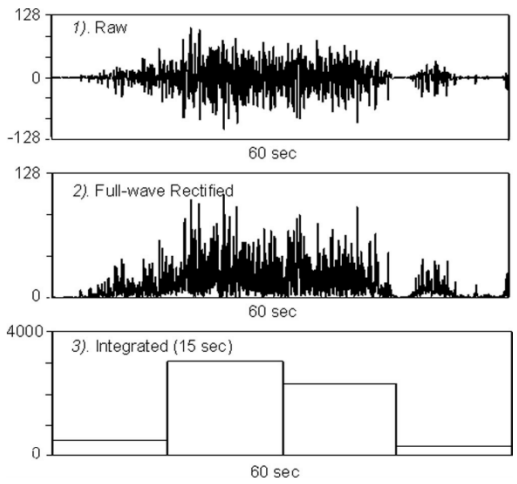

Abbildung 6: Verarbeitung der Beschleunigungsdaten: 1. Rohdaten einer Messung mit einem Actigraph. 2. Nachgebesserte Daten. 3. Mittelung des Signals: Darstellung in 15-Sekunden-Epochen.

Mit Hilfe der gemittelten Counts kann anschliessend die gemessene Aktivität in unterschiedliche Intensitätslevels eingeteilt werden. Dazu werden sogenannte Cut-Points aufgestellt. Diese Trennwerte grenzen die einzelnen Intensitätslevels voneinander ab. Es wird zwischen einem sedentären Verhalten (SED), leichter (LPA) moderater (MPA) und intensiver körperlicher Aktivität (VPA) unterschieden. Es gibt jedoch keine internationalen Standards, nach denen eine Einteilung erfolgen kann. Die Abgrenzungen werden in Studien für unterschiedliche Bedingungen ermittelt. In Folge dessen sind spezifische Cut-Points für bestimmte Gerätetypen und Tragepositionen entstanden. Auch das Alter und der Gesundheitszustand beeinflussen diese Trennwerte (Thiel et al., 2016).

Die gewählte Epochenlänge beeinflusst die Auswertung der Daten und damit die kalkulierte Intensität einer Aktivität ebenfalls. Je kürzer die Epochenlänge, über die die Daten gemittelt werden, desto genauer wird die Aufzeichnung der erfassten Aktivität. Demnach werden auch intensive Bewegungsaktionen ersichtlich, die nur kurz andauern. Im Umkehrschluss können Analysen mit längeren Epochen dazu führen, dass die Intensität der Aktivität unterschätzt wird. Demnach kann eine intermittierende intensive Aktivität als moderate Intensität eingestuft werden (Chen & Bassett, 2005). Aus der Studie von Leeger-Aschmann et al. (2019) geht hervor, dass mit der Verwendung einer längeren Epoche (60 Sekunden), bei der Auswertung von Beschleunigungsdaten in einer Bewegungsachse (vertical axis), bis zu 51 % weniger moderate bis intensive körperliche Aktivität (MVPA) resultiert.

Bei Kindern gilt für die Auswertung der Akzelerometer-Daten eine Epochenlänge von 1-15 Sekunden als praktikabel. Bei Erwachsenen und Senioren hingegen werden die Daten üblicherweise mit einer Epochenlänge von 60 Sekunden ausgewertet (Migueles et al., 2017).

Bei der Messung von körperlicher Aktivität hat eine Studie mit älteren Senioren eine moderate Korrelation nach Spearman zwischen den Tragorten Hüfte und Handgelenk von r=0.73 festgestellt. Mit der Messung des Actigraphen GT3X+ am Handgelenk haben sich jedoch grosse Unterschiede hinsichtlich der Anzahl gemessener Counts ergeben (Kamada et al., 2016). In einer

weiteren Publikation wurde bei Heranwachsenden ein an der Hüfte getragener Beschleunigungsmesser validiert und mit einem Beschleunigungsmesser am Handgelenk verglichen. Dabei zeigt sich sowohl bei der täglichen mittleren Aktivität (r=0.88) als auch bei der MVPA eine hohe Korrelation nach Pearson (r=0.84). Es besteht zudem eine starke lineare Beziehung zwischen den Trageorten. Die Compliance war jedoch beim am Handgelenk getragenen Akzelerometer grösser, weil es die Probanden als angenehmer und weniger peinlich empfanden (Scott et al., 2017). Hildebrand et al. (2014) stellen für am Handgelenk getragene Actigraphen im Vergleich zur Hüfte einen deutlich höheren Output fest. Wie bereits erwähnt, kann mittels Messung am Handgelenk der Energieverbrauch etwas weniger präzise vorausgesagt werden als mittels Messung an der Hüfte. Auch diese Studie merkt an, dass die Compliance bei am Handgelenk getragenen Actigraphen höher und damit die praktikablere Option ist. Wichtig ist zudem, dass der Akzelerometer nicht am dominanten Handgelenk getragen wird (Dieu et al., 2017). In weiteren Studien konnten moderate bis hohe Korrelationen zwischen den zwei Trageorten festgestellt werden (Bassett et al., 2012; Rowlands et al., 2014). Zu beachten ist es jedoch, dass während der Messungen der gleiche Gerätetyp und die gleiche Methode verwendet werden (Hildebrand et al., 2014).

Weiteren Einfluss auf die Anzahl der Counts pro Minute hat die Anzahl der Bewegungsachsen, womit der Akzelerometer die Beschleunigung misst. Wird die Beschleunigung auf drei Achsen gemessen, wie es beim Actigraph wGT3X-BT der Fall ist, muss das Trennwertraster (Cut-Point-Modell) angepasst werden (Thiel et al., 2016). Die Counts können bei dieser Messmethode mit Hilfe der Vektormagnitude (VM) berechnet werden (Santos-Lozano et al., 2013). Dennoch kann die Verwendung der VM im Vergleich zur Messung der vertikalen Achse zu unterschiedlichen Ergebnissen führen. Eine Studie hat bei Verwendung der VM im Vergleich zur vertikalen Achse 34 % weniger sedentäre Zeit und 27 % mehr leichte körperliche Aktivität ergeben. Die MVPA hat sogar um 63 % zugenommen. In der Studie wird festgehalten, dass die Wahl der Trennwert-Modelle einen wesentlichen Einfluss auf die Zeiten hat, die in unterschiedlichen Intensitätslevels verbracht werden (Leeger-Aschmann et al., 2019).

Wie stark eine aufgezeichnete Bewegung die Gesamtaktivität repräsentieren kann, hängt von der Art der Bewegung und dem Trageort des Akzelerometers ab. Auch die Körperposition bei Inaktivität und zusätzliche Lasten können auf diesen Zusammenhang einwirken. Dementsprechend werden z. B. statische Kräftigungsübungen nicht angemessen von Akzelerometern registriert (Thiel et al., 2016). Limitationen der Akzelerometrie konnten auch Gao et al. (2018) aufzeigen. Die Studie mit Kindern im Alter von 6-9 Jahren vergleicht die auf Beschleunigungsmessungen basierende Schätzung von körperlicher Aktivität und inaktiver Zeit mit der Schätzung mittels Muskelelektromyographie (EMG). Beim Gehen, Schaukeln, Trampolinspringen und Krabbeln klassifizieren die Akzelerometer die Bewegungen während 60 % der Zeit als VPA, während die EMG-Messung die Aktivitäten hauptsächlich als leichte und moderate Aktivitäten einstuft. In Abbildung 7 werden die Counts der Akzelerometer mit den Amplituden der Elektromyographie verglichen. Als Basiswert für den Vergleich dienen die Counts und die Muskelaktivitäten während einer individuell gewählten, gemütlichen Laufgeschwindigkeit. Auffallend sind die grossen relativen Unterschiede beim Trampolinspringen und Schaukeln.

Hier ist von einer Überschätzung der Aktivität durch den Akzelerometer auszugehen. Das Gegenteil scheint für Sprünge in die Höhe, Hüpfen auf einem Bein, statische Squats und Standweitsprünge der Fall zu sein. Statische Bewegungen, sporadische Aktivitäten wie Standweit- und Hochsprünge und Aktivitäten in der Luft scheinen demnach durch die Akzelerometer schlecht repräsentiert zu werden (Gao et al., 2018).

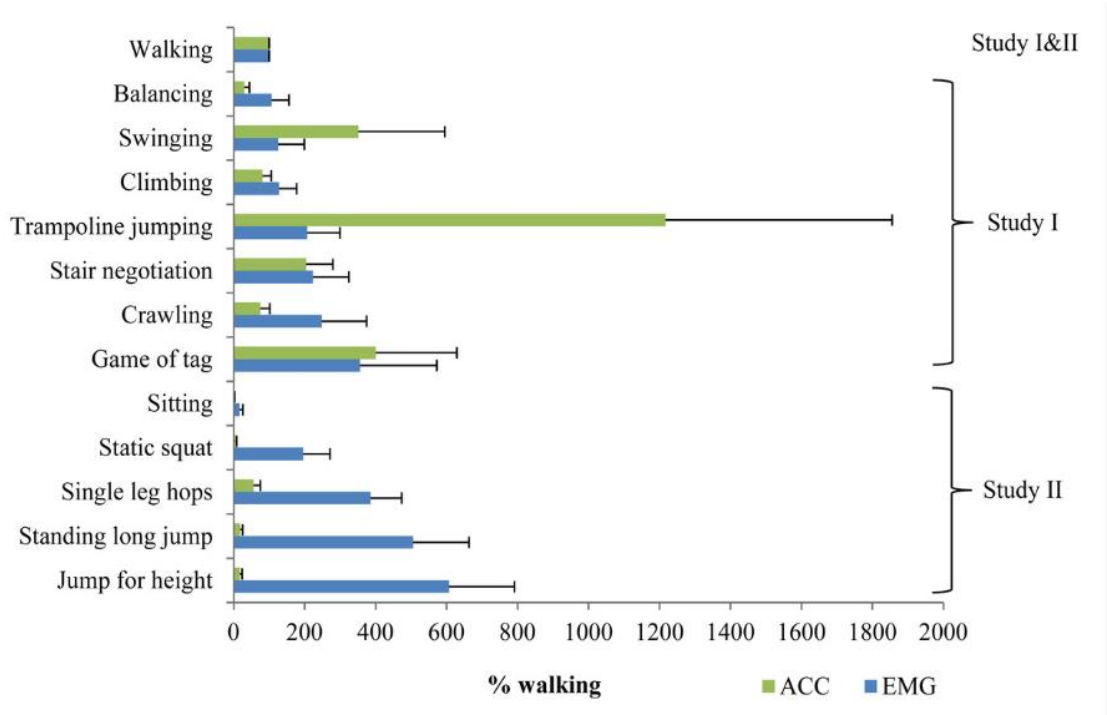

Abbildung 7: Vergleich der Counts der Akzelerometrie mit der Amplitude der Elektromyographie während unterschiedlicher körperlicher Aktivitäten von Kindern (Gao et al., 2018).

2.7.2 Herzfrequenz-Monitoring

Die Zunahme der HF ist eine unmittelbare physiologische Reaktion auf körperliche Aktivität (Jekauc, Reimers, & Woll, 2014). Mittels Herzfrequenzmessung kann die Belastung des Herz-Kreislauf-Systems über einen längeren Zeitraum mit unterschiedlichen Messintervallen aufgezeichnet werden (Müller et al., 2010). Demzufolge ist es möglich, den Beanspruchungsgrad des Herz-Kreislauf-Systems direkt zu beurteilen (Sammito & Böckelmann, 2016). Mittels Herzfrequenzmessung kann auf die Dauer und Intensität einer Aktivität geschlossen werden (Jekauc et al., 2014). Als massgebliches Verfahren zur Erfassung der HF gilt das Elektrokardiogramm (EKG) (Sammito & Böckelmann, 2016). Beim EKG wird die Summe der elektrischen Aktivitäten des Herzmuskels mit Hilfe von Elektroden aufgezeichnet, die auf der Körperoberfläche angebracht werden. Im Jahr 1882 leitete der Physiologe Waller an seinem Hund das erste Mal ein EKG ab (Einthoven, 1908).

Der erste mobile Herzfrequenzmonitor wurde in den 1980er Jahren entwickelt. Er bestand aus einem Sender und einem Empfänger. Die Elektroden des Senders wurden auf der Brust angebracht, der einer Uhr gleichende Empfänger konnte am Handgelenk getragen werden. Aufgrund der kleineren Geräte war es möglich, die Monitore während des Sports zu tragen. Dies führte

zu einer stärkeren Nutzung der Herzfrequenzmonitore durch Athleten. In den darauffolgenden 20 Jahren haben sich die Geräte kontinuierlich weiterentwickelt. Mobile und wireless-fähige Herzfrequenzmonitore kamen auf den Markt. Zudem konnten zunehmend grössere Mengen an Daten gespeichert und auf den Computer übertragen werden, was eine Analyse der Daten möglich macht (Achten & Jeukendrup, 2003). Die Firma Polar (Firma Polar Electro Oy, Finnland) hat im Jahr 1983 die erste marktfähige Pulsuhr namens Polar Sport Tester PE 2000 entwickelt, die die Daten via Funk übertragen konnte (Sammito & Böckelmann, 2016).

Heutzutage wird das Herzfrequenzmonitoring für die Trainingssteuerung im Feld eingesetzt. Die Bestimmung der HF ist die am häufigsten eingesetzte Methode, um während des Trainings die Belastungsintensität im Feld zu bestimmen (Achten & Jeukendrup, 2003). Weitere Vorteile sind der relativ günstige Preis, die schnelle Datenanalyse und die einfache Anwendbarkeit (Aparicio-Ugarriza et al., 2015).

Mittlerweile befinden sich verschiedene Systeme zur Messung der HF auf dem Markt. Es gibt herkömmliche Brustgurte mit zwei Elektroden, die zusätzlich zu einer Pulsuhr zu tragen sind. Auch Brustgurtsysteme, die die Herzaktivitäten direkt im Brustgurt speichern, sind erhältlich. In Studien werden am häufigsten Polar Pulsuhrensysteme verwendet, was an der langjährigen Erfahrung der Firma Polar im Bereich Herzfrequenzmonitoring liegen kann. Die Systeme (Polar Sport Tester TE 3000, Polar T31, Polar A1, Polar S810i, Polar Team System, Polar RS800 und Polar RS800G3) wurden in einer Reihe von Studien validiert. Ergeben hat sich eine hohe Korrelation der HF der Brustgurtsysteme und der HF des EKG. Der Korrelationskoeffizient r liegt zwischen 0.88-1 (Sammito & Böckelmann, 2016). Im Vergleich dazu sind Brustgurtsysteme anderer Firmen deutlich weniger untersucht.

In der GIB-Studie wird für die Intensitätsmessung das Polar Team System[2] verwendet. Das Polar Team System wurde für die Messung der HF in Mannschaftssportarten entwickelt und bereits in Studien in den Sportarten Fussball, Handball und Rugby (Buchheit, Voss, Nybo, Mohr, & Racinais, 2011; Casamichana & Castellano, 2010; Duarte et al., 2010; Foster, Twist, Lamb, & Nicholas, 2010; Hornstrup et al., 2018), aber auch für medizinische Zwecke verwendet (Sammito & Böckelmann, 2016). Dahlstrom und Nahlinder (2006) haben in einer Studie mit elf Piloten das Polar Team System validiert. Während die Piloten Trainingsflüge absolvierten, wurde deren HF mit dem Polar Team System und dem Vitaport-2-Gerät aufgezeichnet. Dieses ist ein digitales Aufzeichnungsgerät, das unter anderem für Forschungszwecke eingesetzt wird. Der Vergleich hat eine hohe Korrelation von r=0.981 ergeben, womit die Validität und Reliabilität des Polar Team Systems als nachgewiesen gelten kann. Die Differenzen der Messresultate führen die Autoren der Studie auf methodische Probleme oder entsprechende Unterschiede zurück. Unter anderem erfasst das Polar Team System die HF nicht mit Dezimalstellen, im Gegensatz zum Vitaport-2-Gerät. Die Forschenden sehen die Möglichkeit, das Polar Team System für unterschiedliche Forschungszwecke einzusetzen. Ein grosser Vorteil ist, dass viele Probanden zur gleichen Zeit und unaufdringlich gemessen werden können.

Das Polar Team System berechnet die HF aufgrund des Interbeat-Intervalls (IBI). Der IBI ist der Abstand zwischen zwei aufeinanderfolgenden R-Zacken eines Herzschlages, die im EKG

ersichtlich sind. Vereinfacht ausgedrückt wird der Abstand zwischen den aufeinanderfolgenden Herzschlägen gemessen und aufgrund dessen die HF ermittelt. Die durchschnittliche Dauer des IBI wird alle 5 Sekunden berechnet und als HF abgespeichert (Dahlstrom & Nahlinder, 2006). Die Weiterentwicklung des Systems, das Polar Team System[2], ist in der Lage, die HF für 1-Sekunden-Intervalle aufzuzeichnen. In einer neuen Studie wird die Aufzeichnung mit einem 1-Sekunden-Intervall ebenfalls verwendet (Hornstrup et al., 2018).

Wie bereits erläutert wurde, kann von der HF auf die Intensität der körperlichen Aktivität geschlossen werden. Im Folgenden werden Methoden und Begriffe erläutert, die die Intensität in einer praktikablen Form darstellen. Der Prozentsatz der maximalen HF ($\%HF_{max}$) und der %HFR sind Werte, die die relative Intensität von körperlicher Aktivität beschreiben (Howley, 2001). Die Methode, die genutzt wird, um die Intensität aufgrund der HFR zu bestimmen wird auch Karvonen-Methode genannt (ACSM, Riebe, Ehrman, Liguori, & Magal, 2018). Wer die HFR berechnen will, kann vom Maximalpuls den Ruhepuls abziehen. Die Berechnung der %HFR ist in Abbildung 8 beschrieben (Achten & Jeukendrup, 2003).

$$\%HFR = \frac{(\text{Trainings-HF} - \text{Ruhe-HF}) * 100}{\text{HFR}}$$

Abbildung 8: Berechnung der %HFR.

Dies ist die genauste Methode, um die (Ziel-)Intensität zu bestimmen, weil der %HFR dem Prozentsatz der VO_2R ($\%VO_2R$) exakt entspricht (ACSM et al., 2018). Jedoch gibt es auch Studien, die gerade bei Untrainierten, die mit niedriger Intensität aktiv sind, diese enge Korrelation in Frage stellen (Howley, 2001). Die Berechnung der Intensität mittels des Prozentsatzes der HF_{max} ist im Vergleich zur Berechnung mittels %HFR weniger genau. Dies liegt an der Ruheherzfrequenz, die je nach Person variieren kann (ACSM et al., 2018). In Tabelle 1 werden unterschiedlichen Methoden zur Einteilung einer Belastung in Intensitätslevel miteinander verglichen. Dementsprechend ist körperliche Aktivität, die im Pulsbereich von Werten zwischen 64-95 % der HF_{max} praktiziert wird, als MVPA definiert. Dagegen liegt dieser Bereich beim %HFR zwischen 40-89 %.

Tabelle 1: Kardiorespiratorische Intensitätslevels: Vergleich der Methoden (ACSM et al., 2018).

	Relative Intensity			
Intensity	%HFR or %VO_2R	%HFmax	%VO2max	RPE (6-20)
Very low (light)	≤30	≤57	≤37	≤Very light (RPE≤9)
Low (light)	30-40	57-64	37-45	Very light-fairly light (RPE 9-11)
Moderate	40-59	64-76	46-63	Fairly light to somewhat hard (RPE 12-13)
Vigorous	60-89	77-95	64-90	Somewhat hard to very hard (RPE 14-17)
Near maximal to maximal	≥90	≥96	≥91	≥Very hard (RPE≥18)

Bei der Messung der HF bestehen gewisse Limitationen. Obwohl ein linearer Zusammenhang zwischen HF und VO_2 besteht, bleibt er bei leichter körperlicher Belastung nicht konstant (Müller et al., 2010). Die raschen Änderungen der Intensitäten der körperlichen Aktivität in realen Situationen können die Beziehung zwischen HF und Sauerstoffaufnahme stören (Armstrong, 1998). Zudem gibt es zahlreiche zusätzliche Faktoren, die in Ruhe oder bei leichter körperlicher Belastung die HF signifikant beeinflussen. Demnach können die Einnahme von Medikamenten oder Koffein wie auch Stress- oder Angstsituationen einen wesentlichen Einfluss haben (Müller et al., 2010). Für Armstrong (1998) ist die Beziehung zwischen der HF und der körperlichen Aktivität bei moderaten und intensiven Belastungen zuverlässiger als bei leichter körperlicher Aktivität. Des Weiteren ist die HF vom Trainingszustand der Person abhängig (Jekauc et al., 2014). Auch das Geschlecht, der Stoffwechsel, die Umgebungstemperatur und die Tageszeit sind relevante Einflussfaktoren (Aparicio-Ugarriza et al., 2015).

2.7.3 Subjektives Belastungsempfinden

Zur subjektiven Bewertung und Quantifizierung der physischen Anstrengung einer Aktivität wird das Rating of Perceived Exertion (RPE) angewendet. Das am häufigsten genutzte RPE-Tool ist die Borg-Skala (Ritchie, 2012), die der schwedische Physiologe Gunnar Borg entwickelt hat (Borg, 1982). Sie dient zur Beurteilung des subjektiven Anstrengungsempfindens während einer Belastung (Borg, 2004). Mit Hilfe der Borg-Skala können die Beanspruchungsintensität und subjektive Symptome wie Atemlosigkeit und Müdigkeit beschrieben werden (Borg, 1998). Sie kann bei Trainierten und Untrainierten wie auch bei Gesunden oder Patienten eingesetzt werden. Die subjektive Beanspruchungsintensität ist eine Ergänzung zu physiologischen Parametern (Borg, 2004). Dabei ist anzumerken, dass in der Literatur unterschiedliche

Borg-Skalen erwähnt werden (Chen, Fan, & Moe, 2002). Zwei davon werden in den folgenden Abschnitten erläutert.

Tabelle 2: BORG-Skala zur Schätzung des Anstrengungsempfindens (Borg, 2004).

6	Überhaupt nicht anstrengend
7	Extrem leicht
8	
9	Sehr leicht
10	
11	Leicht
12	
13	Etwas anstrengend
14	
15	Anstrengend / schwer
16	
17	Sehr anstrengend
18	
19	Extrem anstrengend
20	Maximale Anstrengung

Die im Jahr 1970 entwickelte 15-stufige Borg-6-20-Skala steigt linear zusammen mit der Leistung an. Die Skala reicht von 6-20 und soll Herzfrequenzen von 60-200 Schlägen pro Minute wiedergeben können (Borg, 1982). Tabelle 2 zeigt die 15-stufige-RPE-Skala aus dem Jahr 2004. Die Zahl 6 ist gleichbedeutend mit einer Aktivität, die überhaupt nicht anstrengend ist. Im Vergleich dazu steht die Zahl 20 für eine maximale Anstrengung (Borg, 2004). In Studien konnte eine Korrelation der HF mit der Borg-6-20-Skala von r=0.8-0.9 festgestellt werden. Zur Entstehungszeit wurde davon ausgegangen, dass die VO_2 und die HF mit zunehmender Belastung linear ansteigen (Borg, 1982).

Tabelle 3: Kategorische Borg-Skala (CR-10) (Borg, 1982).

0	Nothing at all
0.5	Very, very light
1	Very light
2	Light
3	Moderate
4	Somewhat heavy
5	Heavy
6	
7	Very heavy
8	
9	
10	Very, very heavy (almost maximum
•	Maximum

Im Jahr 1980 ist eine weitere angepasste Borg-Skala entwickelt worden (Borg, 1982). Die CR-10-Skala ist eine nicht lineare Verhältnis-Skala (Borg, 1998). Sie verläuft geringfügig steiler in

Bezug auf die Leistung (Borg, 2004). «Diese Skala wurde entwickelt, um die positiven Eigenschaften der Stevens-Skala zu berücksichtigen und gleichzeitig die Kategorie-Skala (niveauverankerte Skala) einzusetzen» (Borg, 2004, S. A1020). Die neue Skala soll das Verhältnis zwischen den einzelnen Intensitätszuständen abbilden. Wird die Zahl 2 als leichte körperliche Aktivität definiert, soll die Intensität bei der Zahl 1 halb so anstrengend sein. Die Absicht besteht darin, zu jeder Zahl eine Beschreibung zu finden, die einfach zu verstehen ist. Um die Verständlichkeit zu gewährleisten, werden für die Skala die Zahlen 0-10 verwendet (Borg, 1982). Die kategoriale Verhältnisskala soll die Vorteile einer Verhältnisdarstellung besitzen. Tabelle 3 zeigt die CR-10-Skala. Sie wird heute häufig verwendet, um Schmerzen oder andere körperliche Symptome subjektiv zu quantifizieren (Borg, 2004).

Nach Borg (2004) ist die subjektive Borg-Skala eine reliable und valide Methode, um die Belastungsintensität zu erheben. Die Validität der unterschiedlichen Borg-Skalen (15-stufig, 21-stufig, 9-stufig, CR-10) wurde in einer Metaanalyse überprüft. Dabei haben sich weitreichendere Korrelationen gezeigt, als bisher angenommen wurde. So beträgt die Korrelation der Borg-6-20-Skala mit der HF r=0.62. Die CR-10-Skala weist eine Korrelation von r=0.47 auf. Dennoch stufen die Autoren die Methode als valide ein, um die Intensität zu bestimmen (Chen et al., 2002). Auch Ritchie (2012) sieht die Reliabilität und die Validität für die Borg-6-20-Skala und die CR-10-Skala gewährleistet. Bei Kindern zeigt jedoch die OMNI-RPE-Skala eine grössere Reliabilität und Validität. Auf diese Skalen wird im Kapitel 2.8 noch genauer eingegangen. In der GIB-Studie wird für die Erwachsenen die CR-10-Skala und für die Kinder eine angepasste CR-10-Skala verwendet.

2.8 Aktivitätserfassung bei Kindern im Vorschulalter

In einer Studie zur Erfassung von körperlicher Aktivität bei Vorschulkindern im Alter von 2-5 Jahren werden folgende Methoden genannt: Akzelerometrie, DLW, Herzfrequenzmonitoring, Selbstreport der Eltern und Beobachtung (Lewicka & Farrell, 2007). Körperliche Aktivität besteht in dieser Altersgruppe meistens aus kurzen intermittierenden Bewegungsphasen, die mit regelmässigen Phasen der Erholung wechseln. Die Aktivität tritt dabei häufig beim freien Spiel und bei nicht strukturierten Tätigkeiten auf (Bailey et al., 1995).

Eine weit verbreitete Methode, um körperliche Aktivität bei Vorschulkindern zu messen, ist die Akzelerometrie. Die Methode wird gemäss Bornstein, Beets, Byun und McIver (2011) als massgebliches Verfahren für die Messung von körperlicher Aktivität bei Vorschulkindern im Feld angesehen. Sie bietet eine zuverlässige und valide Schätzung des Energieverbrauchs und der Zeit, die mit körperlicher Aktivität (MVPA) verbracht wird. Akzelerometer werden bei Kindern ab 2.8 Jahren in unterschiedlichen Ländern weltweit eingesetzt. Die International Children's Accelerometry Database (ICAD) enthält mit dem Actigraphen aufgezeichnete Daten von 3423 Kindern im Alter von 2-6 Jahren. Eine Aussage über die Validität der Daten wird in der Studie nicht gemacht (Cooper et al., 2015). In der Übersichtsarbeit von Lewicka und Farrell (2007) wird der Einsatz von Akzelerometern bei Kindern im Alter von 2-5 Jahren in 9 von 10 Studien als nützlich erachtet. In einer Studie wird bemängelt, dass der Energieverbrauch mittels Akzelerometer nur ungenügend vorausgesagt werden kann, da damit sowohl strukturierte als

auch unstrukturierte Aktivitäten aufgezeichnet werden. Für Lewicka und Farrell (2007) ist Akzelerometrie eine reliable und valide Methode, um körperliche Aktivität bei Kleinkindern zu messen. Die Akzelerometer werden von den Kindern entweder an der Hüfte oder am Handgelenk getragen, Ricardo et al. (2018) schlussfolgern in ihrer Studie jedoch, dass die Akzeptanz der Kinder und Mütter grösser ist, wenn der Akzelerometer am Handgelenk getragen wird.

Gemäss Durant et al. (1992) ist die Erfassung der Aktivität mittels Herzfrequenzmonitoring bei Kindern im Alter von 3-5 Jahren vermutlich ein reliables Tool, obwohl es kein perfekter Indikator für die körperliche Aktivität ist. In verschiedenen Publikationen werden HF-Raten verwendet, um die MVPA abzuschätzen (Armstrong, 1998; Armstrong & Bray, 1991; Jago, Baranowski, Baranowski, Thompson, & Greaves, 2005). Auf diesen Aspekt wird in Kapitel 4.2.1 genauer eingegangen. Lewicka und Farrel (2007) sehen die Herzfrequenzmessung bei Kindern ebenfalls als reliables Tool an. Weil der Arbeitsaufwand für die Messung gross ist, wird die Methode als weniger geeignet für Kinder angesehen. Pate, O'Neill und Mitchell (2010) wendet jedoch ein, dass die HF bei Kindern durch das Alter und die emotionale Situation beeinflusst wird und bei höheren Intensitäten keine lineare Beziehung zwischen der HF und körperlichen Aktivität besteht. Trotzdem ist für die Autoren die Methode bei der Messung von körperlicher Aktivität bei Kindern anwendbar.

In der Metaanalyse von Rodríguez, Zambrano und Manterola (2016) wurden unterschiedliche RPE-Skalen zur Erfassung der körperlichen Aktivität bei Kindern verglichen. Es hat sich gezeigt, dass die subjektive Aktivitätsbewertung mit den Skalen RPE 6-20 und CR-10 die kleinsten Korrelationen mit der HF (r=0.697; r=0.634) und der Sauerstoffaufnahme (r=0.695; r=0.710) im Vergleich zu anderen Skalen aufweisen. Die Autoren erwähnen, dass die Skalen für Erwachsene entwickelt worden sind und keine intuitiven, beschreibenden Bilder enthalten. Angepasste Skalen liefern demnach bessere Ergebnisse. Entsprechend ist bei den folgenden Skalen ein höherer Korrelationskoeffizient zu beobachten: OMNI-Skalen, EP-RPE, C-REPS, MDT, CALER und PCERT. Diese Skalen enthalten nummerische, schriftliche und bildliche Beschreibungen, die Kindern mehr entsprechen. Die höchste Korrelation weist die Children's Rating of Perceived Excertion Scale (C-REPS) auf. Das Alter der Kinder und Jugendlichen in den für die Metaanalyse verwendeten Studien betrug 7-16 Jahre, das durchschnittliche Alter lag bei 10.5 Jahren (Rodríguez et al., 2016).

Der Einfluss des Alterns auf die subjektive Wahrnehmung von Anstrengung wird in der Studie von Groslambert und Mahon (2006) untersucht. Darin wird aufgezeigt, dass Kinder im Alter von 0-3 Jahren kognitiv nicht in der Lage sind, die subjektiv wahrgenommene Anstrengung in einem Handkrafttest zu bewerten. Kinder im Alter von 4-7 Jahren befinden sich gemäss den Autoren in einer Übergangsphase: Sie sind zunächst in der Lage, in einem Handkrafttest ihre peripheren sensorischen Reize progressiv zu bewerten. Anschliessend können sie bei Aktivitäten im Freien kardiorespiratorische Signale in ansteigender Reihenfolge bewerten. Im Alter von 8-12 Jahren können die Kinder 2-4 angeleitete Intensitäten mit Hilfe ihres Anstrengungsempfinden und der sensorischen Signale abschätzen und auf dem Ergometer umsetzen. Dennoch scheint der Zusammenhang zwischen RPE und HF bei Heranwachsenden kleiner zu sein als bei

Erwachsenen. Zudem sind die RPE-Werte beeinflusst von der Bewegungsaufgabe, dem Testprotokoll und der Bewertungsskala. Es ist daher anzunehmen, dass die Bewertung der wahrgenommenen Anstrengung eine kognitive Funktion ist, die sich über eine lange Zeit und sukzessive ab dem 4. Lebensjahr entwickelt.

Die DLW-Methode, der elterliche Eigenreport und die direkte Beobachtung sind ebenfalls Methoden, die sich für die Erfassung der körperlichen Aktivität bei Kindern im Alter von 2-5 Jahren eignen. Gerade die DLW-Methode ist effektiv, um den Energieverbrauch von jungen Kindern zu messen. Allerdings handelt es sich um eine invasive und teure Messmethode, die daher nicht geeignet ist, um im Feld junge Kinder zu messen (Lewicka & Farrell, 2007). Auf sie wird nicht weiter eingegangen, da die Methoden nicht in der GIB-Studie verwendet werden.

2.9 Aktivitätserfassung bei Senioren

Heutzutage besteht Einigkeit darüber, dass Bewegung im Alter von wesentlicher Bedeutung für die Gesundheit ist. Durch diese Entwicklung hat auch die Aktivitätsmessung bei Senioren Aufschwung erhalten. Dazu sind zahlreiche Studien durchgeführt und Messmethoden validiert worden (Dowd et al., 2018).

Zur Erfassung der körperlichen Aktivität werden bei Senioren folgende Methoden angewendet: Selbstreport, Akzelerometer, Pedometer, Herzfrequenzmonitore, direkte Beobachtung und kombinierte Systeme (Dowd et al., 2018; Falck, McDonald, Beets, Brazendale, & Liu-Ambrose, 2016; Silfee et al., 2018). Der Anteil an Studien, die objektive Messmethoden einsetzen, hat sich innerhalb des Zeitraums 2006-2016 von 4.4 % auf 70.6 % gesteigert (Silfee et al., 2018). Im systematischen Review von Silfee et al. (2018) nutzen 50.5% Pedometer und 40.8 % Akzelerometer. Dowd et al. (2018) sehen in den objektiven Messmethoden einen klaren methodischen Vorteil. Speziell Akzelerometer zeigen eine geringere Streuung bei der Validität und Reliabilität als subjektive Messmethoden (Dowd et al., 2018). Falck et al. (2016) empfiehlt für die Messung von körperlicher Aktivität reliable und valide Messmethoden, wie den Hüftakzelerometer oder den CHAMPS (Community Health Activities Modell Program for Seniors) - Fragebogen.

Bei der Messung mit Akzelerometer bei Senioren sind jedoch Limitationen zu beobachten. Dowd et al. (2018) haben gezeigt, dass bei der Akzelerometermessung im Vergleich zur Messung mit der DLW-Methode der Energieverbrauch bei 44 von 54 Studien unterschätzt wird. So werden auch Aktivitäten wie Fahrradfahren, Krafttraining und Schwimmen von den Akzelerometern nicht angemessen berücksichtigt, wenn es um die genaue Bestimmung der körperlichen Aktivität geht (Falck et al., 2016).

Die Studienlage bei Messungen mit Herzfrequenzmonitoren bei Senioren ist weniger erforscht. So werden im systematischen Review von Silfee et al. (2018) keine entsprechenden Messmethoden betrachtet. Dowd et al. (2018) schliessen immerhin 12 Studien in ihrem Review ein, die die Validität von Herzfrequenzmonitore untersuchen. Dabei kann kein Trend zur Über- oder Unterschätzung des Energieverbrauchs ausgemacht werden. Die Messmethode wird mit der

DLW-Methode verglichen. Die Intensitätslevels (Physical Activity Levels) werden mittels Herzfrequenzmonitoren leicht unterschätzt (Dowd et al., 2018).

Gemäss Expertenmeinungen können RPE-Skalen bei älteren Menschen für die Intensitätssteuerung im Krafttraining verwendet werden. Die Skalen werden als einfache und nützliche Methode angesehen (Colbert, Matthews, Havighurst, Kim, & Schoeller, 2011; Conlon, Haff, Tufano, & Newton, 2015).

3 Fragestellung und Hypothesen

Hinsichtlich der demographischen Entwicklung in der Schweiz und der körperlichen Aktivität der Bevölkerung werden effektive Interventionen benötigt, die das Bewegungsverhalten von Menschen und mögliche gesundheitsrelevante Parameter, z. B. das Gleichgewicht, positiv beeinflussen können. Ein möglicher Ansatz ist die GIB-Studie, die auf dem Gebiet der intergenerativen Bewegungsinterventionen neue Erkenntnisse liefern soll. Um die Wirksamkeit der generationenübergreifenden Bewegungslektionen beschreiben zu können, wird die Belastungsintensität der intergenerativen und altersspezifischen Bewegungslektionen untersucht.

3.1 Fragestellung

In der vorliegenden Masterarbeit wird folgende Fragestellung behandelt:

1. Unterscheidet sich die Belastungsintensität in der intergenerativen Gruppe von der generationenspezifischen Gruppe?

Die Fragestellung kann weiter präzisiert werden:

- Ist die Belastungsintensität von Kindern in der intergenerativen Gruppe gleich wie in der generationenspezifischen Gruppe der Kinder?
- Ist die Belastungsintensität von Senioren in der intergenerativen Gruppe gleich wie in der generationenspezifischen Gruppe der Senioren?

3.2 Ableitung von Hypothesen

Alternativhypothese H1 zur 1. Fragestellung:

- Die Belastungsintensität ist bei Kindern im intergenerativen Setting geringer als bei Kindern in der generationsspezifischen Gruppe.
- Die Belastungsintensität ist bei Senioren im intergenerativen Setting höher als bei Senioren in der generationsspezifischen Gruppe.

4 Methodik

Das vorliegende Kapitel beschreibt das Studiendesign der ‘Generationen in Bewegung’-Studie (GIB-Studie) und die Erhebung der Belastungsintensität.

4.1 Studiendesign und Intervention

Die GIB-Interventionsstudie ist eine fünfarmige, randomisierte und kontrollierte Interventionsstudie. Nach der cluster-randomisierten Gruppenzuordnung der Kindergärten und Seniorenresidenzen findet die Eingangsmessung statt, in der psychosoziale und physische Parameter erhoben werden. Anschliessend beginnt die 25-wöchige Interventionsphase. Während dieser Phase finden in den IG und den PG wöchentliche Trainings à 45 Minuten statt. Somit werden insgesamt 25 Trainingseinheiten durchgeführt. Die Kontrollgruppen absolvieren kein Training. Nach der Interventionsphase finden die Abschlussmessungen in allen Gruppen statt.

Die für die Masterarbeit relevanten Messungen werden in den Trainingsgruppen (IG & PG) durchgeführt. Die 25-wöchige Trainingsintervention ist unterteilt in fünf thematische Blöcke à fünf Lektionen. Die Intensitätsmessungen finden in der 4. Lektion des jeweiligen Blocks statt, wie in Abbildung 9 dargestellt. Daraus ergibt sich ein Total von fünf Intensitätsmessungen in jeder Interventionsgruppe.

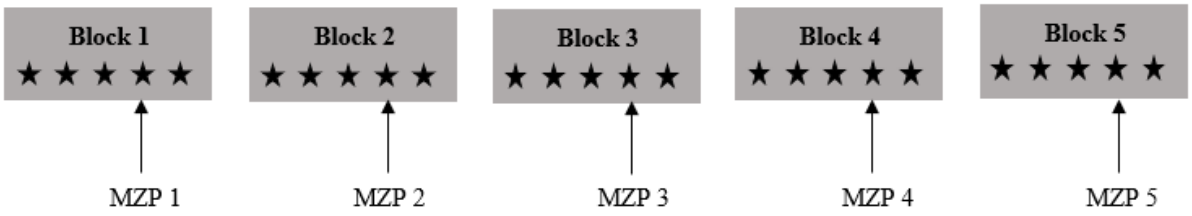

Abbildung 9: Intensitätsmessungen während der GIB-Interventionsstudie. Sterne markieren die einzelnen Lektionen. Ein Pfeil stellt eine Messung dar.

Die Stichprobengrösse der Intensitätsmessungen ist durch die GIB-Studie limitiert. Für die Studie wurde eine Stichprobengrösse von 172 Probanden angestrebt, um das α-Niveau von $p<0.05$ und einer Power (b-Fehler) von 80 % zu erreichen. Die Stichprobengrösse berücksichtigt eine Drop-out-Rate von realistischen 10-20 %.

4.2 Erhebung der Belastungsintensität

Die Belastungsintensität wird mit zwei objektiven und einem subjektiven System erfasst. Das methodische Vorgehen wird nachfolgend beschrieben.

4.2.1 Bewegungsaktivität / Akzelerometrie

Zur Aufzeichnung der Bewegungsaktivität werden Akzelerometer der Marke Actigraph wGT3X-BT verwendet. Die Geräte erfassen die Beschleunigung in drei Achsen mit einer Frequenz von 100 Hertz. Gemäss Migueles et al. (2017) sollte die Aufzeichnungsfrequenz gerade

bei Kindern möglichst hoch sein, um Bewegungen so exakt wie möglich erfassen zu können. Auch bei Senioren werden 90-100 Hertz als Aufzeichnungsfrequenz vorgeschlagen. Die Actigraphen werden den Vorschulkindern und Senioren kurz vor den Bewegungslektionen an der Hüfte angelegt.

Die Analyse der ermittelten Daten unterscheidet sich bei Kindern und Senioren deutlich und wird in den folgenden Abschnitten separat beschrieben.

Für die Auswertung der Counts der Kinder wird das validierte VM-Cut-Point-Modell von Dobell et al. (2019) verwendet. Dobell et al. haben 36 Kindern im Alter von 3-4 Jahren Actigraphen am Handgelenk und an der Hüfte angelegt. Die Geräte wurden während einer Stunde getragen. Die Aufzeichnungsfrequenz betrug 100 Hz. Durch direkte Beobachtung wurden die unterschiedlichen Intensitätslevels (SED, LPA, MVPA) erfasst. Für die Codierung wurde das System 'Observation System for Recording Activity in Children – Pre-school' verwendet. Da für die Validierung des Cut-Point-Modells ähnliche Methoden wie in der GIB-Studie verwendet werden, wird hier ebenfalls dieses Auswertungsmodell benutzt. Tabelle 4 zeigt das Cut-Point-Modell für Hüft-Actigraphen für 5-Sekunden-Epochen. Gemäss Vale, Silva, Santos, Soares-Miranda und Mota (2010) eignet sich die Analyse über kurze Epochen besser, um kurze und intermittierende Aktivitäten aufzuzeichnen, wie sie bei Kindern häufig vorkommen.

Tabelle 4: VM-Cut-Point-Modell nach Dobell et al. (2019) für 5-Sekunden-Epochen.

Körperliche Aktivität	Cut-Point (Counts/Epoche)
SED	<516
LPA	517-1679
MVPA	≥1680

Für ältere Erwachsene werden zwei VM-Cut-Point-Modelle verwendet. Tabelle 5 zeigt das Modell, das für die Auswertung der Counts von Seniorinnen genutzt wird. In der Studie von Zisko et al. (2015) wurde nachgewiesen, dass die Anzahl Counts signifikant durch die VO_{2max}, das Geschlecht und den Fitnesszustand beeinflusst werden. Die Cut-Point-Modelle werden daher mittels VO_{2max}-Werten und separat für das Geschlecht und den Fitnesszustand entwickelt. Da in der GIB-Studie der Fitness-Zustand der Probanden unbekannt ist, wird das gepolte Modell der Frauen und Männer verwendet. Die Counts werden für die Auswertung über 60-Sekunden-Epochen gemittelt. Gemäss Migueles et al. (2017) entspricht dies den aktuellen Überlegungen zur praktischen Umsetzung der Auswertung der Actigraph-Daten. Dieses Kriterium soll jedoch zukünftig untersucht werden. An der Studie von Zisko et al. (2015) nahmen Personen im Alter von 70 bis 77 Jahren teil. Tabelle 6 zeigt das Cut-Point-Modell, das für Männer verwendet wurde. Die Cut-Points bei den Männern lagen somit im Vergleich zu den Werten für die Frauen höher.

Tabelle 5: VM-Cut-Point-Modell nach Zisko et al. (2015) für 60-Sekunden-Epochen bei älteren Frauen.

Körperliche Aktivität	Cut-Point (Counts/Minute)
SED bis LPA	≤ 1076
MPA	1077-2424
VPA	≥2425

Tabelle 6: VM-Cut-Point-Modell nach Zisko et al. (2015) für 60-Sekunden-Epochen bei älteren Männern.

Körperliche Aktivität	Cut-Point (Counts/Minute)
SED bis LPA	≤ 1652
MPA	1653-3016
VPA	≥3017

4.2.2 HF / Polar Team System^2 Equipment

Die HF wird in der Intervention mit dem Polar Team System^2, bestehend aus Pulsgurten, Transmittern und einer Basisstation, aufgezeichnet. Sowohl Basisstation als auch Transmitter sind Geräte, die Daten auf einer Frequenz von 2400 -2483.5 Megahertz (MHz) senden und empfangen. Mit der Basisstation können bis zu 20 Transmitter verbunden werden. Die Transmitter werden mit einem Gurt im Brustbereich direkt auf der Haut angelegt. Via Basisstation werden die Daten an einen Computer übertragen. Der Computer kann entweder via Lan-Kabel oder per Bluetooth mit der Basisstation verbunden sein. Auf dem Computer können die Pulswerte sekundenweise abgespeichert werden. Demnach besteht eine Messung eines Probanden über 45 Minuten aus 2700 Einzelwerten der HF. Herzfrequenzwerte, die über der HF_{max} der Probanden lagen, werden für die Auswertung nicht berücksichtigt. Auch Herzfrequenzwerte, die bei den Kindern unter 67 Schläge pro Minute (BPM) liegen, werden nicht eingeschlossen. Laut der Publikation von Sarganas, Schaffrath Rosario und Neuhauser (2017) liegt das 1. Perzentil der Ruheherzfrequenz für Knaben im Alter von sechs Jahren bei 67 Schlägen. Bei den Mädchen sind es 69 Schläge pro Minute. Bei den Senioren werden Herzfrequenzwerte unter 50 Schläge pro Minute nicht berücksichtigt, da von einem Messfehler ausgegangen werden kann. Gemäss der Publikation von Jensen (2019) liegt das 2½. Perzentil der Ruheherzfrequenz bei Männern über 40 Jahren bei 49 Schlägen pro Minute, dasjenige der Frauen bei 53 Schlägen. Durch die Anwendung der oberen und der unteren Grenzwerte beim Puls kann möglichen Fehlern des Messsystems Rechnung getragen werden.

Die HF kann mit Hilfe von Intensitätsschwellen in unterschiedliche Intensitätslevel eingeteilt werden. Armstrong (1998) definiert MVPA bei Kindern als eine HF von >140 Schlägen pro Minute. In seinen Versuchen mit Kindern im Alter von 5-16 Jahren konnte er zeigen, dass die Steady-State-HF bei körperlicher Aktivität zwischen 140 und 160 Schlägen liegt. Auch Reviews von Aktivitäts-Guidelines implizieren, dass eine HF >140 Schläge pro Minute als

Schwelle für körperliche Aktivität bei Kindern ausreicht. Diese Aktivitätsschwelle wurde bereits in Studien verwendet (Welk, Corbin, & Dale, 2000). Jankowski, Niedzielska, Brzezinski und Drabik (2015) zeigen bei Knaben und Mädchen im Alter von sechs Jahren die Abnahme der HF nach einem dreiminütigen Stepptest. Dabei fällt die HF bei den meisten Knaben und Mädchen innerhalb von 1 Minute nach der Belastung unter 140 Schläge pro Minute. Das 95. Perzentil bei den Knaben liegt bei 137, dasjenige der Mädchen bei 143 Schlägen pro Minute.

In der Studie wird die Aktivitätsschwelle bei Vorschulkindern auf 70 % der HF_{max} festgelegt, was in Tabelle 7 dargestellt ist. Für die Kinder bedeutet dies eine HF von 142.7-143.7 Schlägen pro Minute, was etwas konservativer als die Schwelle von 140 Schlägen pro Minute ist, die Armstrong (1998) definiert hat. Für die Analyse der HF wird der maximale Puls bei Kindern mit der Formel HF_{max}=208-0.7*Alter berechnet. Gemäss Mahon, Marjerrison, Lee, Woodruff und Hanna (2010) kann die Formel die HF_{max} bei Kindern gut voraussagen, jedoch sind individuelle Abweichungen möglich.

Tabelle 7: Intensitätsschwellen der Kinder in % der HF_{max}.

Körperliche Aktivität	% HF_{max}
SED/LPA	< 70
MVPA	≥ 70

Bei den Senioren werden ebenfalls die HF_{max} geschätzt und die Intensitätsschwellen festgelegt. In der Metaanalyse von Tanaka, Monahan und Seals (2001) wird eine Regressionsgleichung zur Schätzung der HF_{max}=208-0.7*Alter bei gesunden Erwachsenen verwendet. Die Autoren konnten zeigen, dass die HF_{max} über weite Strecken vom Alter abhängig ist und durch die Gleichung approximiert werden kann. Die bis dahin verwendete Gleichung HF_{max}=220-Alter hat die HF bei älteren Personen signifikant unterschätzt und sollte daher nicht mehr verwendet werden. Die HF_{max} der Senioren wird darum mit der Regressionsgleichung von Tanaka et al. (2001) berechnet. Die Intensitätsschwellen der Senioren sind in Tabelle 8 dargestellt. Eine Unterscheidung zwischen den Geschlechtern wird in der Publikation von ACSM et al. (2018) nicht vorgenommen.

Tabelle 8: Intensitätsschwellen der Senioren in % der HF_{max} (ACSM et al., 2018).

Körperliche Aktivität	% HF_{max}
SED/LPA	≤ 64
MPA	64-76
VPA	≥ 76

4.2.3 Subjektives Belastungsempfinden / RPE-Skala

Zur Erfassung des subjektiven Belastungsempfindens wird bei den Senioren eine CR-10-Skala verwendet. Für die Kinder wird eine angepasste CR-10-Skala verwendet. Demnach sind hohe

Belastungsintensitäten rot, niedrige grün eingefärbt. Es werden keine zusätzlichen Bilder oder wörtlichen Beschreibungen verwendet.

5 Resultate

In diesem Kapitel erfolgt die Darstellung der Resultate der vorliegenden Masterarbeit. Nachdem die Stichprobe kurz skizziert wurde, soll zunächst auf die Messresultate des Actigraphen und anschliessend auf diejenigen des Polar Team Systems[2] eingegangen werden.

Die Darstellung der Resultate befasst sich ausschliesslich mit den objektiv erfassten Daten. Das subjektive Belastungsempfinden ist dementsprechend nicht Teil dieser Arbeit.

5.1 Charakteristika der Stichprobe

Die für die Intensitätsmessungen relevante Stichprobe, exklusiv der Drop-outs, umfasst 36 Senioren und 46 Kinder. Es werden nur Probanden eingeschlossen, von denen mindestens 2 Intensitätsmessungen vorliegen. Die Senioren sind im Alter von 68-101 Jahren und wohnen in den Alterssiedlungen, die an der GIB-Studie teilgenommen haben. Senioren mit Krankheiten wie Herzinsuffizienz, COPD, periphere Neuropathie, periphere arteriovenöse Verschlusskrankheit und Diabetes Mellitus können nicht berücksichtigt werden. Die Kinder sind zwischen 4 und 6 Jahre alt und dürfen weder an einem angeborenen Herzfehler noch an Asthma oder anderen akuten Erkrankungen leiden. Die Stichprobe wird in Tabelle 9 deskriptiv dargestellt. Der durchschnittliche BMI und der Maximalpuls der Kinder unterscheidet sich zwischen den Gruppen sehr geringfügig. Die Senioren in der IG sind jedoch vier Jahre älter im Vergleich zur PG.

Tabelle 9: Eigenschaften der Kinder und Senioren in der PG und der IG.

	Kinder PG n=26		Kinder IG n=20		Senioren PG n=21		Senioren IG n=15	
	MW	SD	MW	SD	MW	SD	MW	SD
Alter	4.9	0.8	4.8	0.8	80	7	84	8
Geschlecht								
M (%)	54		45		28.6		6.7	
W (%)	46		55		71.4		93.3	
BMI	15.5	0.6	15.6	1.2	28.1	4	25.8	4.9
Maximale HF	205	0.5	205	0.5	152	5	150	5.6

5.2 Actigraph

Die mit dem Actigraphen ermittelten Aktivitätszeiten der IG und der PG werden in diesem Kapitel in der jeweiligen Altersklasse miteinander verglichen. Einerseits werden die Aktivitäts- (MPA & VPA) und die Inaktivitätszeit (SED/LPA) in der IG und der PG mit einem linear gemischten Modell auf signifikante Unterschiede hin untersucht. Andererseits werden die prozentuale Gesamtzeit, die aktiv oder inaktiv verbracht wird, und die durchschnittlichen Counts

der Gruppen in 5-Sekunden-Epochen für Kinder bzw. in 60-Sekunden-Epochen für Senioren dargestellt. Ob ein signifikanter Unterschied zwischen den durchschnittlichen Counts pro Epoche besteht, wird ebenfalls mit einem linear gemischten Modell untersucht.

5.2.1 Kinder PG vs. IG

Tabelle 10 zeigt die aktive und die inaktive Zeit der Gruppen zu den einzelnen Messzeitpunkten (MZP). Die Aktivitätszeit beträgt bei den Kindern in der PG im Schnitt 19.5 Minuten. In der IG lag die Aktivitätszeit bei knapp 23 Minuten. Die Zeit, die inaktiv verbracht wird, ist in der PG rund 6 Minuten geringer als in der IG. Die gemessene Interventionszeit ist in der IG durchschnittlich rund 9 Minuten länger. Auf diesen Unterschied wird in der Diskussion eingegangen.

Tabelle 10: Kinder. Inaktive (SED/LPA) und aktive Zeit (MVPA) der unterschiedlichen Gruppen (PG, IG), die mit dem Actigraphen zu den jeweiligen MZP gemessen werden. Der Mittelwert (MW) wie auch die Standardabweichung (SD) sind in Minuten angegeben.

	PG		IG	
	SED/LPA	MVPA	SED/LPA	MVPA
	MW (SD)	MW (SD)	MW (SD)	MW (SD)
MZP 1	19.4 (1.0)	15.2 (1.2)	37.4 (1.2)	8.3 (1.4)
MZP 2	16.5 (1.0)	21.5 (1.2)	16.8 (1.2)	28.0 (1.4)
MZP 3	21.7 (1.0)	16.2 (1.2)	23.4 (1.2)	23.9 (1.3)
MZP 4	13.5 (1.0)	21.0 (1.2)	21.5 (1.2)	26.4 (1.3)
MZP 5	18.8 (1.0)	24.2 (1.2)	18.8 (1.2)	27.5 (1.3)
Ø aller Messungen	18.0 (0.5)	19.5 (0.6)	23.6 (1.0)	22.8 (1.0)

Tabelle 11 gibt an, ob sich die aktive und die inaktive Zeit zwischen der PG und der IG zu einzelnen MZP signifikant unterscheidet. Die Unterschiede zwischen den Gruppen sind mittels p-Werten und den 95 %-Konfidenzintervallen (KI) angegeben. Zudem zeigt Tabelle 11, ob sich die aktive oder die inaktive Zeit in den Gruppen über alle Messungen hinweg unterscheidet. In beiden Fällen sind signifikante Unterschiede zwischen den Gruppen festzustellen.

Tabelle 11: Kinder. Vergleich der inaktiven (SED/LPA) und der aktiven (MVPA) Zeit zu 5 Messzeitpunkten (MZP) und gesamthaft (Total) zwischen der IG und der PG. Für den Vergleich werden die Daten des Actigraphen verwendet. * markieren signifikante Unterschiede bei einem Signifikanzniveau p<0.05. Unter- und Obergrenze des KI sind für den paarweisen Vergleich der PG mit der IG angegeben.

Gruppenvergleich PG vs. IG	MZP 1	MZP 2	MZP 3	MZP 4	MZP 5	**Total**
SED/LPA						
p	<.001*	0.849	0.290	<.001*	0.991	**<.001***
Untergrenze KI	-21.1	-3.4	-4.8	-11.1	-3.0	
Obergrenze KI	-14.8	2.8	1.4	-5.0	3.1	
MVPA						
p	<.001*	0.001*	<.001*	0.003*	0.075	**0.047***
Untergrenze KI	3.3	-10.1	-11.2	-8.9	-6.8	
Obergrenze KI	10.4	-2.9	-4.0	-1.9	0.3	

Abbildung 10 zeigt die prozentualen Anteile der aktiv bzw. inaktiv verbrachten Zeit in der PG und der IG über alle Messungen. Die Vorschulkinder in der PG sind demnach über die Hälfte der Zeit (52 %) körperlich aktiv. Der Wert in der IG liegt leicht niedriger (49 %).

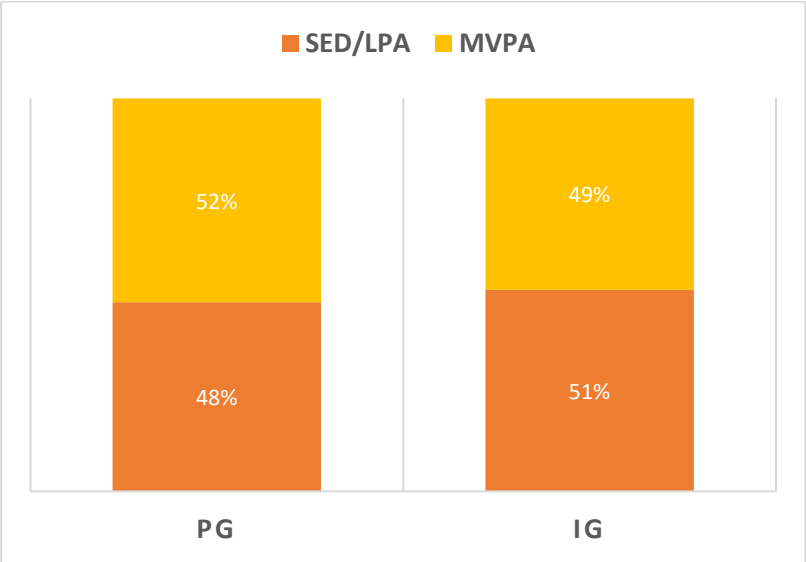

Abbildung 10: Prozentualer Anteil der gemessenen Zeit, die inaktiv (SED/LPA) und aktiv (MVPA) verbracht wird.

Die durchschnittlichen Counts, die in einer 5-Sekunden-Epoche über alle Messungen registriert werden, unterscheiden sich nicht signifikant zwischen den Gruppen (p=0.522). In der PG werden 208 und in der IG 198 Counts pro 5 Sekunden Epoche gemessen (Anhang 1). Die gemittelte Beschleunigung, die auf die Actigraphen wirkt, ist in der PG somit leicht grösser als in der IG.

5.2.2 Senioren PG vs. IG

Tabelle 12 beschreibt, wie lange sich die Senioren während der einzelnen Messungen in den drei Intensitätslevels (SED/LPA, MPA, VPA) aufhalten. Die durchschnittliche Aktivitätszeit (MPA & VPA) in der PG ist rund 10 Minuten länger als in der IG. Die Messdauer in den unterschiedlichen Gruppen ist annähernd gleich.

Tabelle 12: Senioren. Inaktive Zeit (SED/LPA), moderat (MPA) und intensiv aktive Zeit (VPA) der unterschiedlichen Gruppen (PG, IG), die mit dem Actigraphen zu den jeweiligen MZP gemessen werden. Der Mittelwert (MW) wie auch die Standardabweichung (SD) sind in Minuten angegeben.

	PG			IG		
	SED/LPA	MPA	VPA	SED/LPA	MPA	VPA
	MW (SD)	MW (SD)	MW (SD)	MW (SD)	MW (SD)	MW (SD)
MZP 1	35.3 (1.8)	8.2 (1.4)	1.6 (0.9)	38.2 (1.9)	6.5 (1.5)	1.9 (1.0)
MZP 2	29.1 (1.8)	12.3 (1.4)	3.4 (0.9)	36.3 (1.9)	7.8 (1.5)	1.0 (1.0)
MZP 3	28.9 (1.7)	11.0 (1.3)	3.3 (0.9)	36.3 (2.0)	5.8 (1.5)	1.1 (1.0)
MZP 4	21.1 (1.9)	14.4 (1.5)	10.8 (1.0)	37.2 (1.9)	7.1 (1.5)	1.1 (1.0)
MZP 5	23.0 (1.7)	15.4 (1.2)	8.9 (0.9)	38.8 (2.0)	6.9 (1.5)	1.1 (1.0)
Ø aller Messungen	27.5 (1.1)	12.3 (0.7)	5.6 (0.7)	37.3 (0.7)	6.8 (0.6)	1.3 (0.2)

Tabelle 13 gibt an, ob sich die Zeit, die während einer Lektion in den unterschiedlichen Intensitätslevels verbracht wird, in der PG und der IG unterscheidet. Die Unterschiede zwischen den Gruppen sind mittels p-Werten und den 95 %-Konfidenzintervallen (KI) angegeben. Zudem zeigt Tabelle 13, ob sich die Zeit in den Intensitätslevels in den Gruppen über alle Messungen hinweg unterscheidet. Diesbezüglich ist von einem signifikanten Unterschied zwischen den Gruppen in allen Intensitätslevels auszugehen.

Tabelle 13: Senioren. Vergleich der Zeit in den unterschiedlichen Intensitätslevels zu 5 Messzeitpunkten (MZP) und gesamthaft (Total) zwischen der IG und der PG. Für den Vergleich werden die Daten des Actigraphen verwendet. * markieren signifikante Unterschiede bei einem Signifikanzniveau p<0.05. Unter- und Obergrenze des KI sind für den paarweisen Vergleich der PG mit der IG angegeben.

Gruppenvergleich PG vs. IG	MZP 1	MZP 2	MZP 3	MZP 4	MZP 5	**Total**
SED/LPA						
p	0.270	0.008*	0.006*	<.001*	<.001*	**<.001***
Untergrenze KI	-8.1	-12.4	-12.5	-21.5	-20.9	
Obergrenze KI	2.3	-1.9	-2.1	-10.8	-10.6	
MPA						
p	0.380	0.025*	0.010*	0.001*	<.001*	**<.001***
Untergrenze KI	-2.2	0.6	1.2	3.2	4.6	
Obergrenze KI	5.7	8.5	9.1	11.4	12.3	
VPA						
p	0.833	0.084	0.115	<.001*	<.001*	**<.001***
Untergrenze KI	-3.0	-0.3	-0.5	6.9	5.2	
Obergrenze KI	2.4	5.1	4.9	12.5	10.5	

Abbildung 11 illustriert, dass die Senioren in der PG deutlich aktiver sind als ihre Peers in der IG (38 % vs. 18 %). Die Tendenz zur höheren Aktivität in der PG ist auch in Abbildung 12 zu sehen, wo die durchschnittlichen Counts pro Epoche dargestellt sind (Anhang 2). Diese unterscheiden sich signifikant in den einzelnen Gruppen (p<0.001).

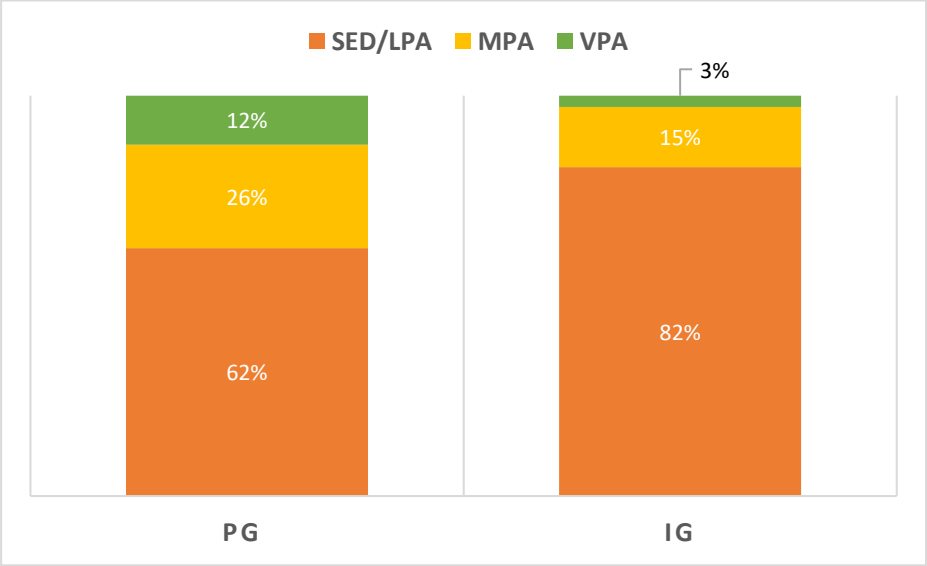

Abbildung 11: Senioren. Prozentualer Anteil der gemessenen Zeit, die inaktiv (SED/LPA), moderat aktiv (MPA) oder intensiv aktiv (VPA) verbracht wird.

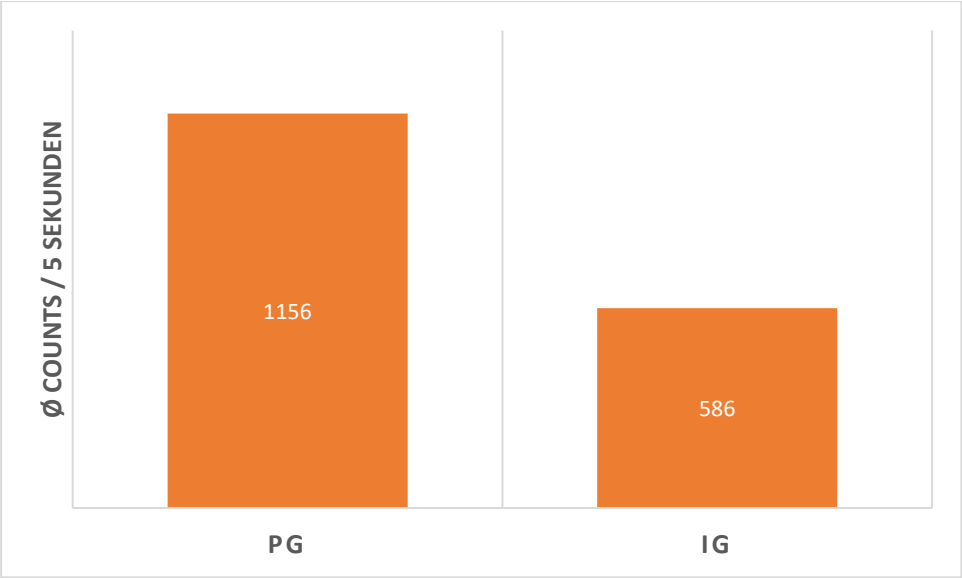

Abbildung 12: Senioren. Durchschnittliche Counts pro 60-Sekunden-Epoche in der PG und der IG.

5.3 Polar Team System[2]

Die mit dem Polar Team System[2] errechneten Aktivitätszeiten der IG und der PG werden in diesem Kapitel anhand der jeweiligen Altersklasse miteinander verglichen. Einerseits werden die Aktivitäts- (MPA & VPA) und die Inaktivitätszeit (SED/LPA) in der IG und der PG mit einem linear gemischten Modell auf signifikante Unterschiede hin untersucht. Andererseits wird die prozentuale Gesamtzeit, die aktiv oder inaktiv verbracht wird, und die durchschnittliche HF der Gruppen dargestellt. Ob zwischen den durchschnittlichen Herzfrequenzen der Gruppen ein signifikanter Unterschied besteht, wird ebenfalls mit einem linear gemischten Modell untersucht.

5.3.1 Kinder PG vs. IG

Tabelle 14 zeigt die aktive und die inaktive Zeit der Gruppen zu den einzelnen MZP. Die Aktivitätszeit beträgt bei den Kindern in der PG im Schnitt 9.9 Minuten. In der IG liegt die Aktivitätszeit bei knapp 7.7 Minuten. Die Zeit, die inaktiv verbracht wird, ist in der PG rund 5.5 Minuten geringer als in der IG. Die gemessene Interventionszeit ist in der IG durchschnittlich rund 3.3 Minuten länger. Auf diesen Unterschied wird in der Diskussion eingegangen.

Tabelle 14: Kinder. Inaktive (SED/LPA) und aktive Zeit (MVPA) der unterschiedlichen Gruppen (PG, IG), die mit dem Polar Team System[2] zu den jeweiligen MZP gemessen werden. Der Mittelwert (MW) wie auch die Standardabweichung (SD) sind in Minuten angegeben.

	PG		IG	
	SED/LPA	MVPA	SED/LPA	MVPA
	MW (SD)	MW (SD)	MW (SD)	MW (SD)
MZP 1	32.4 (1.7)	5.1 (1.8)	42.6 (2.1)	2.1 (2.2)
MZP 2	30.3 (1.8)	9.6 (1.9)	29.3 (2.1)	10.5 (2.2)
MZP 3	27.0 (1.8)	11.5 (1.9)	41.2 (2.0)	5.5 (2.2)
MZP 4	27.3(1.7)	13.5 (1.9)	30.9 (2.0)	10.8 (2.1)
MZP 5	31.3(1.8)	10.4 (1.9)	32.3 (2.0)	9.3 (2.2)
Ø aller Messungen	29.7 (0.8)	9.9 (0.9)	35.2 (1.1)	7.7 (1.0)

Tabelle 15 gibt an, ob sich die aktive und die inaktive Zeit in der PG und der IG zu einzelnen MZP signifikant unterscheidet. Die Unterschiede zwischen den Gruppen sind mittels p-Werten und den 95 %-Konfidenzintervallen (KI) angegeben. Zudem zeigt die Tabelle, ob sich die aktive oder die inaktive Zeit in den Gruppen über alle Messungen hinweg unterscheidet. Die inaktive Zeit (p=0.006) unterscheidet sich, im Gegensatz zur aktiven Zeit (p=0.333), signifikant in den einzelnen Gruppen.

Tabelle 15: Kinder. Vergleich der inaktiven (SED/LPA) und der aktiven (MVPA) Zeit zu 5 Messzeitpunkten (MZP) und gesamthaft (Total) zwischen der IG und der PG. Für den Vergleich werden die Daten des Polar Team Systems[2] verwendet. * markieren signifikante Unterschiede bei einem Signifikanzniveau p<0.05. Unter- und Obergrenze des KI sind für den paarweisen Vergleich der PG mit der IG angegeben.

Gruppenvergleich PG vs. IG	MZP 1	MZP 2	MZP 3	MZP 4	MZP 5	**Total**
SED/LPA						
p	<.001*	0.696	<.001*	0.174	0.712	**0.006***
Untergrenze KI	-15.6	-4.3	-19.6	-8.9	-6.4	
Obergrenze KI	-4.9	6.5	-8.9	1.6	4.4	
MVPA						
p	0.304	0.762	0.040*	0.341	0.706	**0.333**
Untergrenze KI	-2.7	-6.6	0.3	-2.9	-4.6	
Obergrenze KI	8.6	4.8	11.7	8.3	6.8	

Abbildung 13 vergleicht die prozentualen Anteile der aktiv und der inaktiv verbrachten Zeit in der PG (25 % vs. 75 %) und der IG (18 % vs. 82 %) über alle Messungen hinweg. Abbildung 14 zeigt diesen Vergleich anhand aller fünf Messzeitpunkte.

Nach der Berechnung der Aktivitätszeit mittels des Polar Team Systems[2] liegt die durchschnittliche Aktivitätszeit deutlich unter dem Wert, der mit dem Actigraphen ermittelt wurde. Eine Gemeinsamkeit zwischen den unterschiedlichen Messmethoden besteht darin, dass die Inaktivität in der IG in beiden Fällen höher ist.

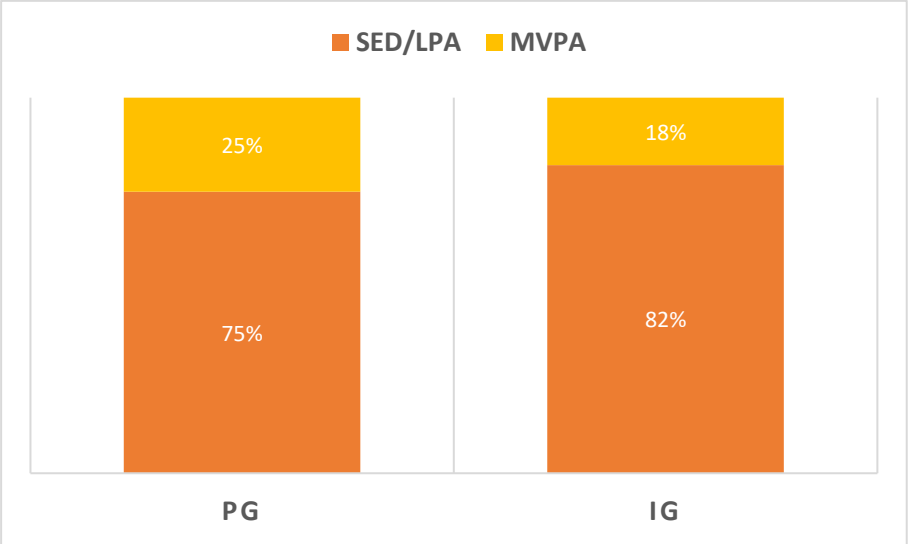

Abbildung 13: Prozentualer Anteil der gemessenen Zeit, die inaktiv (SED/LPA) und aktiv (MVPA) verbracht wird.

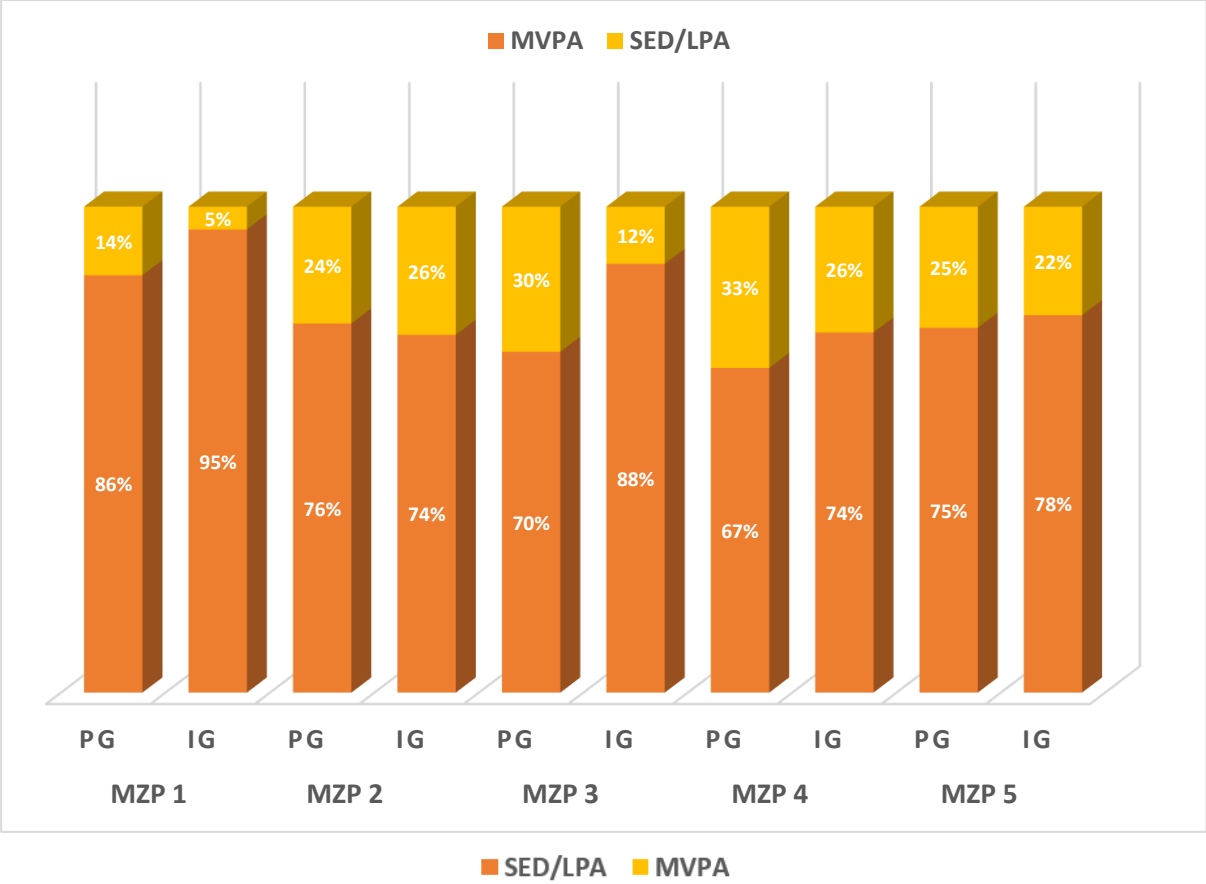

Abbildung 14: Kinder. Prozentualer Anteil der gemessenen Zeit, die zu den einzelnen MZP inaktiv (SED/LPA) oder aktiv (MVPA) verbracht wird.

Da sich die Stichprobenpopulation der Kinder in der IG und der PG nur geringfügig unterscheidet, erscheint ein Vergleich der durchschnittlich gemessenen HF ebenfalls sinnvoll. Dies ist in Abbildung 15 dargestellt. Die durchschnittliche HF unterscheidet sich signifikant in den Gruppen (p=0.032). Der Median der HF, der robuster gegenüber Extremwerten ist, liegt für die PG bei 128 Schlägen pro Minute. In der IG beträgt der Median 121 Schläge pro Minute (Anhang 1).

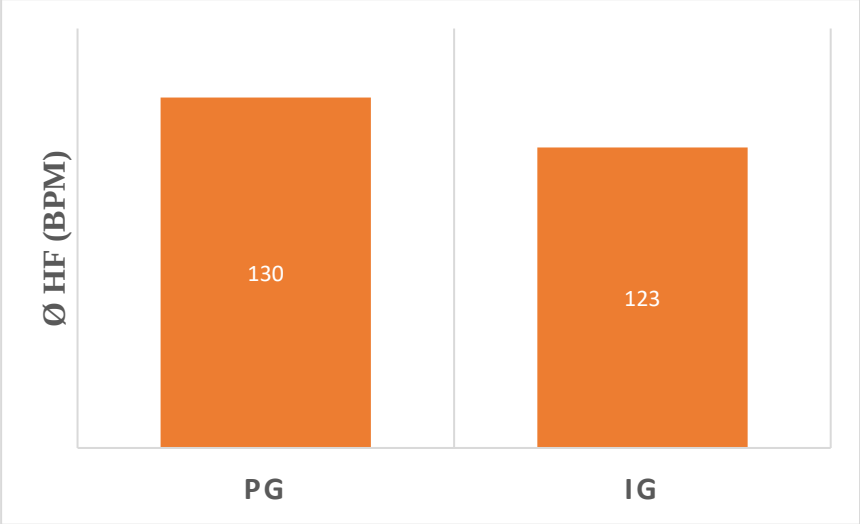

Abbildung 15: Kinder. Durchschnittlich gemessene HF in der PG und der IG.

5.3.2 Senioren PG vs. IG

Tabelle 16 zeigt, wie lange sich die Senioren während der einzelnen Messungen in den drei Intensitätslevels (SED/LPA, MPA, VPA) aufhalten. Die durchschnittliche Aktivitätszeit (MPA & VPA) in der PG ist rund 6 Minuten länger als in der IG. Jedoch befinden sich die Senioren der generationenübergreifenden Gruppe etwas länger im höchsten Intensitätslevel (Ø 1 Minute). Die Messdauer in den unterschiedlichen Gruppen ist annähernd gleich.

Tabelle 16: Senioren. Inaktive Zeit (SED/LPA), moderat (MPA) und intensiv aktive Zeit (VPA) der unterschiedlichen Gruppen (PG, IG), die mit dem Polar Team System[2] zu den jeweiligen MZP gemessen werden. Der Mittelwert (MW) wie auch die Standardabweichung (SD) sind in Minuten angegeben.

	PG			IG		
	SED/LPA	MPA	VPA	SED/LPA	MPA	VPA
	MW (SD)	MW (SD)	MW (SD)	MW (SD)	MW (SD)	MW (SD)
MZP 1	29.7 (3.6)	8.9 (2.6)	1.0 (1.8)	32.7 (4.1)	7.2 (3.0)	5.4 (2.0)
MZP 2	30.7 (3.7)	10.1 (2.7)	0.8 (1.8)	30.2 (4.2)	8.2 (3.0)	3.5 (2.0)
MZP 3	25.6 (3.6)	14.7 (2.6)	2.9 (1.7)	31.4 (4.3)	8.1 (3.1)	2.9 (2.1)
MZP 4	27.5 (3.8)	18.5 (2.8)	1.0 (1.9)	33.9 (4.2)	6.9 (3.0)	5.3 (2.0)
MZP 5	23.7 (3.5)	14.7 (2.5)	7.2 (1.7)	33.1 (4.2)	5.2 (3.0)	3.1 (2.0)
Ø aller Messungen	26.6 (1.7)	13.9 (1.4))	3.2 (0.7)	33.0 (2.0)	6.6 (1.2)	4.2 (1.2)

Tabelle 17 gibt an, ob sich die Zeit, die während einer Lektion in den unterschiedlichen Intensitätslevels verbracht wird, in der PG und der IG unterscheidet. Die Unterschiede zwischen den Gruppen sind mittels p-Werten und den 95%-Konfidenzintervallen (KI) angegeben. Zudem ist aus Tabelle 17 zu entnehmen, ob sich die Zeit in den Intensitätslevels in den einzelnen Gruppen über alle Messungen hinweg unterscheidet. Diesbezüglich ist nicht von einem signifikanten Unterschied auszugehen.

Tabelle 17: Senioren. Vergleich der Zeit in den unterschiedlichen Intensitätslevels zu 5 Messzeitpunkten (MZP) und gesamthaft (Total) zwischen der IG und der PG. Für den Vergleich werden die Daten des Polar Team Systems[2] verwendet. * markieren signifikante Unterschiede bei einem Signifikanzniveau p<0.05. Unter- und Obergrenze des KI sind für den paarweisen Vergleich der PG mit der IG angegeben.

Gruppenvergleich PG vs. IG	MZP 1	MZP 2	MZP 3	MZP 4	MZP 5	**Total**
SED/LPA						
p	0.591	0.926	0.299	0.260	0.093	**0.328**
Untergrenze KI	-14.0	-10.7	-16.9	-17.8	-20.3	
Obergrenze KI	8.1	11.7	5.3	4.9	1.6	
MPA						
p	0.674	0.628	0.106	0.006*	0.018*	**0.057**
Untergrenze KI	-6.2	-6.1	-1.4	3.4	1.7	
Obergrenze KI	9.6	10.0	14.5	19.8	17.3	
VPA						
p	0.104	0.311	0.995	0.125	0.124	**0.508**
Untergrenze KI	-9.6	-8.1	-5.3	-9.7	-1.2	
Obergrenze KI	0.9	2.6	5.3	1.2	9.3	

In Abbildung 16 ist zu sehen, dass sich die ersten zwei MZP hinsichtlich der Aktivitätszeit nur geringfügig unterscheiden. In den darauffolgenden Messungen wird der Unterschied jedoch grösser. Dies ist auch in Tabelle 17 zu erkennen. Die moderate Intensitätszeit bei MZP 4 & 5 unterscheidet sich signifikant in den einzelnen Gruppen. Auffallend ist, dass die relative Zeit, die mit intensiver körperlicher Aktivität verbracht wird, in der IG um 2 % länger ist als in der PG, wie in Abbildung 17 dargestellt. Ein Vergleich der durchschnittlichen HF in den Gruppen ergibt keinen signifikanten Unterschied (p=0.271). Jedoch war die HF in der PG (93) um 6 Schläge höher als in der IG (87).

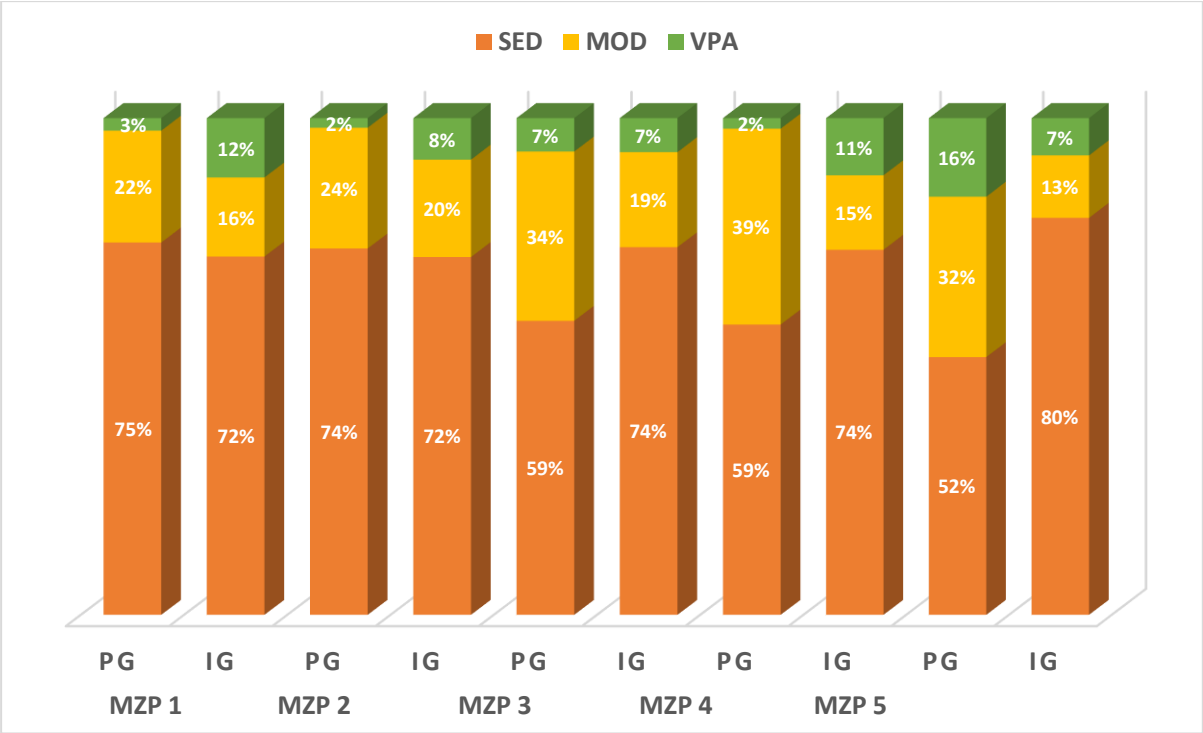

Abbildung 16: Senioren. Prozentualer Anteil der gemessenen Zeit, die zu den einzelnen MZP inaktiv (SED/LPA), moderat aktiv (MPA) oder intensiv aktiv (VPA) verbracht wird.

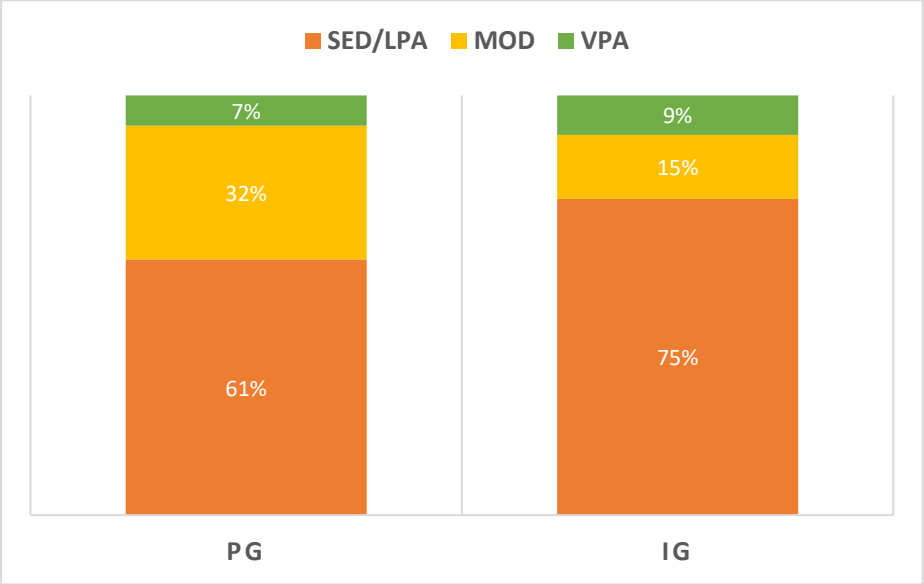

Abbildung 17: Senioren. Prozentualer Anteil der gemessenen Zeit, die inaktiv (SED/LPA), moderat aktiv (MPA) oder intensiv aktiv (VPA) verbracht wird.

6 Diskussion

In der vorliegenden Masterarbeit wurde untersucht, ob sich die Belastungsintensität in altersspezifischen und intergenerativen Bewegungslektionen voneinander unterscheidet. In den folgenden Unterkapiteln werden die Resultate diskutiert, interpretiert und es wird auf die Fragestellung aus Kapitel 3 Bezug genommen. Für die Diskussion werden zusätzlich die durchschnittlichen Aktivitäts- (MVPA; MPA & VPA) und Inaktivitätszeiten (SED/LPA) gemittelt und nach beiden Messmethoden berechnet (Anhang 3). Beide Systeme werden dabei gleich gewichtet. Abgerundet wird das Kapitel durch einen Ausblick auf geeignete Messverfahren zur Erfassung von körperlicher Aktivität.

6.1 Auswirkungen des intergenerativen Settings auf die Belastungsintensität von Kindern

Die durchschnittlich inaktive Zeit über beide Messmethoden in einer Bewegungslektion ist in der PG (23.8 min) um rund 5.6 Minuten geringer als in der IG (29.4 min). Jedoch muss angemerkt werden, dass die Bewegungslektionen in der IG im Schnitt über 6 Minuten länger dauerten. Die gemittelte Aktivitätszeit für beide Messmethoden ist in der IG um 0.4 Minuten höher als in der PG. Ausgehend von einem ähnlichen Aktivitätsniveau der Kinder in den unterschiedlichen Gruppen wäre aufgrund der längeren Messdauer in der IG eine längere Aktivitätszeit zu erwarten als gemessen wurde.

Da die unterschiedlichen Lektionszeiten keinen Einfluss auf relative Werte (Aktivitätszeit im Verhältnis zur Interventionszeit, Durchschnittswerte) haben, werden diese zur Beurteilung der Belastungsintensität herangezogen. Das Verhältnis der aktiven Zeit zur gesamten Messzeit spricht eher dafür, dass das Intensitätslevel in der PG höher war. Dies wird in den Abbildung 10 und Abbildung 13 aufgezeigt. Auch bei den durchschnittlichen Counts und der durchschnittlichen HF zeigt sich die leicht höhere Aktivität in der PG. Jedoch ist der Unterschied zwischen den Gruppen nur bezüglich der Herzfrequenz signifikant (Anhang 3).

Wie sich das intergenerative Training auf die Belastungsintensität der Kinder ausgewirkt hat, ist aufgrund der Daten schwierig zu beurteilen. Der signifikante Unterschied bei der durchschnittlichen HF und die relative Zeit, die aktiv verbracht wurde, lassen jedoch vermuten, dass die Belastungsintensität unter Peers höher ist als im intergenerativen Setting. Somit wäre die Alternativhypothese, dass sich Kinder im intergenerativen Setting weniger intensiv bewegen, anzunehmen.

Allerdings gibt es keine wissenschaftlichen Studien, mit denen die Daten verglichen werden könnten. Über Gründe, die zu einer geringeren Belastungsintensität im intergenerativen Setting führen, kann nur spekuliert werden. Gemäss Schlick (2010) führt Bewegung in intergenerativen Gruppen zu sozialen Aktivitäten und Kommunikation zwischen den unterschiedlichen Altersklassen. Somit kommt es vermehrt zu zwischenmenschlichen Aktionen wie Gesprächen, die auf Kosten der Bewegungszeit gehen können. Gemäss Suck und Tinzmann (2005) können Kinder von Erwachsenen lernen, Rücksicht zu nehmen. So kann während einer Bewegungslektion

nicht gedankenlos umhergesprungen werden, da Senioren stürzen oder es für sie zu laut sein könnte. Diese Rücksichtnahme wurde von den Senioren während der Lektionen zum Teil auch eingefordert, wenn es ihnen 'zu viel' wurde. Dies kann ebenfalls zu geringerer Belastungsintensität führen. Der Fokus liegt bei Kindern in generationenübergreifenden Projekten generell auf der psychosozialen und der emotionalen Ebene. So werden Altersbilder, Wohlbefinden, Interesse, Engagiertheit und sozial-emotionale Kompetenzen der Teilnehmer als zentrale Ansätze für Kinder im intergenerativen Setting angesehen (Weltzien et al., 2014). Die Belastungsintensität wird hierbei als sekundär betrachtet. In Kapitel 6.6 wird diesbezüglich auf den Inhalt der Bewegungslektionen und die Räumlichkeiten eingegangen.

Abschliessend kann festgehalten werden, dass es möglicherweise zu einem Trade-off zwischen der Belastungsintensität und dem sozialen Lernen der Kinder gekommen ist.

6.2 Auswirkungen des intergenerativen Settings auf die Belastungsintensität von Senioren

Die durchschnittlich aktive Zeit beträgt für beide Messmethoden in einer Bewegungslektion in der PG 17.5 Minuten (Total 44.5 min) und in der IG 9.5 (Total 44.5 min) Minuten. Die durchschnittlich inaktive Zeit (SED/LPA) für beide Messmethoden in einer Bewegungslektion ist somit in der IG um 8 Minuten länger (Anhang 3). Dies ist ein deutlicher Hinweis, dass die Belastungsintensität in der PG höher ist als in der IG.

Auch die isolierte Betrachtung der Resultate des Actigraphen zeigt eine höhere Aktivität in der PG auf. Sowohl die inaktive (SED/LPA) als auch die moderat (MPA) und die intensiv (VPA) aktive Zeit unterscheiden sich in den Interventionsgruppen signifikant (Tabelle 13). In der PG sind die moderate (12.3 min) und die intensive (5.6 min) Aktivität grösser als in der IG (6.8 min; 1.3 min). Zudem sind die durchschnittlichen Counts in der PG (1156) beinahe doppelt so hoch wie in der IG (586).

Die Daten des Polar Team Systems[2] verraten zudem, dass die Zeiten, die in den drei unterschiedlichen Intensitätslevel verbracht wurden, sich in den Gruppen nicht signifikant unterscheiden. Trotzdem waren die Senioren gemäss Herzfrequenzmonitoring in der PG pro Lektion rund 6 Minuten länger aktiv. Auch die durchschnittliche HF war in der PG um 6 Schläge höher. Demnach deuten auch die Resultate des Polar Team Systems[2] wesentlich auf eine höhere Aktivität in der PG hin, obwohl das Signifikanzniveau nicht erreicht wurde.

Die Gesamtheit der Evidenz spricht somit für eine grössere Belastungsintensität in der PG. Demnach ist die Alternativhypothese abzulehnen.

Granacher et al. (2011) sind in ihrer Studie der Ansicht, dass sich intergenerative Beziehungen motivierend auf Senioren und deren Bewegungsverhalten auswirken können. In der Publikation von Lee, Camp und Malone (2007) lösen Kinder bei Senioren ein höheres Mass an positivem und ein geringeres Mass an negativem Engagement aus. Martin et al. (2010) beschreiben die grundsätzliche Freude der Probanden an den Aktivitäten im generationenübergreifenden Setting als fundamentales Ergebnis. Da positive Emotionen in der Regel eher aktivierend als hem-

mend sind, könnte davon ausgegangen werden, dass sich die intergenerativen Aktivitäten förderlich für die Belastungsintensität auswirken. Nun stellt sich die Frage, was zu diesem gegenteiligen Resultat geführt hat. Mögliche Gründe können in der unterschiedlichen Zusammensetzung der Interventionsgruppen liegen. Darauf wird in den folgenden Kapiteln eingegangen.

Trotz der geringeren Aktivitätszeit in der IG gibt es auch Resultate, die für intergenerative Aktivtäten sprechen. Anhand der Daten des Polar Team Systems[2] lässt sich erkennen, dass sowohl die absolute als auch die relative Zeit, die mit intensiver körperlicher Aktivität (VPA) verbracht werden, in der IG grösser ist als in der PG (Abbildung 17; Anhang 2). Intensives Training wurde bei Senioren als besonders effektiv eingeschätzt, um ihre Kraft aufzubauen (Peterson et al., 2010)

Dass emotionale und soziale Interaktionen bei Senioren zur positiven Beeinflussung der Gesundheitssituation beitragen können, ist unbestritten (Mosor et al., 2019). Aufschlussreich kann es sein, die ermittelten Intensitätsdaten mit den Daten aus der Prä- und der Postmessung der GIB-Studie zu vergleichen. Daraus liesse sich ableiten, ob trotz der geringeren Aktivitätszeit im intergenerativen Setting positive Effekte hinsichtlich physischer Gesundheitsparameter aufgezeigt werden können sowie ob sich die Senioren in der IG etwa stärker verbessert haben als die Probanden in der PG. Dies könnte in Folgeprojekten untersucht werden.

Zu berücksichtigen ist zudem die Klarlegung von körperlicher Aktivität. Per Definition gilt leichte körperliche Aktivität nicht als Aktivitätszeit (Bringolf-Isler et al., 2016; WHO, 2010). Dieses Klassifikationssystem wurde auch in der Arbeit verwendet. Demnach galt leichte körperliche Aktivität und sedentäres Verhalten als inaktiv. Würde leichte körperliche Aktivität erfasst werden, könnte dies zusätzliche Rückschlüsse auf die Belastungsintensität während der Lektionen geben. Gemäss Büla et al. (2014) ist auch leichte körperliche Aktivität, wie Hausarbeiten oder zügiges Gehen, Bestandteil von Bewegungsrezepten für Senioren. Während dieser Aktivitäten geraten die Senioren jedoch nicht ausser Atem.

6.3 Actigraph

Die Validität und die Reliabilität des Messinstruments Actigraph konnten in verschiedenen Studien aufgezeigt werden (Aadland & Ylvisåker, 2015; Santos-Lozano et al., 2013). In der GIB-Studie wurde mit dem Actigraphen in 30 Lektionen (à 45 Minuten) die körperliche Aktivität der Probanden mit einer Frequenz von 100 Hz aufgezeichnet. Hohe Frequenzen ermöglichen eine genauere Aufzeichnung der Bewegung als niedrige und werden daher für Kinder und Senioren empfohlen (Migueles et al., 2017). Den Probanden wurden die Actigraphen vor jeder Messung an der rechten Hüfte angebracht. Da die Probanden während der Bewegungslektion beobachtet wurden, betrug die Tragecompliance 100 %.

Akzelerometer an der Hüfte wurden für die Messungen aus zwei Gründen bevorzugt. Einerseits weisen Hüft-Akzelerometer wegen der unmittelbaren Nähe zum Körperschwerpunkt eine höhere Korrelation mit den habituellen körperlichen Aktivitäten auf, als wenn sie an den Extremitäten getragen werden (Thiel et al., 2016). Andererseits wurde davon ausgegangen, dass die

Bewegungslektionen, sowohl bei den Kindern als auch bei den Senioren, im Stehen durchgeführt werden. Dies war jedoch speziell bei den Senioren in der IG nicht der Fall, da einige nur für kurze Zeit oder mit Hilfe stehen konnten. So fanden einzelne Aktivitäten in der IG im Sitzen statt. Wie lange diese Aktivitäten gedauert haben, ist unbekannt. Jedoch kann davon ausgegangen werden, dass der Anteil der Aktivitäten im Sitzen in der PG deutlich geringer war. Einige Senioren in der IG verbrachten gar die Mehrheit der Lektion im Sitzen. Dadurch konnten die Aktivitäten, die sitzend und mit den Armen oder auch mit dem Oberkörper durchgeführt wurden, nicht entsprechend aufgezeichnet werden. Wäre der Actigraph am Handgelenk getragen worden, hätte dies die Aktivitäten im Sitzen besser erfassen können. Thiel et al. (2016) spricht beim Tragen an den Handgelenken generell von einer lückenloseren Aufzeichnung. Demnach wird die körperliche Aktivität in der IG, nicht aber in der PG, höchstwahrscheinlich durch die Actigraphen unterschätzt. Dies zeigt sich auch im Vergleich mit dem Polar Team System[2], wo die Aktivitätszeit der Senioren in der IG um rund 3 Minuten höher ist. Bei allen anderen Gruppen (PG & IG Kinder, PG Senioren) wird die Aktivitätszeit mittels Actigraph jedoch immer höher eingestuft als mit dem Polar Team System[2], nur bei der IG der Senioren nicht. Dies kann eigentlich nur aufgrund eines Messfehlers der Fall sein, wenn beispielsweise der grösste Teil der Lektion im Sitzen verbracht wird.

Die Auswertung der Counts wurde mit Cut-Points von Zisko et al. (2015) und Dobell et al. (2019) mittels Berechnung der Vektormagnitude durchgeführt. Diese Art der Auswertung ist der jener mittels vertikaler Achse überlegen, wenn es darum geht, auf die körperliche Aktivität und den Energieverbrauch zu schliessen (Johansson, Larisch, Marcus, Hagströmer, 2016; Zisko et al., 2015).

Derzeit mangelt es aber an Klarheit darüber, welche veröffentlichten Cut-Points für die Altersgruppe Vorschulkinder am besten geeignet sind, um die körperliche Aktivität zu bewerten (Dobell et al., 2019). Wie der Übersichtsarbeit von Migueles et al. (2017) zu entnehmen ist, unterscheiden sich die Cut-Points für die Hüfte mittels Auswertung der VM bei Vorschulkindern deutlich. So beträgt der Cut-Point für MVPA (5-Sekunden-Epoche) gemäss Johansson et al. (2016) 512 Counts. Der Cut-Point von Dobell et al. (2019) liegt bei 1680 Counts und damit deutlich höher. Dies mag auch den unterschiedlichen Frequenzen geschuldet sein, mit denen die Daten aufgezeichnet wurden (30 Hz vs. 100 Hz). Jedoch halten auch Bornstein et al. (2011) fest, dass die Schätzung der MVPA bei Vorschulkindern wesentlich vom Cut-Point-Modell abhängt. Für die Autoren ist aufgrund der unterschiedlichen Schnittpunkte keine fundierte Schlussfolgerung über die von Beschleunigungsmessern abgeleiteten Schätzungen des MVPA möglich. Für sie ist eine Vereinheitlichung der Methoden bei der Auswertung der Daten unerlässlich. Abbildung 18 stellt den Einfluss von unterschiedlichen Cut-Point-Modellen bei der Analyse von körperlicher Aktivität graphisch dar. Der Vergleich wurde von Gao et al. (2018) durchgeführt.

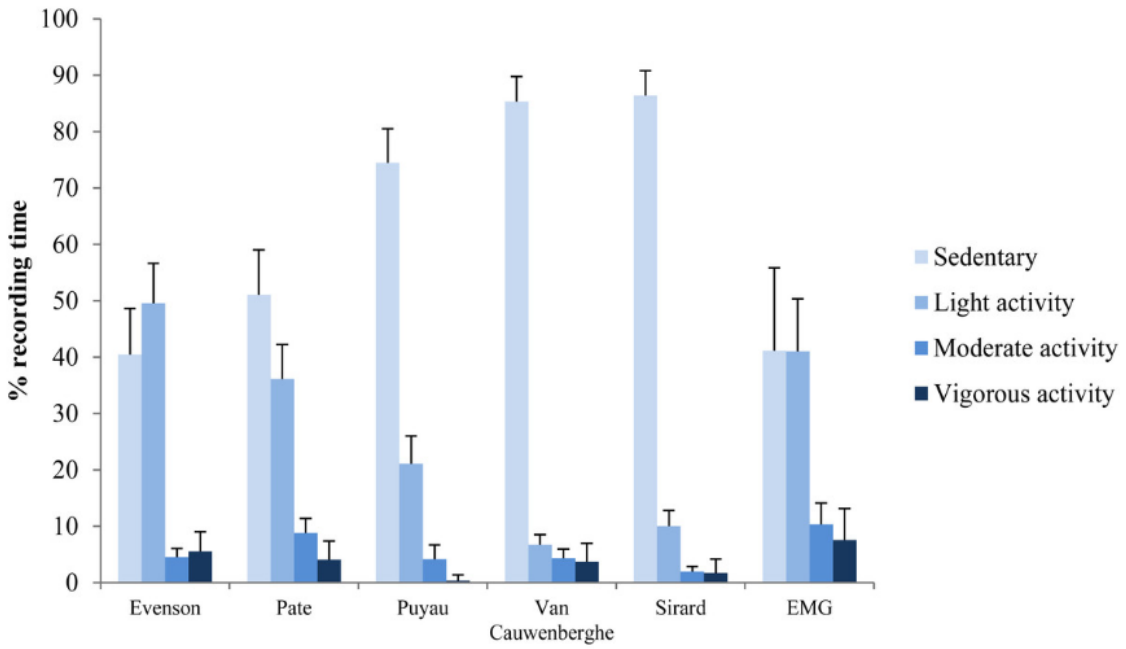

Abbildung 18: Intensitätsvergleich von körperlicher Aktivität bei Kindern unter Verwendung von unterschiedlichen Cut-Point-Modellen (Gao et al., 2018).

Zudem bestehen signifikante Differenzen in den einzelnen Intensitätslevel bei der Analyse mit unterschiedlichen Epochenlängen. Gao et al. (2018) konnten eine stetige Zunahme der leichten körperlichen Aktivität auf Kosten der inaktiven Zeit nachweisen, wenn die Epoche von 1 auf 30 Sekunden erhöht wurde. Zudem reduzierte die Auswertung mit einer Epochenlänge von 60 Sekunden im Vergleich zu kürzeren Epochen die Zeit, die mit moderater und intensiver körperlicher Aktivität verbracht wurde. Dieser Umstand wurde bereits im Kapitel 2.7.2 beschrieben.

Auch bei Senioren bestehen Unsicherheiten bei der Analyse aufgrund von Cut-Point-Modellen. In Studien konnte ein deutlicher Unterschied zwischen absoluten Intensitätsschwellen (in metabolischen Einheiten) für die Allgemeinbevölkerung und für spezielle Bevölkerungsteile verschiedener Altersgruppen oder für die bestimmte Bedingungen gelten (z. B. Übergewicht, Fettleibigkeit) gezeigt werden (Zisko et al., 2015). Auch wenn Schwellen populationsspezifisch sind, kann die körperliche Aktivität immer noch unter- oder überschätzt werden, weil Personen unterschiedlich fit sind. Bei Senioren hat der Fitnesszustand bei unterschiedlichen Intensitäten einen signifikanten Einfluss auf die erreichten Counts pro Minute. Daher haben Zisko et al. (2015) Intensitätsschwellen für unterschiedliche Fitnesslevels publiziert. Da hier jedoch der Fitnesszustand der Probanden nicht bekannt war, wurden die gepolten Schwellen verwendet. In Bezug auf das Alter gibt es ebenfalls Limitationen. Das Modell von Zisko et al. (2015) wurde mit älteren Erwachsenen im Alter von 70-77 Jahren entwickelt. An der Studie nahmen jedoch Personen im Alter von 68-101 Jahren teil. Es ist davon auszugehen, dass die körperliche Aktivität von Personen, deren Alter deutlich über 77 Jahren liegt, eher unterschätzt wird, weil Cut-Points altersspezifisch sind und bei Senioren im Vergleich zu jüngeren Erwachsenen abnehmen. In der Studie von Zisko et al. (2015) waren die Aufzeichnungsfrequenz und -dauer der Actigraphen nicht bekannt. Dies ist ein möglicher Unterschied, der die Intensitätseinteilung ebenfalls beeinflusst.

Gemäss Taraldsen, Chastin, Riphagen, Vereijken und Helbostad (2012) ist die Messung mit Akzelerometer ein relativ neues Forschungsgebiet, wobei sich die Methoden fortlaufend verändern und entwickeln. Es stehen unterschiedliche Möglichkeiten zur Beschreibung von körperlicher Aktivität zur Verfügung (z. B. Schritte, Energieverbrauch und Intensitätslevel). Die Herausforderung besteht somit darin, gemeinsame Variablen zu finden, die für die Analyse verwendet werden können.

Migueles et al. (2017) empfehlen, mit den Rohdaten der Actigraphen zu arbeiten. Dazu ist jedoch zusätzliches Wissen über diese nötig. Choi, Ward, Schnelle und Chuchowski (2012) sehen darin auch die Möglichkeit, Daten zwischen unterschiedlichen Studien zu vergleichen. Dies ist mittels der Analyse durch Cut-Points bei der GIB-Studie nur bedingt möglich.

6.4 Herzfrequenzmessung

Die Herzfrequenzmessung ermöglicht eine direkte Beobachtung der Belastung des Herz-Kreislauf-Systems (Bjornson, 2005). Mit dem Polar Team System ist die Messung der HF gemäss Dahlstrom und Nahlinder (2006) reliabel und valide. Davon wird auch beim Polar Team System[2] ausgegangen.

Den Probanden wurden die Pulsgurte vor jeder Messung direkt auf der Haut unter dem Brustbein angebracht. Daher konnte an den Messtagen die höchstmögliche Tragecompliance erreicht werden. Während der Lektionen konnte auf Ausfälle des Messsystems bei einzelnen Probanden unmittelbar reagiert werden. Dies erforderte jedoch eine fortlaufende Kontrolle der aufgezeichneten Herzfrequenzen am Laptop.

Für die Auswertung der HF-Daten gelten bestimmte Limitationen. Ein Faktor, der einen grossen Einfluss auf den Herzschlag bei Senioren hat, sind Medikamente, die den Blutdruck und somit indirekt auch die HF regulieren (McAlister, Wiebe, Ezekowitz, Leung, & Armstrong, 2009). Da eventuell eingenommene Medikamente der Probanden nicht erfasst wurden, konnte dieser Umstand bei der Auswertung der Daten nicht berücksichtigt werden. Gemäss der schweizerischen Gesundheitsbefragung leiden 57.2 % der Bevölkerung über 75 Jahren an Bluthochdruck. 54.8% der Senioren haben in der Umfrage angegeben, in den letzten sieben Tagen Medikamente gegen Bluthochdruck genommen zu haben (BFS, 2017). Vermutlich wurde dadurch die körperliche Aktivität eher unterschätzt, da die HF aufgrund der Medikamente nicht entsprechend ansteigen kann. Dies kann sowohl für die PG als auch für die IG zutreffen.

Zur Bestimmung der HF_{max} bei Senioren hätten auch alternative Regressionsmodelle von Nes, Janszky, Wisløff, Støylen und Karlsen (2013) oder von Gulati et al. (2010) herangezogen werden können. Nes et al. (2010) konnten in ihrer Fitness-Studie zeigen, dass die Gleichung HF_{max}= 211-0.64*Alter bei Personen im Alter von 19-89 Jahren die HF_{max} am genauesten voraussagt. Gulati et al. (2010) konnten die HF_{max} von 5437 Frauen im durchschnittlichen Alter von 52 Jahren mit der Gleichung HF_{max}= 206-0.88*Alter am besten approximieren. Mit der Gleichung von Gulati et al. (2010) wäre die HF_{max} bei den Senioren niedriger ausgefallen. Das Gegenteil ist für die Gleichung von Nes et al. (2010) der Fall. Dies hätte auch die Einteilung der Probanden nach Intensitätslevels wesentlich beeinflusst, da die Herzfrequenzzonen aufgrund der

HF_{max} berechnet wurden. Somit wäre die Inaktivität bei den Senioren während der Intervention unter Verwendung der Gleichung von Gulati et al. (2010) geringer gewesen. Das Gegenteil ist für die Gleichung von Nes et al. (2010) der Fall.

6.5 Studienpopulation: Interventionsgruppen

Die Studienpopulation bestand bei den Senioren mehrheitlich aus Frauen (82.6 %). Dies entspricht der Situation in den Pflegeheimen, wo Frauen deutlich in der Überzahl sind (69 %) (BFS, 2018). Bei den Vorschulkindern betrug der Anteil der Mädchen 52.1 %. Die Drop-out-Rate der Kinder lag bei 2.1 %. Bei den Senioren lag dieser Wert mit 21.7 % deutlich höher und damit in dem aufgrund von bisherigen Studien erwarteten Bereich von 20 % (Burke, Jancey, Howat, Lee, & Shilton, 2013). Die Ursachen für die Drop-outs waren Todesfälle, gesundheitliche Probleme und persönliche Gründe der Probanden.

Für die GIB-Studie sollten Residenzen und Kindergärten im selben sozio-ökonomischen Umfeld rekrutiert werden. Dies war für die Kindergärten, nicht aber für alle Seniorenresidenzen möglich. So bestand die PG der Senioren aus Residenzen in Liestal (BL) und Belp (BE). Die IG waren in Basel (BS) lokalisiert. Es ist davon auszugehen, dass der sozio-ökonomische Hintergrund nicht übereinstimmend war.

Das durchschnittliche Alter in der IG der Senioren war um 4 Jahre höher als in der PG. Dies könnte einen Einfluss auf die Bewegungsaktivität der Senioren gehabt haben. Lauretani et al. (2013) haben bei Senioren die kontinuierliche Zunahme der Sarkopenie im Alter nachgewiesen. Sarkopenie wird mit einer schlechten Mobilität in Verbindung gebracht, was zu einer verringerten Bewegungsaktivität führen kann. Da viele Senioren in der IG einen Grossteil der Bewegungsstunden im Sitzen absolvierten, deutet dies auf eine schlechtere gesundheitliche Verfassung der Senioren in den generationenübergreifenden Gruppen hin. Aber nicht nur das Alter, sondern auch die unterschiedlichen Alterungsprozesse, die Bamidis et al. (2014) beschrieben haben, können sich auf die körperliche Aktivität der Senioren auswirken.

6.6 Inhalte der Bewegungslektionen

Gemäss Weineck (2014) haben die Reizintensität, die Reizdichte, die Reizdauer, die Reizhäufigkeit und der Reizumfang einen Einfluss auf die Trainingsbelastung und somit die Belastungsintensität einer Bewegungslektion. Welche Reize gesetzt werden, wird durch die Trainingsplanung bzw. den Inhalt der Bewegungslektionen bestimmt. Grundsätzlich wird in der vorgelegten Masterarbeit davon ausgegangen, dass die Lektionen in den einzelnen Gruppen in identischer Weise durchgeführt wurden und die Intensitätsunterschiede aufgrund der Zusammensetzung der Gruppen zustande gekommen sind. Jedoch gibt es weitere Faktoren, die die Intensität in den Bewegungslektionen beeinflussen.

Die Bewegungslektionen wurden nach dem pyramidenartigen, intergenerativen Bewegungsmodell von Nerouz (2010) geplant. Die Methodik wird auf der ersten, der Inhalt auf der zweiten und die Umsetzung auf der dritten Ebene beschrieben. Die vielfältigen und abwechslungsrei-

chen Bewegungslektionen berücksichtigen sowohl physiologische/motorische als auch psychologische/soziale Aspekte beider Generationen (Methodik). Im ersten, dritten und fünften Block der Intervention liegt der motorische Fokus auf der Lokomotion ('sich bewegen'), im zweiten und vierten Block auf der Objektkontrolle ('etwas bewegen'). Die Bewegungsschwerpunkte zielen auf die Förderung der Motorik und nicht der Ausdauer. Entsprechend beinhalten die Lektionen auch bestimmte Gleichgewichts-, Kraft- und Koordinationsübungen. Grundsätzlich werden Begegnungen zwischen den unterschiedlichen Generationen über die Bewegung ermöglicht (Inhalt). Bei der Durchführung stehen Spiel und Spass an erster Stelle (Umsetzung). Um dem intergenerativen Ansatz gerecht zu werden, sind Aufgaben und Übungen enthalten, bei denen sich die Teilnehmenden zu zweit oder in Gruppen austauschen können.

Die Herausforderung bestand während der Durchführung darin, die Bewegungslektionen in den unterschiedlichen Gruppen identisch durchzuführen. Einige Übungen eigneten sich nicht in allen Gruppen gleich gut. So mussten bei der Durchführung in den einzelnen Gruppen Anpassungen vorgenommen werden. Dies hatte zwangsläufig auch Einfluss auf die Belastungsintensität. Die genaue Auswirkung der Anpassungen kann jedoch nicht beurteilt werden. Auch die räumlichen Gegebenheiten, in denen die Bewegungslektionen stattgefunden haben, unterscheiden sich zum Teil. Grosse Räume haben sich möglicherweise fördernd, kleine Räume limitierend auf die Belastungsintensität ausgewirkt. Weiteren Einfluss haben die leitenden Personen; sie können auf einige Personen motivierend wirken, auf andere eine aktivitätshemmende Wirkung haben. Die Tatsache, dass die Bewegungslektionen von unterschiedlichen Personen geleitet wurden, ist also ebenfalls eine mögliche Fehlerquelle.

Gemäss dem Ansatz von Gualano et al. (2018) wurde in der GIB-Studie versucht, die Interaktionen zwischen den Generationen, unter anderem mit intergenerativen Gesprächen, zu fördern. Dies kann sich jedoch negativ auf die Belastungsintensität auswirken. Möglicherweise nahmen die Interaktionen im generationenübergreifenden Setting mehr Bewegungszeit in Anspruch als bei den PG der Senioren. Dadurch könnten die relativ grossen Unterschiede bezüglich der Aktivitätszeit in den einzelnen Seniorengruppen erklärt werden.

Es ist festzuhalten, dass im intergenerativen Setting soziale Interaktionen und der Austausch mit der anderen Generation eine zentrale Rolle einnehmen (Aday et al., 1996; Mosor et al., 2019). Sie sind neben der Intensität in intergenerativen Bewegungslektionen ebenso als positive Effekte der Lektionen festzuhalten.

6.7 Stärken und Schwächen

Eine Stärke der Masterarbeit ist die Verwendung von zwei objektiven Messverfahren zur Beurteilung der körperlichen Aktivität in den Interventionsgruppen. Sowohl die Akzelerometrie als auch das Herzfrequenz-Monitoring können unabhängig voneinander zur Erfassung von körperlicher Aktivität eingesetzt werden (Müller et al., 2010). Dennoch wurden beide Methoden verwendet und ausgewertet. Dadurch konnten Nachteile der jeweils anderen Methoden erkannt und allenfalls ausgeglichen werden.

Eine Stärke ist zudem die randomisierte kontrollierte GIB-Interventionsstudie. Das Studiendesign wird als Goldstandard zur Untersuchung von Dosis-Wirkungs-Beziehungen in der Sportwissenschaft angesehen. RCT, die gut konzipiert sind, bieten höchste Evidenz für die Wirksamkeit von Gesundheitsmassnahmen (Hecksteden, Faude, Meyer, & Donath, 2018).

Trotzdem kann es zu Verzerrungen der Ergebnisse von RCT kommen (Jørgensen et al., 2016). Verzerrungen werden grundsätzlich in drei Kategorien unterteilt: Selection Bias (Stichprobenverzerrung), Information Bias (Informationsverzerrung/Messfehler) und Confounding (Störfaktoren). Systematische Verzerrungen treten unter anderem auf, wenn der Effekt einer Studie durch einen oder mehrere Störfaktor(en) beeinflusst wird (Skelly, Dettori, & Brodt, 2012). Die Autoren der Publikation beschreiben eine Verzerrung durch Störfaktoren, bei der sich die Verteilung eines Faktors zwischen den Interventionsgruppen unterscheidet. Wie bereits erwähnt, ist davon auszugehen, dass es in der vorliegenden Masterarbeit zu einer ungleichen Verteilung der Fitness und der generellen körperlichen Verfassung von Probanden in den unterschiedlichen Gruppen gekommen ist. So dürfte die Fitness der Senioren in der PG wesentlich höher gewesen sein als in der IG. Weil die Anzahl der Counts gemäss Zisko et al. (2015) bei Untrainierten geringer sein müssen, um ein entsprechendes Intensitätslevel zu erreichen, ist von einer Verzerrung auszugehen. Demnach müsste die Aktivität bei den Senioren in der IG mit dem Actigraphen unterschätzt worden sein. Tatsächlich ist die relative Aktivitätszeit des Polar Team Systems[2] (24 %) grösser als beim Actigraphen (18 %). Somit ist die Annahme auch aufgrund der Daten plausibel. Die unterschiedlichen Interventionsgruppen der Senioren sind somit als eine Schwäche der vorliegenden Arbeit zu betrachten.

Eine Schwäche bei der Auswertung ist in Tabelle 18 dargestellt. Die Intervention in der PG der Kinder dauerte im Schnitt rund 6 Minuten weniger lang als in der generationenübergreifenden Gruppe. Dieser Unterschied beeinflusst den Vergleich der absoluten Zeiten der Kinder in den unterschiedlichen Gruppen und damit die Konfidenzintervalle.

Tabelle 18: Durchschnittliche Messdauer in Minuten getrennt nach Gruppen.

Durchschnittliche Messdauer	PG Kinder	PG Senioren	IG Kinder/Senioren
Zeit (min)	38.5	44.5	44.6

Für die Intensitätsbestimmung wurden 20 % der durchgeführten Lektionen gemessen. Die Messungen sind somit eine Momentaufnahme. Wie die Belastungsintensität in den anderen Lektionen gewesen ist, ist nicht bekannt.

Ein weiterer Punkt ist die relativ kleine Stichprobe, mit der die Daten erhoben wurden. Eine kleine Stichprobe kann dazu führen, dass die Power, um die Unterschiede zwischen den Gruppen festzustellen, zu klein ist (Fehler 2. Art) (Nayak, 2010).

6.8 Ausblick

Im Kapitel 2.7 wurden unterschiedliche Messmethoden zur Erfassung von körperlicher Aktivität vorgestellt. Heutzutage stehen jedoch weitere Methoden zur Verfügung, die unter anderem in Mannschaftsportarten verwendet werden (Linke, Link, & Lames, 2018). Dieses Kapitel gibt einen Einblick in die aktuelle Entwicklung in diesem Bereich.

Einerseits existieren bereits zahlreiche konsumentenbasierte Geräte, wie die Uhr Polar M430, die in der Forschung vermehrt Anwendung finden (Henriksen, Grimsgaard, Horsch, Hartvigsen, & Hopstock, 2019). Konsumentenbasierte Geräte haben den Vorteil, dass sie für die Langzeitnutzung ausgelegt sind und die gleichen Technologien wie in Geräten verwenden, die in der Forschung genutzt werden. Das Fazit der Autoren zum Einsatz der Geräte in der Forschung ist jedoch sehr zurückhaltend. Die Validität sei zurzeit nur für die Abschätzung des totalen Energieverbrauchs gewährleistet. Andere Parameter werden von der Polar M430 unter- oder überschätzt. Um Veränderungen der körperlichen Aktivität in Langzeitstudien festzustellen, sei die Uhr jedoch geeignet. Degroote, De Bourdeaudhuij, Verloigne, Poppe und Crombez (2018) sehen eine Zunahme der Popularität bei Aktivitätsmonitoren wie der Polar M600, der Huawei Watch oder der Asus ZenWatch3. Die so genannten Wearables werden bereits in der Forschung für das Tracking mit grossen Stichproben verwendet. Die Validität ist gemäss den Autoren für die Erfassung der Anzahl der Schritte im Feld gewährleistet. Systematische Fehler treten jedoch bei der Schätzung der MVPA auf.

Andererseits werden für die Erfassung von körperlicher Aktivität im Profisport häufig Tracking-Systeme eingesetzt. Dabei kommen unterschiedliche Technologien zum Einsatz wie radarbasierte Ortungssysteme, Videotracking oder geographische Positionierungssysteme (GPS). Die Systeme sind in der Lage, die Position, die Geschwindigkeit, die Beschleunigung und die zurückgelegten Distanzen von Sportlern zu messen (Linke et al., 2018). Aufgrund der Daten kann die individuelle Trainingsbelastung entsprechend dosiert und es können Entscheidungen über das Trainingsprogramm von einzelnen Personen gefällt werden (Pons et al., 2019). Das globale Navigationssatellitensystem (GNSS) hat sich in den letzten Jahren stark verbessert. Die Verfügbarkeit und die Signalstärke sind im Vergleich zum GPS grösser. Daher wird in Zukunft untersucht werden müssen, wie die GNSS-Geräte bei der Aktivitätserfassung abschneiden. Ein Vergleich mit hochpräzisen Motion-Capturing-Kameras, die als massgebliches Verfahren bei den Tracking-Systemen gelten, ist nötig (Delaney et al., 2019). Die Autoren konnten in ihrer Studie erste vielversprechende Resultate präsentieren. Auch radio-basierte Systeme für das Tracking von Sportlern ermöglichen die Erhebung von genaueren Daten mit höheren Abtastraten als video-basierte Systeme. Dazu werden Sensoren im Bereich des Rückens und des Fusses angebracht. Auch Bälle können mit diesen Sensoren ausgestattet und damit getrackt werden (Seidl et al., 2016).

Das Internet der Dinge (IOT) hat den weltweiten Sportmarkt in den vergangenen Jahren bereits revolutioniert. Die Technologie, die grundsätzlich eine Erweiterung des Internets auf Objekte und Orte darstellt, bietet neue Möglichkeiten in der Leistungsüberwachung und -bewertung von Sportlern. Objektive Daten können mit Hilfe von Wearables, Bewegungserfassungssystemen

und anderen Methoden von einzelnen Athleten oder Teams aufgezeichnet werden. Durch den Einsatz von IOT-Technologie wird das Kommunizieren zwischen den Geräten und somit ein stetiger Austausch der Daten über ein Netzwerk möglich. Dies ist ein Vorteil gegenüber bisherigen Systemen, da die Informationen unmittelbar zur Verfügung stehen. Die gesammelten Informationen über die Athleten und die Umwelt können an eine cloud-basierte Plattform gesendet und individuell analysiert werden. Die Verwendung von IOT-Technologie stellt gemäss Palma, Cusano, Russo und Ascione (2019) einen Wettbewerbsvorteil gegenüber anderen Teams dar. Das Potenzial für diese Technologie zur Überwachung und Evaluation von körperlicher Aktivität wird als enorm gross eingestuft.

Neue Entwicklungen gibt es im Bereich der Motion-Capture-Systeme. Die Technologie ermöglicht es, Bewegungen an vordefinierten Punkten am Körper zu erfassen und mit muskuloskelettalen Funktionen zu vergleichen. Die Herausforderung besteht darin, ein System zu entwickeln, das in Zukunft mobil und im Trainingsalltag von Athleten eingesetzt werden kann (Palma et al., 2019).

7 Fazit

Die unterschiedlichen Methoden zur Messung der Belastungsintensität zeigen zum Teil Resultate, die deutlich voneinander abweichen. Daher war der Einsatz beider Messsysteme absolut notwendig, um mögliche Nachteile besser erkennen zu können. So berücksichtigt die Messung mit dem Polar Team System^2 die unterschiedlichen Fitnesszustände der Probanden und Bewegungen im Sitzen werden adäquat aufgezeichnet. Hingegen wird die Messung des Actigraphen nicht durch Medikamente beeinflusst. Trotzdem bestehen Unsicherheiten bei der Messung mit dem Actigraphen. Aktivitäten können über- oder unterschätzt werden und für die Auswertung der Daten gibt es keine einheitlichen Cut-Point-Modelle, die verwendet werden können. Demnach ist eine Auswertung der Rohdaten anzustreben. Besteht die Möglichkeit nicht, zwei Messmethoden zu verwenden, ist aufgrund der Nachteile des Actigraphen vermutlich das Polar Team System^2 zu präferieren.

In Zukunft werden weitere Untersuchungen nötig sein, um zu bestimmen, inwiefern die Belastungsintensität einen Einfluss auf die Effekte eines intergenerativen Projektes hat. So sind auch Verbesserungen von physischen Parametern denkbar, ohne dass die Belastungsintensität hoch ist. Das Gleiche gilt für psychosoziale Gesundheitsparameter. Wichtig wird sein, die Daten der vorliegenden Arbeit mit den Prä- und Postmessungen der GIB-Studie abzugleichen. So kann erkannt werden, ob sich höhere Intensitäten auch in den Resultaten der GIB-Studie widerspiegeln oder ob die Intensität entgegen den Erwartungen eine geringere Rolle in Bezug auf physische Parameter spielt.

Die Resultate der vorliegenden Masterarbeit lassen vermuten, dass die Belastungsintensität im intergenerativen Setting geringer ist als in altersspezifischen Gruppen. Interaktionen (Kommunikation, sozialer Austausch) zwischen den Generationen sind ein möglicher Grund dafür. Nichtsdestotrotz können die Bewegungslektionen sowohl für Kinder als auch Senioren von wesentlicher Bedeutung sein. Senioren in Pflegeheimen verbringen gemäss einer Publikation von

Sackley, Levin, Cardoso und Hoppitt (2006) 97 % der Zeit im Sitzen. Zudem sind tägliche Aktivitäten und Interaktionen im Heim rar. Gemäss Haskell (1994) können Menschen, die überhaupt nicht oder nur wenig aktiv sind, am meisten und schon bei geringer körperlicher Aktivität einen zusätzlichen Nutzen für die Gesundheit erreichen. Somit können sich auch geringe Dosen an körperlicher Aktivität positiv auswirken. Auch Kinder profitieren lang- und kurzfristig von generationenübergreifenden Bewegungsstunden (Gualano et al., 2018). Die Effekte zeigen sich jedoch eher in psychosozialer Hinsicht. Aufgrund dieser positiven Effekte sollten intergenerative Bewegungsprojekte auch unabhängig von der Belastungsintensität unbedingt gefördert oder beibehalten werden.

Literaturverzeichnis

Aadland, E., & Ylvisåker, E. (2015). Reliability of the Actigraph GT3X+ Accelerometer in Adults under Free-Living Conditions. *PloS One*, *10*(8), e0134606.

Achten, J., & Jeukendrup, A. E. (2003). Heart Rate Monitoring. *Sports Medicine*, *33*(7), 517–538.

Aday, R. H., Aday, K. L., Arnold, J. L., & Bendix, S. L. (1996). Changing Children's Perceptions of the Elderly: *Gerontology & Geriatrics Education*, *16*(3), 37–51.

Ahlskog, J. E., Geda, Y. E., Graff-Radford, N. R., & Petersen, R. C. (2011). Physical Exercise as a Preventive or Disease-Modifying Treatment of Dementia and Brain Aging. *Mayo Clinic Proceedings*, *86*(9), 876–884.

Ainsworth, B., Cahalin, L., Buman, M., & Ross, R. (2015). The current state of physical activity assessment tools. *Progress in Cardiovascular Diseases*, *57*(4), 387–395.

American College of Sports Medicine, Riebe, D., Ehrman, J. K., Liguori, G., & Magal, M. (2018). *ACSM's guidelines for exercise testing and prescription*. (Tenth edition). Philadelphia: Wolters Kluwer.

Aparicio-Ugarriza, R., Mielgo-Ayuso, J., Benito, P. J., Pedrero-Chamizo, R., Ara, I., González-Gross, M., & EXERNET Study Group. (2015). Physical activity assessment in the general population; instrumental methods and new technologies. *Nutricion Hospitalaria*, *31* (Suppl. 3), 219–226.

Archimi, A., Eichenberger, Y., Kretschmann, A., & Delgrande Jordan, M. (2016). *Habitudes alimentaires, activité physique, usage des écrans et statut pondéral chez les élèves de 11 à 15 ans en Suisse - Résultats de l'enquête «Health Behaviour in School-aged Children» (HBSC) 2014 et évolution au fil du temps*. (Rapport de recherche No. 78). Lausanne: Addiction Suisse.

Arem, H., Moore, S. C., Patel, A., Hartge, P., Berrington de Gonzalez, A., Visvanathan, K., … Matthews, C. E. (2015). Leisure time physical activity and mortality: A detailed pooled analysis of the dose-response relationship. *JAMA Internal Medicine*, *175*(6), 959–967.

Argilés, J. M., Busquets, S., Stemmler, B., & López-Soriano, F. J. (2015). Cachexia and sarcopenia: Mechanisms and potential targets for intervention. *Current Opinion in Pharmacology*, *22*, 100–106.

Armstrong, N. (1998). Young people's physical activity patterns as assessed by heart rate monitoring. *Journal of Sports Sciences*, *16* (Suppl. 1), 9-16.

Armstrong, N., & Bray, S. (1991). Physical activity patterns defined by continuous heart rate monitoring. *Archives of Disease in Childhood*, *66*(2), 245–247.

Bailey, R. C., Olson, J., Pepper, S. L., Porszasz, J., Barstow, T. J., & Cooper, D. M. (1995). The level and tempo of children's physical activities: An observational study. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, *27*(7), 1033–1041.

Bamidis, P. D., Vivas, A. B., Styliadis, C., Frantzidis, C., Klados, M., Schlee, W., … Papageorgiou, S. G. (2014). A review of physical and cognitive interventions in aging. *Neuroscience & Biobehavioral Reviews*, *44*, 206–220.

Bassett, D. R., Rowlands, A., & Trost, S. G. (2012). Calibration and validation of wearable monitors. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, *44* (1 Suppl. 1), 32-38.

BFS. (2019). *Bevölkerung. Panorama*. Neuchâtel: Bundesamt für Statistik.

BFS. (2018). *Statistik der Sozialmedizinische Institutionen (SOMED).* Neuchâtel: Bundesamt für Statistik.

BFS. (2018). *Körperliche Aktivität nach Alter, Geschlecht, Sprachgebiet, Bildungsniveau.* Neuchâtel: Bundesamt für Statistik.

BFS. (2017). *Schweizerische Gesundheitsbefragung*. Neuchâtel: Bundesamt für Statistik.

Bjornson, K. F. (2005). Physical activity monitoring in children and youths. *Pediatric Physical Therapy*, *17*(1), 37–45.

Booth, F. W., Roberts, C. K., & Laye, M. J. (2012). Lack of exercise is a major cause of chronic diseases. *Comprehensive Physiology*, *2*(2), 1143–1211.

Borde, R., Hortobágyi, T., & Granacher, U. (2015). Dose–Response Relationships of Resistance Training in Healthy Old Adults: A Systematic Review and MetaAnalysis. *Sports Medicine*, 45(12), 1693–1720.

Borg, G. (2004). Anstrengungsempfinden und körperliche Aktivität. *Deutsches Ärzteblatt*, *101*(15), A1016-A1021.

Borg, G. (1998). *Borg's perceived exertion and pain scales*. Champaign, IL, US: Human Kinetics.

Borg, G. A. (1982). Psychophysical bases of perceived exertion. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, *14*(5), 377–381.

Bornstein, D. B., Beets, M. W., Byun, W., & McIver, K. (2011). Accelerometer-derived physical activity levels of preschoolers: A meta-analysis. *Journal of Science and Medicine in Sport*, *14*(6), 504–511.

Bös, K. & Mechling, H. (2002). Dimensionen sportmotorischer Leistungen im Längsschnitt. In: Ludwig, B., Ludwig, G. (hrsg.), *Koordinative Fähigkeiten – Koordinative Kompetenz* (S. 50 – 58). Kassel: Universität Kassel.

Bringolf-Isler, B., Probst-Hensch, N., Kayser, B. und Suggs, S. (2016). *Schlussbericht zur SOPHYA-Studie*. Basel: Swiss Tropical and Public Health Institute.

Buchheit, M., Voss, S. C., Nybo, L., Mohr, M., & Racinais, S. (2011). Physiological and performance adaptations to an in-season soccer camp in the heat: Associations with heart rate and heart rate variability. *Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports*, *21*(6), e477–e485.

Büla, C., Jotterand, S., Martin, B., Bize, R., Lenoble-Hoskovec, C., & Seematter-Bagnoud, L. (2014). Bewegung im Alter: Dafür ist es nie zu spät! *Swiss Medical Forum*, *14*(45).

Bundesamt für Sport (BASPO), Bundesamt für Gesundheit BAG, Gesundheitsförderung Schweiz, bfu – Beratungsstelle für Unfallverhütung, Suva, Netzwerk Gesundheit und Bewegung Schweiz. (2013). *Gesundheitswirksame Bewegung*. Magglingen: BASPO.

Burke, L., Jancey, J. M., Howat, P., Lee, A. H., & Shilton, T. (2013). Physical Activity and Nutrition Program for Seniors (PANS): Process evaluation. *Health Promotion Practice*, *14*(4), 543–551.

Cai, H., Li, G., Hua, S., Liu, Y., & Chen, L. (2017). Effect of exercise on cognitive function in chronic disease patients: A meta-analysis and systematic review of randomized controlled trials. *Clinical Interventions in Aging*, *12*, 773–783.

Casamichana, D., & Castellano, J. (2010). Time–motion, heart rate, perceptual and motor behaviour demands in small-sides soccer games: Effects of pitch size. *Journal of Sports Sciences*, *28*(14), 1615–1623.

Caspersen, C. J., Powell, K. E., & Christenson, G. M. (1985). Physical activity, exercise, and physical fitness: definitions and distinctions for health-related research. *Public health reports*, *100*(2), 126-131.

Chaddock-Heyman, L., Hillman, C. H., Cohen, N. J., & Kramer, A. F. (2014). The Importance of Physical Activity and Aerobic Fitness for Cognitive Control and Memory in Children. *Monographs of the Society for Research in Child Development*, *79*(4), 25–50.

Chen, K. Y., & Bassett Jr., D. R. (2005). The technology of accelerometry-based activity monitors: current and future. *Medicine & Science in Sports & Exercise, 37(11)*, 490-500.

Chen, M. J., Fan, X., & Moe, S. T. (2002). Criterion-related validity of the Borg ratings of perceived exertion scale in healthy individuals: A meta-analysis. *Journal of Sports Sciences*, *20*(11), 873–899.

Choi, L., Ward, S. C., Schnelle, J. F., & Buchowski, M. S. (2012). Assessment of wear/nonwear time classification algorithms for triaxial accelerometer. *Medicine and science in sports and exercise*, 44(10), 2009-2016.

Clark, B. C., & Manini, T. M. (2012). What is dynapenia? *Nutrition*, *28*(5), 495–503.

Colbert, L. H., Matthews, C. E., Havighurst, T. C., Kim, K., & Schoeller, D. A. (2011). Comparative Validity of Physical Activity Measures in Older Adults. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, *43*(5), 867–876.

Conlon, J. A., Haff, G. G., Tufano, J. J., & Newton, R. U. (2015). Application of Session Rating of Perceived Exertion Among Different Models of Resistance Training in Older Adults. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 29(12), 3439–3446.

Cooper, A. R., Goodman, A., Page, A. S., Sherar, L. B., Esliger, D. W., van Sluijs, E. M. F., … Ekelund, U. (2015). Objectively measured physical activity and sedentary time in youth: The International children's accelerometry database (ICAD). *The International Journal of Behavioral Nutrition and Physical Activity*, *12*, 113.

Cuevas-Trisan, R. (2019). Balance Problems and Fall Risks in the Elderly. *Clinics in Geriatric Medicine*, *35*(2), 173–183.

Dahlstrom, N., & Nahlinder, S. (2006). A Comparison of Two Recorders for Obtaining In-flight Heart Rate Data. *Applied Psychophysiology and Biofeedback*, *31*(3), 273–279.

De Bock, F. (2012). Bewegungsförderung im Kindes- und Jugendalter. In G. Geuter & A. Hollederer, *Handbuch Bewegungsförderung und Gesundheit* (pp. 131– 152). Bern: Huber.

Degroote, L., De Bourdeaudhuij, I., Verloigne, M., Poppe, L., & Crombez, G. (2018). The Accuracy of Smart Devices for Measuring Physical Activity in Daily Life: Validation Study. *JMIR MHealth and UHealth*, *6*(12), e10972.

Delaney, J. A., Wileman, T. M., Perry, N. J., Thornton, H. R., Moresi, M. P., & Duthie, G. M. (2019). The Validity of a Global Navigation Satellite System for Quantifying Small-Area Team-Sport Movements. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, *33*(6), 1463.

Diamond, A. (2000). Close interrelation of motor development and cognitive development and of the cerebellum and prefrontal cortex. *Child Development*, *71*(1), 44–56.

Diamond, A. (2013). Executive functions. *Annual Review of Psychology*, *64*, 135–168. Diaz, K. M., & Shimbo, D. (2013). Physical Activity and the Prevention of Hypertension. *Current Hypertension Reports*, *15*(6), 659–668.

Diehl, K., De Bock, F., & Schneider, S. (2014). Bedeutung der sportlichen Aktivität für Kinder und Jugendliche aus soziologischer und pädagogischer Perspektive. In S. Becker (Ed.), *Aktiv und Gesund? Interdisziplinäre Perspektiven auf den Zusammenhang zwischen Sport und Gesundheit* (pp. 311–329). Wiesbaden: Springer Fachmedien Wiesbaden

Dieu, O., Mikulovic, J., Fardy, P. S., Bui-Xuan, G., Béghin, L., & Vanhelst, J. (2017). Physical activity using wrist-worn accelerometers: Comparison of dominant and non-dominant wrist. *Clinical Physiology and Functional Imaging*, *37*(5), 525–529.

Dobell, A. P., Eyre, E. L. J., Tallis, J., Chinapaw, M. J. M., Altenburg, T. M., & Duncan, M. J. (2019). Examining accelerometer validity for estimating physical activity in pre-schoolers during free-living activity. *Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports*.

Donath, L., Faude, O., Hagmann, S., Roth, R., & Zahner, L. (2015). Fundamental movement skills in preschoolers: A randomized controlled trial targeting object control proficiency. *Child: Care, Health and Development*, *41*(6), 1179–1187.

Donath, L., van Dieën, J., & Faude, O. (2016). Exercise-Based Fall Prevention in the Elderly: What About Agility? *Sports Medicine*, *46*(2), 143–149.

Dowd, K. P., Szeklicki, R., Minetto, M. A., Murphy, M. H., Polito, A., Ghigo, E., … Donnelly, A. E. (2018). A systematic literature review of reviews on techniques for physical activity measurement in adults: A DEDIPAC study. *The International Journal of Behavioral Nutrition and Physical Activity*, *15*.

Duarte, R., Araujo, D., Fernandes, O., Travassos, B., Folgado, H., Diniz, A., & Davids, K. W. (2010). Effects of different practice task constraints on fluctuations of player heart rate in small-sided football games. *The Open Sports Sciences Journal*, *3*, 13–15.

Durant, R. H., Baranowski, T., Davis, H., Thompson, W. O., Puhl, J., Greaves, K. A., & Rhodes, T. (1992). Reliability and variability of heart rate monitoring in 3-, 4-, or 5-yr-old children. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, *24*(2), 265–271.

Einthoven, W. (1908). Weiteres über das Elektrokardiogramm. *Archiv für die gesamte Physiologie des Menschen und der Tiere*, *122*(12), 517–584.

Eisentraut, R. (2007). *Intergenerationelle Projekte: Motivationen und Wirkungen* (1. Aufl.). Baden-Baden: Nomos Verlagsgesellschaft mbH & Co. KG.

Ellis, K., Kerr, J., Godbole, S., Staudenmayer, J., & Lanckriet, G. (2016). Hip and Wrist Accelerometer Algorithms for Free-Living Behavior Classification. *Medicine and science in sports and exercise*, *48*(5), 933–940.

Esteban-Cornejo, I., Rodriguez-Ayllon, M., Verdejo-Roman, J., Cadenas-Sanchez, C., Mora-Gonzalez, J., Chaddock-Heyman, L., … Hillman, C. H. (2019). Physical Fitness, White Matter Volume and Academic Performance in Children: Findings from the ActiveBrains and FITKids2 Projects. *Frontiers in Psychology*, *10*.

Falck, R. S., McDonald, S. M., Beets, M. W., Brazendale, K., & Liu-Ambrose, T. (2016). Measurement of physical activity in older adult interventions: A systematic review. *British Journal of Sports Medicine*, *50*(8), 464–470. Ferraro, K. F. (2006). Imagining the Disciplinary Advancement of Gerontology: Whither the Tipping Point? *The Gerontologist*, *46*(5), 571–573.

Finger, J. D., Manz, K., Krug, S., & Mensink, G. B. M. (2017). Epidemiologie der körperlichen Aktivität und Inaktivität. In W. Banzer (Ed.), *Körperliche Aktivität und Gesundheit: Präventive und therapeutische Ansätze der Bewegungs- und Sportmedizin* (pp. 3–13). Berlin, Heidelberg: Springer.

Foster, C. D., Twist, C., Lamb, K. L., & Nicholas, C. W. (2010). Heart Rate Responses to Small-Sided Games Among Elite Junior Rugby League Players: *Journal of Strength and Conditioning Research*, *24*(4), 906–911.

Fox, K. R. (1999). The influence of physical activity on mental well-being. *Public Health Nutrition*, *2*(3A), 411–418.

Gabrys, L., Thiel, C., Tallner, A., Wilms, B., Müller, C., Kahlert, D., … Vogt, L. (2015). Akzelerometrie zur Erfassung körperlicher Aktivität. *Sportwissenschaft, 45*(1), 1–9.

Ganss, M., und Narr, B. (2010). *Alt und Jung im Pflegeheim: intergenerative Projekte mit Malen, Werken und Theater.* Frankfurt: Mabuse.

Gao, Y., Melin, M., Mäkäräinen, K., Rantalainen, T., Pesola, A. J., Laukkanen, A., … Finni, T. (2018). Children's physical activity and sedentary time compared using assessments of accelerometry counts and muscle activity level. *PeerJ, 6*, e5437.

Gesundheitsförderung Schweiz. (2017, 16. Mai). *Schweizer Kinder und Jugendliche bewegen sich deutlich weniger als der europäische Durchschnitt.* Zugriff am 6. Oktober 2019 unter https://gesundheitsfoerderung.ch/ueber-uns/medien/medienmitteilungen/artikel/schweizer-kinder-und-jugendliche-bewegen-sich-deutlich-weniger-als-der-europaeische-durchschnitt.html

Gogoll, André. 2004. *Belasteter Geist – Gefährdeter Körper. Sport, Stress und Gesundheit im Kindes- und Jugendalter*. Schorndorf: Hofmann.

Granacher, U., Muehlbauer, T., Gollhofer, A., Kressig, R.W., and Zahner, L. (2011). An intergenerational approach in the promotion of balance and strength for fall prevention - a mini-review. *Gerontology*, 57(4)**,** 304-315.

Greger, B. R. (2001). *Generationenarbeit* (1. Aufl.). München: Urban & Fischer.

Groslambert, A., & Mahon, A. D. (2006). Perceived exertion: Influence of age and cognitive development. *Sports Medicine, 36*(11), 911–928.

Gschwind, Y. J., Kressig, R. W., Lacroix, A., Muehlbauer, T., Pfenninger, B., & Granacher, U. (2013). A best practice fall prevention exercise program to improve balance, strength/power, and psychosocial health in older adults: study protocol for a randomized controlled trial. *BMC Geriatrics, 13(1),* 105.

Gualano, M. R., Voglino, G., Bert, F., Thomas, R., Camussi, E., & Siliquini, R. (2018). The impact of intergenerational programs on children and older adults: a review. *International Psychogeriatrics, 30*(4), 451–468.

Gulati, M., Shaw, L. J., Thisted, R. A., Black, H. R., Bairey Merz, C. N., & Arnsdorf, M. F. (2010). Heart rate response to exercise stress testing in asymptomatic women: The st. James women take heart project. *Circulation, 122*(2), 130–137.

Hallal, P. C., Andersen, L. B., Bull, F. C., Guthold, R., Haskell, W., Ekelund, U., & Lancet Physical Activity Series Working Group. (2012). Global physical activity levels: surveillance progress, pitfalls, and prospects. *The Lancet*, 380(9838), 247–257.

Haskell, W. L. (1994). Dose–response issues from a biological perspective. In *Physical activity, fitness, and health: International proceedings and consensus statement* (S. 1030–1039). Champaign, IL, England: Human Kinetics Publishers.

Heckman, G. A., & McKelvie, R. S. (2008). Cardiovascular aging and exercise in healthy older adults. *Clinical Journal of Sport Medicine*, *18*(6), 479–485.

Hecksteden, A., Faude, O., Meyer, T., & Donath, L. (2018). How to Construct, Conduct and Analyze an Exercise Training Study? *Frontiers in Physiology*, 9.

Henriksen, A., Grimsgaard, S., Horsch, A., Hartvigsen, G., & Hopstock, L. (2019). Validity of the Polar M430 Activity Monitor in Free-Living Conditions: Validation Study. *JMIR Formative Research*, *3*(3), e14438.

Hewitt, J., Goodall, S., Clemson, L., Henwood, T., & Refshauge, K. (2018). Progressive Resistance and Balance Training for Falls Prevention in Long-Term Residential Aged Care: A Cluster Randomized Trial of the Sunbeam Program. *Journal of the American Medical Directors Association*, *19*(4), 361–369.

Hildebrand, M., Van Hees, V. T., Hansen, B. H., & Ekelund, U. (2014). Age group comparability of raw accelerometer output from wrist- and hip-worn monitors. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, *46*(9), 1816–1824.

Hollamby, A., Davelaar, E. J., & Cadar, D. (2017). Increased Physical Fitness Is Associated with Higher Executive Functioning in People with Dementia. *Frontiers in Public Health*, *5*.

Hornstrup, T., Wikman, J. M., Fristrup, B., Póvoas, S., Helge, E. W., Nielsen, S. H., … Krustrup, P. (2018). Fitness and health benefits of team handball training for young untrained women—A cross-disciplinary RCT on physiological adaptations and motivational aspects. *Journal of Sport and Health Science*, *7*(2), 139–148.

Hortobágyi, T., Lesinski, M., Gäbler, M., VanSwearingen, J. M., Malatesta, D., & Granacher, U. (2015). Effects of Three Types of Exercise Interventions on Healthy Old Adults' Gait Speed: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Sports Medicine*, *45*(12), 1627–1643.

Howley, E. T. (2001). Type of activity: Resistance, aerobic and leisure versus occupational physical activity. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, *33*(6), 364-369.

Jago, R., Baranowski, T., Baranowski, J. C., Thompson, D., & Greaves, K. A. (2005). BMI from 3–6 y of age is predicted by TV viewing and physical activity, not diet. *International Journal of Obesity*, *29*(6), 557–564.

Jankowski, M., Niedzielska, A., Brzezinski, M., & Drabik, J. (2015). Cardiorespiratory fitness in children: A simple screening test for population studies. *Pediatric Cardiology*, 36(1), 27–32.

Jekauc, D., Reimers, A. K., & Woll, A. (2014). Methoden der Aktivitätsmessung bei Kindern und Jugendlichen. *B&G Bewegungstherapie und Gesundheitssport*, *30*(2), 79–82.

Jenni, O., & Benz, C. (2007). Schlafstörungen. *Pädiatrie up2date*, *2*(4), 309–333.

Jensen, M. T. (2019). Resting heart rate and relation to disease and longevity: Past, present and future. *Scandinavian Journal of Clinical and Laboratory Investigation*, *79*(1–2), 108–116.

Jeukendrup, A., & Diemen, A. V. (1998). Heart rate monitoring during training and competition in cyclists. *Journal of Sports Sciences*, 16(1), 91–99.

Jimmy, G., Seiler, R., & Maeder, U. (2013). Development and validation of energy expenditure prediction models based on GT3X accelerometer data in 5- to 9-year-old children. *Journal of Physical Activity & Health*, 10(7), 1057–1067.

Johansson E, Larisch L-M, Marcus C, Hagströmer M (2016) Calibration and Validation of a Wrist- and Hip-Worn Actigraph Accelerometer in 4- Year-Old Children. *PLoS ONE*, 11(9): e0162436.

John, D., & Freedson, P. (2012). ActiGraph and Actical physical activity monitors: A peek under the hood. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, *44*(1), 86-89.

Jørgensen, L., Paludan-Müller, A. S., Laursen, D. R. T., Savović, J., Boutron, I., Sterne, J. A. C., … Hróbjartsson, A. (2016). Evaluation of the Cochrane tool for assessing risk of bias in randomized clinical trials: Overview of published comments and analysis of user practice in Cochrane and non-Cochrane reviews. *Systematic Reviews*, 5.

Kamada, M., Shiroma, E. J., Harris, T. B., & Lee, I.-M. (2016). Comparison of physical activity assessed using hip- and wrist-worn accelerometers. *Gait & Posture*, 44, 23–28.

Kambas, A., Antoniou, P., Xanthi, G., Heikenfeld, R., Taxildaris, K., & Godolias, G. (2004). Unfallverhütung durch Schulung der Bewegungskoordination bei Kindergartenkindern. *Deutsche Zeitschrift für Sportmedizin*, 55(2), 44–47.

Karvonen, J., & Vuorimaa, T. (1988). Heart rate and exercise intensity during sports activities. Practical application. *Sports Medicine*, *5*(5), 303–311.

Khan, N. A., & Hillman, C. H. (2014). The Relation of Childhood Physical Activity and Aerobic Fitness to Brain Function and Cognition: A Review. *Pediatric Exercise Science*, *26*(2), 138–146.

Kohl, H. W., Craig, C. L., Lambert, E. V., Inoue, S., Alkandari, J. R., Leetongin, G., … Lancet Physical Activity Series Working Group. (2012). The pandemic of physical inactivity: Global action for public health. *The Lancet*, *380*(9838), 294–305.

Krell, J., & Bös, K. (2012). Inaktivität und Fitnessmangel im Kindesalter–Ursachen und Wirkung. *Kinderärztliche Praxis*, 83(4), 207–210.

Lamprecht, M., Fischer, A., Wiegand, D. & Stamm, H.P. (2015): Sport Schweiz 2014: *Kinder- und Jugendbericht*. Magglingen: BASPO.

Lauretani, F., Russo, C. R., Bandinelli, S., Bartali, B., Cavazzini, C., Di Iorio, A., … Ferrucci, L. (2003). Age-associated changes in skeletal muscles and their effect on mobility: An operational diagnosis of sarcopenia. *Journal of Applied Physiology*, *95*(5), 1851–1860.

Lee, I.-M., Shiroma, E. J., Lobelo, F., Puska, P., Blair, S. N., Katzmarzyk, P. T., et al. (2012). Effect of physical inactivity on major non-communicable diseases worldwide: an analysis of burden of disease and life expectancy. *The Lancet*, 380(9838), 219-229.

Lee, M. M., Camp, C. J., & Malone, M. L. (2007). Effects of intergenerational Montessori-based activities programming on engagement of nursing home residents with dementia. *Clinical Interventions in Aging*, *2*(3), 477–483.

Lee, Y., Kim, J., Han, E. S., Chae, S., Ryu, M., Ahn, K. H., & Park, E. J. (2015). Changes in physical activity and cognitive decline in older adults living in the community. *Age*, *37*(2).

Leeger-Aschmann, C. S., Schmutz, E. A., Zysset, A. E., Kakebeeke, T. H., Messerli-Bürgy, N., Stülb, K., … Kriemler, S. (2019). Accelerometer-derived physical activity estimation in pre-schoolers - Comparison of Cut-Point sets incorporating the vector magnitude vs the vertical axis. *BMC Public Health*, *19*(1), 513.

Lesinski, M., Hortobágyi, T., Muehlbauer, T., Gollhofer, A., & Granacher, U. (2015). Effects of Balance Training on Balance Performance in Healthy Older Adults: A Systematic Review and Meta-analysis. *Sports Medicine*,*45*(12), 1721–1738.

Lewicka, M., & Farrell, L. (2007). *Physical Activity Measurement in Children 2-5 Years of Age*. Report No. CPAH06-002. Sydney: NSW Centre for Physical Activity and Health.

Libertus, K., & Hauf, P. (2017). Motor Skills and Their Foundational Role for Perceptual, Social, and Cognitive Development. *Frontiers in Psychology*, *8*.

Lieberherr, R., Marquis, J.-F., Storni, M., & Wiedenmayer, G. (2010). *Gesundheit und Gesundheitsverhalten in der Schwei.z 2007. Schweizerische Gesundheitsbefragung*. Neuchâtel: Bundesamt für Statistik.

Linke, D., Link, D., & Lames, M. (2018). Validation of electronic performance and tracking systems EPTS under field conditions. *PLoS ONE*, *13*(7), e0199519.

Mahon, A. D., Marjerrison, A. D., Lee, J. D., Woodruff, M. E., & Hanna, L. E. (2010). Evaluating the Prediction of Maximal Heart Rate in Children and Adolescents. *Research Quarterly for Exercise and Sport*, *81*(4), 466–471.

Manini, T. M., & Clark, B. C. (2012). Dynapenia and aging: An update. *The Journals of Gerontology. Series A*, *67*(1), 28–40.

Martin-Diener, E., Brügger, O., & Martin, B. (2012). *Bewegungsförderung und Unfallverhütung.* Bern: bfu – Beratungsstelle für Unfallverhütung.

Martin, K., Springate, I., & Atkinson, M. (2010). *Intergenerational Practice: Outcomes and Effectiveness. LGA Research Report.* Slough: NFER.

McAlister, F. A., Wiebe, N., Ezekowitz, J. A., Leung, A. A., & Armstrong, P. W. (2009). Meta-analysis: Beta-blocker dose, heart rate reduction, and death in patients with heart failure. *Annals of Internal Medicine*, *150*(11), 784–794.

McNeil, C. J., Doherty, T. J., Stashuk, D. W., & Rice, C. L. (2005). Motor unit number estimates in the tibialis anterior muscle of young, old, and very old men. *Muscle & Nerve*, *31*(4), 461–467.

Miedaner, L. (2001). *Alt und Jung entdeckt sich neu: intergenerative Pädagogik mit Kindern und Senioren.* Freiburg: Herder.

Migueles, J. H., Cadenas-Sanchez, C., Ekelund, U., Delisle Nyström, C., Mora-Gonzalez, J., Löf, M., … Ortega, F. B. (2017). Accelerometer Data Collection and Processing Criteria to Assess Physical Activity and Other Outcomes: A Systematic Review and Practical Considerations. *Sports Medicine*, 47(9), 1821–1845.

Morris, J. N., & Crawford, M. D. (1958). Coronary heart disease and physical activity of work. *British journal of health psychology*, 1485-1496.

Mosor, E., Waldherr, K., Kjeken, I., Omara, M., Ritschl, V., Pinter-Theiss, V., … Stamm, T. (2019). An intergenerational program based on psycho-motor activity promotes well-being and interaction between preschool children and older adults: results of a process and outcome evaluation study in Austria. *BMC Public Health*, *19*(1), 254.

Muehlbauer, T., Besemer, C., Wehrle, A., Gollhofer, A., & Granacher, U. (2012). Relationship between strength, power and balance performance in seniors. *Gerontology*, *58*(6), 504–512.

Müller, C., Winter, C., & Rosenbaum, D. (2010). Aktuelle objektive Messverfahren zur Erfassung körperlicher Aktivität im Vergleich zu subjektiven Erhebungsmethoden. *Deutsche Zeitschrift für Sportmedizin*, 61(1), 11-18.

Müller, P., Schmicker, M., & Müller, N. G. (2017). Präventionsstrategien gegen Demenz. *Zeitschrift für Gerontologie und Geriatrie*, *50*(2), 89–95.

Nascimento, C. M., Ingles, M., Salvador-Pascual, A., Cominetti, M. R., Gomez-Cabrera, M. C., & Viña, J. (2019). Sarcopenia, frailty and their prevention by exercise. *Free Radical Biology & Medicine*, *132*, 42–49.

Nayak, B. K. (2010). Understanding the relevance of sample size calculation. *Indian Journal of Ophthalmology*, *58*(6), 469–470.

Nelson, M. E., Rejeski, W. J., Blair, S. N., Duncan, P. W., Judge, J. O., King, A. C., … American Heart Association. (2007). Physical activity and public health in older adults: recommendation from the American College of Sports Medicine and the American Heart Association. *Circulation*, *116*(9), 1094–1105.

Nerouz, S., Zahner, L., Ernst, D., & Suter, B. (2010). Lehrmittel für ein integratives Aktivitätsprojekt. Ein praxisorientiertes Projekt im Rahmen der Masterarbeit «Generationen-campus». Basel: Universität Basel, DSBG

Nes, B. M., Janszky, I., Wisløff, U., Støylen, A., & Karlsen, T. (2013). Age-predicted maximal heart rate in healthy subjects: The HUNT fitness study. *Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports*, *23*(6), 697–704.

Niederer, I., Kriemler, S., Zahner, L., Bürgi, F., Ebenegger, V., Marques-Vidal, P., & Puder, J. J. (2012). BMI Group-Related Differences in Physical Fitness and Physical Activity in Preschool-Age Children. *Research Quarterly for Exercise and Sport*, *83*(1), 12–19.

Niemann, S., Lieb, C., & Sommer, H. (2015). *Nichtberufsunfälle in der Schweiz Aktualisierte Hochrechnung und Kostenberechnung*. Bern: bfu – Beratungsstelle für Unfallverhütung.

Northey, J. M., Cherbuin, N., Pumpa, K. L., Smee, D. J., & Rattray, B. (2018). Exercise interventions for cognitive function in adults older than 50: A systematic review with meta-analysis. *British Journal of Sports Medicine, 52*(3), 154–160.

Obst, F., Bös, K. (1997) Akzeptanz und Wirkung zusätzlicher Sportstunden in der Grundschule. *Sportpraxis, 2*, 44-48.

Palma, D. D., Cusano, P., Russo, C., & Ascione, A. (2019). New Technologies in Sport through the Internet of Things Systems. *Research Journal of Humanities and Cultural Studies, 5*(1), 16–22.

Pälve, K. S., Pahkala, K., Magnussen, C. G., Koivistoinen, T., Juonala, M., Kähönen, M., … Raitakari, O. T. (2014). Association of physical activity in childhood and early adulthood with carotid artery elasticity 21 years later: The cardiovascular risk in Young Finns Study. *Journal of the American Heart Association, 3*(2), e000594.

Papa, E. V., Dong, X., & Hassan, M. (2017). Resistance training for activity limitations in older adults with skeletal muscle function deficits: A systematic review. *Clinical Interventions in Aging, 12*, 955–961.

Park, H., Park, J. H., Na, H. R., Hiroyuki, S., Kim, G. M., Jung, M. K., … Park, K. W. (2019). Combined Intervention of Physical Activity, Aerobic Exercise, and Cognitive Exercise Intervention to Prevent Cognitive Decline for Patients with Mild Cognitive Impairment: A Randomized Controlled Clinical Study. *Journal of Clinical Medicine, 8*(7).

Pate, R. R., Almeida, M. J., McIver, K. L., Pfeiffer, K. A., & Dowda, M. (2006). Validation and calibration of an accelerometer in preschool children. *Obesity, 14*(11), 2000–2006.

Pate, R. R., O'Neill, J. R., Brown, W. H., McIver, K. L., Howie, E. K., & Dowda, M. (2013). Top 10 research questions related to physical activity in preschool children. *Research Quarterly for Exercise and Sport, 84*(4), 448–455.

Pate, R. R., O'Neill, J. R., & Mitchell, J. (2010). Measurement of physical activity in preschool children. *Medicine and Science in Sports and Exercise, 42*(3), 508–512.

Pedišić, Ž., & Bauman, A. (2015). Accelerometer-based measures in physical activity surveillance: Current practices and issues. *British Journal of Sports Medicine, 49*(4), 219–223.

Peterson, M. D., Rhea, M. R., Sen, A., & Gordon, P. M. (2010). Resistance exercise for muscular strength in older adults: A meta-analysis. *Ageing Research Reviews, 9*(3), 226–237.

Piek, J. P., Dawson, L., Smith, L. M., & Gasson, N. (2008). The role of early fine and gross motor development on later motor and cognitive ability. *Human Movement Science, 27*(5), 668–681.

Pons, E., García-Calvo, T., Resta, R., Blanco, H., López del Campo, R., Díaz García, J., & Pulido, J. J. (2019). A comparison of a GPS device and a multi-camera video technology during official soccer matches: Agreement between systems. *PLoS ONE*, *14*(8).

Ransdell, L.B., Robertson, L., Ornes, L., and Moyer-Mileur, L. (2004). Generations Exercising Together to Improve Fitness (GET FIT): a pilot study designed to increase physical activity and improve health-related fitness in three generations of women. *Women Health*, 40(3)**,** 77-94.

Reed, J. A., Einstein, G., Hahn, E., Hooker, S. P., Gross, V. P., & Kravitz, J. (2010). Examining the impact of integrating physical activity on fluid intelligence and academic performance in an elementary school setting: A preliminary investigation. *Journal of Physical Activity & Health*, 7(3), 343–351.

Rhodes, R. E., Janssen, I., Bredin, S. S. D., Warburton, D. E. R., & Bauman, A. (2017). Physical activity: Health impact, prevalence, correlates and interventions. *Psychology & Health*, *32*(8), 942–975.

Ricardo, L. I. C., DA Silva, I. C. M., Martins, R. C., Wendt, A., Gonçalves, H., Hallal, P. R. C., & Wehrmeister, F. C. (2018). Protocol for Objective Measurement of Infants' Physical Activity using Accelerometry. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, *50*(5), 1084–1092.

Ritchie, C. (2012). Rating of Perceived Exertion (RPE). *Journal of Physiotherapy*, *58*(1), 62.

Rodríguez, I., Zambrano, L., & Manterola, C. (2016). Criterion-related validity of perceived exertion scales in healthy children: A systematic review and meta-analysis. *Archivos Argentinos De Pediatria*, *114*(2), 120–128.

Rosenhagen, A. (2017). Bewegung und Gesundheit im Kindesalter. In W. Banzer (Hrsg.), *Körperliche Aktivität und Gesundheit: Präventive und therapeutische Ansätze der Bewegungs- und Sportmedizin* (S. 123–137). Berlin, Heidelberg:Springer

Rowe, J. W., & Kahn, R. L. (1997). Successful aging. *The Gerontologist*, *37*(4), 433–440.

Rowlands, A. V., Rennie, K., Kozarski, R., Stanley, R. M., Eston, R. G., Parfitt, G. C., & Olds, T. S. (2014). Children's physical activity assessed with wrist- and hip-worn accelerometers. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, *46*(12), 2308–2316.

Sackley, C., Levin, S., Cardoso, K., & Hoppitt, T. (2006). Observations of activity levels and social interaction in a residential care setting. *International Journal of Therapy and Rehabilitation*, *13*(8), 370–373.

Sammito, S., & Böckelmann, I. (2016). Möglichkeiten und Einschränkungen der Herzfrequenzmessung und der Analyse der Herzfrequenzvariabilität mittels mobiler Messgeräte. *Herzschrittmachertherapie + Elektrophysiologie*, *27*(1), 38–45.

Santos-Lozano, A., Santín-Medeiros, F., Cardon, G., Torres-Luque, G., Bailón, R., Bergmeir, C., … Garatachea, N. (2013). Actigraph GT3X: Validation and Determination of Physical Activity Intensity Cut-Points. *International Journal of Sports Medicine*, *34*(11), 975–982.

Sarganas, G., Schaffrath Rosario, A., & Neuhauser, H. K. (2017). Resting Heart Rate Percentiles and Associated Factors in Children and Adolescents. *The Journal of Pediatrics*, 187, 174-181.e3.

Schlick, C. (2010). „Oma-Opa-Kind-Turnen" Ein intergeneratives Bewegungsangebot für Kleine und Grosse. *Zeitschrift der Psychomotorik*, *35*(1), 220–224.

Schmidt, S. C. E., Henn, A., Albrecht, C., & Woll, A. (2017). Physical Activity of German Children and Adolescents 2003-2012: The MoMo-Study. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, *14*(11).

Schrack, J. A., Cooper, R., Koster, A., Shiroma, E. J., Murabito, J. M., Rejeski, W. J., … Harris, T. B. (2016). Assessing Daily Physical Activity in Older Adults: Unraveling the Complexity of Monitors, Measures, and Methods. *The Journals of Gerontology Series A: Biological Sciences and Medical Sciences*, *71*(8), 1039–1048.

Schürch, B., Thüler, H., Engel, M., & Knecht, C. (2012). *Sichere Bewegungsförderung bei Kindern. Leitfaden für Kindergärten, (Tages-)Schulen, Kindertagesstätten, Spielgruppen und Horte.* Bern: bfu-Beratungsstelle für Unfallverhütung.

Scott, J. J., Rowlands, A. V., Cliff, D. P., Morgan, P. J., Plotnikoff, R. C., & Lubans, D. R. (2017). Comparability and feasibility of wrist- and hip-worn accelerometers in free-living adolescents. *Journal of Science and Medicine in Sport*, *20*(12), 1101–1106.

Seidl, T., Völker, M., Witt, N., Poimann, D., Czyz, T., Franke, N., & Lochmann, M. (2016). Evaluating the Indoor Football Tracking Accuracy of a Radio-Based Real-Time Locating System. In P. Chung, A. Soltoggio, C. W. Dawson, Q. Meng, & M. Pain (Hrsg.), *Proceedings of the 10th International Symposium on Computer Science in Sports (ISCSS)* (S. 217–224). Cham: Springer.

Sherrington, C., Michaleff, Z. A., Fairhall, N., Paul, S. S., Tiedemann, A., Whitney, J., … Lord, S. R. (2017). Exercise to prevent falls in older adults: An updated systematic review and meta-analysis. *British Journal of Sports Medicine*, *51*(24), 1750–1758.

Sibley, B., & Etnier, J. (2003). The Relationship between Physical Activity and Cognition in Children: A Meta-Analysis. *Pediatric Exercise Science*, *15*, 243–256.

Silfee, V. J., Haughton, C. F., Jake-Schoffman, D. E., Lopez-Cepero, A., May, C. N., Sreedhara, M., … Lemon, S. C. (2018). Objective measurement of physical activity outcomes in lifestyle interventions among adults: A systematic review. *Preventive Medicine Reports*, *11*, 74–80.

Simmonds, M., Llewellyn, A., Owen, C. G., & Woolacott, N. (2016). Predicting adult obesity from childhood obesity: A systematic review and meta-analysis. *Obesity Reviews*, *17*(2), 95–107.

Singh, A. S., Mulder, C., Twisk, J. W. R., van Mechelen, W., & Chinapaw, M. J. M. (2008). Tracking of childhood overweight into adulthood: A systematic review of the literature. *Obesity Reviews*, *9*(5), 474–488.

Skelly, A. C., Dettori, J. R., & Brodt, E. D. (2012). Assessing bias: The importance of considering confounding. *Evidence-Based Spine-Care Journal*, *3*(1), 9–12.

Skelton, D. A. (2001). Effects of physical activity on postural stability. *Age and Ageing,* 30 (Suppl. 4)**,** 33-39.

Sofi, F., Valecchi, D., Bacci, D., Abbate, R., Gensini, G. F., Casini, A., & Macchi, C. (2011). Physical activity and risk of cognitive decline: A meta-analysis of prospective studies. *Journal of Internal Medicine*, *269*(1), 107–117.

Straight, C. R., Lindheimer, J. B., Brady, A. O., Dishman, R. K., & Evans, E. M. (2016). Effects of Resistance Training on Lower-Extremity Muscle Power in Middle-Aged and Older Adults: A Systematic Review and Meta-Analysis of Randomized Controlled Trials. *Sports Medicine*, *46*(3), 353–364.

Suck, S., & Tinzmann, B. (2005). *Intergenerative Projekte in NRW. Bestandsaufnahme, Bewertung, Vernetzungs- und Qualifizierungsbedarf.* Dortmund: Institut für Gerontologie an der Universität Dortmund.

Sygusch, R. (2006). Körperlich-sportliche Aktivität von Kindern und Jugendlichen - ein Beitrag für die Gesundheit? *Spectrum,* 18 (1), 54-73.

Tanaka, H., Monahan, K. D., & Seals, D. R. (2001). Age-predicted maximal heart rate revisited. *Journal of the American College of Cardiology*, *37*(1), 153–156.

Taraldsen, K., Chastin, S. F. M., Riphagen, I. I., Vereijken, B., & Helbostad, J. L. (2012). Physical activity monitoring by use of accelerometer-based body-worn sensors in older adults: A systematic literature review of current knowledge and applications. *Maturitas*, *71*(1), 13–19.

Telama, R., Yang, X., Leskinen, E., Kankaanpää, A., Hirvensalo, M., Tammelin, T., … Raitakari, O. T. (2014). Tracking of physical activity from early childhood through youth into adulthood. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, *46*(5), 955–962.

Thiel, C., Gabrys, L., Vogt, L. (2016). Registrierung körperlicher Aktivität mit tragbaren Akzelerometern. *Deutsche Zeitschrift für Sportmedizin, 67* (1), 44-48.

Tiedemann, A., Hassett, L., & Sherrington, C. (2015). A novel approach to the issue of physical inactivity in older age. *Preventive Medicine Reports*, *2*, 595–597.

Tremblay, M. S., Gray, C. E., Akinroye, K., Harrington, D. M., Katzmarzyk, P. T., Lambert, E. V., … Tomkinson, G. (2014). Physical activity of children: A global matrix of grades comparing 15 countries. *Journal of Physical Activity & Health*, 11 (Suppl. 1), 113-125.

Tremblay, M. S., LeBlanc, A. G., Kho, M. E., Saunders, T. J., Larouche, R., Colley, R. C., … Gorber, S. C. (2011). Systematic review of sedentary behaviour and health indicators in school-aged children and youth. *The International Journal of Behavioral Nutrition and Physical Activity*, *8*, 98.

Trost, S. G., McIver, K. L., & Pate, R. R. (2005). Conducting accelerometer-based activity assessments in field-based research. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, *37*(Suppl. 11), 531-543.

Tucker, P. (2008). The physical activity levels of preschool-aged children: A systematic review. *Early Childhood Research Quarterly*, 23(4), 547-558.

Vale, S., Silva, P., Santos, R., Soares-Miranda, L., & Mota, J. (2010). Compliance with physical activity guidelines in preschool children. *Journal of Sports Sciences*, *28*(6), 603–608.

Warburton, D. E. R., & Bredin, S. S. D. (2016). Reflections on Physical Activity and Health: What Should We Recommend? *The Canadian Journal of Cardiology*, *32*(4), 495–504.

Weineck, J. (2014). *Optimales Training: Leistungsphysiologische Trainingslehre unter besonderer Berücksichtigung des Kinder- und Jugendtrainings* (16., durchges. Aufl., Nachdr.). Balingen: Spitta.

Weiss, A., Weiss, W., Stehle, J., Zimmer, K., Heck, H., & Raab, P. (2004). Beeinflussung der Haltung und Motorik durch Bewegungsförderungsprogramme bei Kindergartenkindern. *Deutsche Zeitschrift Für Sportmedizin*, 55(4), 101– 105.

Welk, G. J., Corbin, C. B., & Dale, D. (2000). Measurement Issues in the Assessment of Physical Activity in Children. *Research Quarterly for Exercise and Sport*, *71*(sup2), 59–73.

Weltzien, D., Rönnau-Böse, M., Prinz, T., & Vogl, L. (2014). *Gestützte Begegnungen zwischen Hochaltrigen und Vorschulkindern zur Verbesserung von Lebensqualität und sozialer Teilhabe («Begegnungen»): Die kindheitspädagogische Perspektive; wissenschaftlicher Abschlussbericht.* Freiburg: FEL-Verlag.

Werkhausen, A., Favero K., Wyss T. (2014): *Sitzender Lebensstil beeinflusst Gesundheit negativ*. Magglingen: BASPO.

WHO. (2017). *The determinants of health*. Zugriff am 25. Juni 2019 unter https://www.who.int/hia/evidence/doh/en/

WHO. (2010). *Global recommendations on physical activity for health.* Genf: World Health Organization.

Willem, van M. (2009). *Paediatric Exercise Science and Medicine*. (Second edition). Oxford, New York: Oxford University Press.

Woll A, Opper E, Oberger J, Worth A, Bös K (2009) Zusammenhänge zwischen motorischer Leistungsfähigkeit und körperlich-sportlicher Aktivität von Kindern und Jugendlichen. In: Bös K, Worth A, Opper E, Oberger J, Romahn N et al. (HFsg) *Motorik-Modul: Eine Studie zur motorischen Leistungsfähigkeit und körperlich-sportlichen Aktivität von Kindern und Jugendlichen in Deutschland. Abschlussbericht zum Forschungsprojekt* (S. 199 - 210). Baden-Baden: Nomos Verlag.

Yin, J., Lu, X., Qian, Z., Xu, W., & Zhou, X. (2019). New insights into the pathogenesis and treatment of sarcopenia in chronic heart failure. *Theranostics*, *9*(14), 4019–4029.

Zisko, N., Carlsen, T., Salvesen, Ø., Aspvik, N. P., Ingebrigtsen, J. E., Wisløff, U., & Stensvold, D. (2015). New relative intensity ambulatory accelerometer thresholds for elderly men and women: The Generation 100 study. *BMC Geriatrics*, *15*, 97.

Anhang

Anhang 1: Deskriptive Statistik der Messresultate der Kinder (1=PG, 2=IG)

			low_p_min	mvpa_p_min	mw_p	counts	low_a_min	mvpa_a_min
Gruppe	1	Mittelwert	29.71	9.89	130	208	17.97	19.51
		Standardfehler des Mittelwerts	.77	.91	1	7	.46	.64
		Median	31.16	6.72	128	197	17.25	19.08
		Standardabweichung	8.41	9.96	13	79	5.08	7.00
		Varianz	70.70	99.16	169	6231	25.85	49.03
		Maximum	47.15	39.35	165	458	29.00	33.92
		Minimum	7.97	.00	101	84	3.58	8.08
	2	Mittelwert	35.17	7.56	123	198	23.63	22.82
		Standardfehler des Mittelwerts	1.14	.99	1	10	.99	.96
		Median	38.37	3.18	121	203	22.13	24.92
		Standardabweichung	10.74	9.35	13	97	9.38	9.09
		Varianz	115.33	87.41	170	9330	87.94	82.58
		Maximum	48.17	38.15	157	467	41.58	38.83
		Minimum	3.78	.00	100	33	6.67	4.42

Anhang 2: Deskriptive Statistik der Messresultate der Senioren (3=PG, 4=IG)

			low_p_min	mod_p_min	high_p_min	mw_p	low_a_min	mod_a_min	high_a_min	counts
Gruppe	3	Mittelwert	26.58	13.92	3.15	93.47	27.48	12.33	5.59	1155.67
		Standardfehler des Mittelwerts	1.70	1.38	.68	1.49	1.06	.69	.67	53.42
		Median	28.62	13.63	.00	95.00	28.00	13.00	3.00	1132.78
		Standardabweichung	15.33	12.42	6.11	13.41	9.40	6.17	5.96	474.80
		Varianz	235.04	154.24	37.28	179.83	88.33	38.02	35.55	225431.39
		Minimum	.00	.00	.00	66.00	10.00	.00	.00	259.16
		Maximum	48.33	39.87	32.20	122.00	45.00	28.00	25.00	2454.91
	4	Mittelwert	32.95	6.64	4.18	87.05	37.29	6.82	1.28	585.90
		Standardfehler des Mittelwerts	2.01	1.20	1.16	1.81	.74	.61	.18	32.86
		Median	40.45	1.83	.00	84.00	38.00	6.00	1.00	552.25
		Standardabweichung	16.19	9.71	9.35	14.59	6.09	5.04	1.52	270.94
		Varianz	262.16	94.27	87.47	212.76	37.11	25.43	2.32	73406.87
		Minimum	.00	.00	.00	60.00	16.00	.00	.00	33.94
		Maximum	50.45	31.13	38.10	119.00	49.00	20.00	6.00	1177.13

Anhang 3: Aktive und Inaktive Zeit über beide Messmethoden getrennt nach Altersklassen und Interventionsgruppen.

	Kinder		Senioren	
Durchschnitt der Messmethoden	PG	IG	PG	IG
Aktiv (in min)	14.7	15.19	17.495	9.46
Inaktiv (in min)	23.84	29.4	27.03	35.12
Total	38.54	44.59	44.525	44.58

Anhang 4: Poster

Generationen in Bewegung: Ein Vergleich der Belastungsintensitäten in intergenerativen und altersspezifischen Bewegungslektionen

UNI BASEL

Autor: Dominique Hohle; Erstgutachter: Ralf Roth
Bereich Bewegungs- und Trainingswissenschaften des Departementes für Sport, Bewegung und Gesundheit der Universität Basel

DSBG
Departement für Sport, Bewegung und Gesundheit

Theoretischer Hintergrund

Kinder und Senioren können von intergenerativen Trainingsinterventionen in psychischer, sozialer und physischer Hinsicht profitieren. Gemeinsame Aktivitäten fördern den intergenerativen Austausch und helfen gegenseitige Vorurteile und Altersstereotype abzubauen[1,2,3]. Im Rahmen der GIB-Studie wurde eine Trainingsintervention in intergenerativen (IG) und altersspezifischen Gruppen (PG) durchgeführt und die Auswirkungen auf die jeweiligen Belastungsintensitäten untersucht.

Methode

Die Kindergärten und Seniorenresidenzen, die an der GIB-Studie teilgenommen haben, wurden den drei Vergleichsgruppen (IG, PG, Kontrollgruppe) zufällig zugeordnet. Um einen objektiven Vergleich zu gewährleisten, wurden zwei Messsysteme verwendet. Der Actigraph (Akzelerometer) zeichnet die Beschleunigung von Bewegungen an der Hüfte in Form von Counts auf, während das Polar Team System die Herzfrequenz (HF) der Probanden erfasst. Die Messungen fanden regelmäßig und in fünf der gesamthaft 25 Trainingslektionen statt. Es konnten somit die Dauer und die Intensität der Belastung berechnet werden (Abb. 1). Level 2 & 3 repräsentieren die aktive, Level 1 zeigt die inaktive Zeit während der Trainingsintervention. Die erhobenen Parameter (Zeit, HF, Counts) wurden mit einem linear gemischten Modell zwischen den intergenerativen und altersspezifischen Gruppen verglichen. Abb. 2 zeigt Eigenschaften der Stichprobe und den Vergleich zwischen den Gruppen.

Intensitäts-level	Körperliche Aktivität
Level 3	Intensiv
Level 2	Moderat
Level 1	Leicht oder Inaktiv

Abb. 1: Aktivitätslevel

Actigraph & Polar Team System Measurements		
Peer Group (PG) Kinder N= 26 Alter: 4,9 (0.8) BMI: 15.5 (0.6)	vs	**Intergenerative Gruppe (IG) Kinder** N= 20 Alter: 4.8 (0.8) BMI: 15.6 (1.2)
Peer Group (PG) Senioren N= 21 Alter: 80 (7) BMI: 28.1 (4)	vs	**Intergenerative Gruppe (IG) Senioren** N= 15 Alter: 84 (8) BMI: 25.8 (4.9)

Abb. 2: Eigenschaften der Stichprobe. N= Anzahl Probanden. Für das Alter und den BMI ist in Klammern die Standardabweichung angegeben.

Resultate

Kinder: Die durchschnittliche HF in der PG ist um 6 Schläge höher als in der IG und unterscheidet sich signifikant (p=0.032) zwischen den Gruppen. Auch die durchschnittlichen Counts sind in der PG (208) höher als in der IG (198). Der Unterschied ist jedoch nicht signifikant (p=0.522).

Abb. 3: Verteilung der Zeit der Kinder über die Intensitätslevel gemäss Actigraph

Abb. 4: Verteilung der Zeit der Kinder über die Intensitätslevel gemäss HF

Senioren: Gemäß dem Actigraph unterscheidet sich die Zeit in allen Intensitätslevel in den Interventionsgruppen signifikant (p<0.001). Diese signifikanten Unterschiede konnten mit dem Polar Team System nicht festgestellt werden. Trotzdem ist der Anteil der Zeit in Level 2 & 3 in der IG um 15% höher als in der PG.

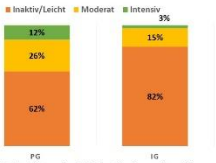

Abb. 5: Verteilung der Zeit der Senioren über die Intensitätslevel gemäss Actigraph

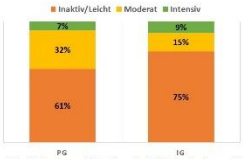

Abb. 6: Senioren: Verteilung der Zeit der Senioren über die Intensitätslevel gemäss HF

Anmerkung Abb. 3-6: Dargestellt werden die prozentualen Anteile der gemessenen Zeit, die während den gemessenen Lektionen in den unterschiedlichen Intensitätslevel (Abb. 1) verbracht wurden. Für die Auswertung der Kinder wurden die Intensitätslevel 2 & 3 zusammengefasst.

Schlussfolgerung

Kinder sowie Senioren im Umfeld von Altersgenossen erreichen eine höhere Belastungsintensität als intergenerative Gruppen. Aufgrund des sozialen Austauschs und einer anderen Fokussetzung in den intergenerativen Gruppen kommt es möglicherweise zu einer geringeren Belastungsintensität. Der Unterschied der Belastungsintensität bei den Senioren kann jedoch auch auf die Altersdifferenz zurückgeführt werden.

Weitere Studien sollten die physische Belastung und psychophysischen Effekte intergenerativer Aktivitäten untersuchen.

Literatur

1. Granacher, U., Muehlbauer, T., Gollhofer, A., Kressig, R. W., & Zahner, L. (2011). An Intergenerational Approach in the Promotion of Balance and Strength for Fall Prevention – A Mini-Review. *Gerontology*, *57*(4), 304–315.
2. Gualano, M. R., Voglino, G., Bert, F., Thomas, R., Camussi, E., & Siliquini, R. (2018). The impact of intergenerational programs on children and older adults: A review. International Psychogeriatrics, 30(4), 451–468.
3. Mosor, E., Waldherr, K., Kjeken, I., Omara, M., Ritschl, V., Pinter-Theiss, V., … Stamm, T. (2019). An intergenerational program based on psycho-motor activity promotes well-being and interaction between preschool

Selbständigkeitserklärung

Ich versichere hiermit, dass ich die vorgelegte Arbeit selbstständig angefertigt und keine anderen als die in der Arbeit angegebenen Hilfsmittel benutzt habe. Alle Stellen, die wörtlich oder sinngemäss aus Quellen entnommen wurden, habe ich als solche gekennzeichnet.

Darüber hinaus bestätige ich, dass die vorgelegte Arbeit nicht an einer anderen Hochschule als Seminar-, Projekt- oder Abschlussarbeit oder als Teil solcher Arbeiten eingereicht wurde.

Ich bin mir bewusst, dass Plagiate gemäss § 25 der Ordnung für das Masterstudium «Sport, Bewegung und Gesundheit» an der Medizinischen Fakultät der Universität Basel vom 19. Dezember 2016 als unlauteres Prüfungsverhalten gewertet werden und kenne die Konsequenzen eines solchen Handelns.

Datum: Unterschrift

Autorenrechte

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

Datum: Unterschrift: