

UNIVERSITÄT FREIBURG, SCHWEIZ
MATHEMATISCH-NATURWISSENSCHAFTLICHE FAKULTÄT
DEPARTEMENT FÜR MEDIZIN

In Zusammenarbeit mit der
EIDGENÖSSISCHEN HOCHSCHULE FÜR SPORT MAGGLINGEN

*Überprüfung der empfohlenen Belastungsintensitäten
sportlicher Aktivitäten während der kardiovaskulären Rehabilitation im
Inselspital Bern*

Abschlussarbeit zur Erlangung des Masters in
Bewegungs- und Sportwissenschaften
Option Unterricht

Referent: Dr. Urs MÄDER
Betreuer-In: Dr. Urs MÄDER

*Martin Reichenwallner
Fribourg, Januar, 2015*

Inhaltsverzeichnis

1	Abstract	4
2	Einleitung.....	6
2.1	Einführung in das Thema	6
3	Ziel und konkrete Fragestellung	7
3.1	Ziel der Studie	7
3.2	Fragestellung.....	8
3.3	Hypothese	8
4	Methodik.....	9
4.1	Festlegung der Aktivitätsbereiche gemäss Leitlinien der Insel	9
4.2	Untersuchungsdesign.....	10
4.3	Untersuchungspopulation.....	12
4.3.1	Biometrische Daten Patienten.....	13
4.3.2	Leistungstests der Patienten.....	14
4.4	Untersuchungsverfahren	14
4.5	Messinstrumente	16
4.5.1	Borgskala.....	16
4.5.2	Accelerometer Partwear	17
5	Resultate	19
5.1	Hypothesenüberprüfung	19
5.1.1	Gruppe HIT	21
5.1.2	Gruppe 3.....	21
5.2	Resultat der Wanderung Gurten HIT	22
5.3	Resultate Nordic-Walking Gruppe HIT	24
5.4	Resultat Hügelläufe HIT	26
5.5	Resultate Gymnastik HIT.....	27
5.6	Resultat MTT HIT	28
5.7	Resultate HIT Ergo.....	29

5.8	Resultate Gymnastik Gruppe 3	30
5.9	Resultat Nordic-Walking Gruppe 3	31
5.10	Resultat Wanderung Gruppe 3.....	32
5.11	Resultat Ergo und MTT Gruppe 3	32
5.12	Korrelation Gruppe HIT (HF, Borg und CPM).....	33
5.13	Korrelation Gruppe 3 (HF, Borg und CPM)	36
5.14	Vergleich der CPM aller Kategorien	38
5.15	Resultat der Eingangs und Ausgangstests.....	39
6	Interpretation der Ergebnisse	41
7	Diskussion und Schlussfolgerungen.....	44
7.1	Weiterführende Fragestellung und Schlussfolgerungen	45
7.2	Limitierende Faktoren der Studie	45
	Literaturverzeichnis	45
	Anhang	48
	Danksagung	81
	Persönliche Erklärung	81
	Urheberrechtserklärung	81

1 Abstract

Einleitung

Das Ziel der Rehabilitation ist es, durch systematische körperliche Aktivität, das Risiko eines Sekundärereignisses zu minimieren. Eine optimale Trainingsintensität ist wichtig zur Erreichung dieses Zieles. Beispielsweise bei einer zu tiefen Intensität wäre der Trainingsreiz zu klein, um eine Superkompensation hervorzurufen, welche die biologische Voraussetzung der physiologischen Anpassung ist. Eine zu hohe Intensität über längere Zeit würde aus trainingswissenschaftlicher Sicht dem Organismus schaden und eine lange Regenerationszeit mit sich bringen.

In der kardiovaskulären Rehabilitation des Inselspitals Bern trainieren die Patienten 12 Wochen nach einem vorgegebenen Trainingsplan, welcher Aktivitäten beinhaltet, wie Nordic-Walking, Wandern, Gymnastik und Fahrrad-Ergometrie. Während der Fahrrad-Ergometrie wird die Herzfrequenz (HF) in Schläge pro Minute (BPM) überwacht und aufgezeichnet. In den anderen erwähnten Aktivitäten trainieren die Patienten nach dem körperlichen Belastungsempfinden, welche nach der Borg-Skala mit den Received Perception of Exertion (RPE)-Werten von 6 bis 20 angegeben wird. Die Patienten beurteilen ihre Intensität durch die Borg-Skala subjektiv, erhalten jedoch kein objektives Feedback zur Trainingsintensität. Die Studie soll Aufschluss darüber geben, ob die optimale Soll-Intensität mit der Ist-Intensität übereinstimmt. Letztlich soll überprüft werden, inwiefern die Borg-Angaben mit den Herzfrequenzdaten übereinstimmen.

Methodik

Zur Überprüfung der Fragestellung wurden bei insgesamt 15 Patienten im Alter von 54 ± 13 Jahren in allen Aktivitätskategorien HF, RPE-Wert und die Accelerometerdaten in Counts pro Minute (CPM) in zwei verschiedenen Trainingsgruppen gesammelt. Die Gruppe „High intensity intervall Training“ (HIT) bestand aus 9 Patienten und die Gruppe 3 aus 6 Patienten. Im Unterschied zur Gruppe HIT, trainierte die Gruppe 3 in der Fahrrad-Ergometrie mit konstanter Leistung. In jeder Aktivität wurde durch visuelle Beobachtung ein schriftliches Trainingsprotokoll erstellt. Mit Hilfe dieses Protokolls wurden die Aktivitäten den entsprechenden Kategorien zugeordnet. Die Mittelwerte der HF, RPE und CPM wurden pro Aktivitätskategorie jedes Patienten berechnet. Die Mittelwerte der HF Ist-

Werte wurden in einem 95%- Konfidenzintervall mit den Werten der Intensitätsempfehlung verglichen. Die Soll-Werte der HF werden im Inselfspital nach der Karvonenformel ($HF_{\text{Training}} = [\text{maximale HF (HF}_{\text{max}}) - \text{Ruhepuls (RP)}] \times \text{Faktor} + \text{RP}$) festgelegt. Für den unteren Trainingsbereich wird Faktor 0.5 und für den oberen Faktor 0.8 eingesetzt. Der Sollwert nach der Borgskala wurde mit 12-15 RPE festgelegt. Zudem wurden ANOVA Mehrfachvergleiche nach Scheffé durchgeführt, um signifikante Unterschiede zwischen den Aktivitätskategorien der Mittelwerte aller Patienten in HF und CPM festzustellen.

Resultate

Alle Probanden (100%) lagen bezüglich HF in ihrem individuellen berechneten 95%-Konfidenzintervall des Mittelwertes in den Kategorien „Ringe Werfen“, „Medizinische Trainingstherapie (MTT)“, „Trizeps“, „Schulterblatt“ und „Bizeps“ unter dem vorgegebenen Soll-Bereich, welche nach der Karvonenformel berechnet wurde. Zu tiefe Intensitäten wurden auch in den Kategorien „Nordic-Walking“ der Gruppe HIT und „Wanderung“ beider Gruppen gefunden. 67-80% der Patienten lagen in diesen Kategorien unter ihrem Sollwert. Eine mittlere Korrelation zwischen Borg und HF mit $r=0.708$ (Gruppe HIT) und $r=0.647$ (Gruppe 3) und eine hohe Korrelation zwischen HF und Counts in beiden Gruppen mit $r>0.9$ wurde berechnet.

Alle Aktivitäten konnten in insgesamt 21 Kategorien eingeteilt werden. Gruppe 3 sowohl die Gruppe HIT verbesserten sich zwischen dem Eingangs- und dem Ausganstest signifikant von $135 \text{ W} \pm 35 \text{ W}$ auf $163 \text{ W} \pm 39 \text{ W}$ ($p=0.018$) bzw. von $207 \text{ W} \pm 48 \text{ W}$ auf $232 \text{ W} \pm 42 \text{ W}$ ($p=0.002$).

Diskussion

Die 21 erstellten Aktivitätskategorien deuten darauf hin, dass die Aktivitäten während der kardiovaskulären Rehabilitation vielseitig sind. Das grosse Angebot der Aktivitäten bringt verschiedenen Intensitäten mit sich. Aus trainingswissenschaftlicher Sicht, sind vor allem in den Kräftigungseinheiten, während der Wanderung und teilweise während dem Nordic-Walking die Intensitäten zu tief. Eine neue Studie könnte Aufschluss geben, ob durch HF oder/und CPM-Feedback die Intensitäten in diesen Bereichen gesteigert werden könnte.

2 Einleitung

2.1 Einführung in das Thema

Kardiovaskuläre Erkrankungen sind nach wie vor mit rund 35% aller Todesfälle die häufigste Todesursache in der Schweiz nach Junker, (2014). Die direkten medizinischen Kosten für kardiovaskuläre Krankheiten betragen nach Mattli et al., (2014) 29% der gesamten direkten Gesundheitskosten von CHF 1.165 Mrd., welche mit körperlicher Inaktivität verbunden sind. Vor diesem Hintergrund wird die wachsende Bedeutung primär- und sekundärpräventiver Strategien deutlich.

Eine Erkrankung des Herzens oder der Gefässe und auch eine Herzoperation bedeuten einen tiefen Einschnitt im Leben eines jeden Betroffenen. Patienten verschiedener kardiovaskulärer Erkrankungen werden nach dem operativen Herzeingriff in ein Rehabilitationsprogramm integriert. Es liegen breit abgestützte wissenschaftliche Befunde vor, dass sich sportliche Betätigung positiv auf die kardiovaskuläre Gefässe auswirkt. In einer gross angelegten österreichischen Untersuchung, welche die Wirksamkeit der ambulanten kardiologischen Rehabilitation von 1390 Datensätzen untersuchte, zeigte, dass nach der Rehabilitation der Mittelwert aller Patienten der Maximalleistung auf dem Fahrrad-Ergometer um 20 Watt gesteigert werden konnten und 91% der Patienten einen systolischen Blutdruck unterhalb 140mmHg erreichten Niebauer et al., (2014). In der Studie von Hammill, Curtis, Schulman, & Whellan, (2010) wurden über 30'000 Patienten über 4 Jahre untersucht, welche sich in der Rehabilitation befanden. Einen Zusammenhang zwischen Anzahl der Trainingseinheiten und Mortalität wurde festgestellt. Patienten, welche sich regelmässig körperlich betätigen, haben ein 22% geringeres Risiko durch ein zweite Herzkreislauf-Krankheit zu sterben. Betreffend der koronaren Herzkrankheit wurde in einer Metaanalyse von Taylor et al., (2004) aufgezeigt, dass die kardiovaskuläre Mortalität in der Trainingsgruppe um 27% abnimmt. In der kardiovaskulären Rehabilitation des Inselspitals Bern trainieren die Patienten 12 Wochen nach einem vorgegebenen Trainingsplan, welcher Aktivitäten beinhaltet, wie Nordic-Walking, Wandern, Gymnastik und Fahrrad-Ergometrie. Während der Fahrrad-Ergometrie wird die Herzfrequenz (HF) in Schläge pro Minute (BPM) überwacht und aufgezeichnet. In den anderen erwähnten Aktivitäten trainieren die Patienten nach dem körperlichen Belastungsempfinden, welche nach der Borg-Skala mit den Received Perception of Exertion (RPE)-Werten von 6 bis 20

angegeben wird. Die Patienten beurteilen ihre Intensität durch die Borg-Skala subjektiv, erhalten jedoch kein objektives Feedback zur Trainingsintensität. Gemäss Mezzani et al., (2013) ist die subjektive Anstrengungsempfindung nach RPE valide und korreliert mit den Grössen der maximalen Sauerstoffaufnahme ($\text{VO}_2\text{-max}$) und der maximalen Herzfrequenz (HF-max). Wird die Dosis der Beta-Blocker Medikamente aber geändert, dann sind die HF-Werte der Patienten nicht mehr valide. Beta-Blocker haben die Eigenschaft, dass sie die Ruheherzfrequenz senken. Silbernagel & Despopulus, (2003). Da nur ein Patient Beta-Blocker am Anfang der Rehabilitation genommen hat, wird dieser Effekt in vorliegender Studie eine untergeordnete Rolle spielen. Die Patienten trainierten in verschiedenen Übungsgruppen. Die Gruppe „High intensity intervall Training“ (HIT) bestand aus 9 Patienten und die Gruppe 3 aus 6 Patienten. Im Unterschied zur Gruppe HIT, trainierte die Gruppe 3 in der Fahrrad-Ergometrie mit konstanter Leistung. Der Name der Gruppe 3 ist eine interne Bezeichnung. Weil die Trainingspläne und andere Dokumente so bezeichnet sind, wird dieser Name der Vereinfachung wegen, in vorliegender Arbeit, übernommen.

Das Ziel der Rehabilitation ist es, durch systematische körperliche Aktivität, das Risiko eines Sekundärereignisses zu minimieren. Eine optimale Trainingsintensität ist wichtig zur Erreichung dieses Zieles. Beispielsweise bei einer zu tiefen Intensität wäre der Trainingsreiz zu klein, um eine Superkompensation hervorzurufen, welche die biologische Voraussetzung der physiologischen Anpassung ist. Eine zu hohe Intensität über längere Zeit würde aus trainingswissenschaftlicher Sicht dem Organismus schaden und eine lange Regenerationszeit mit sich bringen. (Röthin & Prohl, 2003 zitiert nach Bannister, 1986, S. 571)

3 Ziel und konkrete Fragestellung

3.1 Ziel der Studie

Die Studie soll Aufschluss darüber geben, ob die optimale Soll-Intensität mit der Ist-Intensität übereinstimmt. Die optimale Soll-Intensität wird mit der Karvonenformel berechnet, welche nach Edwards, (1999) beschrieben ist. Die Formel wird im Kapitel „Methodik“ erläutert. Letztlich soll überprüft werden, inwiefern die Borg-Angaben mit den Herzfrequenzdaten übereinstimmen.

3.2 Fragestellung

Die Fragestellungen sind in einen übergeordneten und in einen untergeordneten spezifischeren Bereich gegliedert. Die übergeordnete Fragestellung soll Aufschluss über die Ist- und Soll-Werte der Intensität der verschiedenen Aktivitäten geben. Um die Hauptfragestellung spezifischer zu beantworten, müssen weitere untergeordnete Fragestellungen gestellt werden. Sie haben den Zweck, die Strukturierung der Aktivitätskategorien zu beleuchten und die festgelegten Kategorien bezüglich CPM, Borg und HF inter- und intragruppenspezifisch zu vergleichen.

Übergeordnete generelle Fragestellung:

Wie stimmt die Soll-HF-Intensität, berechnet nach der Karvonenformel, mit der Ist-HF-Intensität über die verschiedenen Aktivitätskategorien überein?

Untergeordnete spezifischere Fragestellung:

Wie sind die verschiedenen Aktivitäten bezüglich Intensität strukturiert? Gibt es signifikant Unterschiede bezüglich der Intensität zwischen den Aktivitätskategorien, wie beispielsweise „Nordic-Walking“ und „Wanderung“ der Gruppe HIT?

Korreliert die subjektive Einschätzung der Intensität (RPE) mit den objektiven Messergebnissen der Belastungsintensität (HF und CPM)?

3.3 Hypothese

Folgende Hypothese basierend auf der übergeordneten Fragestellung wird in Kapitel 5.1 überprüft.

H0: $\mu_{\text{Soll-Intensität}} \geq \mu_{\text{Ist-Intensität}}$: Der beobachtete HF-Mittelwert der Soll-Intensität ist signifikant grösser oder gleich gross wie der HF-Mittelwert der Ist-Intensität in den Aktivitätskategorien.

H1: $\mu_{\text{Soll-Intensität}} < \mu_{\text{Ist-Intensität}}$: Der beobachtete HF-Mittelwert der Soll-Intensität ist signifikant kleiner als der HF-Mittelwert der Ist-Intensität in den Aktivitätskategorien.

4 Methodik

4.1 Festlegung der Aktivitätsbereiche gemäss Leitlinien der Insel

Die körperliche Leistungsfähigkeit der Patienten wird durch ein 10-20 Watt Rampenprotokoll auf dem Fahrrad-Ergometer festgelegt. Das inkrementelle Rampenprotokoll ist der Goldstandard gemäss den Richtlinien des Inselspitals (vgl. Rampenprotokoll im Anhang 8.4). Das Inselspital lehnt sich an die Literatur von Mezzani et al., (2013). Gemäss dem Guideline-Paper von Mezzani (2013) können die aeroben und anaeroben Schwellen aus der maximalen HF berechnet werden. Die aerobe Schwelle liegt bei 70% und die anaerobe Schwelle bei 90% der maximalen HF. In diesem Bereich sollte die Gruppe HIT in der Fahrrad-Ergometrie nach dem sogenannten „Wisloff-Protokoll“ trainieren. Der obere Bereich der HF berechnet sich mit $0.9 \times \text{maximale Herzfrequenz (HF}_{\text{max}})$ und der untere mit $0.7 \times \text{HF}_{\text{max}}$. Nach diesen Werten richtet sich die HIT-Fahrrad-Ergometrie der Gruppe HIT. Weston, Wisloff, & Coombes, (2014) stellten im High intensity interval training (HIT) um 9.1% verbesserte maximale Sauerstoffaufnahme gegenüber dem Training mit konstanter Last fest. In Abbildung 1 ist die HIT-Aktivität grafisch dargestellt.

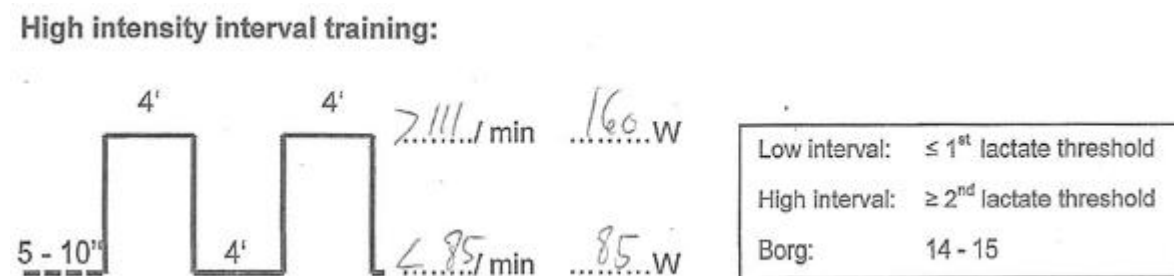


Abbildung 1: Nach dem Wisloff-Protokoll trainiert die Gruppe HIT 4 Min mit 90% von HF_{max} und 3 Min von 70% von HF_{max} . Diese Intensität gilt nur für die Gruppe HIT in der Fahrrad-Ergometrie. Mezzani et al., (2013)

Der Trainingspuls für die anderen Aktivitäten der Gruppe 3 und der Gruppe HIT berechnet sich nach der Karvonen-Formel nach Edwards, (1999) mit der maximalen Herzfrequenz (HF_{max}), dem Ruhepuls (RP) und dem Faktoren 0.5 für den unteren Bereich und dem Faktor 0.8 für den oberen Trainingsbereich (Formel 1).

Formel 1: Berechnung der Trainingsherzfrequenz nach der Karvonenformel

Karvonen-Formel: $\text{HF}_{\text{training}} = (\text{HF}_{\text{max}} - \text{RP}) \times \text{Faktor} + \text{RP}$

Unten in Abbildung 2 ist das Muster der Aktivität mit konstanter Last dargestellt.

Constant work load-training:

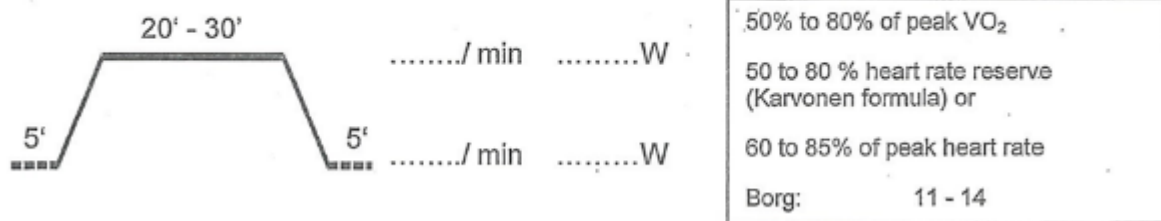


Abbildung 2: Trainingsmuster nach der Karvonen-Formel für alle Aktivitäten (ausgenommen Fahrrad-Ergometrie Gruppe HIT) der Gruppe 3 und Gruppe HIT. Mezzani et al., (2013)

Betrachtet man die verschiedenen Trainingszonen gemäss Leitlinien des Inselspitals (vgl. Anhang 8.11), so stellt man fest, dass sich die Intensität, berechnet nach der Karvonen-Formel, in Zone 2, bei welcher die Laktatakkumulation mit dem Abbau im Gleichgewicht steht befinden sollte (Abbildung 3). In der Fahrrad-Ergometrie der Gruppe HIT befinden sich die HF-Zonen, alternierend in Zone 1 oder Zone 3. Die Energiebereitstellung in Zone 3 wird vorwiegend anaerob gedeckt und es kommt zu einer Laktatakkumulation. In Zone 1 kommt es zu keinem messbaren Anstieg der Blutlaktatkonzentration.

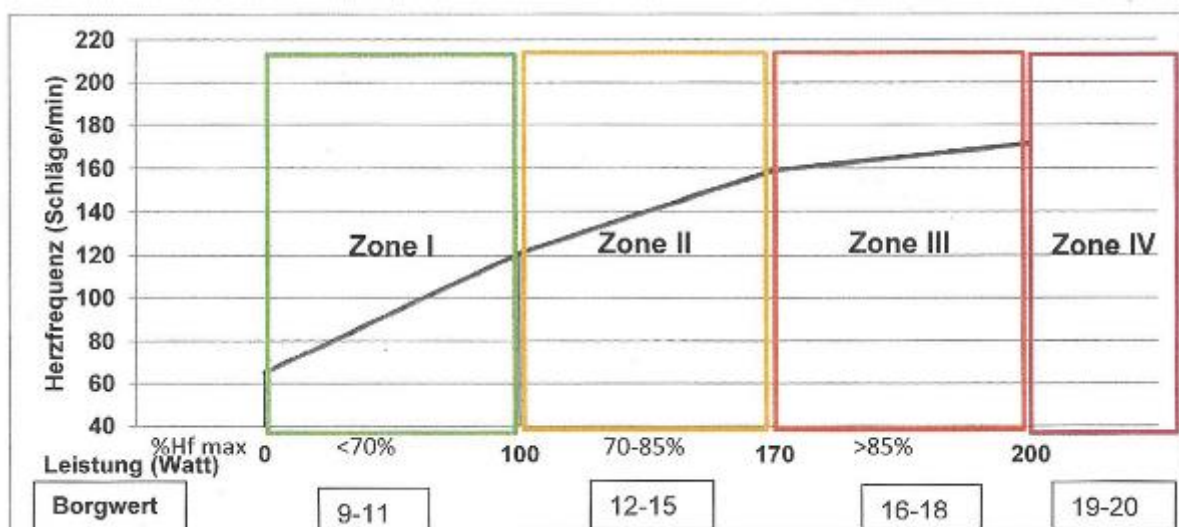


Abbildung 3: In der Fahrrad-Ergometrie der Gruppe HIT sollten sich die HF alternierend in Zone 1 und Zone 3 befinden. In den anderen Aktivitäten beider Gruppen, wird ein Training in Zone 2 empfohlen. Vogt et al., (2005)

4.2 Untersuchungsdesign

Die Art des Designs kann als Querschnittsstudie betrachtet werden. Es liegen zwar Eingangs- und Ausgangstests vor, sowie eine Intervention, nämlich das Training der Patienten. Der Fokus wird nicht primär auf die Veränderung der Eingangs- und Ausgangstest gelegt, sondern in welchen Bereichen die Patienten während der

Interventionsphase nach einem vorgegeben Trainingsplan (vgl. Anhang 8.2 und 8.3) trainieren.

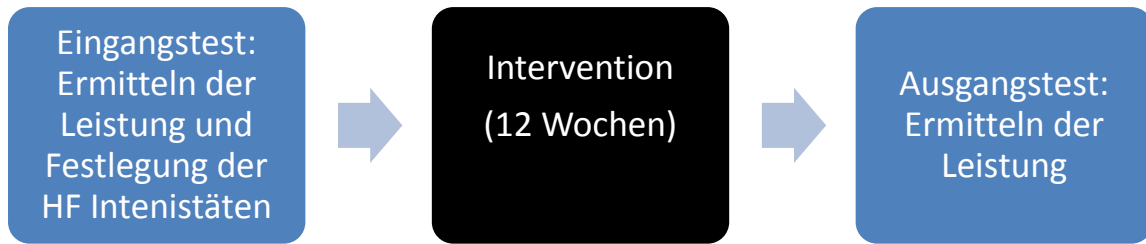


Abbildung 4: Schematische Darstellung des Ablaufes

Die Untersuchungsprobanden bestehen einerseits aus der Gruppe HIT (n=9) und andererseits aus der Gruppe 3 (n=6). Die Aktivitäten der Gruppe HIT gestalten sich körperlich anstrengender als in der Gruppe 3. Welche Person, in welcher Gruppe trainiert, liegt in der Entscheidung der Ärzte und richtet sich nach medizinischen Diagnosen und der Leistung im Rampenprotokoll des Eingangstestes. Grundsätzlich dürfen Patienten nicht in der Gruppe HIT trainieren, wenn akute febrile Infektionen, einige Herzmuskelerkrankungen (Kardiomyopathien), Gerinnsel in der linken Kammer oder einen frischen Klappenersatz vorliegt. Zudem sollten bei Patienten in der Gruppe HIT keine grösseren orthopädischen Erkrankungen vorliegen.

In beiden Gruppen werden in verschiedenen Aktivitäten (Nordic-Walking, Wanderung, MTT, Ergo und Gymnastik) Daten mithilfe von HF-Messung, CPM-Messung und RPE-Befragung, erhoben. Weil Filmaufnahmen nicht erlaubt sind, wird bei jeder Aktivität schriftlich festgehalten, welche Übung zu welcher Zeit absolviert wird. Später wird dieses Protokoll genutzt, um die Aktivitäten zu kategorisieren. Folgendes Beispiel soll das Vorgehen veranschaulichen (Abbildung 5):

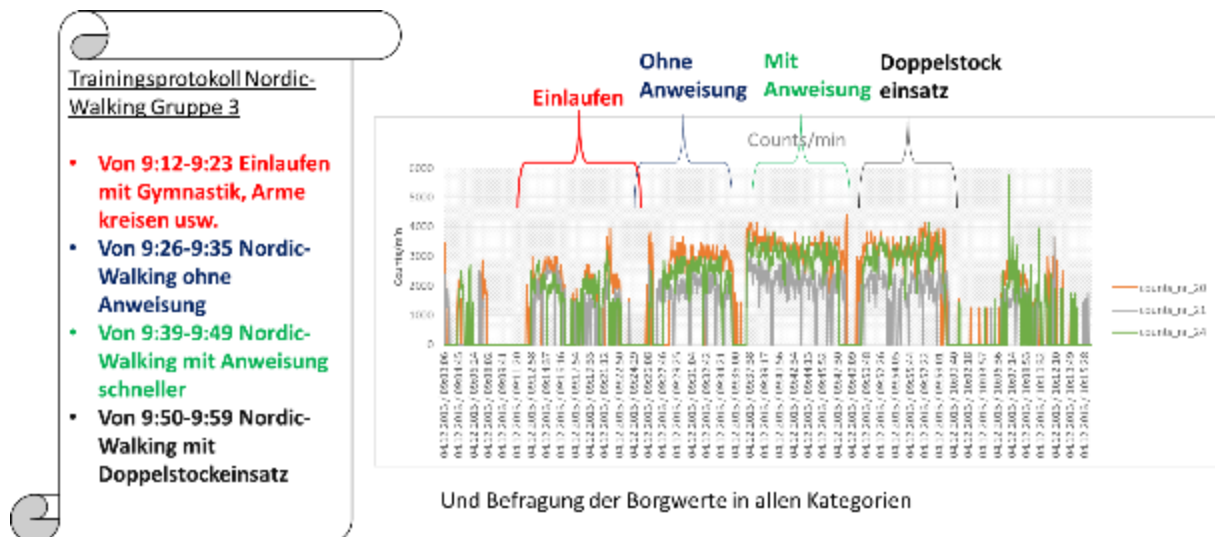


Abbildung 5: Beispiel eines Trainingsprotokolls und der Kategorisierung der Accelerometer-Counts.

Um eine Gesamtübersicht zu gewinnen, werden pro Patient alle HF und CPM-Daten deskriptiv in Zeitverläufen pro Aktivität dargestellt. Mithilfe des Protokolls werden Aktivitätskategorien gebildet, wie z.B. „Nordic-Walking ohne Anweisung“ „Nordic-Walking mit Anweisung“ oder „Doppelstockeinsatz“. Bei allen Patienten werden die Mittelwerte der HF-Intensitäten dieser Kategorien mit dem durch die Karvonenformel berechneten „Soll-Wert“ verglichen. Signifikante Unterschiede zwischen den Aktivitätskategorien der Mittelwerte von CPM und HF werden mit geeigneten statistischen Tests berechnet.

4.3 Untersuchungspopulation

An der Untersuchung nahmen gesamthaft 15 Patienten teil. Die Patienten trainierten in zwei unterschiedlichen Trainingsgruppen. Die hochintensive (HIT) Gruppe setzte sich aus 9 Patienten zusammen und die Gruppe 3 aus 6 Patienten. Die Patienten sind zwischen 33 und 68 Jahre alt. Wie in Tabelle 1 ersichtlich ist, sind die Diagnosen unterschiedlich. Die meisten Patienten leiden an einer koronaren Gefäßerkrankung des Typs 1-3. Die Nummern stehen für die Hauptäste der Koronararterien, welche betroffen sind. So sind beispielsweise bei einer koronaren 2-Gefäßerkrankung zwei Koronararterien betroffen, welche eine oder mehrere hochgradige Stenosen (Verengungen) aufweisen. Die Stenosen stammen meistens von Atherosklerosen. Die meisten Patienten wurden mit PTCA (perkutane transluminale Coronarangioplastie) behandelt. Bei diesem Verfahren wird ein Ballonkatheter in ein Koronargefäß eingeführt und in der verengten Stelle aufgeblasen. Dadurch erweitert sich die verengte Stelle und die Durchblutung ist

wieder gewährleistet. Bei einigen Patienten wurde zusätzlich einen Stunt eingeführt. Der Stunt ist ein zylinderartiges Drahtgeflecht, welches die aufgeblasene Grösse behält. Die Ausnahme bildeten zwei Patienten, welche wegen anderen Krankheiten in der kardiovaskulären Rehabilitation waren. Einem Patienten wurde eine mechanische Aortenklappe eingebaut. Bei einem anderen Patienten wurde wegen einer Lungenembolie ein Katheter in die Unterlappenarterie gelegt.

Tabelle 1: Zusammenfassung der Untersuchungspopulation

Name	Trainingsart	Diagnose	Eingriff
****	Gruppe3	Koronare 2-Gefässerkrankung	PTCA
****	HIT	Koronare 1-Gefässerkrankung	PTCA
****	Gruppe3	Aortenklappeninsuffizienz	Mechanische Prothese der Aortenklappe
****	Gruppe3	Koronare 1-Gefässerkrankung	PTCA
****	Gruppe3	Koronare 1-Gefässerkrankung	PTCA
****	Gruppe3	Lungenembolie	Kathetereinlage in Unterlappenarterien
****	HIT	Koronare 1-Gefässerkrankung	Trombusaspiration
****	Gruppe3	Koronare 3-Gefässerkrankung	PTCA
****	HIT	Koronare 2-Gefässerkrankung	PTCA
****	HIT	Koronare Herzkrankheit	PTCA
****	HIT	Koronare 1-Gefässerkrankung	PTCA
****	HIT	Koronare 1-Gefässerkrankung	PTCA
****	HIT	Koronare Herzkrankheit	PTCA
****	HIT	Koronare Herzkrankheit	PTCA
****	HIT	Koronare 2-Gefässerkrankung	PTCA

4.3.1 Biometrische Daten Patienten

In unten stehender Tabelle 2 sind die Mittelwerte verschiedener biometrischer Grössen, wie Alter und Blutdruck der Patienten dargestellt. Vor der 12- wöchigen Rehabilitation werden die Eingangsdaten wie Gewicht1 und Blutdruck1 erhoben. Nach der Rehabilitation werden die Ausgangsdaten wie Blutdruck2 aufgenommen. Im Kapitel 5.15 werden die Daten der Eingangs- und Ausgangsvariablen geprüft, ob signifikante Unterschiede vorliegen.

Tabelle 2: Aufgenommene Patientendaten wie Alter [Jahre], Grösse [cm] und Body-Mass-Index (BMI) [kg/m²]. Blutdruck [mm Hg] wird vor (1) und nach (2) dem 12-wöchigen Rehabilitationsprogramm aufgenommen.

Trainingsart		Alter	Grösse	BMI	Blutdruck1		Blutdruck2	
		[Jahre]	[cm]	[Kg/m ²]	_sys [mm Hg]	_dia [mm Hg]	_sys [mm Hg]	_dia [mm Hg]
Gruppe3	Mean	54.3	167.3	28.1	117.0	74.3	116.2	75.8
	N	6.0	6.0	6.0	6.0	6.0	6.0	6.0
	SD	13.2	8.2	6.1	18.4	12.4	11.8	14.3
HIT	Mean	55.2	171.8	24.5	115.6	68.3	107.2	64.6
	N	9.0	9.0	9.0	9.0	9.0	9.0	9.0
	SD	11.1	8.5	2.3	5.8	7.5	10.1	7.5
Gesamtsumme (G3+HIT)	Mean	54.9	170.0	26.0	116.1	70.7	110.8	69.1
	N	15.0	15.0	15.0	15.0	15.0	15.0	15.0
	SD	11.5	8.4	4.4	11.9	9.8	11.4	11.8

4.3.2 Leistungstests der Patienten

In folgender Tabelle 3 sind die Mittelwerte der Leistungstests vor und nach dem 12-wöchigen Rehabilitationsprogrammes der zwei Trainingsgruppen zu entnehmen.

Tabelle 3: Leistungsergebnisse vor (Leistung1) [W] und nach (Leistung2) [W] dem 12-wöchigen Rehabilitationsprogramm sowie die untere und obere Schwelle der HF-Bereiche [BPM] nach der Karvonenformel, die Anzahl Trainingsstunden [h], Ruhe-HF [BPM] und Max-HF [BPM].

Trainingsart		Leistung1	Leistung2	HF untere	HF obere	Ruhe-	Max-	Trainings-
		[W]	[W]	Schwelle	Schwelle	HF	HF	stunden
				[BPM]	[BPM]	[BPM]	[BPM]	[h]
Gruppe3	Mean	135.2	163.2	112.8	129.5	79.8	141.5	69.3
	N	6.0	6.0	4.0	4.0	5.0	4.0	6.0
	SD	34.8	38.7	17.7	18.0	18.3	16.8	6.0
HIT	Mean	207.3	232.2	107.0	126.6	62.1	144.6	72.7
	N	9.0	9.0	9.0	9.0	9.0	9.0	9.0
	SD	48.2	42.0	12.8	15.1	9.3	18.9	.8
Gesamtsumme (G3+HIT)	Mean	178.5	204.6	108.8	127.5	68.4	143.6	71.4
	N	15.0	15.0	13.0	13.0	14.0	13.0	15.0
	SD	55.7	52.6	14.0	15.3	15.3	17.6	4.0

4.4 Untersuchungsverfahren

Während dem 12-wöchigen Bewegungsprogrammes wurden alle verschiedenen Aktivitäten der Gruppe HIT und der Gruppe 3 besucht und protokolliert.

Übersichtshalber werden die Aktivitäten und deren Kategorien in diesem Kapitel in unterstehender Tabelle 4 erwähnt.

Tabelle 4: Beschrieb der verschiedenen Aktivitäten und den erstellten Kategorien. (N=Anzahl Teilnehmer während der entsprechenden Aktivität; G3=Gruppe 3; HIT=Gruppe HIT)

Aktivität	Gruppe	Dauer	N	Beschrieb	Kategorien
Wanderung	HIT	60'	5	Wanderung auf den Gurten; Distanz: 3.81 km; Höhendifferenz: 300 m	<ul style="list-style-type: none"> • Gurtenwanderung
Nordic-Walking	HIT	60'	4	45' Nordic-Walking im flachen Gelände; 15' Hügelläufe 150 m mit Höhendifferenz von 15 m mit Lauf- und Erholungsphasen; Gesamtstrecke 5.2 km	<ul style="list-style-type: none"> • Nordic-Walking • Hügelläufe ohne Anweisung • Hügelläufe mit Anweisung „schneller“
Gymnastik	HIT	30'	6	6' Einwärmen (Laufen zu Musik); 2 x 10' Postenparcour mit Geschicklichkeits, Kraft und Ausdauerübungen jeweils 2' Arbeitsphase, dann 30''Pause für Postenwechsel	<ul style="list-style-type: none"> • Frisbeefederball zu zweit spielen • Auf einer Matte an Ort und Stelle joggen • Ringe auf ein Zielobjekt werfen • Rumpfbeugen
Fahrrad-Ergometrie	HIT	30'	7	Patienten trainieren individuell mit verschiedener Leistung. Elektrokardiogramm (EKG) wurde bei allen Patienten aufgezeichnet. Die Leistung wurde von der Sporttherapeutin eingestellt. 3 Patienten trainierten nach der HIT-Methode und 4 Patienten mit konstanter Leistung. (siehe Kapitel 4.1)	<ul style="list-style-type: none"> • Intervall-Fahrrad-Ergometrie • Konstante Fahrrad Ergometrie
Wanderung	G3	74'	4	Gemeinsame Wanderung durch Bremgartenwald; Strecke 6.81 km und ohne grössere Steigungen; 30' Kaffeepause zwischen der Wanderung	<ul style="list-style-type: none"> • Wanderung ohne Pause • Kaffeepause

Nordic-Walking	G3	38'	6	15' Einwärmen (Mobilisieren und Kräftigen); 20' Nordic-Walking auf einer Rundstrecke mit verschiedenen verbalen Anweisungen der Sporttherapeutin	<ul style="list-style-type: none"> • Nordic-Walking ohne Anweisung • Nordic-Walking mit Anweisung „schneller“ • Nordic-Walking mit Anweisung auf jeden 2. Schritt aktiver Doppelstockeinsatz
Gymnastik	G3	30'	5	10' Einwärmen (Zur Musik durch den Raum joggen und Koordinationsübung); 15' Postenparcour an 5 verschiedenen Posten(2'Arbeitszeit an den Posten, 30" Pause); 5' Stafette mit Denkaufgabe (Scrabble-Spiel)	<ul style="list-style-type: none"> • Liegestütze • Trizeps-Kräftigung • Bizeps-Kräftigung • Schulterblatt mobilisieren • Auf einer Matte joggen
Fahrrad-Ergometrie	G3	30'	4	Alle Patienten trainieren mit konstanter Leistung. Sonst gleicher Ablauf wie bei Gruppe HIT	<ul style="list-style-type: none"> • Fahrrad-Ergometrie
MTT	G3 und HIT	30'	6	Patienten trainieren individuell im Fitnessraum des Spitals nach dem Plan in Anhang 8.5	<ul style="list-style-type: none"> • MTT

4.5 Messinstrumente

4.5.1 Borgskala

Die Patienten wurden zu Beginn der kardiovaskulären Rehabilitation mit den RPE-Werten der Borgskala vertraut gemacht, indem die Sporttherapeutin die Skala periodisch visuell präsentierte. In Tabelle 5 ist die Borg-Skala ersichtlich.

Tabelle 5: Skala des subjektiven Belastungs- und Dyspnoe-Empfindens nach Borg, modifiziert nach Dickmuth & Löllgen, (1996).

RPE	Belastungsempfinden	Dyspnoeempfinden
6		
7	Sehr, sehr leicht	
8		
9	Sehr leicht	
10		
11	Leicht	Gering
12		
13	Etwas anstrengend	Erheblich
14		
15	Anstrengend	Stark
16		
17	Sehr schwer	Sehr stark
18		
19	Sehr sehr schwer	Sehr sehr stark
20	Zu stark, geht nicht mehr	

4.5.2 Accelerometer Partwear

Das Accelerometer Partwear - System besteht aus einem kleinen Gehäuse (38 mm x 37 mm x 8 mm) mit integrierter Elektronik, welches an einem Elastikband befestigt ist. Das Gerät wird mit dem Elastikband den Probanden um die Hüfte fixiert. Ein Suunto-Transmitter (Comfort Heart Rate Transmitter Belt, Suunto, 2.465 GHz, Vantaa, Finnland), sendet zusätzlich die HF an das Partwear-System (Version 10.6.2012, HuCE microLab, Biel, Schweiz). Das System zeichnet CPM, die HF sowie die Zeit in einem durch Kommas getrennten Vektor auf. Die Daten können nach der Aufzeichnung per USB auf den Computer transferiert werden. Um die Daten zu bearbeiten und grafisch darzustellen, wurden diese zuerst in das Tabellenkalkulationssystem Excel und anschliessend ins SPSS importiert. In unten stehender Tabelle 6 sind die technischen Spezifikationen von Partwear aufgelistet.

Tabelle 6: Technische Spezifikationen Partwear

Physikalische Grössen	Sensoren	Schnittstelle
Sensorgrösse: 38 mm x 37 mm x 8 mm	Acceleration: ±16g Full Scale Range	USB 2.0
Gewicht: 13g	Gyroscope: ±2000°/s Full Scale Range	
	Magnetometer: ±1200µT Full Scale Range	

Wie eine Studie von Amman, Rumo, Habegger, Gasser, & Wyss, (2012) aufzeigte, ist die Reliabilität der Messungen von Partwear gewährleistet. Ein Vergleich eines Beschleunigungstests unter Laborbedingungen mit anderen renommierten Geräten wie GT3X oder GENEa zeigte eine hohe Korrelation (0.99) zwischen allen getesteten Geräten und Partwear.

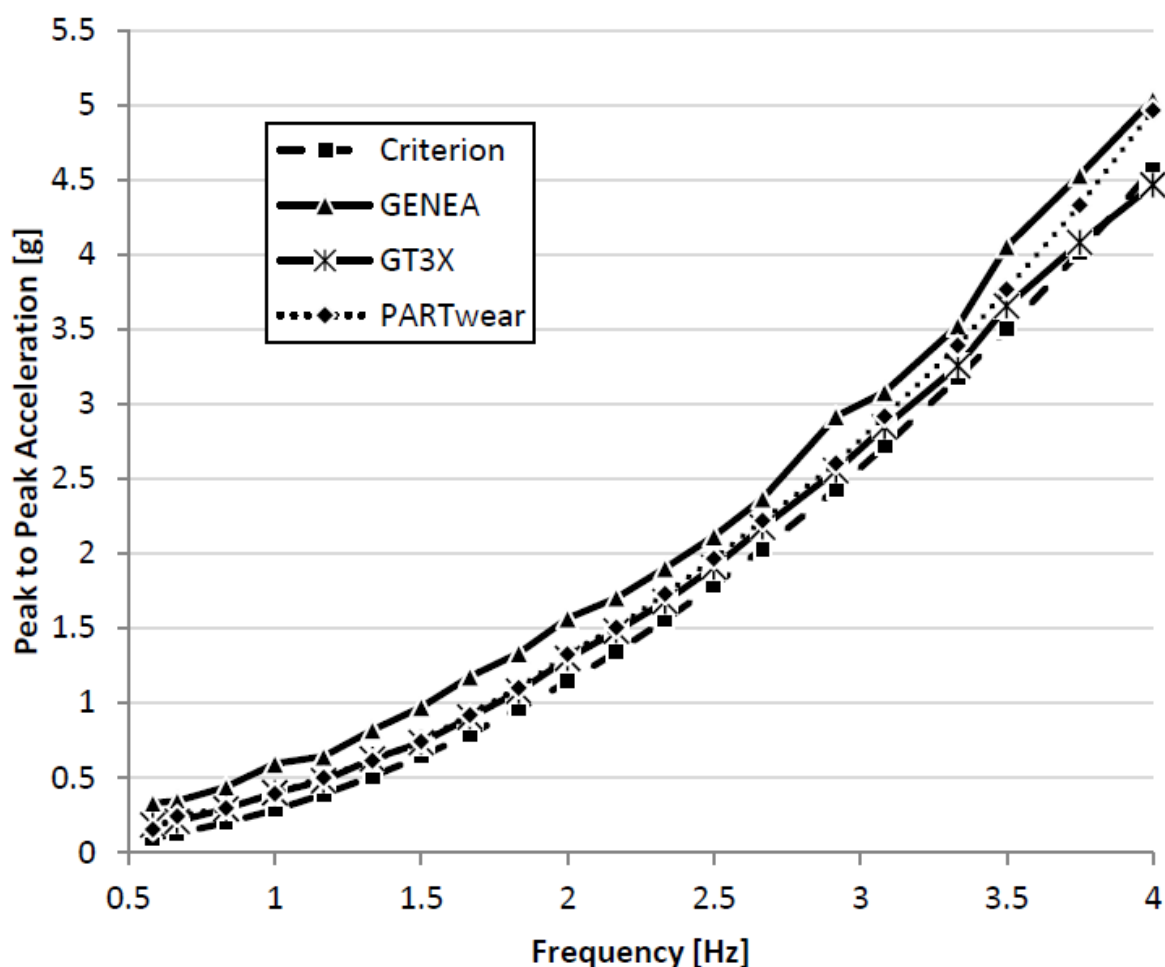


Abbildung 6: Hohe signifikante Korrelationen sind zwischen allen Accelerometer-Typen erkennbar. Amman et al., (2012)

5 Resultate

5.1 Hypothesenüberprüfung

In folgendem Kapitel wird die Hypothese überprüft, wie sie im Kapitel 3.3 beschrieben ist. Dabei wird der 95%- Konfidenzintervallbereich der HF für die Mittelwerte individuell nach Aktivitätskategorie berechnet (Ist-Wert) und mit dem Soll Wert-Bereich verglichen, welcher nach der Karvonen-Formel ermittelt wurde. Liegt der Wert, des 95%-Konfidenzintervalls oberhalb des Soll-Wertes, so trainierte der Patient in der entsprechenden Aktivitätskategorie über der empfohlenen HF. Überschneidet sich der Soll-Bereich mit dem 95%-Konfidenzintervall, so trainiert der Patient im empfohlenen Trainingsbereich. Wenn das 95%-Konfidenzintervall unter dem Soll-Bereich liegt, ist anzunehmen, dass die HF unterhalb der Empfehlung liegt. In der Tabelle 7 bedeutet ein Pfeil nach oben, dass der Trainingsbereich zu hoch ist, ein Pfeil nach unten symbolisiert einen zu tiefen Trainingspuls und ein Gleichheitszeichen bedeutet, dass der Ist-Wert-Bereich im Soll-Wert-Bereich ist. Zur Veranschaulichung ist dieses Vorgehen als Beispiel bei einem Patienten in unterstehender Tabelle dargestellt. Übersichtshalber sind die exakten Konfidenzintervalle und der Soll-Wert der verschiedenen Aktivitätskategorien im Anhang 8.13 in Tabelle 11 bis Tabelle 21 nach der gleichen Struktur wie in Tabelle 7 steht, zu finden.

Tabelle 7: Hypothesenüberprüfung der HF der Mittelwerten der individuellen Konfidenzintervallen (Ist-Wert) mit dem berechneten (Soll-Wert) nach der Karvonen-Formel als Beispiel (Alle Daten sind im Anhang ersichtlich)

Gym_HIT					
	Aktivität			Statistik	Standardfehler
heartrate_nr_20	Einlaufen	Mittelwert		120.654	4.4900
Soll Bereich: 98-110	↑	95 % Konfidenzintervall für	Untergrenze	111.407	
		Mittelwert	Obergrenze	129.901	
	Frisbeefederball	Mittelwert		117.000	5.1537
	=	95 % Konfidenzintervall für	Untergrenze	105.866	
		Mittelwert	Obergrenze	128.134	
	Mattenjoggen	Mittelwert		130.875	.9876
	↑	95 % Konfidenzintervall für	Untergrenze	128.861	
		Mittelwert	Obergrenze	132.889	
	Ringe werfen	Mittelwert		94.433	1.4556
	↓	95 % Konfidenzintervall für	Untergrenze	91.456	
		Mittelwert	Obergrenze	97.410	
	Rumpfbeugen	Mittelwert		102.074	2.0450
	=	95 % Konfidenzintervall für	Untergrenze	97.870	
		Mittelwert	Obergrenze	106.278	

Basierend auf den Daten der Tabelle 11 bis Tabelle 21 im Anhang sind die Daten in nachfolgender Abbildung 7 und Abbildung 8 mit Balkendiagrammen grafisch dargestellt.

5.1.1 Gruppe HIT

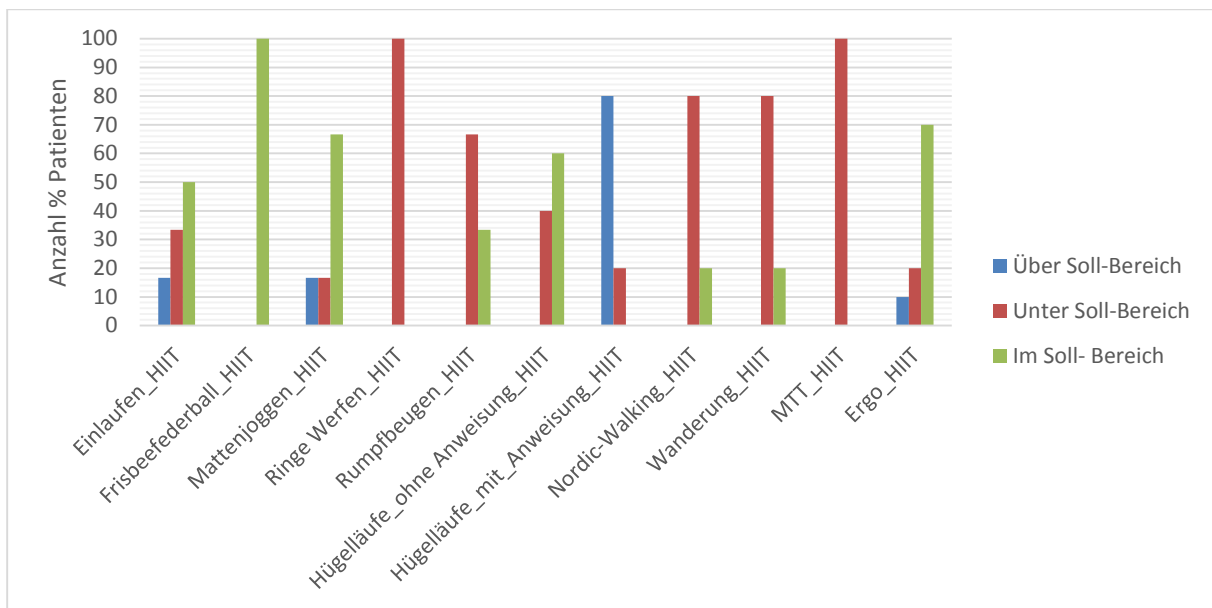


Abbildung 7: Prozentualer Anteil aller Patienten der Gruppe HIT, welche sich nach Aktivitätskategorien über, im und unter dem Sollwert-Bereich bezüglich HF befinden (Kriterium 95% Konfidenzintervall)

Wie in Abbildung 7 zu erkennen ist, befanden sich die meisten Patienten (90-100%) in den Kategorien „Ringe Werfen“, „Nordic-Walking“, „Wanderung“ und im „MTT“ unter ihrem Sollwert. Im Einlaufen waren 50% der Patienten im Soll-Bereich und die restlichen darunter oder darüber. In der Kategorie Mattenjoggen lagen 67% im Sollbereich und je 17% darunter oder darüber. Während sich in der Kategorie „Hügelläufe ohne Anweisung“ die meisten Patienten mit 60% im Soll-Bereich befanden, konnten 80% in der Kategorie „Hügelläufe mit Anweisung“ über ihren Soll-Bereichen verbucht werden. In der Ergometrie waren die meisten mit 70% in ihren Soll-Bereichen.

5.1.2 Gruppe 3

In der Gruppe 3 befanden sich alle Patienten in den Kategorien „Schulterblatt“, „Trizeps“, „Bizeps“ und „MTT“ unter ihren Soll-Bereichen. In den Kategorien „Mattenjoggen“ und „Scrabble“ waren alle in ihren Soll-Bereichen. In den Kategorien „Nordic-Walking ohne Anweisung und „Nordic-Walking mit Anweisung“ befanden sich die meisten Patienten mit 67% unter den Soll-Bereichen während 33% über ihren Soll-Werten lagen. Wurde die Anweisung zum Doppelstockeinsatz gegeben, befanden sich die meisten mit 67% in ihren Soll-Bereichen und 33% darunter. Während der Ergometrie befanden sich die meisten (60%) Patienten in ihren Soll-Bereichen (Abbildung 8).

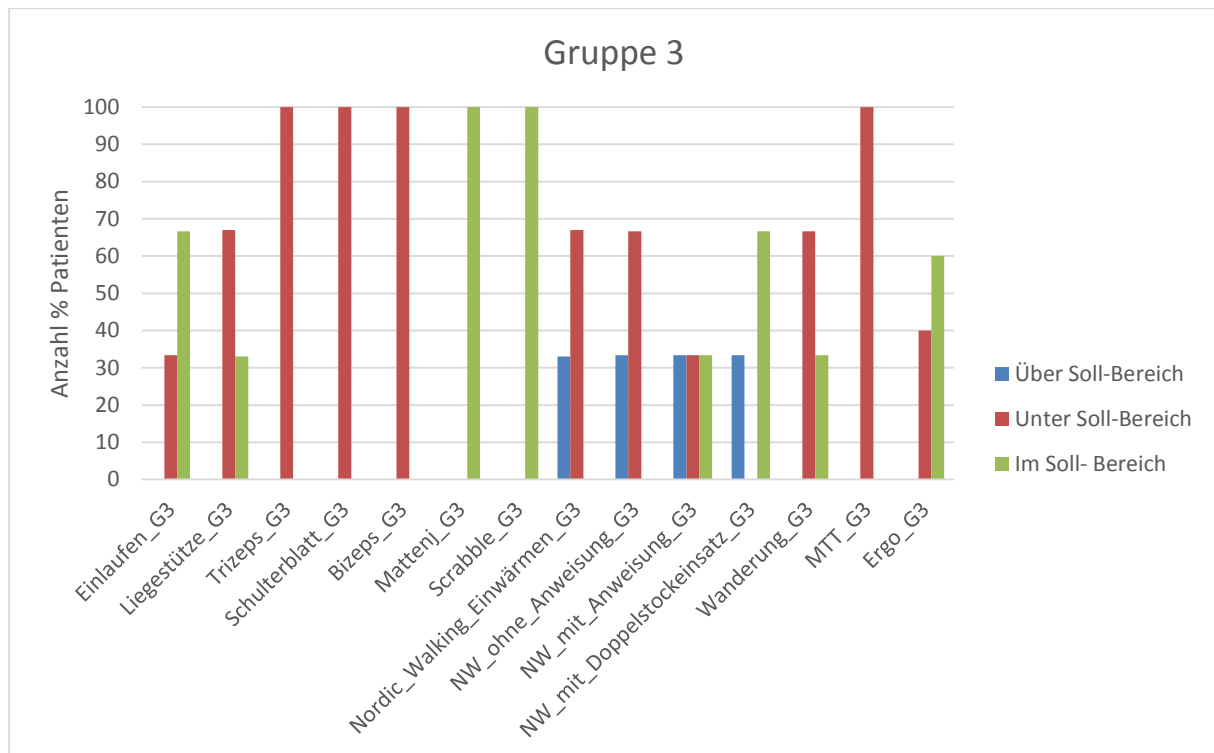


Abbildung 8: Prozentualer Anteil aller Patienten der Gruppe 3, welche sich nach Aktivitätskategorien über, im und unter dem Sollwert-Bereich bezüglich HF befinden (Kriterium 95% Konfidenzintervall)

5.2 Resultat der Wanderung Gurten HIT

Aus den Daten der Wanderung wurden folgende Mittelwerte und Standardabweichungen für CPM, HF und Borg berechnet: 1751 ± 179 CPM, 99.94 ± 10.6 BPM und 11.08 ± 0.766 RPE. Anmerkung: Beim Patienten Nr. 30 schwankte die Herzfrequenz stark und war unrealistisch hoch. Eventuell lagen Probleme bei der Übertragung der Herzfrequenz zum Partwear-System vor, weil der Kontakt des Brustgurtes ungenügend war. Die Herzfrequenzdaten von diesem Patient fließen daher nicht in den Mittelwert der Gesamtpopulation mit ein.

In Abbildung 9 und Abbildung 10 sind die Daten aller Patienten der CPM bzw. der HF dargestellt.

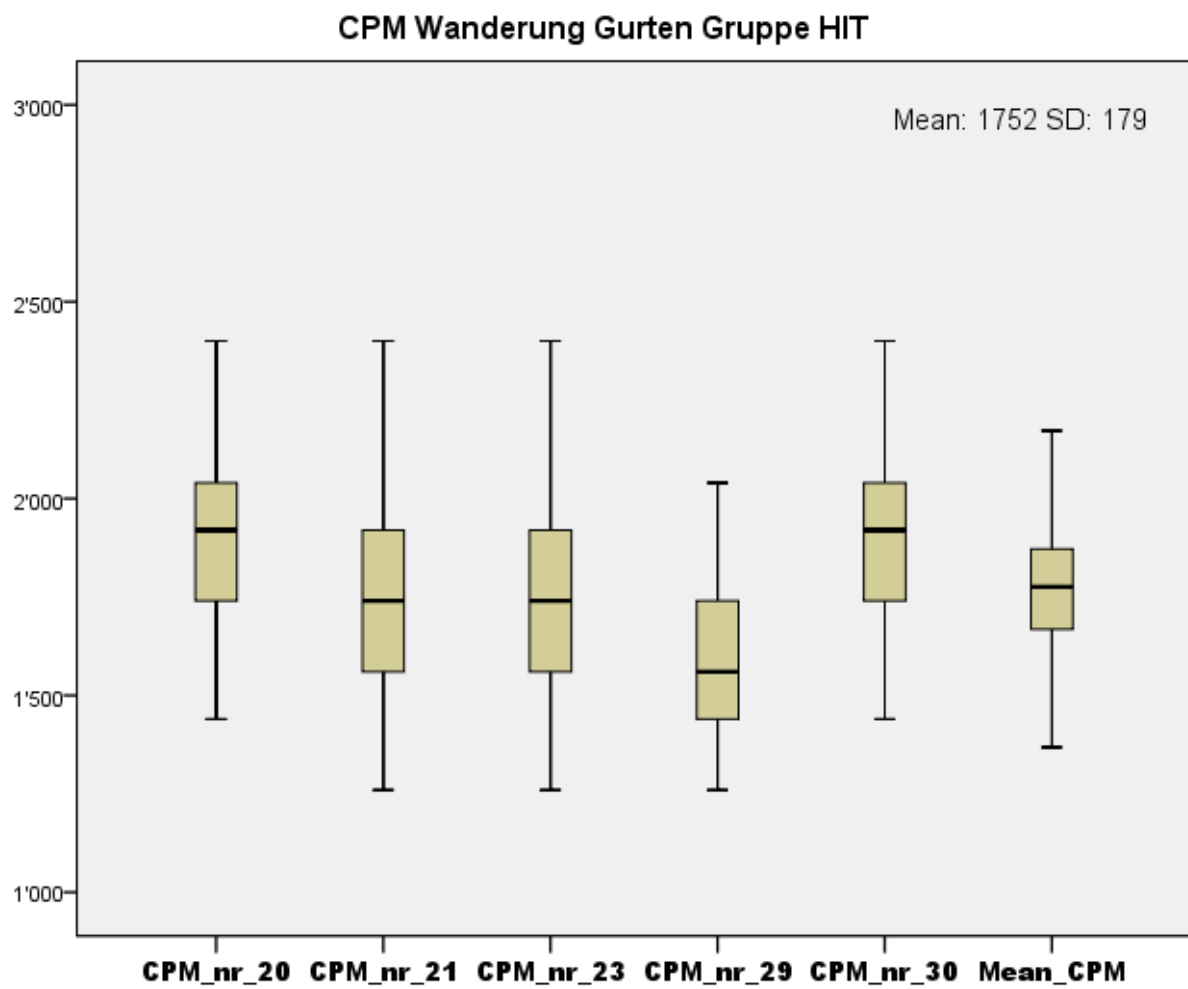


Abbildung 9: CPM aller Patienten während der „Gurtenwanderung“

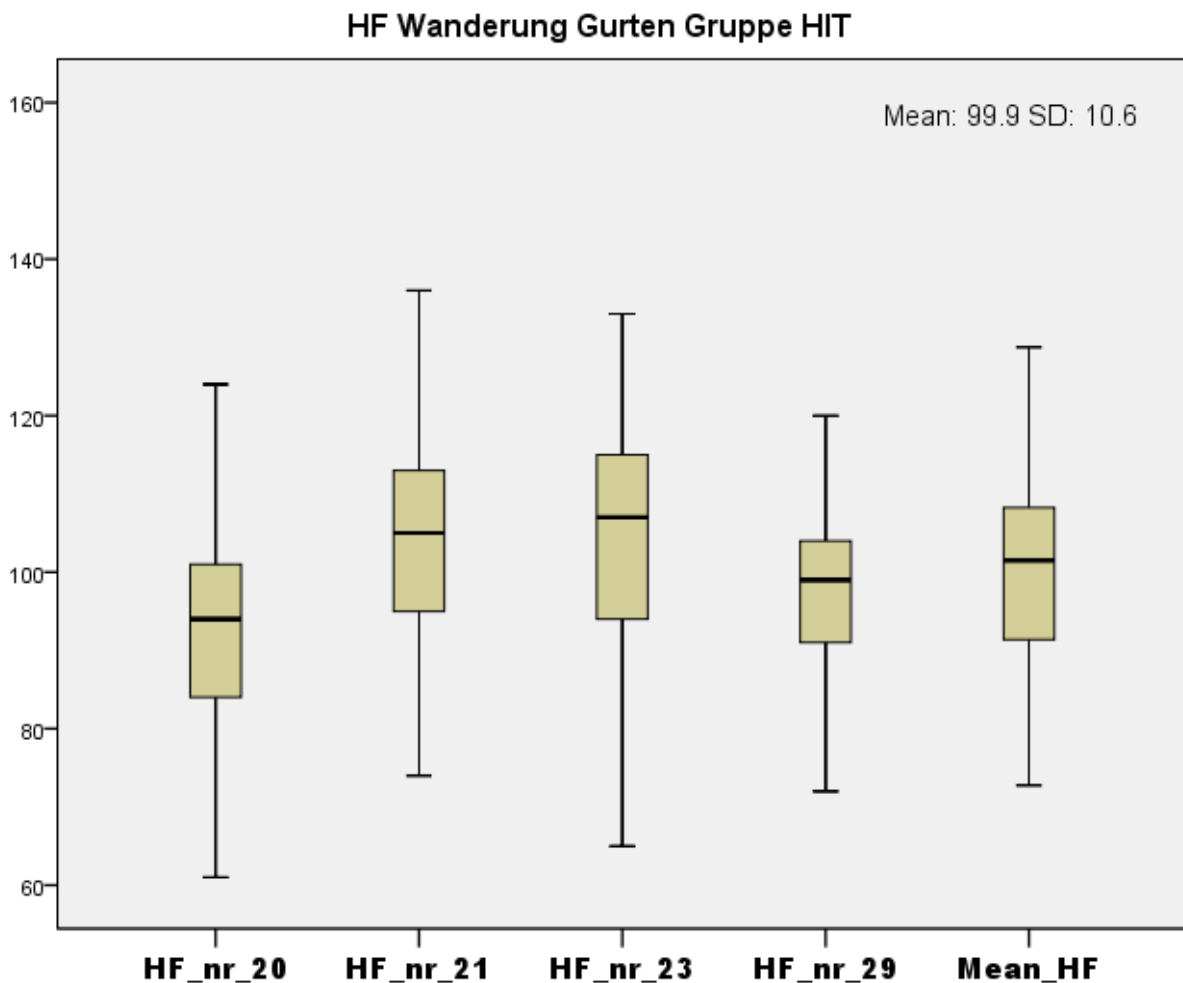


Abbildung 10: HF aller Patienten während der „Gurtenwanderung“ (ohne Nr. 30 wegen Messfehler)

5.3 Resultate Nordic-Walking Gruppe HIT

In Abbildung 11 und Abbildung 12 sind die Daten dargestellt, die während dem Nordic-Walking aufgenommen wurden. Die Mittelwerte belaufen sich auf 2605 ± 365 CPM, 100.58 BPM und 11.14 RPE. Da in den Herzfrequenzdaten der Patienten Nr. 29 und Nr. 32 unrealistische Schwankungen vorlagen und deshalb hohe Standardabweichungen von 25 BPM bzw. 30 BPM mit sich brachten, sind die Daten zwar aufgeführt, wurden aber nicht in die gesamthafte Mittelwertberechnung einbezogen.

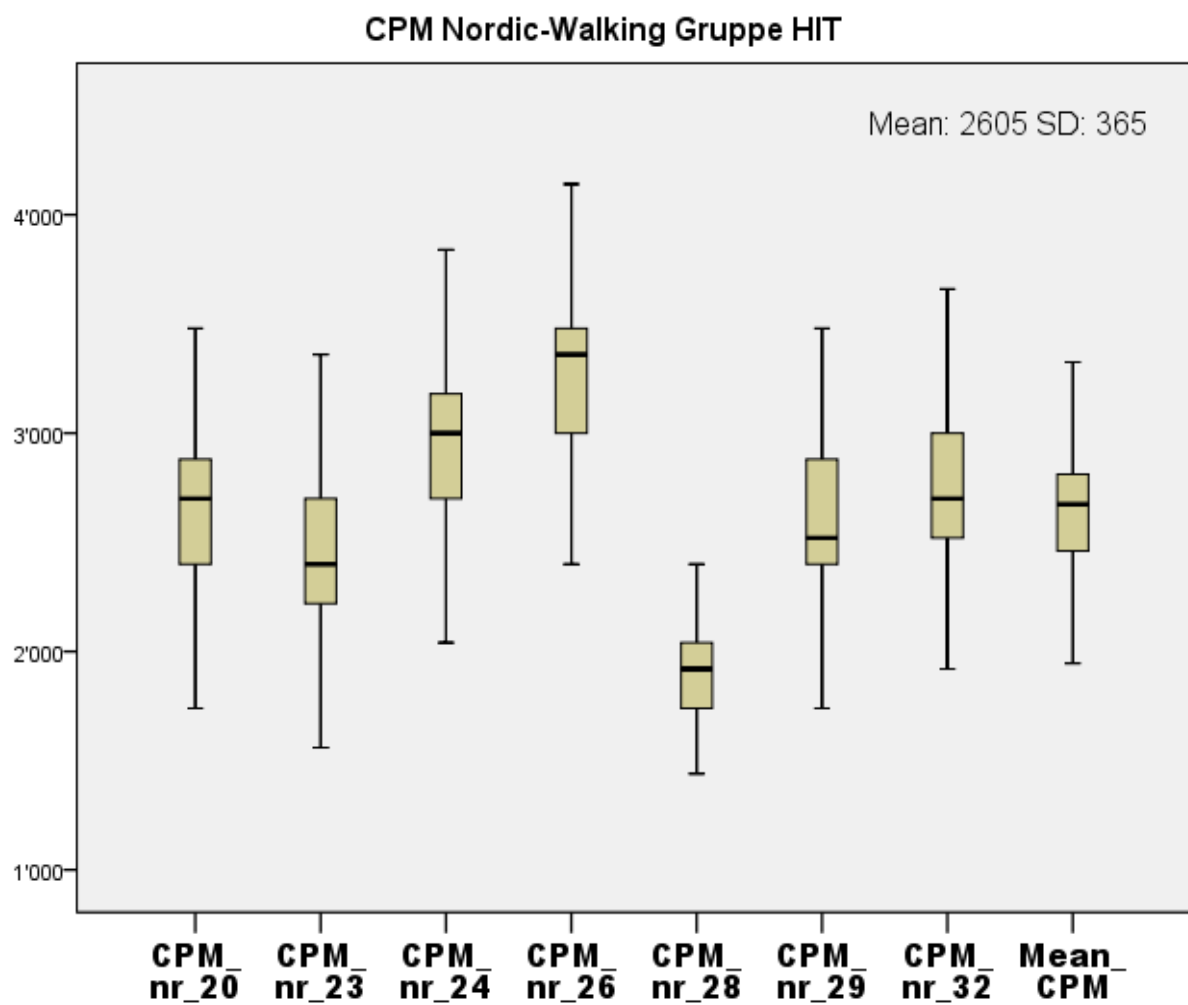


Abbildung 11: CPM aller Patienten im Nordic-Walking Gruppe HIT

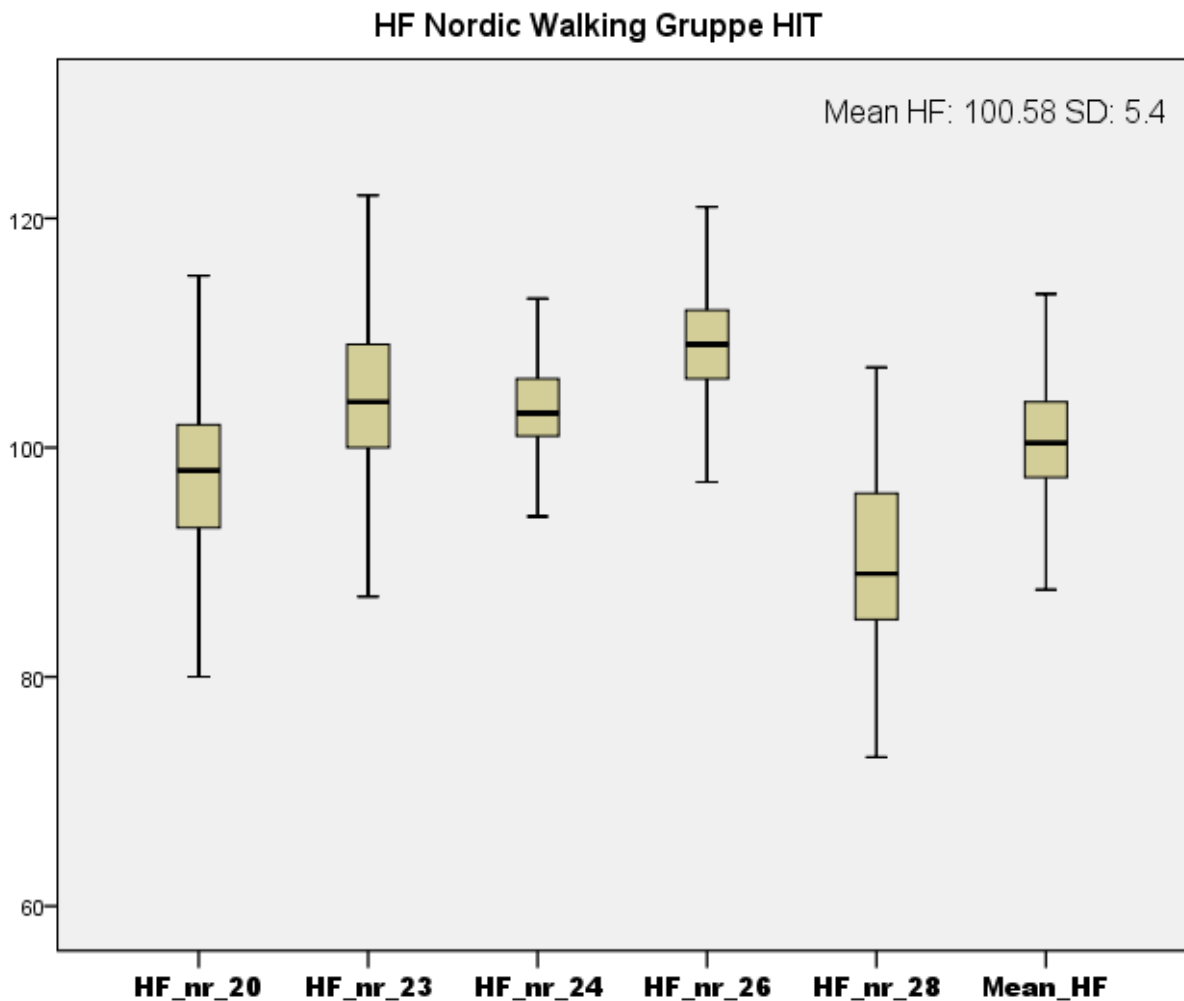


Abbildung 12: HF der Patienten im Nordic- Walking der Gruppe HIT. (Ohne Nr. 29 und Nr. 32 wegen Messfehler)

5.4 Resultat Hügelläufe HIT

In unterstehender Abbildung 13 und Abbildung 14 sind die Daten der CPM, der HF und der Borgwerte ersichtlich, welche während der Hügelläufe mit und ohne Anweisung vorlagen. Alle Mittelwerte waren während den Hügelläufen mit Anweisung höher als ohne Anweisung. Der Mittelwert der Accelerometer-Daten ergibt ohne Anweisung 3277 ± 368 CPM und mit Anweisung 4512 ± 538 CPM. Der Mittelwert der HF verzeichnet Werte ohne Anweisung von 111 ± 10.6 BPM und mit Anweisung 133 ± 6.8 BPM. Der Mittelwert des BORGes ist ohne Anweisung mit einem Wert von 14.14 RPE leicht tiefer als mit Anweisung von 14.43 RPE. Es ist ersichtlich, dass grosse Unterschiede in den CPM der Patienten während den Hügelläufen mit Anweisung vorlagen. Während Patient Nr. 24 rund 6590 CPM erreichte, waren bei

Patient Nr. 28 rund die Hälfte mit 3200 CPM zu verzeichnen. Die HF-Daten der Patienten Nr. 29 und Nr. 32 sind aufgrund zu hoher Schwankungen unrealistisch und wurden nicht in die Mittelwerte miteinbezogen.

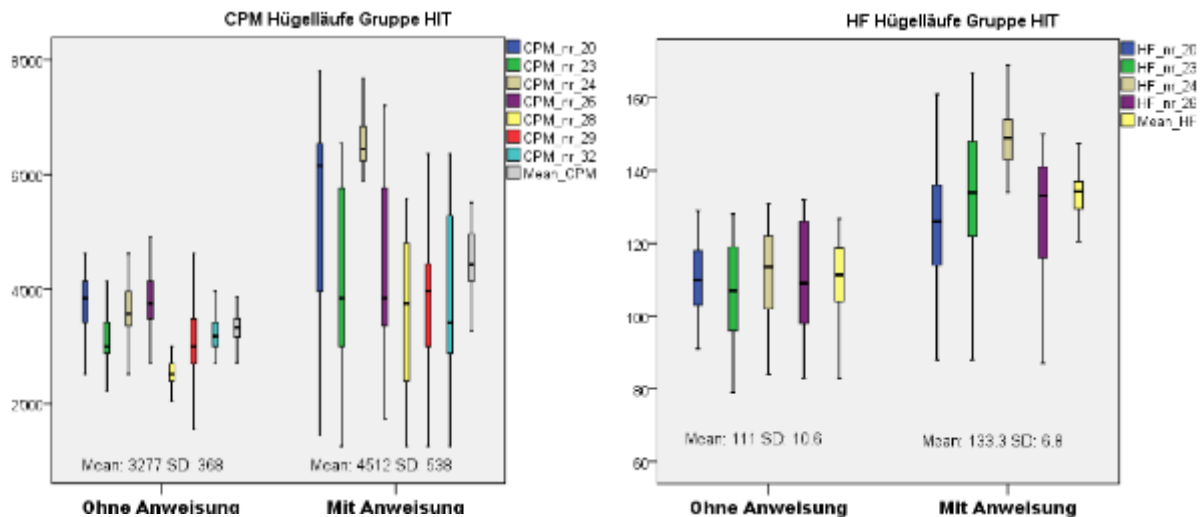


Abbildung 13 links: Boxplot der CPM während den Hügelläufen mit und ohne Anweisung

Abbildung 14 rechts: Boxplot der Herzfrequenzen während den Hügelläufen mit und ohne Anweisung (ohne Nr. 29 und Nr. 32)

Um die Mittelwerte der HF und der CPM während den Hügelläufen mit und ohne Anweisung zu vergleichen, wurde die einfaktorielle ANOVA-Varianzanalyse durchgeführt. Der Mittelwert der CPM und der HF ist während den Hügelläufen mit Anweisung signifikant höher als ohne Anweisung ($p < 0.05$).

5.5 Resultate Gymnastik HIT

In Abbildung 15 und Abbildung 16 sind die Daten der CPM und der HF in Boxplot dargestellt. Wie zu erkennen ist, sind die CPM beim Mattenjoggen und dem Einlaufen deutlich am höchsten. Die CPM im Frisbeefederball sind tiefer als beim Mattenjoggen und dem Einlaufen. Betrachtet man die HF im Frisbeefederball, unterscheidet sich diese mit 109 BPM nicht wesentlich von den Kategorien „Mattenjoggen“ oder „Einlaufen“. Die HF-Daten des Patienten Nummer 32 wurde aufgrund zu hoher Standardabweichung nicht in den Gesamtmittelwert einbezogen.

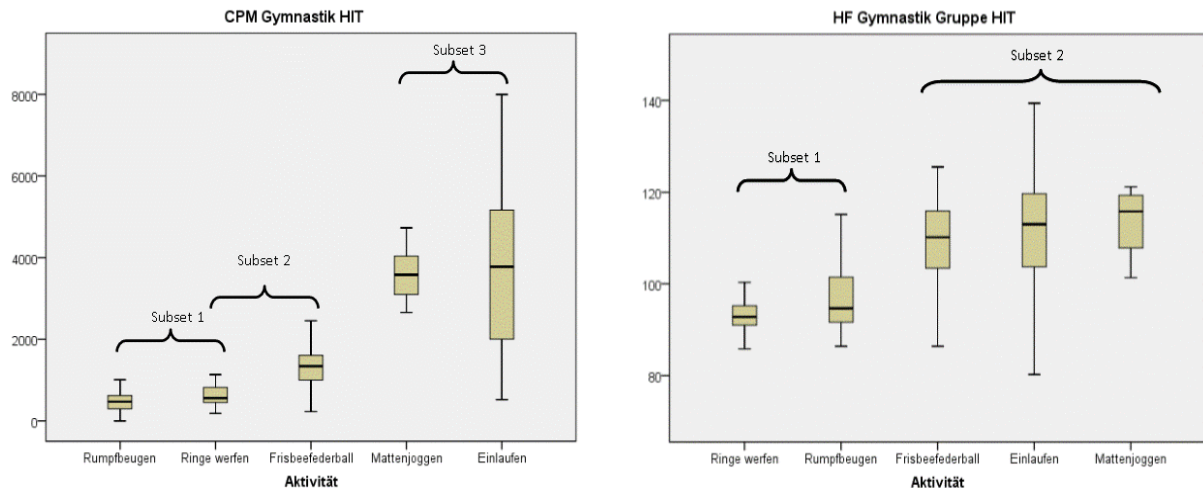


Abbildung 15 links: Boxplot der CPM der Gruppe HIT in Gymnastik in Kategorien.

Abbildung 16 rechts: Boxplot der HF der Gruppe HIT in Gymnastik in Kategorien.

Um die Kategorien in homogene Gruppen einzuteilen, wurde der ANOVA Mehrfachvergleich nach Scheffé angewendet. Alle Kategorien wurden miteinander verglichen und auf Signifikanz ($p > 0.05$) geprüft. Unterscheiden sich die Kategorien nicht signifikant, so sind sie homogen und werden als „Subset“ bezeichnet. In Abbildung 15 sind die 3 Subsets ersichtlich, welche sich nicht signifikant bezüglich den CPM unterscheiden. Das 1. Subset besteht aus den Kategorien „Rumpfbeugen“ und „Ringe werfen“, das 2. Subset aus dem „Ringe werfen“ und dem „Frisbeefederball“ und das 3. Subset aus dem „Mattenjoggen“ und „Einlaufen“. In Abbildung 16 sind die Subsets bezüglich HF zu erkennen. Im ersten Subset unterscheiden sich die Kategorien „Ringe werfen“ und „Rumpfbeugen“ nicht signifikant. Im 2. Subset unterscheiden sich „Frisbeefederball“, „Mattenjoggen“ und „Einlaufen“ nicht signifikant und sind homogen.

5.6 Resultat MTT HIT

In Abbildung 17 sind die Mittelwerte der HF und des Borgwertes aufgezeigt. Der Gesamtmittelwert der insgesamt 3 Teilnehmer der HF beträgt 85 ± 11 BPM und der des Borgwertes 11 RPE. Es ist zu erkennen, dass die HF im MTT ein weites Spektrum von 65 BPM bis 130 BPM aufweisen und alle HF- Mittelwerte unter 90 tief liegen.

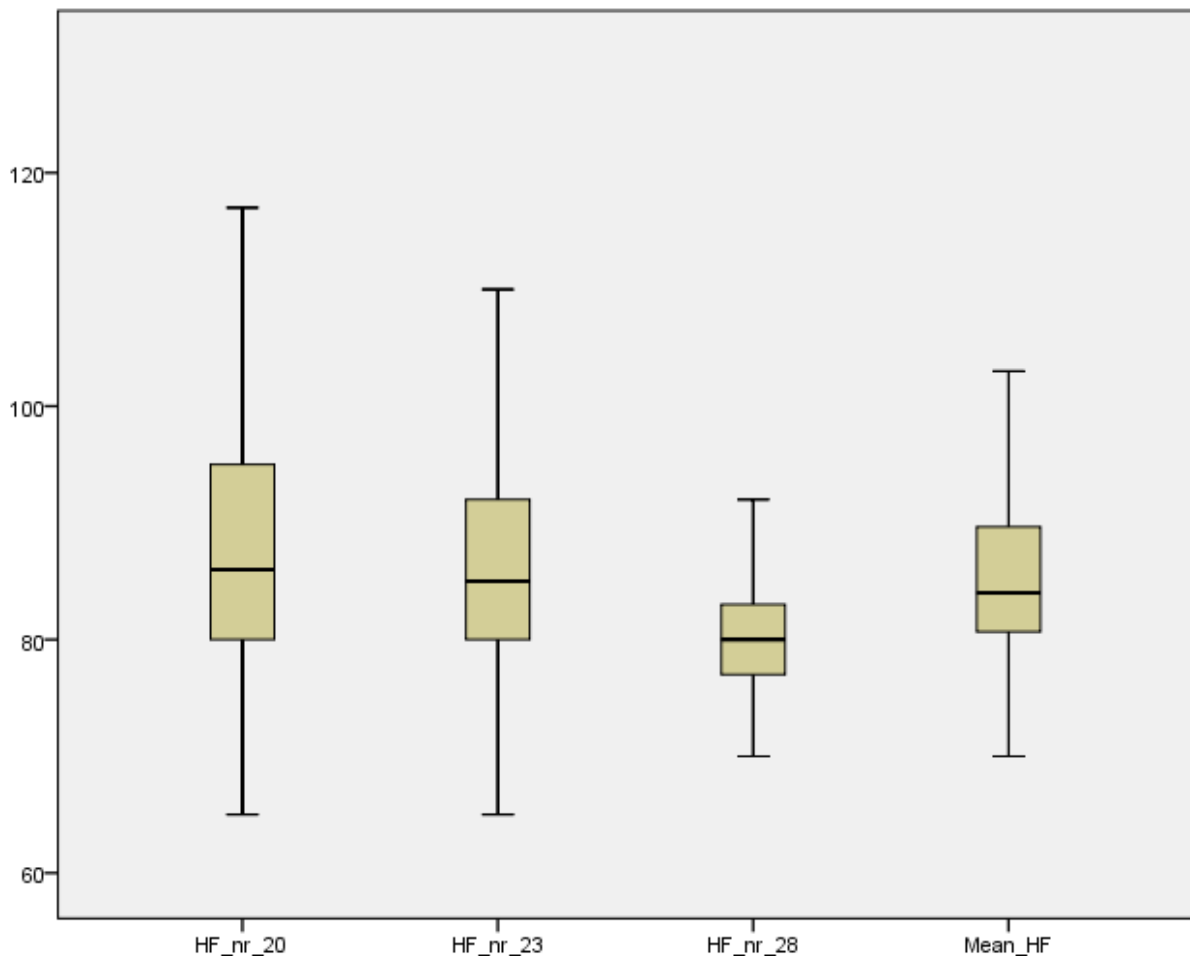


Abbildung 17: Boxplot der HF im MTT der Gruppe HIT

5.7 Resultate HIT Ergo

In Abbildung 18 und Abbildung 19 sind die Mittelwerte der HF und Borg der Patienten erwähnt, welche das Fahrrad-Ergometrie-Training konstant bzw. alternierend absolvierten. Der Gesamtmittelwert der HF im konstanten Training betrug 111.54 ± 3.5 BPM und in alternierender Trainingsform 111.90 ± 12.8 BPM. Der Mittelwert des BORGes mit konstanter Leistung beträgt 13.5 RPE, mit alternierender Leistung 13.3 RPE und gesamthaft 13.25 RPE. Es ist zu erkennen, dass die HF im alternierenden Training eine grössere Streuung hat und eine Standardabweichung von 13 BPM mit sich bringt. Die Gruppe in konstanter Ergometrie hat eine Standardabweichung von nur 3.5 BPM.

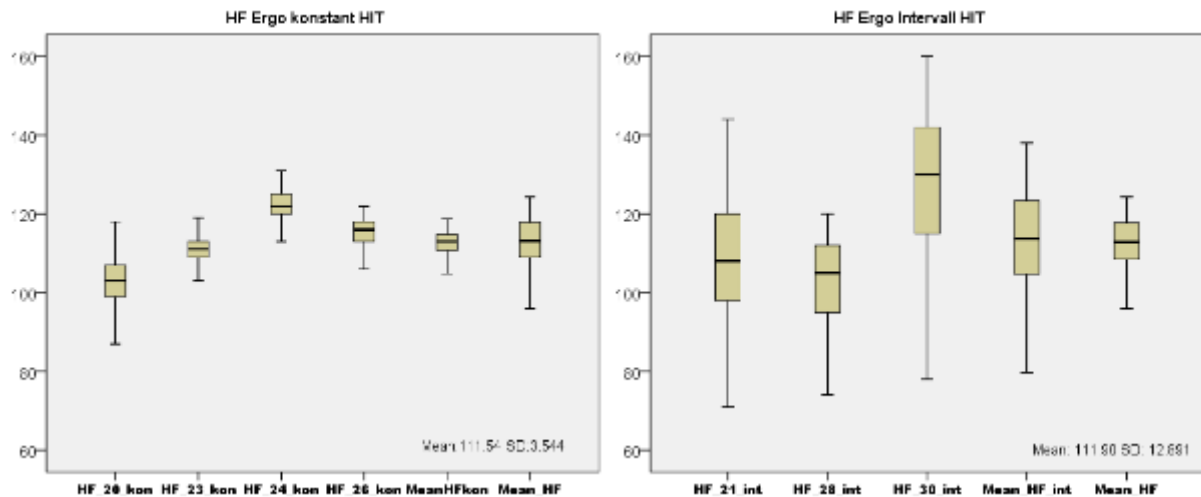


Abbildung 18 links: Boxplot der HF des konstanten Ergo-Trainings.

Abbildung 19 rechts: Boxplot der HF des Intervall Ergo-Trainings.

5.8 Resultate Gymnastik Gruppe 3

In Abbildung 20 und Abbildung 21 sind die Daten der CPM und der HF mit Boxplot dargestellt. Es ist deutlich zu erkennen, dass die Mittelwerte der CPM und der HF in den Kategorien „Scrabble“, „Einlaufen“ und „Mattenjoggen“ deutlich höher sind als in den anderen Kategorien. Die HF der Patienten Nr. 23 und 24 wurden aufgrund unregelmässiger Aufzeichnung nicht in den Mittelwert einbezogen.

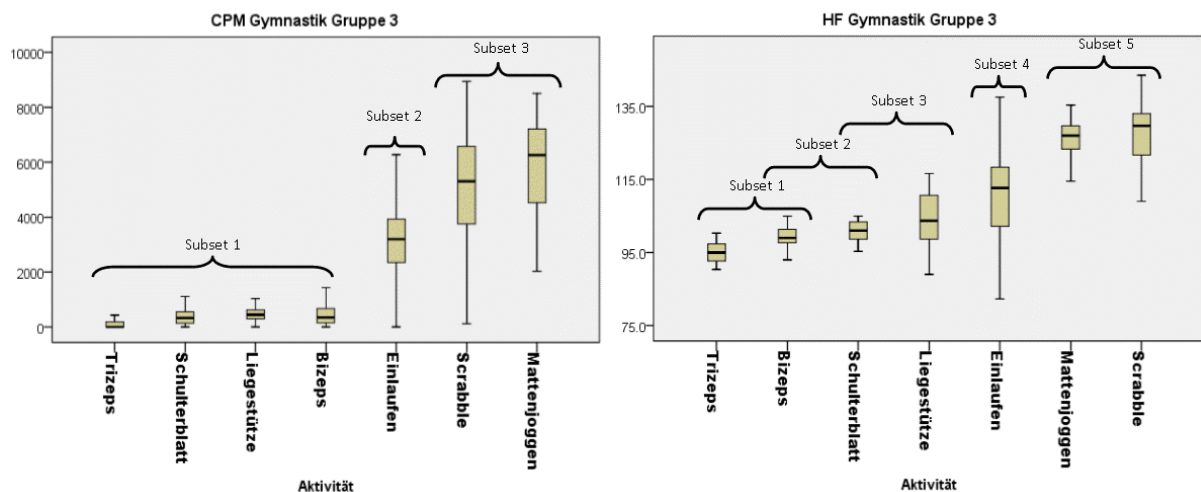


Abbildung 20 links: Boxplot der CPM nach Kategorien in Gymnastik der Gruppe 3

Abbildung 21 rechts: Boxplot der HF nach Kategorien in Gymnastik der Gruppe 3

Alle Kategorien der Aktivitäten sind auf signifikante Unterschiede mit dem ANOVA Test von Scheffé im 95 %-Konfidenzintervall geprüft worden. Bezüglich CPM sind 3

Subsets erstellt worden: Das 1. Subset besteht aus den Kategorien „Trizeps, Schulterblatt, Liegestütze, Bizeps“ mit rund 140 bis 500 CPM, das 2. Subset aus der Kategorie „Einlaufen“ mit rund 3000 CPM und das 3. Subset aus den Kategorien „Scrabble und Mattenjoggen“ mit rund 5100-5900 CPM. Bezüglich HF wurden 5 Subsets erstellt. Das erste Subset besteht aus den Kategorien „Trizeps und Bizeps“ mit rund 94-99 BPM, das 2. Subset aus den Kategorien „Bizeps und Schulterblatt“ mit rund 99-101 BPM, das 3. Subset besteht aus den Kategorien „Schulterblatt und Liegestütz“ mit rund 101-105 BPM, das 4. Subset aus der Kategorie „Einlaufen“ mit rund 111 BPM und das 5. Subset aus den Kategorien „Mattenjoggen und Scrabble“ mit rund 126-127 BPM.

5.9 Resultat Nordic-Walking Gruppe 3

In Abbildung 22 und Abbildung 23 sind die Mittelwerte der CPM und der HF zu entnehmen. Eine Steigerung des Mittelwertes von HF und CPM über die Kategorien vom „Einlaufen“ bis zum „Doppelstockeinsatz“ ist ersichtlich. Die Standardabweichung mit 827 CPM im Einlaufen ist am grössten.

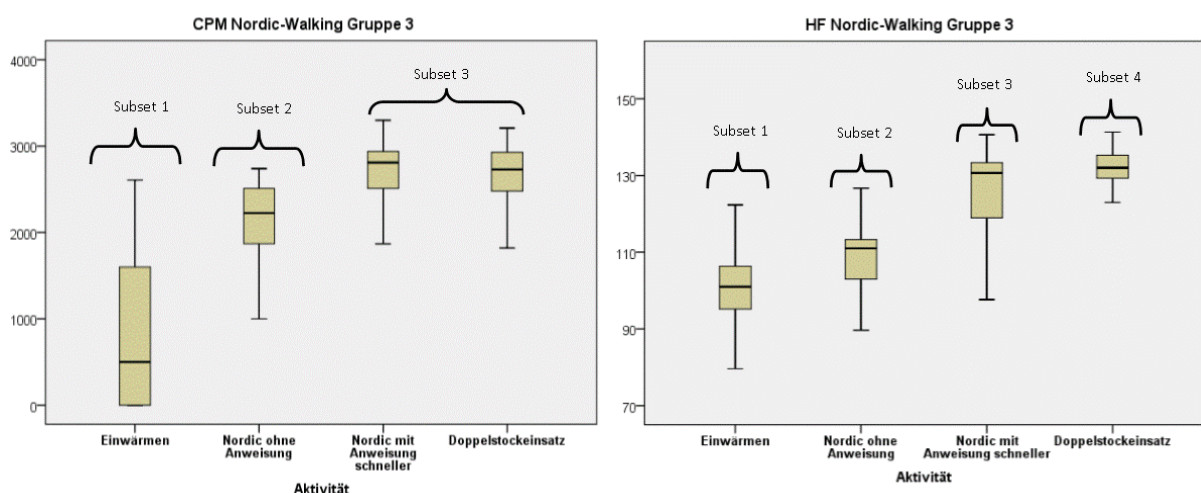


Abbildung 22 links: Boxplot der CPM der verschiedenen Kategorien der Gruppe 3 in Nordic-Walking

Abbildung 23 rechts: Boxplot der HF der verschiedenen Kategorien der Gruppe 3 in Nordic-Walking

Alle Kategorien werden miteinander auf Signifikanz im Post-hoc-Test nach Scheffé im 95 % Konfidenzintervall überprüft. Wie in Abbildung 22 und Abbildung 23 zu erkennen ist, ergeben sich hinsichtlich der CPM 3 verschiedene Subsets. Das 1. Subset besteht aus der Kategorie „Einwärmen“ mit rund 830 CPM, das 2. Subset aus „Nordic ohne Anweisung“ mit 2140 CPM und das 3. Subset aus „Nordic mit Anweisung schneller“ und „Doppelstockeinsatz“ mit rund 2380-2390 CPM.

Hinsichtlich der HF ergeben sich 4 einzelne Subsets, welche sich signifikant voneinander unterscheiden. Das 1. Subset besteht aus dem „Einwärmen“ mit rund 101 BPM, das 2. Subset aus „Nordic ohne Anweisung“ mit rund 108 BPM, das 3. Subset aus „Nordic mit Anweisung“ mit rund 125 BPM und das 4. Subset aus „Doppelstockeinsatz“ mit rund 131 BPM.

5.10 Resultat Wanderung Gruppe 3

In Abbildung 24 und Abbildung 25 sind die Daten der CPM und der HF während der Wanderung dargestellt. Der Mittelwert während der Wanderung betrug 1636 ± 522 CPM, der HF 107 ± 9.9 BPM und des Borges 9.75 RPE. Bezieht man die Pausen mit ein, ist der Mittelwert 1142 CPM und der Mittelwert der HF 100 BPM. Die HF von Patient Nr. 20 unterlag unrealistischen Schwankungen und wurde nicht in die Mittelwertstatistik einbezogen. In Abbildung 24 und Abbildung 25 sind die Boxplot der CPM und der HF mit und ohne Pause während der Wanderung, dargestellt. Zu erkennen ist, dass die HF während der Pause von durchschnittlich 107 BPM auf 85 BPM sank. Die CPM erreichten während den Pausen Werte um die 0, weil die Patienten sich dort nicht bewegten und still saßen.

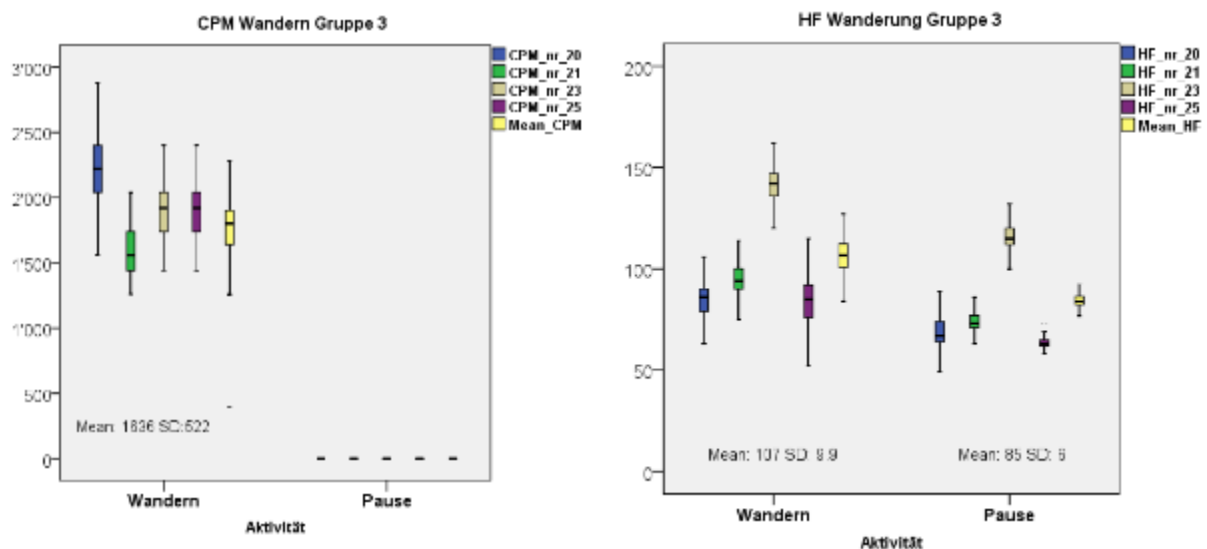


Abbildung 24 links: Boxplot der CPM mit und ohne Pausen der Gruppe 3 während der Wanderung

Abbildung 25 rechts: Boxplot der HF mit und ohne Pausen der Gruppe 3 während der Wanderung

5.11 Resultat Ergo und MTT Gruppe 3

In Abbildung 26 und Abbildung 27 sind die Mittelwerte der HF während der Ergometrie und des MTT dargestellt. Mit HF 117 ± 14 BPM und Borg 11.4 RPE

erreichten die Patienten in der Ergometrie höhere Werte als in der MTT mit HF 106 ± 8 BPM und Borg 11.25 RPE. Es ist zu erkennen, dass die Daten des Patienten Nr. 24 weit streuen und wohl ein Fehler in der Messung vorlag. Deshalb wurden die HF-Daten dieses Patienten nicht in die Mittelwertstatistik einbezogen

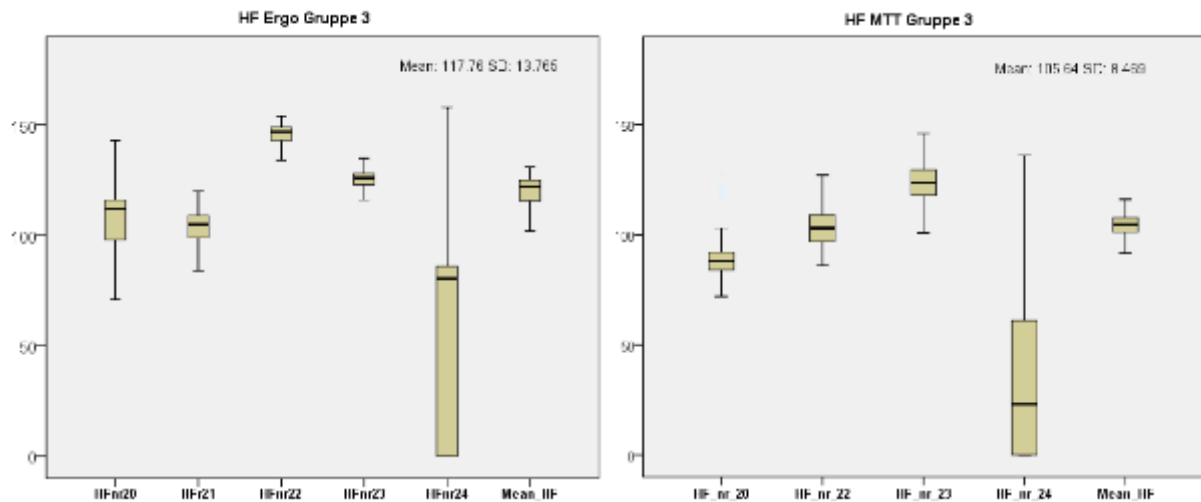


Abbildung 26 links: HF der Ergometrie der Gruppe 3 (HF Nr. 24 wurde nicht in den Gesamtmittelwert einbezogen).

Abbildung 27 rechts: HF der MTT der Gruppe 3 (HF Nr. 24 wurden nicht in den Gesamtmittelwert einbezogen).

5.12 Korrelation Gruppe HIT (HF, Borg und CPM)

In Tabelle 8 sind die Korrelationen zwischen HF, Borg und CPM der Aktivitäten der Gruppe HIT aufgelistet. Zwischen CPM und HF besteht ein starker linearer Zusammenhang ($r=0,910$). Ein schwacher bis mittlerer Zusammenhang besteht zwischen CPM und Borg ($r=0,452$) und ein mittlerer Zusammenhang konnte zwischen HF und Borg ermittelt werden ($r=0,708$). In Abbildung 29 und Abbildung 30 sind die erwähnten Zusammenhänge mit Punktdiagrammen dargestellt.

Tabelle 8: Korrelationen zwischen der HF, CPM und Borg der Gruppe HIT.

			CPM	HF	Borg
Spearman-Rho	CPM	Korrelationskoeffizient	1.000	.910**	.452
		Sig. (2-seitig)	.	.002	.260
		N	8	8	8
	HF	Korrelationskoeffizient	.910**	1.000	.708*
		Sig. (2-seitig)	.002	.	.015
		N	8	11	11
	Borg	Korrelationskoeffizient	.452	.708*	1.000
		Sig. (2-seitig)	.260	.015	.
		N	8	11	11

** . Korrelation ist bei Niveau 0,01 signifikant (zweiseitig).

* . Korrelation ist bei Niveau 0,05 signifikant (zweiseitig).

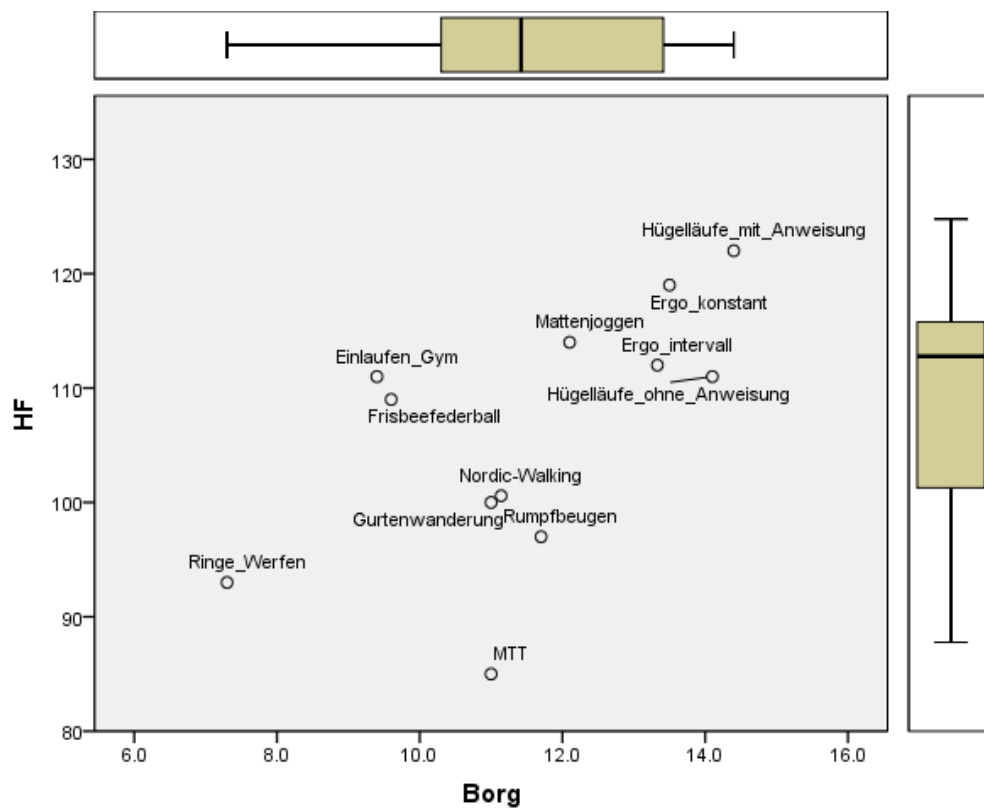


Abbildung 28: Mittlere Korrelation von $r=0,708$ zwischen HF und Borg der verschiedenen Aktivitäten.

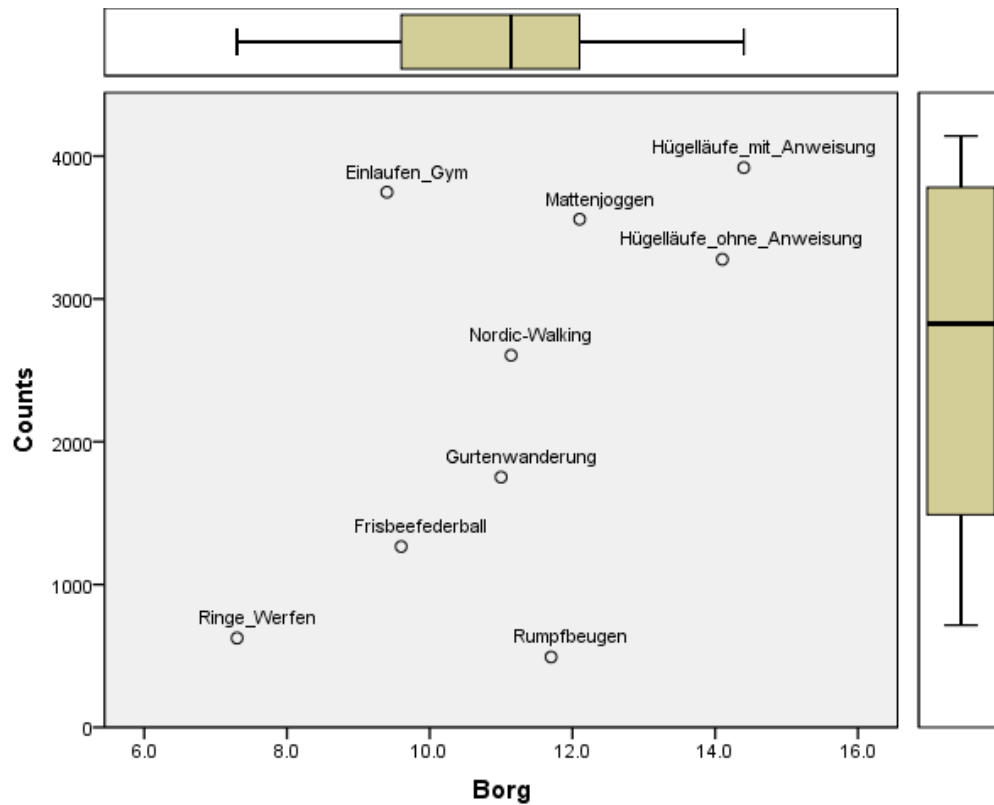


Abbildung 29: schwacher bis mittlerer Zusammenhang zwischen CPM und Borg der verschiedenen Aktivitäten ($r=0,452$)

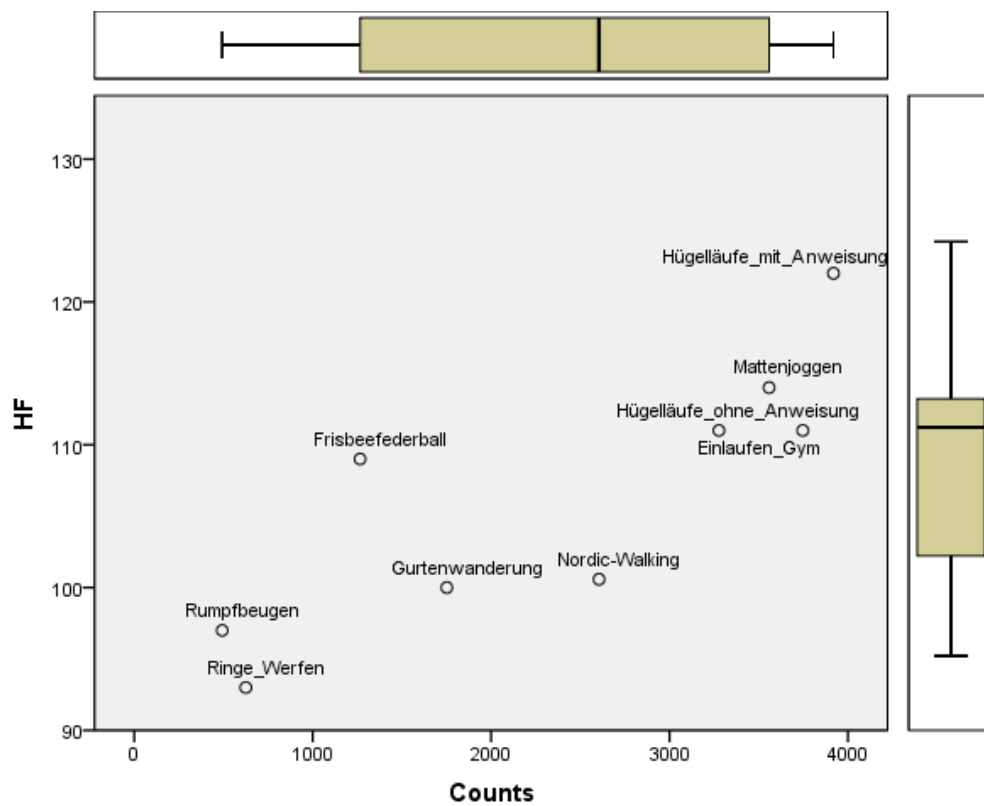


Abbildung 30: starker Zusammenhang mit $r=0,910$ zwischen HF und CPM

5.13 Korrelation Gruppe 3 (HF, Borg und CPM)

In Tabelle 9 sind die Korrelationen zwischen HF, Borg und CPM der verschiedenen Aktivitäten der Gruppe 3 zu entnehmen. Zwischen CPM und HF besteht ein starker Zusammenhang ($r=0,902$). Mittlere Zusammenhänge sind zwischen CPM und Borg ($r=0,681$) und zwischen HF und Borg ($r=0,674$) auszumachen. In Abbildung 31, Abbildung 32 und Abbildung 33 sind die erwähnten Zusammenhänge mit Punktdiagrammen dargestellt.

Tabelle 9: Korrelationen zwischen der HF, CPM und Borg der Gruppe 3

Korrelationen			CPM	HF	Borg
Spearman-Rho	CPM	Korrelationskoeffizient	1.000	.902**	.681*
		Sig. (2-seitig)	.	.000	.015
		N	12	12	12
	HF	Korrelationskoeffizient	.902**	1.000	.674**
		Sig. (2-seitig)	.000	.	.008
		N	12	14	14
	Borg	Korrelationskoeffizient	.681*	.674**	1.000
		Sig. (2-seitig)	.015	.008	.
		N	12	14	14

** . Korrelation ist bei Niveau 0,01 signifikant (zweiseitig).

* . Korrelation ist bei Niveau 0,05 signifikant (zweiseitig).

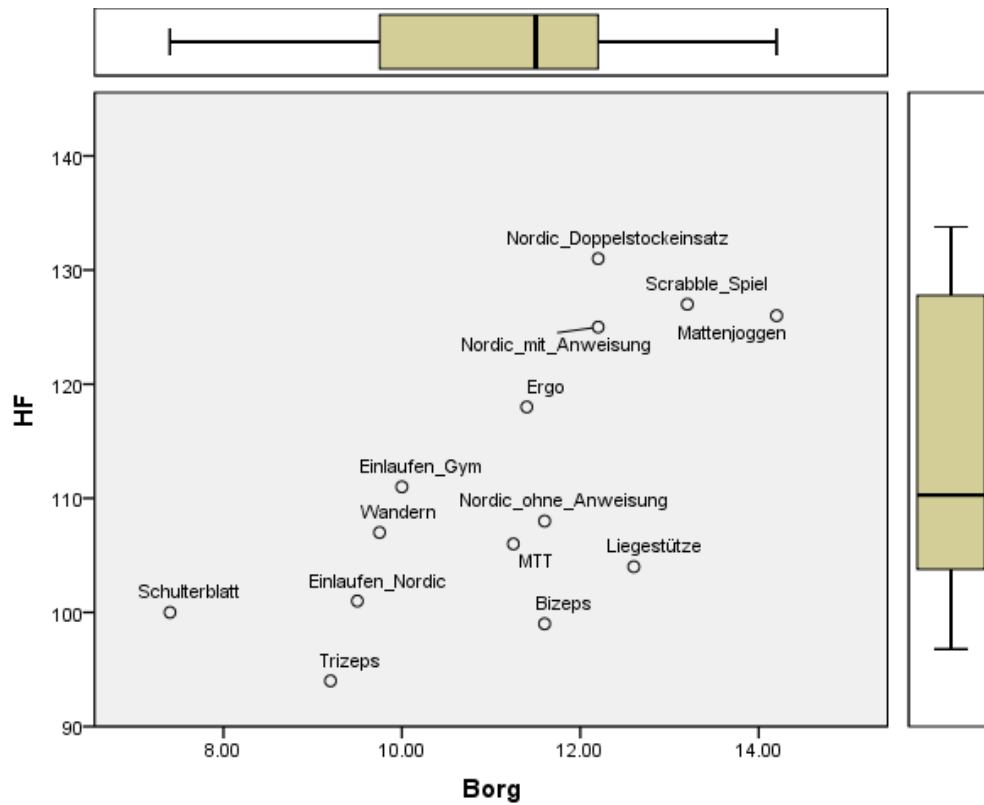


Abbildung 31: Mittlerer Zusammenhang zwischen HF und Borg ($r=0,674$) der verschiedenen Aktivitäten.

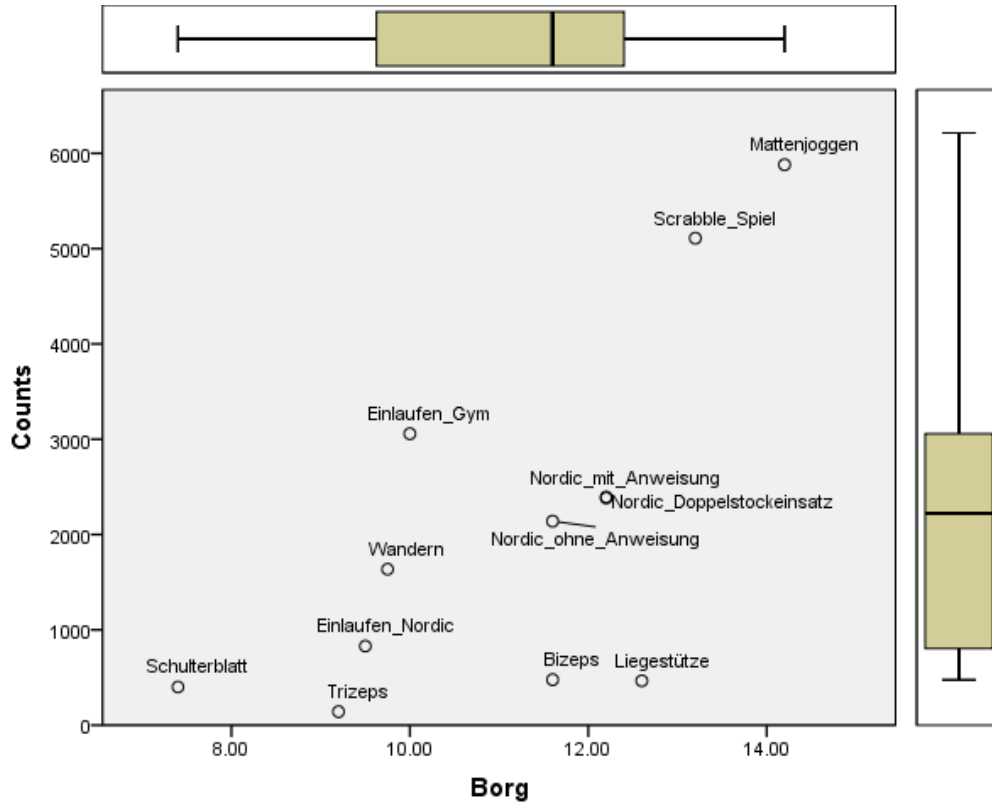


Abbildung 32: Mittlerer Zusammenhang zwischen CPM und Borg ($r=0,681$) der verschiedenen Aktivitäten.

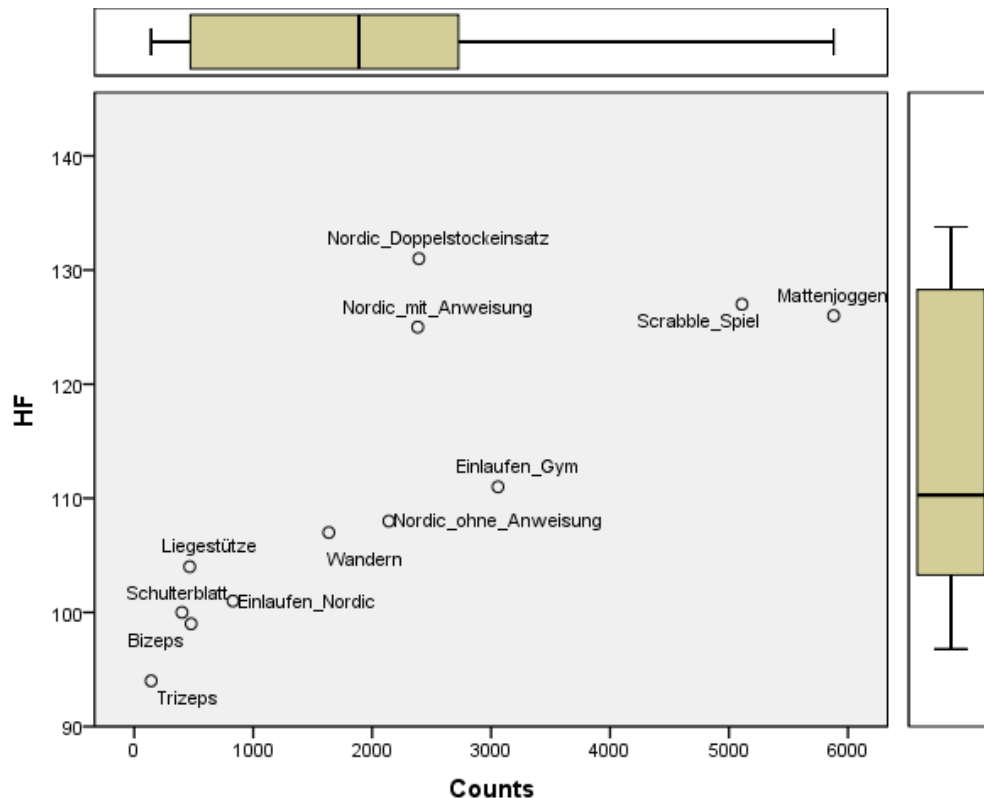


Abbildung 33: Starker Zusammenhang zwischen HF und CPM ($r=0.902$) der verschiedenen Aktivitäten.

5.14 Vergleich der CPM aller Kategorien

In Abbildung 34 sind alle Aktivitäten der Gruppe 3 und der Gruppe HIT blau dargestellt. Die zwei blauen horizontalen Linien stellen die Intensitätsbereiche der Aktivität nach Sasaki, John, & Freedson, (2011) dar. Leichte Intensität wird von 0 - 2690 CPM, moderate Intensität von 2691 - 6166 CPM und hohe Intensität von 6167 - 9642 CPM eingeteilt. Die roten Balken entsprechen den prozentualen Werten des Mittelwertes der maximalen HF aller Patienten. Zu erkennen ist, dass vor allem im Nordic-Walking der Gruppe 3 und in den Hügelläufen mit Anweisung der Gruppe HIT die CPM im Vergleich zu der prozentualen HFmax, tief sind.

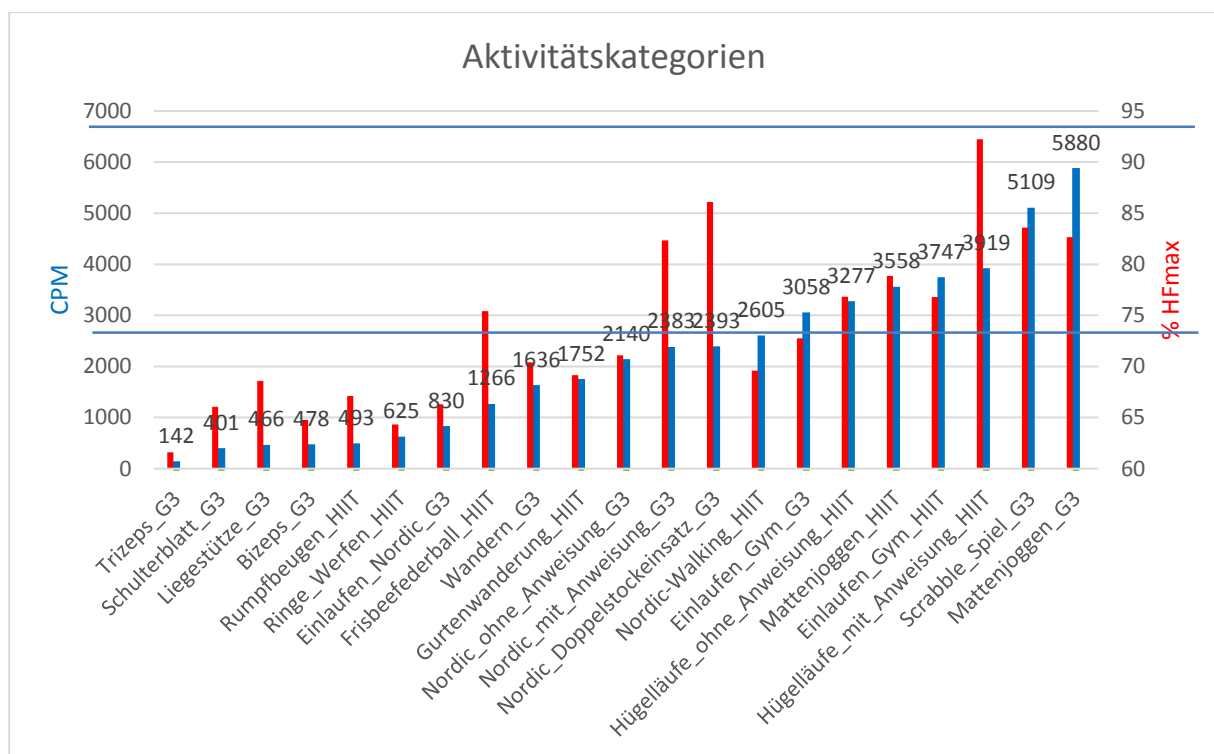


Abbildung 34: Alle Aktivitätskategorien nach CPM der Gruppe 3 (G3) und der Gruppe HIT

5.15 Resultat der Eingangs und Ausgangstests

Anmerkung: Nachfolgende Resultate beziehen sich nicht auf die Fragestellung. Weil die Leistungsdifferenz zwischen Eingangs und Ausgangstest aber eine zentrale Rolle in der Überprüfung der Wirksamkeit der kardiovaskulären Rehabilitation spielt, werden diese Daten hier ergänzend präsentiert.

In Abbildung 35 sind die Mittelwerte und die Standardabweichungen der Gruppe 3 und der Gruppe HIT der Eingangs- und Ausgangstests zu entnehmen. Die Gruppe 3 steigerte sich von 135 ± 35 W auf 163 ± 39 Watt und die Gruppe HIT von 207 ± 48 W auf 232 ± 42 W. Die Leistung beider Gruppen konnte von 178 W auf 205 W verbessert werden.

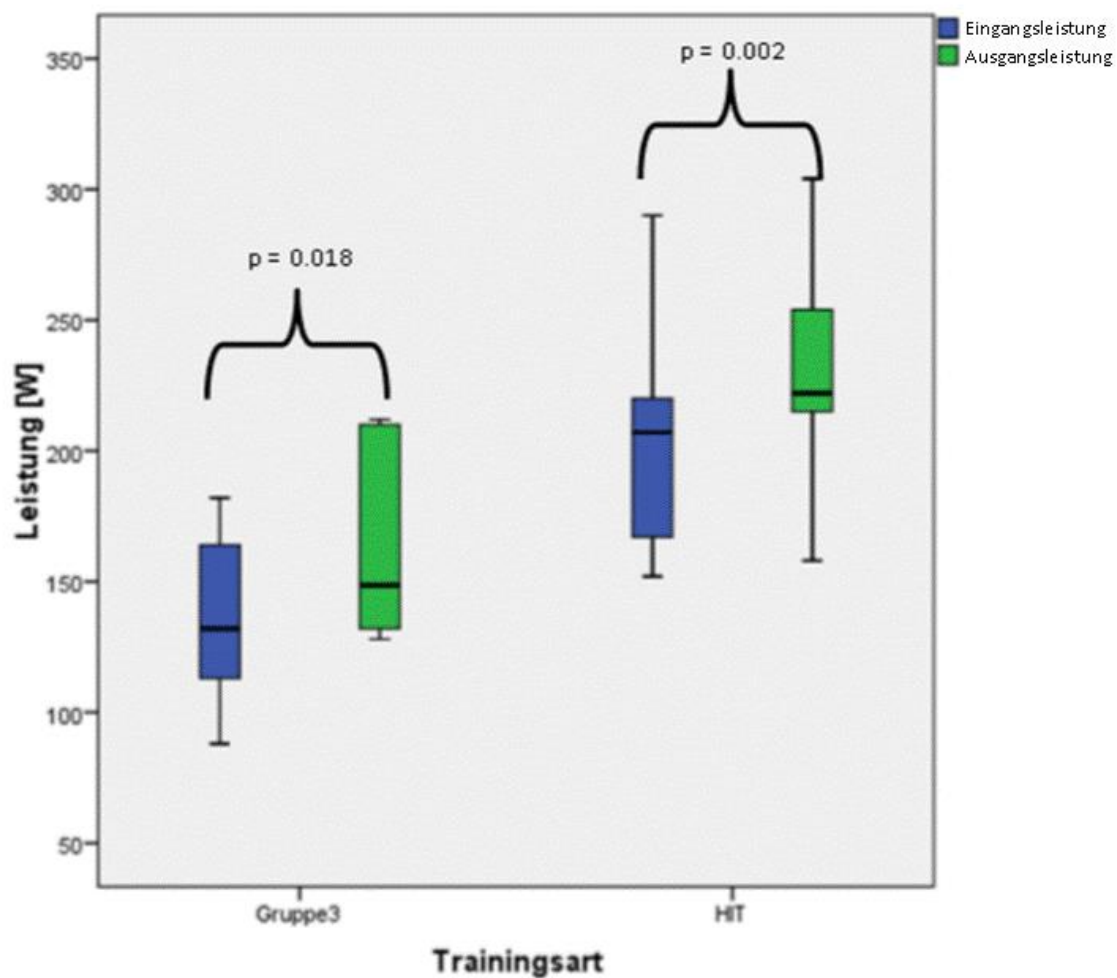


Abbildung 35: Leistungen in Watt, welche in den Eingangs- und Ausgangstests der Gruppe3 und der Gruppe HIT erreicht wurden.

Da die Datenlage mit $N=15$ eher klein und sie nicht normalverteilt ist, wurde zur statistischen Auswertung der nicht parametrische Wilcoxon-Test für zwei abhängige Stichproben gewählt, um die Leistungen der Eingangs- und Ausgangstests zu vergleichen.

In beiden Gruppen konnten signifikante Unterschiede bezüglich des Eingangs- und Ausgangstests festgestellt werden. Gruppe 3 erreicht einen p-Wert von 0.018 und die Gruppe HIT einen p-Wert von 0.002 wie in Abbildung 35 zu entnehmen ist. Der p-Wert der Gesamtpopulation (Gruppe 3 + Gruppe HIT) beläuft sich auf 0.001 und ist als sehr signifikant einzustufen.

Wie in Tabelle 10 zu erkennen ist, unterscheiden sich die Mittelwerte der Eingangs- und Ausgangsblutdruckwerte nur in der Kategorie „Systolischer Blutdruck“ der Gruppe HIT ($p=0.034$) signifikant. Alle anderen Mittelwerte sind nicht signifikant ($p>0.05$).

Tabelle 10: Systolischer und diastolischer Blutdruck im Wilcoxon-Test für 2 verbundene Stichproben.

	Blutdruck1_sys_G3	Blutdruck1_dia_G3	Blutdruck1_dia_HIT	Blutdruck1_sys_HIT	Blutdruck1_sys	Blutdruck1_dia
	Blutdruck2_sys_G3	Blutdruck2_dia_G3	Blutdruck2_dia_HIT	Blutdruck2_sys_HIT	Blutdruck2_sys	Blutdruck2_dia
Sig.	0.753	0.683	0.070	0.034	0.059	0.359

6 Interpretation der Ergebnisse

Ist- und Soll Intensitätsbereich

Aus den Ergebnissen vom Kapitel 5.1 der Hypothesenüberprüfung geht hervor, dass sich bereits im Einlaufen manche Patienten über ihrem Soll-Bereich befinden und manche darunter. Das Einlaufen ist bezüglich der HF-Intensität mit den Kategorien „Mattenjoggen“ oder „Frisbeefederball“ vergleichbar, wie die homogenen Subsets im Kapitel 5.5 statistisch belegen. Die relativ hohe Intensität des Einlaufens ist damit erklären, weil es viele Elemente des Rennens, Hüpfen und Springens beinhaltet. In den Kraftübungen, wie „Bizeps“, „Trizeps“, „Liegestützen“ und im „MTT“, welche ein homogenes Subsets bilden, liegen die Ist-Intensitäten bei vielen Patienten unter den Soll-Werten. Kräftigungsübungen wirken sich offensichtlich in geringerem Masse auf das Herz-Kreislauf-System aus. In der Wanderung und im Nordic-Walking der Gruppe HIT sind die Ist Intensitäten zu tief. Verbale Anweisungen der Sporttherapeutin hatten oft einen grossen Einfluss auf die Intensitätsbereichen: Während sich bei den „Hügelläufen ohne Anweisung“ die meisten Patienten im Soll-Bereich aufhielten, befanden sich in der Kategorie „Hügelläufe mit Anweisung“ die meisten Patienten über ihrem Soll-Bereich.

Unterschiede in den Counts

In beiden Trainingsgruppen sind im Nordic-Walking unterschiedliche Mittelwerte der Accelerometerdaten von über 1000 CPM der Probanden zu verzeichnen, Es wurden homogenere Resultate erwartet, da die Patienten alle gemeinsam und das gleiche Tempo liefen. Es wird vermutet, dass im Nordic-Walking vor allem die Technik Auswirkungen auf die Höhe der Counts haben könnte. Manche Patienten setzen den Stock aktiver ein als anderen und erreichen so eventuell andere Beschleunigungswerte. Zudem könnte auch eine unterschiedliche Position des Accelerometer an der Hüfte zu verschiedenen hohen Werten führen. Bei einer grösseren Person ist der Körperschwerpunkt höher als bei einer kleineren Person.

Eine neue Studie könnte Aufschluss darüber geben, ob die Höhe des Accelerometer bei gleichen Aktivitäten und Geschwindigkeiten eine Rolle auf die CPM- Werte hat. Da die CPM während der Wanderung homogener waren als im Nordic-Walking wird aber davon ausgegangen, dass die Technik ein grösserer Effekt auf die unterschiedlichen CPM hat, als die Körpergrösse der Patienten.

In den Hügelläufen, welche nicht alle gemeinsam und mit gleicher Intensität absolvierten, spielte die unterschiedliche Intensität wohl eher eine Rolle als die Lauftechnik. Zudem ist der Mittelwert der Accelerometerdaten von 4500 CPM, verglichen zur subjektiven Einschätzung und den gemessenen vergleichbaren Jogging-Werten in der Ebene, wie in der Kategorie „Mattenjoggen“ oder „Scrabbe“ von ca. 6000 CPM, tief. In einer schiefen Ebene wirkt vermehrt die Erdschwerkraft. Die CPM Werte sind dort tiefer als in flacher Ebene, obwohl die Aktivität eigentlich höher wäre. Eine aussagekräftige Studie, welche diese Vermutung belegt, liegt jedoch nicht vor. Um vergleichbare Aussagen über die Intensität zu machen, dürften nur Aktivitäten in der flachen Ebene miteinander verglichen werden.

Vergleicht man alle Aktivitäten nach der Sasaki et al., (2011) in Abbildung 34, so stellt man fest, dass vor allem bei den Kräftigungsübungen, wie Bizepskräftigung oder Rumpfbeugen die CPM-Werte tief sind und in die Kategorie „leichte Aktivität“ (142-2605 CPM einzustufen sind. Die restlichen Kategorien wie Scrabble-Spiel, Hügelläufe und Mattenjoggen sind nach Sasaki et al., (2011) moderate Aktivitäten. Alle moderaten Aktivitäten haben gemeinsam, dass alle Kategorien die Elemente des Laufens beinhalten (3058-5880 CPM). Da die Probanden in der Studie von Sasaki et al., (2011) alle gesund und deutlich ein jüngeres Durchschnittsalter mit 26 Jahren aufweisen, muss aber die Vergleichbarkeit mit Herzpatienten in Frage gestellt werden. Eine Untersuchung mit Herzpatienten würde womöglich andere Cut-Points für die CPM-Kategorien liefern. Eine solche Studie wurde jedoch in der Literaturrecherche nicht gefunden. In der Studie von Wyss & Mäder, (2010), unterscheiden sich die CPM der Kategorien Laufen (ca. 10000 CPM), Walken (ca. 4500 CPM) und Kraftaktivitäten (2000 CPM) ebenfalls. Jedoch sind die Accelerometerdaten höher als in vorliegender Studie. Da in der Studie von (Wyss & Mäder, 2010) junge, gesunde Soldaten teilnahmen, ist anzunehmen, dass die Aktivitäten mit höherer Intensität und eventuell noch mit zusätzlicher Last aufgeführt wurden und deshalb höher ausfielen.

Zusammenhang zwischen Borg und HF

In der Gruppe 3 und der Gruppe HIT wurde eine mittlere Korrelation von $r=0.708$ bzw. $r=0.681$ gefunden. Ähnliche Werte wurden auch in der Studie von Soriano, (2014) gefunden ($r=0.67$). Diese Studie bestätigte auch, dass die Korrelation des Borgs zur HF nicht ein stabiles Konstrukt ist, sondern mit Übungen verbessert werden kann (von $r=0.59$ zu $r=0.67$). Die Gruppe 3 und die Gruppe HIT können offensichtlich ihre körperliche Aktivität verglichen zur HF recht gut einschätzen. In den Kräftigungsübungen sind die Borgwerte verglichen zur HF relativ hoch. Es wird vermutet, dass sich bei Kräftigungsübungen die Anstrengung lokal (wegen Laktatakkumulierung) der beteiligten Muskelgruppen als relativ hoch empfunden wird, obschon das gesamte Herzkreislaufsystem nur in geringerem Masse beansprucht wird.

Zusammenhang zwischen HF und CPM

In beiden Gruppen sind die Korrelationen mit ($r>0.9$) von HF und CPM gross. Ausreisser waren in der Gruppe 3 im Nordic-Walking zu verzeichnen. Die Mittelwerte der HF ist dort im Verhältnis zu den Mittelwerten der CPM hoch und erreicht über 85% der maximalen HF. Gründe dafür könnten sein, dass die Stöcke als Dämpfer wirken und dies tiefere Beschleunigungen der Accelerometer mit sich bringt.

Vergleich der Eingangs- und Ausgangsleistungen (ergänzend zur Fragestellung)

Da eine signifikante Verbesserung der Leistung in der Ergometrie in der Gruppe HIT ($p=0.002$) sowie in der Gruppe 3 ($p=0.018$) zu verzeichnen ist, kann angenommen werden, dass durch die Sporttherapie eine Verbesserung der körperlichen Leistungsfähigkeit erzielt wurde. Dieser Trainingseffekt ist wissenschaftlich belegt und ist in der Literatur unbestritten, wie eine Studie (mit $N=1432$) von Niebauer et al., (2014) belegt, wo sich die Leistungen im Eingangstest von 130 W auf 150 W steigerten ($P<0.001$). In unserer Studie waren die Mittelwerte der Anfangs- und Endleistungen höher mit 178 W im Eingangstest und 205 W im Ausgangstest. Der signifikante Unterschied mit $P=0.001$ ist jedoch vergleichbar mit anderen Studien. Es könnte sein, dass die relativ hohen Werte der Eingangs- und Ausgangsleistungen in unserer Studie von den bereits guten körperlichen Voraussetzungen der Probanden abhängen, da sich in der Gruppe HIT bereits gut trainierte Probanden befanden.

Weil andere Studien (Niebauer et al., 2014) eine Senkung des diastolischen und systolischen Blutdruckes während der Rehabilitation bestätigten, wurde dieses Ergebnis auch in unserer Studie erwartet. Einen signifikanten Unterschied traf aber nur auf den systolischen Blutdruck der Gruppe HIT mit $p=0.034$ zu. Alle anderen Unterschiede waren nicht signifikant. Da die statistische Power mit $N=15$ unserer Untersuchung klein ist, ist die literarische Vergleichbarkeit in Frage gestellt. Zudem ist nicht bekannt, ob die Patienten eventuell schon vor der 1. Messung blutdrucksenkende Medikamente bekommen haben.

7 Diskussion und Schlussfolgerungen

Das Angebot der Sporttherapie während der kardiovaskulären Rehabilitation im Insepsital ist vielseitig und abwechslungsreich. Diese Vielschichtigkeit der Aktivitäten zeigt sich in den 21 Kategorien, welche aus dem Beobachtungsprotokoll hervorgehen. Die kreativen Elemente, sei es zum Beispiel Frisbeefederball als Spiel oder ein Scrabble- Stafettenlauf machen die Trainingseinheiten spannend und halten die Motivation der Patienten hoch. Dieses vielseitige Angebot bringt jedoch auch verschiedene Intensitäten mit sich. Das primäre Ziel der Sporttherapie ist es, das kardiovaskuläre Risiko eines Zweitereignisses zu senken, indem systematisch im aeroben Übergangsbereich der Zone 2 (vgl. Anhang 8.11) trainiert wird. Aus trainingswissenschaftlicher Sicht, ist die Intensität der Wanderung oder des Nordic-Walkings in der Gruppe HIT zu tief und eher in Zone 1 der Grundlagenausdauer anzusiedeln, wo es zu keinem messbaren Anstieg der Blutlaktatkonzentration kommt. Die Frage muss an dieser Stelle gestellt werden, ob die Wanderung nicht durch leichtes Joggen ersetzt werden sollte, damit die Intensität erhöht wird. Ein Argument die Wanderung im Konzept der Rehabilitation beizubehalten ist, dass sich ein guter Teamgeist in der Trainingsgruppe durch gemeinsame Gespräche während der Wanderung durch die Natur entwickeln kann. Der Gruppenzusammenhalt ist wichtig, denn nur in einer angenehmen Atmosphäre kann auch wirklich erfolgreich trainiert werden. Des Weiteren ermöglicht ein breites Aktivitätsspektrum während der Rehabilitation den Patienten „ihre“ Sportart zu finden, die sie hoffentlich auch nach der Rehabilitation weiterführen, welche einen präventiven Effekt auf kardiovaskuläre Erkrankungen hat. Im Alter nehmen orthopädische Gebrechen zu, welche Jogging oder andere ähnlich Aktivitäten nicht mehr zulassen. So könnte Nordic-Walking oder

Wanderung eine Alternative bieten. Eine Aktivität unter dem Soll-Wert hat wahrscheinlich immer noch eine präventivere Wirkung als gar keine Aktivität.

7.1 Weiterführende Fragestellung und Schlussfolgerungen

In manchen Aktivitäten wäre es eventuell sinnvoll den Patienten ein HF- oder ein Accelerometerfeedback zu geben. Aus diesem Hintergrund könnten neue Fragestellungen entwickelt werden, ob mit HF- oder Accelerometerfeedback die Ist-Intensität besser mit der Soll-Intensität übereinstimmt als ohne Feedback. Zusätzlich könnte man überprüfen ob, sich die Korrelation von HF, CPM und Borg verbessert. Dazu lässt man beispielsweise drei verschiedenen Gruppen trainieren. Eine Gruppe erhält ein HF Feedback, eine zweite Gruppe ein Accelerometerfeedback und eine dritte (Kontrollgruppe) kein Feedback.

7.2 Limitierende Faktoren der Studie

Da der Stichprobenumfang eher klein ist, ist die statistische Power limitiert, um stichhaltige Aussagen zu machen.

Die Mittelwerte der HF in den Aktivitätskategorien wurden eventuell durch die verzögerte Anpassung der Herzfrequenz auf eine Belastung beeinflusst. Wenn beispielsweise auf eine tiefe Aktivität eine hohe folgt, so bleibt die HF eine Zeit lang hoch und senkt sich erst allmählich. Diesem Effekt könnte entgegen gewirkt werden, wenn die Aktivitäten isoliert gemessen würden. Dies war jedoch leider aus organisatorischen Gründen nicht möglich.

Literaturverzeichnis

Amman, R., Rumo, M., Habegger, B., Gasser, M., & Wyss, T. (2012). Cross-Device Comparison of Raw Accelerometer Data Under Laboratory Conditions, *30*(4), 2012.

Dickmuth, H., & Löllgen, H. (1996). Borg-Skala. Retrieved January 30, 2015, from <http://www.mobilesport.ch/erwachsenensport/erwachsenensport-spielerische-ausdauer-borg-skala/>

Edwards, S. (1999). *Leitfaden zur Trainingskontrolle* (10. Auflag.). Aachen: Meyer&Meyer.

Hammill, B. G., Curtis, L. H., Schulman, K. a, & Whellan, D. J. (2010). Relationship between cardiac rehabilitation and long-term risks of death and myocardial

- infarction among elderly Medicare beneficiaries. *Circulation*, 121(1), 63–70.
doi:10.1161/CIRCULATIONAHA.109.876383
- Junker, C. (2014). Sterblichkeit und deren Hauptursachen in der Schweiz, 2012. *Bundesamt Für Statistik*.
- Mattli, R., Hess, S., Maurer, M., Eichler, K., Pletscher, M., & Wieser, S. (2014). Kosten der körperlichen Inaktivität in der Schweiz Schlussbericht. *Im Auftrag Vom Bundesamt Für Gesundheit*.
- Mezzani, A., Hamm, L. F., Jones, A. M., McBride, P. E., Moholdt, T., Stone, J. a, ... Williams, M. a. (2013). Aerobic exercise intensity assessment and prescription in cardiac rehabilitation: a joint position statement of the European Association for Cardiovascular Prevention and Rehabilitation, the American Association of Cardiovascular and Pulmonary Rehabilitat. *European Journal of Preventive Cardiology*, 20(3), 442–67. doi:10.1177/2047487312460484
- Niebauer, J., Mayr, K., Harpf, H., Hofmann, P., Müller, E., Wonisch, M., ... Benzer, W. (2014). Long-term effects of outpatient cardiac rehabilitation in Austria: a nationwide registry. *Wiener Klinische Wochenschrift*, 126(5-6), 148–55.
doi:10.1007/s00508-014-0527-3
- Röthlin, P., & Prohl, R. (2003). *Sportwissenschaftliches Lexikon*. Schorndorf: Hofmann-Verlag.
- Sasaki, J. E., John, D., & Freedson, P. S. (2011). Validation and comparison of ActiGraph activity monitors. *Journal of Science and Medicine in Sport / Sports Medicine Australia*, 14(5), 411–6. doi:10.1016/j.jsams.2011.04.003
- Silbernagel, S., & Despopulus, A. (2003). *Taschenbuch der Physiologie* (6. Auflage.). Stuttgart: Georg Thieme Verlag.
- Soriano, A. (2014). A Learning Protocol Improves the Validity of the Borg 6 – 20 RPE Scale During Indoor Cycling. *Int J Sports Med*, 35, 379–384.
- Taylor, R. S., Brown, A., Ebrahim, S., Jolliffe, J., Noorani, H., Rees, K., ... Oldridge, N. (2004). Exercise-based rehabilitation for patients with coronary heart disease: systematic review and meta-analysis of randomized controlled trials. *The American Journal of Medicine*, 116(10), 682–92.
doi:10.1016/j.amjmed.2004.01.009
- Vogt, M., Wehrlin, J., Perret, C., Umberg, R., Aeschlimann, U., Bodenmann, U., & Matter, S. (2005). *Definition der physiologischen Trainingsintensitätszonen* (pp. 1–7). Magglingen: Bundesamt für Sport.
- Weston, K. S., Wisloff, U., & Coombes, J. S. (2014). High-intensity interval training in patients with lifestyle-induced cardiometabolic disease: a systematic review and meta-analysis. *British Journal of Sports Medicine*, 48(16), 1227–1234.
doi:10.1136/bjsports-2013-092576

Wyss, T., & Mäder, U. (2010). Recognition of Military-Specific Physical Activities With Body-Fixed Sensors. *Military Medicine*, 175(November), 858–865.

8 Anhang

8.1 Borgskala, wie sie den Patienten präsentiert wird

6	
7	sehr, sehr leicht
8	
9	sehr leicht
10	
11	ziemlich leicht
12	
13	etwas schwer
14	
15	schwer
16	
17	sehr schwer
18	
19	sehr, sehr schwer
20	

**Skala der subjektiv empfundenen Intensität
einer körperlichen Belastung nach G. BORG**

8.2 Beispiel Trainingsplan Gruppe 3

Gruppe 3

Schweizer Herz- & Gefässzentrum Bern
Kardiovaskuläre Prävention, Rehabilitation
& Sportmedizin
Leitender Arzt: Dr. Matthias Wilhelm
Sekretariat: 031 632 89 70
Physiotherapie: 031 632 23 03

Treffpunkt für alle Termine:
Wartecke Polikliniktrakt (PKT) 2, Eingang 29

Lieu de rencontre pour tous les rendez-vous:
Coin d'attente au PKT 2, Polikliniktrakt, Entrée 29
(Exceptions marquées dans le programme)

Zeitraum: 04.11.2013 - 29.11.2013

**Bei Fragen oder Problemen wenden Sie sich
bitte an das Sekretariat:**
Tel. 031 632 89 70
E-Mail: kard.rehab@insel.ch

Kalenderwoche 45			
Tag	Zeit	Kurs/Vortrag	Ort
Montag, 04. November 2013	08:00 - 10:00	3 MTT/Gymnastik	Inselfit Turnhalle Kinderklinik
Mittwoch, 06. November 2013	08:00 - 10:00	3 MTT/Wasser	Inselfit Therapiebad PKT 2
	10:30 - 11:30	Anatomie (Arztvortrag)	PKT 2, Eingang 29
Donnerstag, 07. November 2013	13:30 - 14:30	"Rund um den blauen Dunst" (S. Zurbrügg)	PKT 2, Eingang 29
Freitag, 08. November 2013	09:00 - 11:30	3 Wanderung 150'	
Kalenderwoche 46			
Tag	Zeit	Kurs/Vortrag	Ort
Montag, 11. November 2013	08:00 - 10:00	3 MTT/Gymnastik	Inselfit Turnhalle Kinderklinik
Mittwoch, 13. November 2013	08:00 - 10:00	3 MTT/Wasser	Inselfit Therapiebad PKT 2
	10:30 - 11:30	Herzgesunde Ernährung Nr. 4 (F. Dähler)	PKT 2, Eingang 29
Freitag, 15. November 2013	09:00 - 11:30	3 Wanderung 150'	
Kalenderwoche 47			
Tag	Zeit	Kurs/Vortrag	Ort
Montag, 18. November 2013	08:00 - 10:00	3 MTT/Gymnastik	Inselfit Turnhalle Kinderklinik
Dienstag, 19. November 2013	10:00 - 14:00	KOCHTAG (F. Dähler)	Treffpunkt: Fachhochschule Gesundheit, Murtenstr.10, Eingang 75, 1. Stock
Mittwoch, 20. November 2013	08:00 - 10:00	3 MTT/Wasser	Inselfit Therapiebad PKT 2
	10:30 - 11:30	Stressmanagement III (J. Grollmund)	PKT 2, Eingang 29
	17:30 - 19:00	Partnervortrag (Dr. J.-P. Schmid/Dr. M. Wilhelm)	PKT 2, Eingang 29
Freitag, 22. November 2013	09:00 - 11:30	3 Wanderung 150'	
Kalenderwoche 48			
Tag	Zeit	Kurs/Vortrag	Ort
Montag, 25. November 2013	08:00 - 10:00	3 MTT/Gymnastik	Inselfit Turnhalle Kinderklinik
Mittwoch, 27. November 2013	08:30 - 10:00	3 Theorie	BHH KR 5
Freitag, 29. November 2013	09:00 - 11:30	3 Wanderung 150'	

Der Partnervortrag findet in der Regel alle 4 Wochen statt (jeweils gleiches Thema) und steht allen offen.

Der Vortrag „Rund um den blauen Dunst“ (S. Zurbrügg) findet in der Regel alle 4 Wochen statt (jeweils gleiches Thema) und steht allen offen.

8.3 Beispiel Trainingsplan Gruppe HIT

Gruppe Intensiv

Schweizer Herz- & Gefässzentrum Bern
Kardiovaskuläre Prävention, Rehabilitation
& Sportmedizin
Leitender Arzt: Dr. Matthias Wilhelm
Sekretariat: 031 632 89 70
Physiotherapie: 031 632 23 03

Treffpunkt für alle Termine:
Warteecke Polikliniktrakt (PKT) 2, Eingang 29

Lieu de rencontre pour tous les rendez-vous:
Coin d'attente au PKT 2, Polikliniktrakt, Entrée 29
(Exceptions marquées dans le programme)

Zeitraum: 04.11.2013 - 29.11.2013

**Bei Fragen oder Problemen wenden Sie sich
bitte an das Sekretariat:**
Tel. 031 632 89 70
E-Mail: kard.rehab@insel.ch

Kalenderwoche 45			
Tag	Zeit	Kurs/Vortrag	Ort
Montag, 04. November 2013	13:00 - 15:00	Langzeit i Ergoline/ Gymnastik	Ergoline-Raum Turnhalle Kinderklinik
Mittwoch, 06. November 2013	13:00 - 15:00	Langzeit i Ergoline/MTT	Ergoline-Raum Inselfit
Donnerstag, 07. November 2013	13:30 - 14:30	"Rund um den blauen Dunst" (S. Zurbrügg)	PKT 2, Eingang 29
Freitag, 08. November 2013	14:00 - 16:00	Langzeit i Ergoline/Wasser	Ergoline-Raum Therapiebad PKT 2
Kalenderwoche 46			
Tag	Zeit	Kurs/Vortrag	Ort
Montag, 11. November 2013	13:00 - 15:00	Langzeit i Ergoline/ Gymnastik	Ergoline-Raum Turnhalle Kinderklinik
Mittwoch, 13. November 2013	13:00 - 15:00	Langzeit i Gymnastik/Aussenaktivität	Turnhalle Kinderklinik
Freitag, 15. November 2013	14:00 - 16:00	Langzeit i Ergoline/Wasser	Ergoline-Raum Therapiebad PKT 2
Kalenderwoche 47			
Tag	Zeit	Kurs/Vortrag	Ort
Montag, 18. November 2013	13:00 - 15:00	Langzeit i Ergoline/ Gymnastik	Ergoline-Raum Turnhalle Kinderklinik
	15:30 - 16:30	Allgemeine Tipps (Arztvortrag)	PKT 2, Eingang 29
Mittwoch, 20. November 2013	13:00 - 15:00	Langzeit i Ergoline/MTT	Ergoline-Raum Inselfit
	15:30 - 16:30	Herzgesunde Ernährung Nr. 4 (F. Dähler)	PKT 2, Eingang 29
	17:30 - 19:00	Partnervortrag (Dr. J.-P. Schmid/Dr. M. Wilhelm)	PKT 2, Eingang 29
Freitag, 22. November 2013	14:00 - 16:30	Langzeit i Wanderung	
Kalenderwoche 48			
Tag	Zeit	Kurs/Vortrag	Ort
Montag, 25. November 2013	13:00 - 15:00	Langzeit i Ergoline/ Gymnastik	Ergoline-Raum Turnhalle Kinderklinik
Mittwoch, 27. November 2013	13:00 - 15:00	Langzeit i Gymnastik/Aussenaktivität	Turnhalle Kinderklinik
Freitag, 29. November 2013	14:00 - 16:00	Langzeit i Ergoline/Wasser	Ergoline-Raum Therapiebad PKT 2

Der Partnervortrag findet in der Regel alle 4 Wochen statt (jeweils gleiches Thema) und steht allen offen.

Der Vortrag „Rund um den blauen Dunst“ (S. Zurbrügg) findet in der Regel alle 4 Wochen statt (jeweils gleiches Thema) und steht allen offen.

8.4 Beispiel Rampenprotokoll

Inscipital Bern

Messwert-Labelle

Patienten-Nr.:

18.11.2013

14:54:36

Meds:

Test-Grund:

Mediz. Historie:

Überw. Arzt: Anoxi. Arzt:

Bediener: Test-Typ:

Bemerkung:

20W Range Gesamt Belastungszeit 12:30

max. HF: 166/min 96% von max. vorgesehenen 172/min

maximaler Blutdruck: 208/90 PWC 130: 2.15 W/kg PWC 150: 2.79 W/kg PWC 170:

3.28 W/kg Max. Ist-Leist.: 268 Watt = 12.3 METS (145% von Ziel-Leistung 184 W)

max. RPP 345

Standard-Nr.: * 0 *

Profil Name	Stufe Name	Profil Zeit	Leist. (W)	Drehz. (w/min)	Arbeit (METS)	HF (min)	BD (mmHg)	RPP (*100)	VE (min)	Bemerkung
VORBEL.	Ruhe	00:50	0	0	1.0	76			0	
		01:50	0	0	1.0	84			0	
		01:53	0	0	1.0	85	94/70	79		
		02:50	0	0	1.0	72			0	
		03:00	0	0	1.0	75			0	
		03:09	0	0	1.0	72	94/70	67	2	
		03:50	20	69	1.3	85			0	
		04:50	20	63	1.7	77			0	
		05:50	20	66	1.8	76			0	
		06:00	20	66	1.8	77			0	
BELASTUNG	Test	00:00	20	66	1.8	77			0	
		00:29	28	65	1.8	78			0	
		00:50	34	66	2.0	84			0	
		00:59	38	65	2.1	85			0	
		01:29	48	65	2.6	85			0	
		01:50	54	65	3.0	90			0	
		01:59	58	64	3.3	90			0	
		02:29	68	63	3.8	104			1	
		02:44	74	64	4.1	99	112/66	110	1	
		02:50	74	63	4.1	100			3	
		02:59	78	65	4.3	97			3	
		03:29	88	66	4.7	98			2	
		03:50	94	66	4.9	104			1	
		03:59	98	66	5.1	105			1	
		04:29	108	66	5.5	104			1	
		04:50	114	66	5.8	109			2	
		04:59	118	65	5.9	109			5	
		05:28	128	65	6.4	112	152/68	170	11	
		05:29	128	65	6.4	112			11	

GE CardioSoft V6.51 (2)

nicht befundet

Behand. Arzt:

Seite 1

Messwert-Tabelle

Patienten-Nr.
18.11.2013
14:54:36

Profil Name	Stufe Name	Test	Profil Zeit	Leist. (W)	Drehz. (u/min)	Arbeit (METs)	HF (min)	BD (mmHg)	RPP (°100)	VE (min)	Bemerkung
			05:50	134	67	6.6	116			15	
			05:59	138	67	6.8	118			15	
			06:29	148	68	7.2	120			20	
			06:50	154	67	7.5	123			14	
			06:59	158	67	7.6	123			12	
			07:29	168	68	8.1	127			3	
			07:50	174	69	8.3	133			3	
			07:59	178	68	8.5	131			2	
			08:29	188	69	8.9	134			0	
			08:50	194	69	9.2	139	184/78	255	0	
			08:51	196	69	9.2	139			0	
			08:59	198	68	9.3	141	184/78	259	1	
			09:02	200	70	9.4	141			1	
			09:29	208	70	9.8	142			1	
			09:50	214	69	10.0	144			0	
			09:59	218	70	10.2	146			0	
			10:29	228	72	10.6	151			0	
			10:50	234	71	10.9	155			0	
			10:59	238	71	11.0	155			0	
			11:29	248	68	11.4	160			1	
			11:50	254	70	11.7	164			1	
			11:52	256	70	11.8	164	208/90	341	1	
			11:59	258	67	11.9	164			1	
			12:29	268	43	12.3	166			0	
			12:31	268	30	12.3	166			0	
			00:29	25	55	9.9	148			0	
			00:50	25	41	8.1	137			0	
			00:59	25	48	7.3	134			0	
			01:04	25	47	6.9	133	204/80	271	0	
			01:29	25	44	4.7	120			1	
			01:50	25	42	3.0	107			1	
			01:59	25	43	2.1	106			1	
			02:29	25	45	2.0	96			0	
			02:50	25	45	2.0	96			0	
			02:59	25	45	2.0	96			0	
			03:29	25	46	2.0	88			0	
			03:50	25	44	2.0	91			8	
			03:59	25	45	2.0	94			8	
			04:16	25	45	2.0	94	146/70	137	8	

nicht befundet

Behand. Arzt:


GE CardioSoft V6.31 (2)

8.5 Trainingsprotokoll MTT

Trainingsplan : medizinische Trainingstherapie- Krafttraining

Ausdauergeräte

Stufe = Schwierigkeitsgrad

	Datum	Stufe	Zeit	Borg
Gerät :				
.....				
.....				

Kraftgeräte

Leg Press (Kniebeugen)



	Datum	Gewicht	Serien	Wdhlg.	Borg
Lehnenwinkel : Stufe 2					
Schulterhöhe :					
Sitz :					
Knie nicht durchstrecken !					

Zugapparat- Diagonalzug



	Datum	Gewicht	Serien	Wdhlg.	Borg
Höhe :					

Rowing Torso (Schulterblattmuskulatur)



	Datum	Gewicht	Serien	Wdhlg.	Borg
Sitzhöhe :					

Lower back neu ☐ (Rückenstrecker) alt ☐



	Datum	Gewicht	Serien	Wdhlg.	Borg
Sitzhöhe :					
Fussplatte :					
Schulterrolle :					
Winkel :					

Leg Curl	Datum	Gewicht	Serien	Wdhlg.	Borg
.....					
.....					

Chest Press	Datum	Gewicht	Serien	Wdhlg.	Borg
.....					
.....					

Abduktion	Datum	Gewicht	Serien	Wdhlg.	Borg
.....					
.....					

Total Abdominal	Datum	Gewicht	Serien	Wdhlg.	Borg
.....					
.....					

	Datum	Gewicht	Serien	Wdhlg.	Borg
.....					
.....					

	Datum	Gewicht	Serien	Wdhlg.	Borg
.....					
.....					

	Datum	Gewicht	Serien	Wdhlg.	Borg
.....					
.....					

8.6 Trainingsarten (HIT und Konstant)

Training prescription

Patient-ID

Date:

Diagnosis: ☐ Dilatative CMP ☐ Ischemic CMP ☐ Others:

EF:% BNP: pg/ml

NYHA class: ☐ I ☐ I-II ☐ II ☐ II - III ☐ III

ICD-carrier: ☐ No ☐ Yes (Intervention heart rate:/min.)

Spiroergometry: VO₂ peak: ml/kg/Min. max. work load: 187 Watt

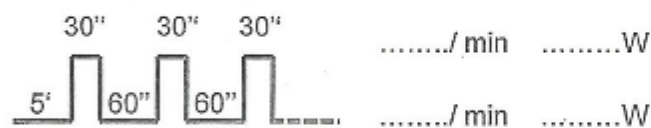
HR max: 123 /Min

1st lactate threshold (V-Slope method) Heart rate: 86 /min.) work load: 85 W

2nd lactate threshold (RCP) Heart rate: 111 /min.) work load: 160 W

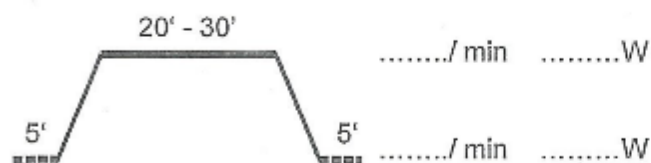
Training:

Low intensity interval training:



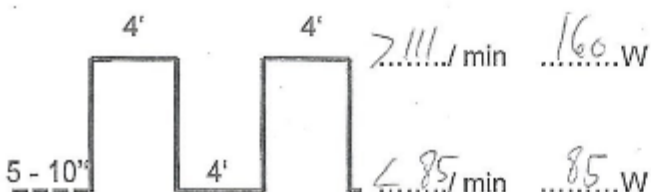
Low interval: $\leq 20W$
High interval: $\geq 1^{st}$ lactate threshold
or
 $\approx 50\%$ of max. work-load
Borg: 11 - 12

Constant work load-training:



50% to 80% of peak VO₂
50 to 80 % heart rate reserve
(Karvonen formula) or
60 to 85% of peak heart rate
Borg: 11 - 14

High intensity interval training:



Low interval: $\leq 1^{st}$ lactate threshold
High interval: $\geq 2^{nd}$ lactate threshold
Borg: 14 - 15

8.7 Beispiel eines Protokolls Ergometrie nach HIT

ergoline

Inselspital

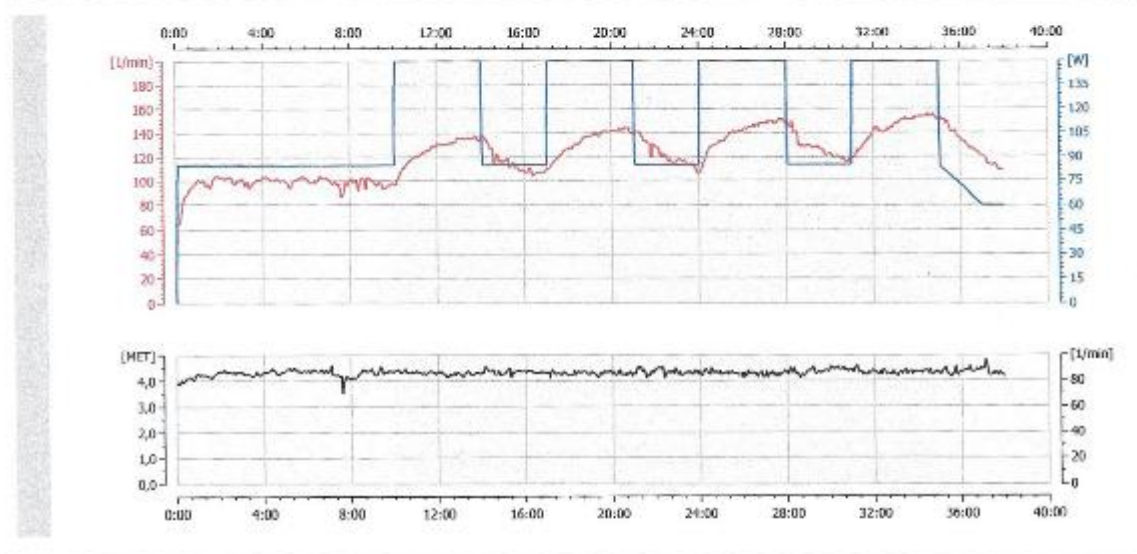
Kardiale Prävention, Rehabilitation und Sportmedizin
3010 Bern

ID
SVN

Geburtsdatum
Geschlecht
Gewicht
Größe

Aktivität Einzel

Diagramm



Aktivität

#	Datum/Uhrzeit	Dauer	Typ	Belastung (ist)	HF ←	HF ↑	HF Ø	HF →
09	04.11.2013 13:21	38:00	Gest. Fahrrad Bein	HIT40 (Inter.)	63	156	122	109

#	BD ←	BD ↑	BD →	Last ↑	Last Ø	Geschw. ↑	Geschw. Ø	Borg	W/kg ↑
09	-	-	-	150	111	-	-	-	-

8.8 Beispiel eines Protokolls (Konstante Last)

ergoline

Inselspital

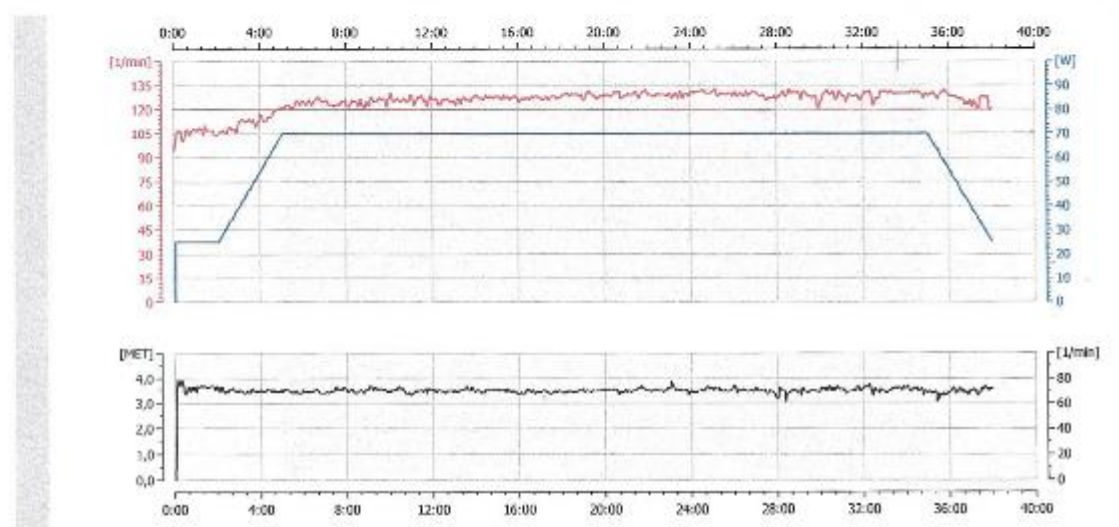
Kardiale Prävention, Rehabilitation und Sportmedizin
3010 Bern

ID
SVN

Geburtsdatum
Geschlecht
Gewicht
Größe

Aktivität Einzel

Diagramm

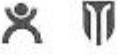


Aktivität

#	Datum/Uhrzeit	Dauer	Typ	Belastung (ist)	HF ←	HF ↑	HF Ø	HF →
13	01.11.2013 10:17	38:00	Gest. Fahrrad Bein	Dauermethode Str	94	133	125	121

#	BD ←	BD ↑	BD →	Last ↑	Last Ø	Geschw. ↑	Geschw. Ø	Borg	W/kg ↑
13	-	-	-	70	64	-	-	-	-

8.9 Beispiel Trainingsprotokoll Fahrrad- Ergometrie

	Kardiovaskuläre Prävention und	Physio	323
---	--------------------------------------	--------	-----

GYMPASS

GRUPPE: LZ1

Name/ Vorname	[REDACTED]	Leistung im Belastungstest:	187 W/kt		
Geburtsdatum	[REDACTED]	Ruhe HF :	47	Max. HF :	123
Achten auf:	KHK, PTCA OF 1/3 instab. AP Syndrom	Ruhe BD:	100/70	Max BD :	185/80
		Trainingspuls:	87 - 165		

Datum	Aktivität	BD vor Belastung	Puls vor Belastung	Puls 1	Borg	Puls 2	Borg	BD Während Belastung	Schluss puls	Watt Dauer	PT- SL
12.8	EL	110/70	54	83	A 11 B 12	85	A 10 B 10	135/65	70	90 30	1h
14.8	EL	110/65	54	83	A 9 B 10	85	A 9 B 10	160/65	75	90 35	1h
16.8	EL	130/70	60	86	A 9 B 10	91	A 9 B 10		81	90	1h
19.8	EL	120/80	59	89	A 11 B 11	90	A 11 B 11	160/80	89	100 40	1h
23.8	EL	90/60	57	95	A 12 B 13	94	A 12 B 13	150/70	88	100 40	1h
26.8	EL	110/60		90	A 11 B 12	94	A 11 B 11	140/70	76	100 40	1h
29.8	EL	110/60		90	A 11 B 11	92	A 11 B 11	130/60	80	100 40	1h
2.9	EL	110/60		86	A 10 B 10	91	A 11 B 11		82	110 40	1h
6.9	EL	100/70	57	87	A 10 B 11	92	A 10 B 11	150/80	72	110	1h
9.9	EL	100/70		90	A 11 B 11	90	A 11 B 11	140/70	74	110 40	1h

8.10 Beispiel eines EKG der Ergometrie

ergoline

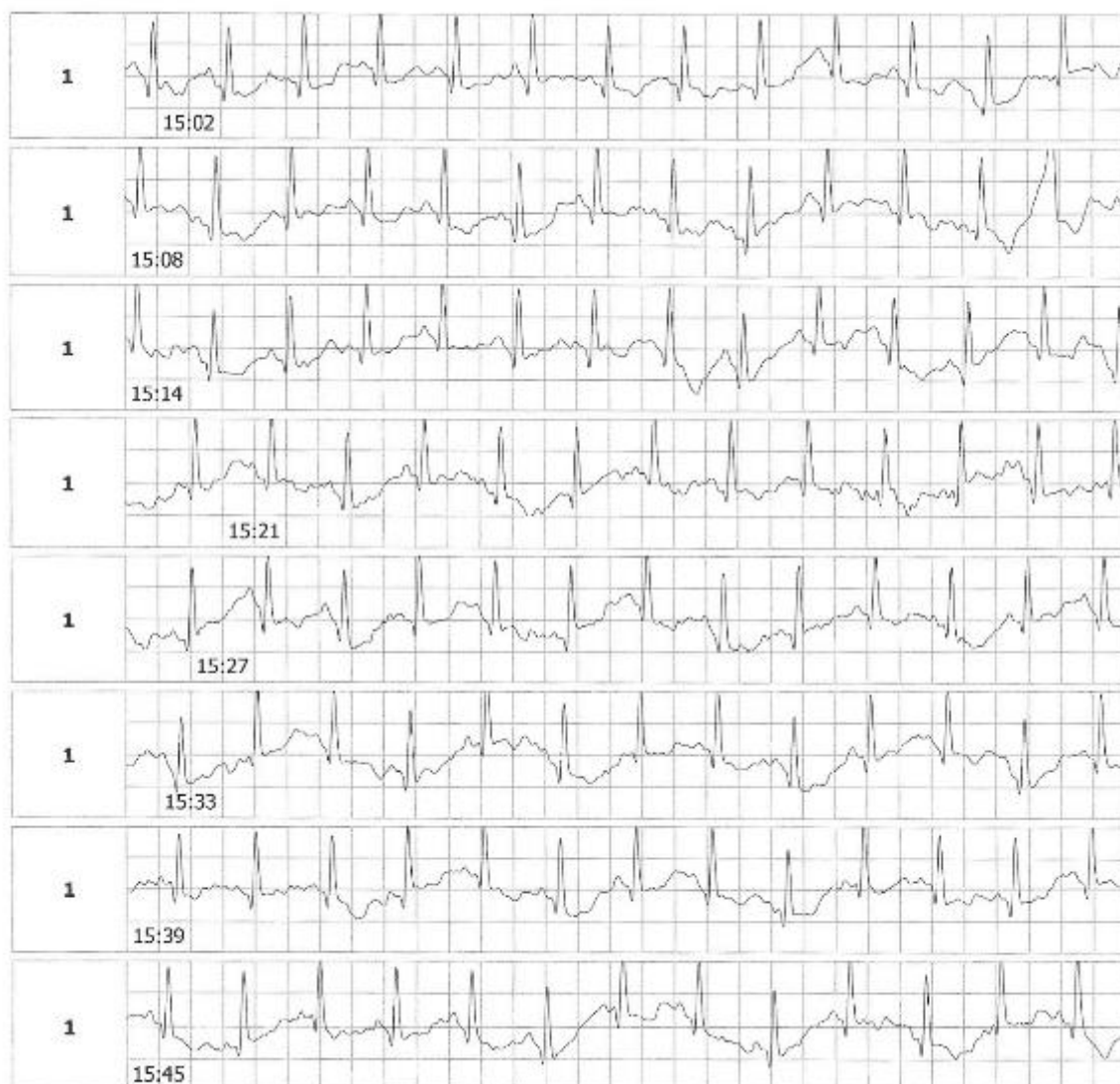
Inselspital
Kardiale Prävention, Rehabilitation und Sportmedizin
3010 Bern

ID
SVN

Geburtsdatum
Geschlecht
Gewicht
Größe

EKG-Abschnitt

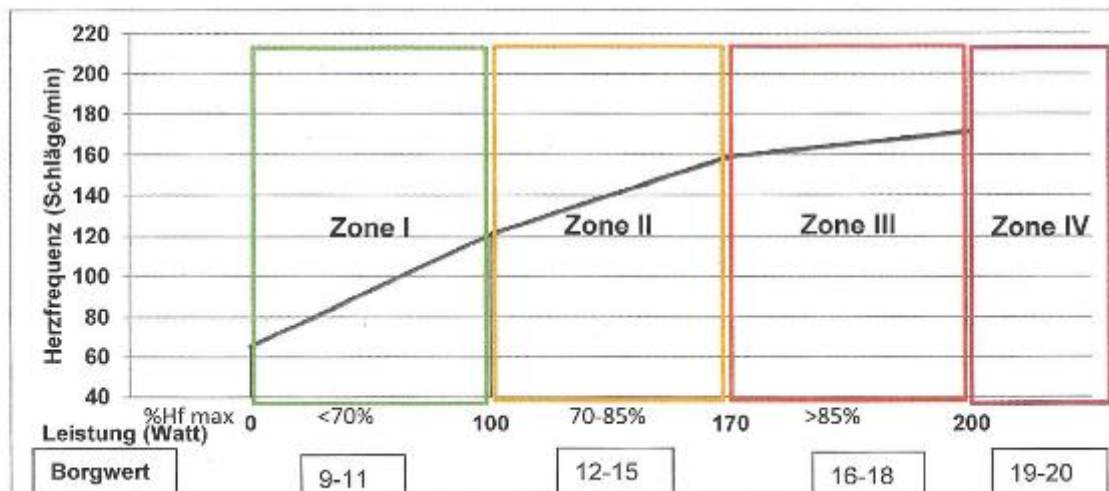
EKG



8.11 Trainingszonen

Trainingsintensitätszonen:

Ein effektives Ausdauertraining ist durch die Anwendung verschiedener Intensitätsbereiche charakterisiert. Während eines Ausdauerleistungstest mit regelmässigem Belastungsanstieg bis zur Erschöpfung, können die Intensitätsbereiche festgelegt werden.



Zone I (Grundlagenausdauerbereich)

Es kommt zu keinem messbaren Anstieg der Blutlaktatkonzentration. Die aerobe Energiebereitstellung ist vorherrschend. Mehr als 50% der Energiebereitstellung läuft über den Fettstoffwechsel. Dadurch werden bei Trainings in Zone I die limitierten muskulären Zuckerspeicher (Glykogen) geschont. **Das Training wird als locker bis ein wenig anstrengend empfunden. Reden ist ohne Unterbrüche möglich.**

Zone II (Aerob/anaerober Übergangsbereich)

Es kommt zu einem messbaren Anstieg der Blutlaktatkonzentration. Bei allen Belastungsintensitäten innerhalb der Zone II kann aber die Blutlaktatkonzentration immer noch einen Gleichgewichtszustand erreichen. Der Kohlenhydrat-Stoffwechsel spielt eine zunehmend wichtige Rolle für die Energiebereitstellung. **Das Training wird als etwas schwer bis schwer empfunden. Reden ist nur in kurzen Sätzen möglich.**

Zone III (Stehvermögen)

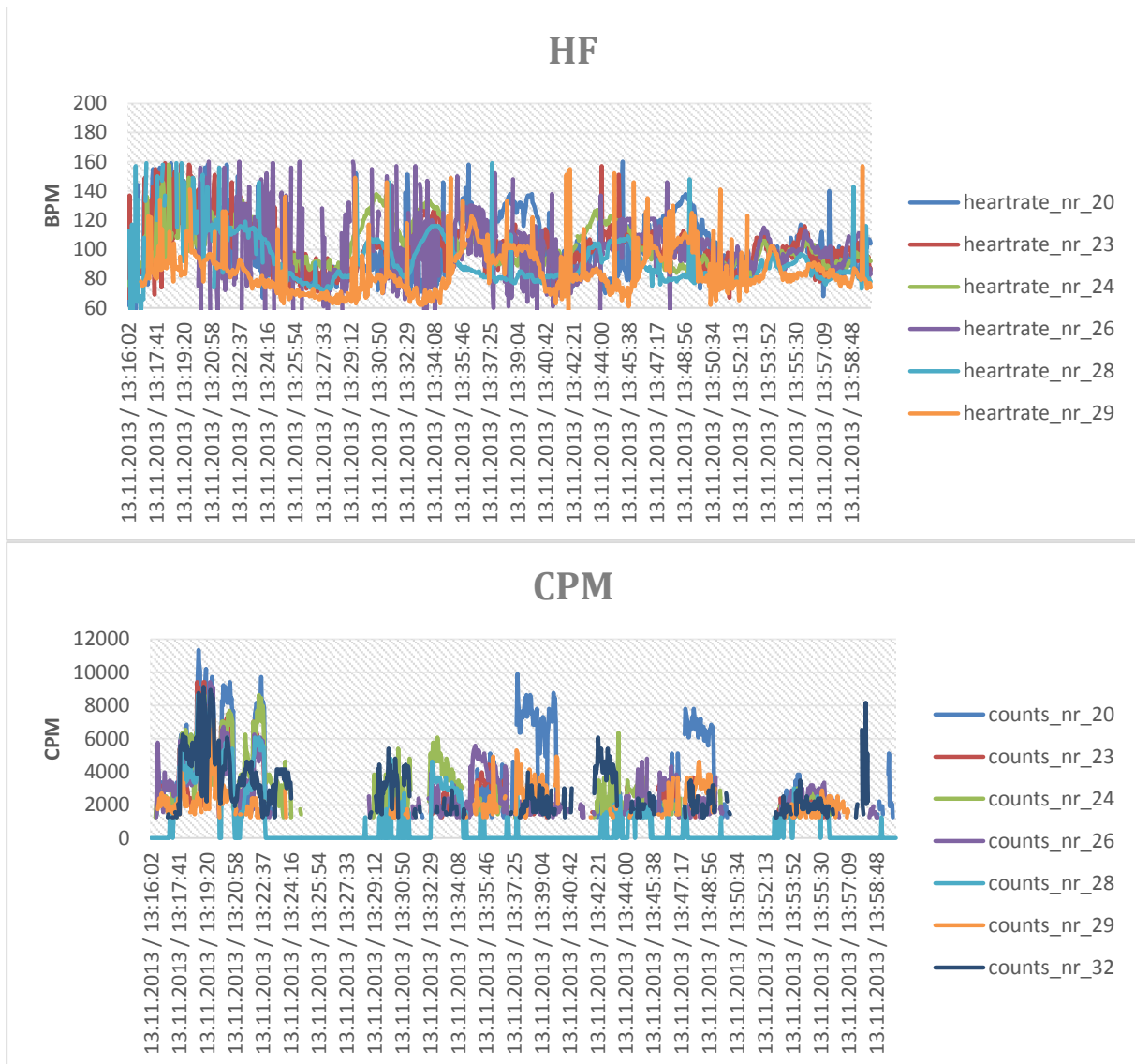
Anaerober Belastungsbereich. Es kommt zu einem kontinuierlichen Blutlaktatanstieg. Es wird kein Blutlaktat-Gleichgewichtszustand mehr erreicht. Parallel dazu nimmt die Übersäuerung stark zu. In Abhängigkeit der gewählten Intensität muss deshalb eine Belastung in Zone III über kurz oder lang abgebrochen werden. In dieser Zone ist der Kohlenhydrat-Stoffwechsel vorherrschend. **Das Training wird als sehr hart empfunden. Reden ist nur in noch in einzelnen Worten möglich.**

Zone IV (Supramaximalbereich)

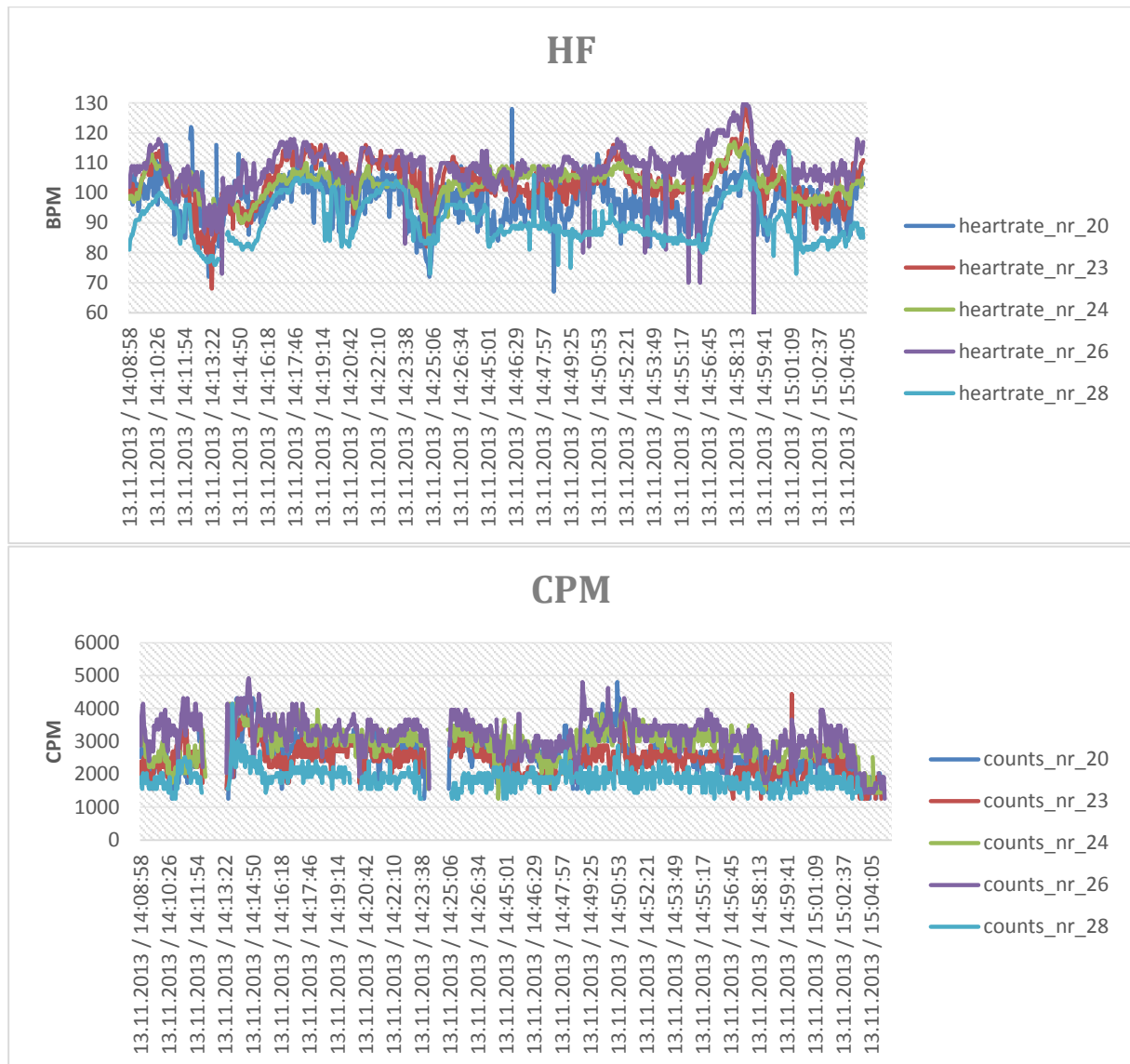
Unterbereich der Zone III. Die im Test erreichte Leistung oder Geschwindigkeit ist bezüglich der Testform maximal. Bei kurzen Intervallbelastungen können diese maximalen Leistungen während Sekunden bis wenige Minuten überschritten werden. Die Energiebereitstellung erfolgt fast ausschliesslich anaerob. **Das Training wird als extrem hart empfunden. Reden ist kaum mehr möglich.**

8.12 CPM und HF während den Einheiten

8.12.1 HIT Gymnastik



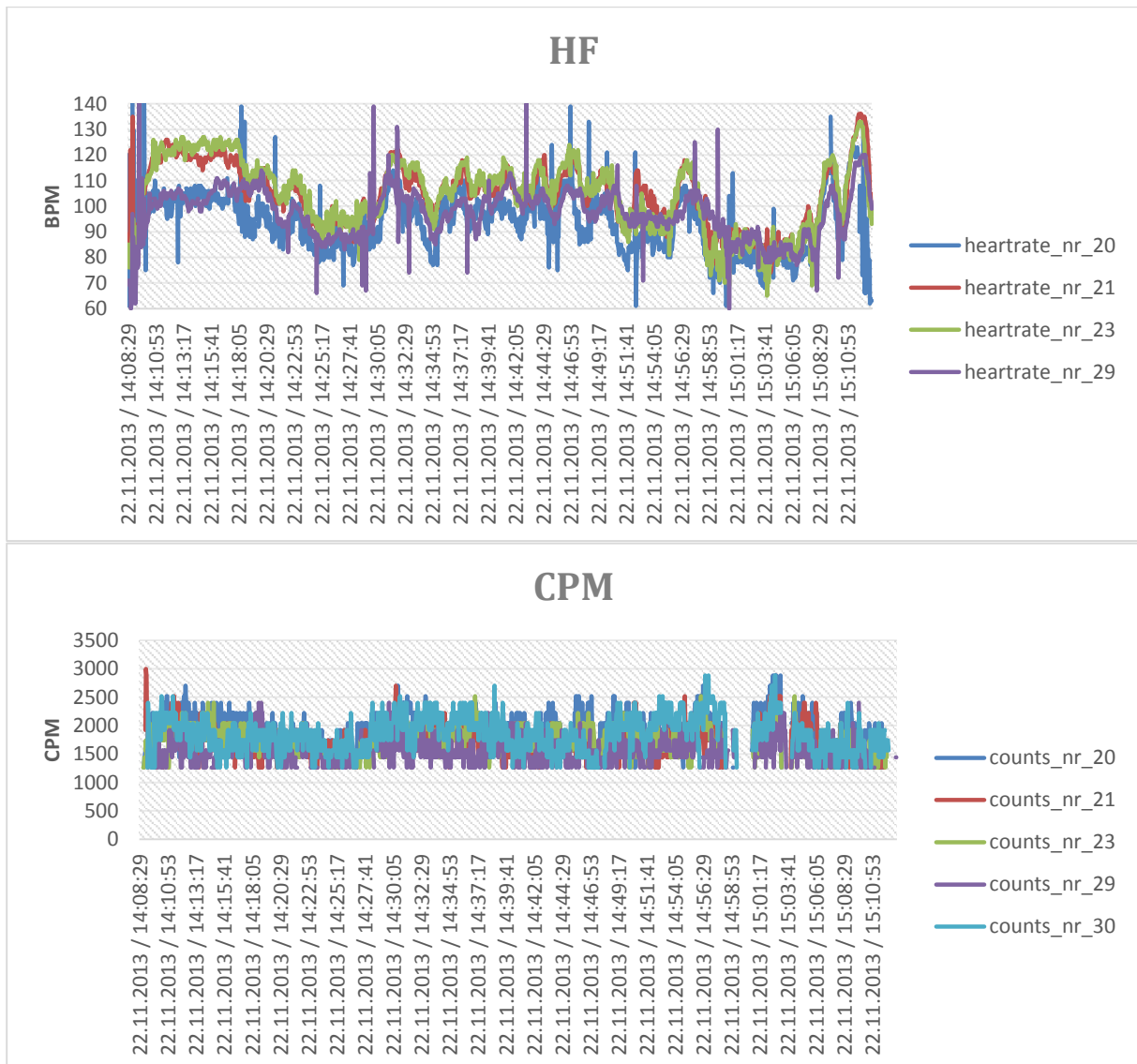
8.12.2 Nordic-Walking HIT



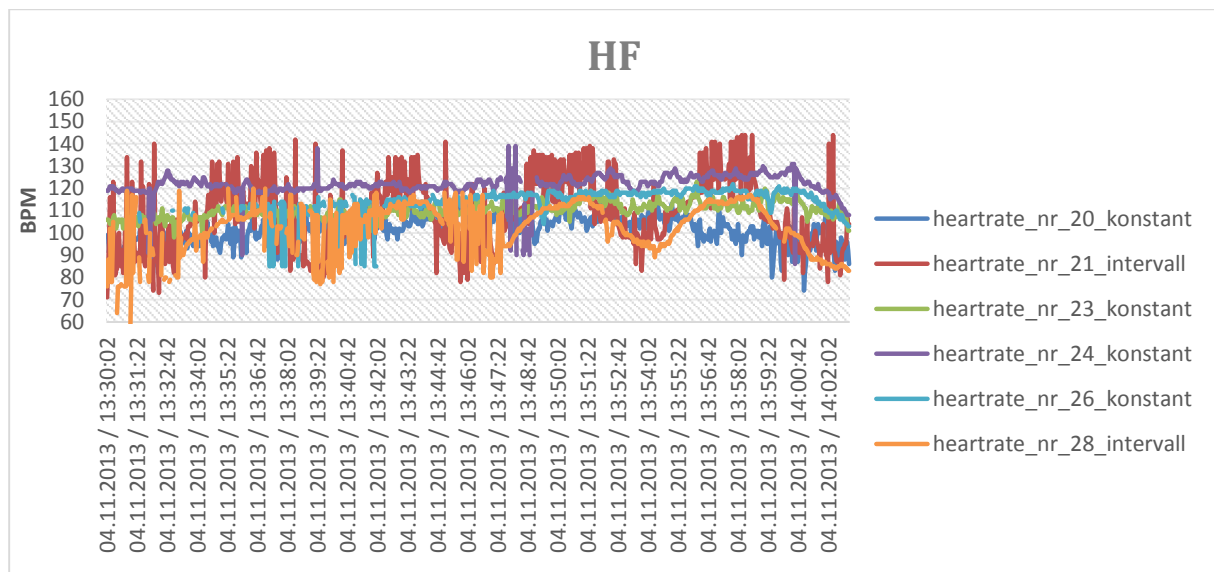
8.12.3 Hügelläufe HIT



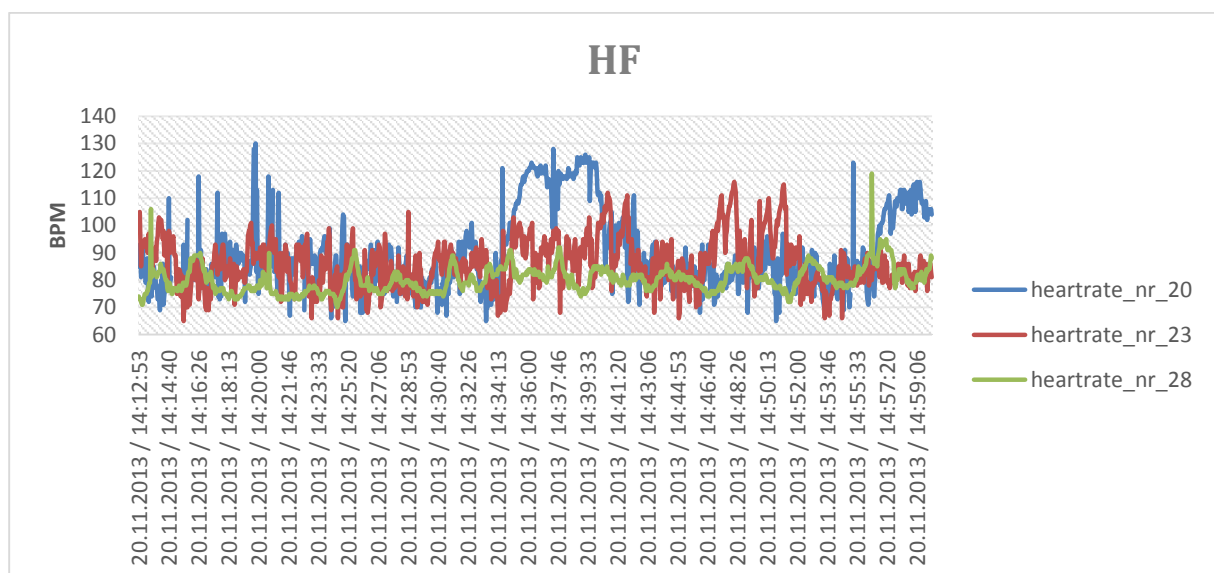
8.12.4 Wanderung Gurten HIT



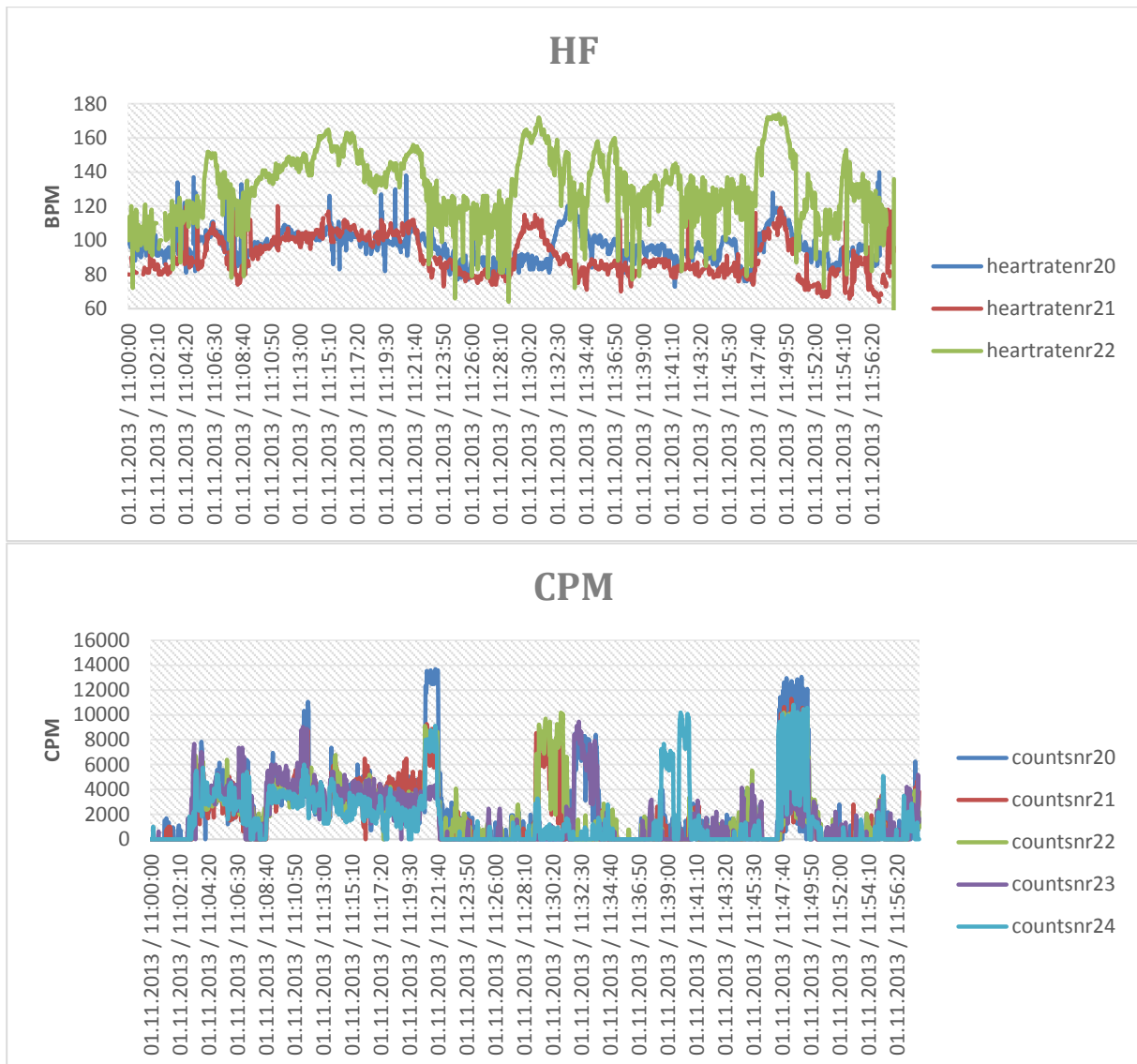
8.12.5 Ergo HIT



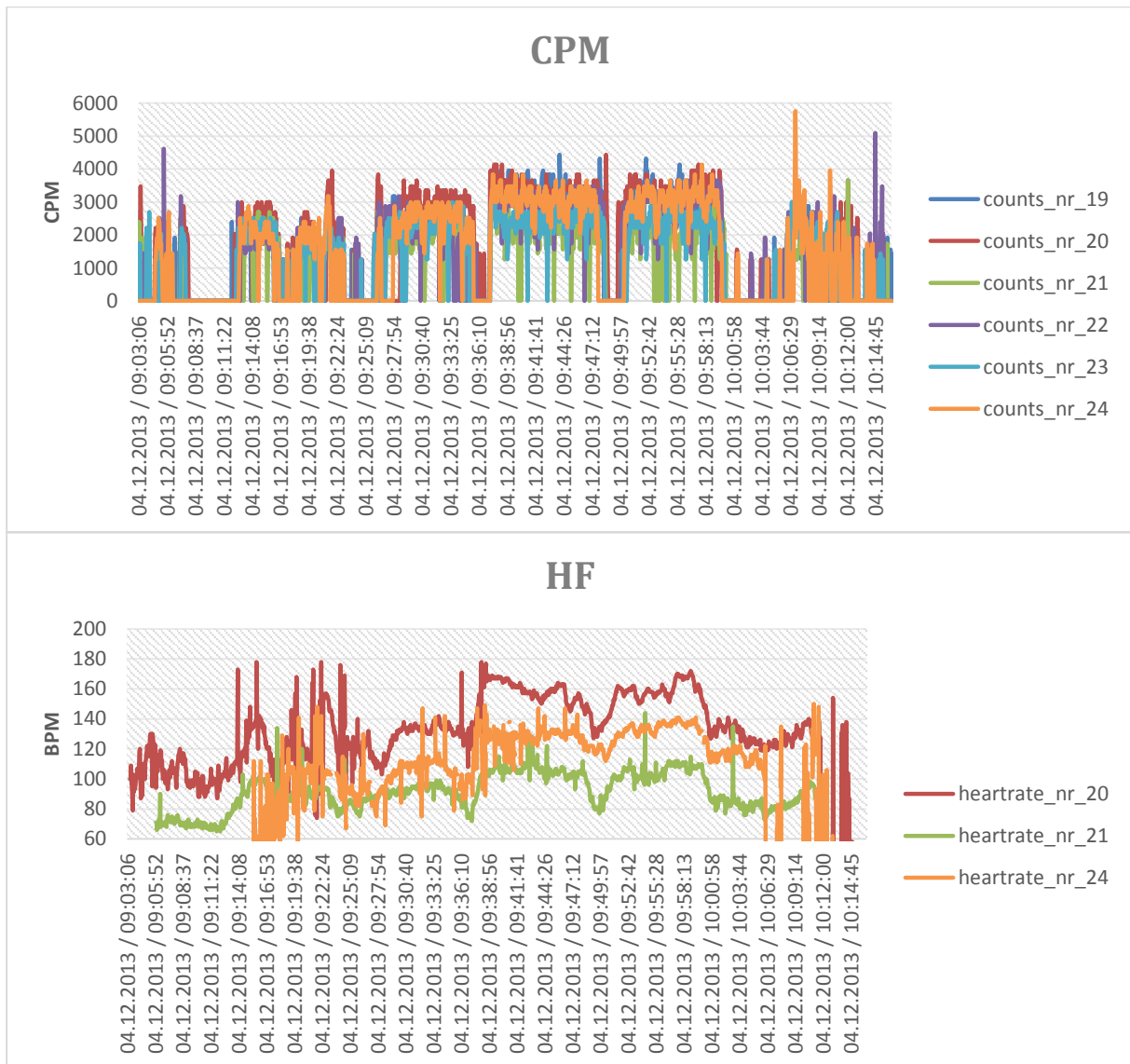
8.12.6 MTT HIT



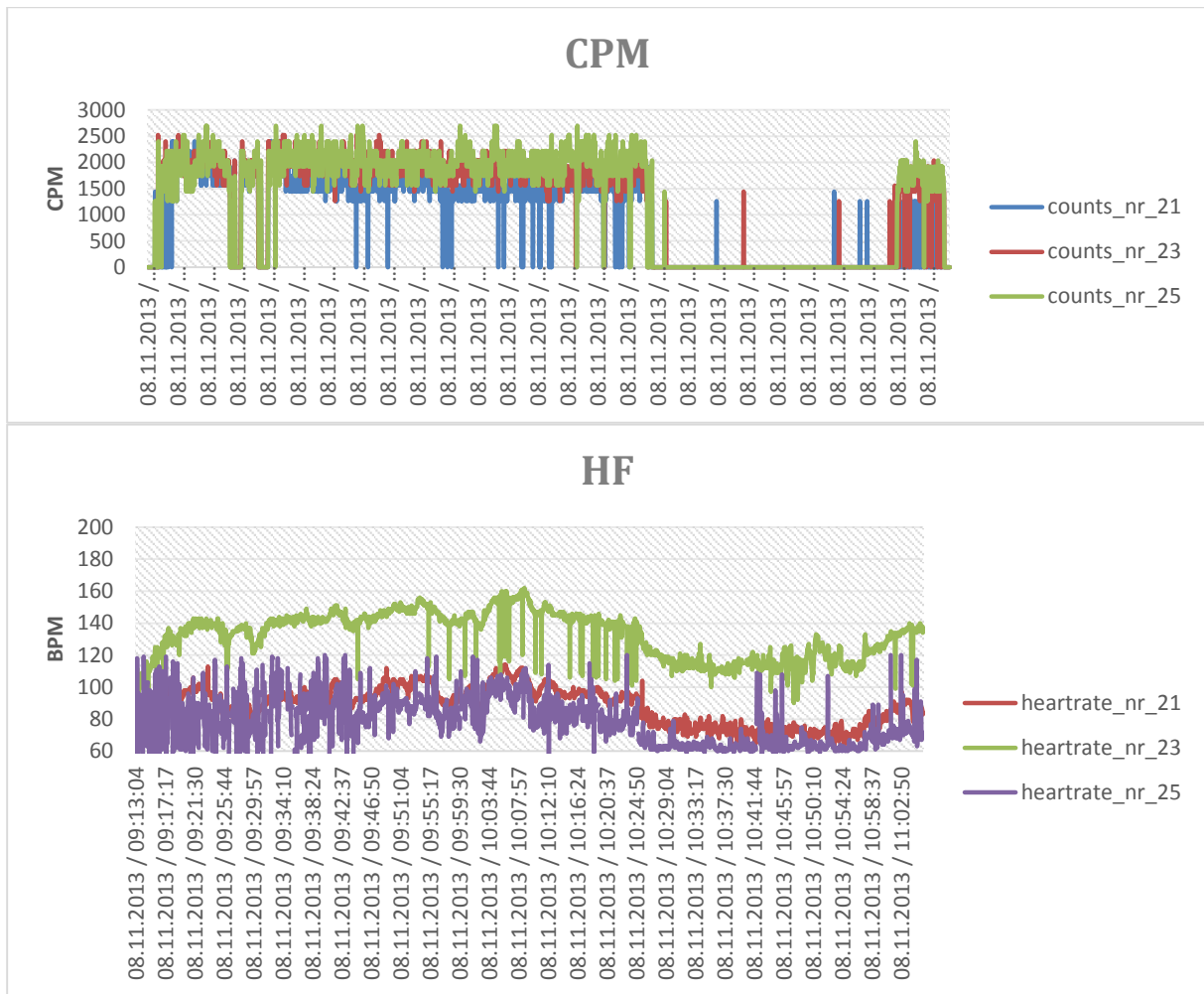
8.12.7 Gymnastik Gruppe 3



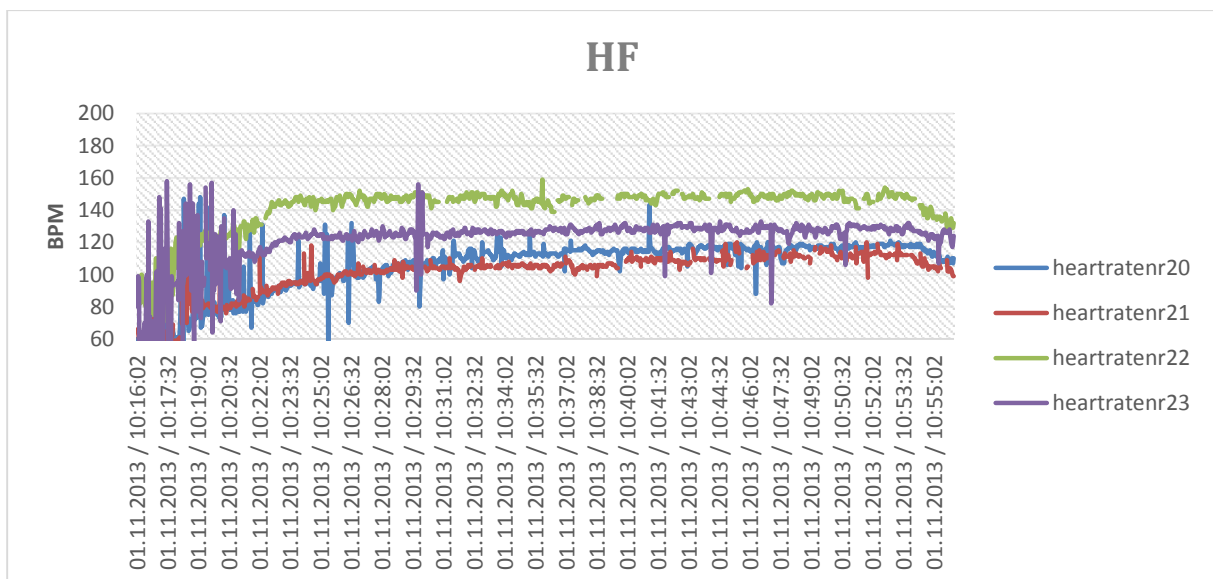
8.12.8 Nordic-Walking Gruppe 3



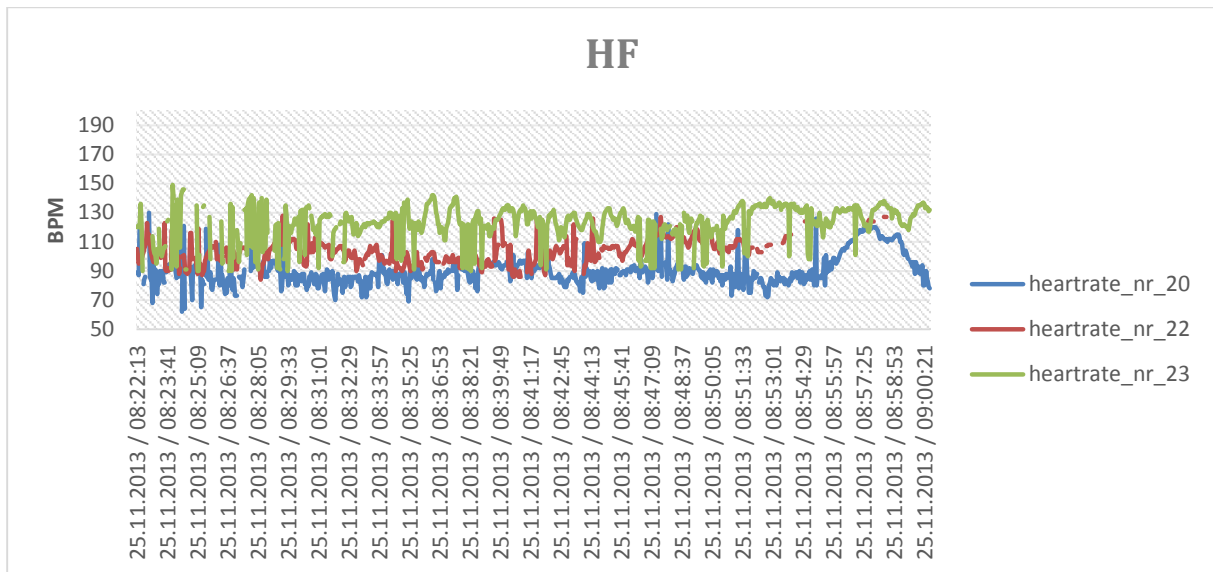
8.12.9 Wanderung Gruppe 3



8.12.10 Ergo Gruppe 3



8.12.11 MTT Gruppe 3



8.13 Konfidenzintervalle zur Hypothesenüberprüfung

Tabelle 11: Hypothesenüberprüfung der HF der Mittelwerten der individuellen Konfidenzintervallen (Ist-Wert) mit dem berechneten (Soll-Wert) nach der Karvonen-Formel in Gymnastik HIT

Gym_HIT				
	Aktivität		Statistik	Standardfehler
heartrate_nr_20 Soll Bereich: 98-110	Einlaufen ↑	Mittelwert	120.654	4.4900
		95 % Konfidenzintervall für	Untergrenze	111.407
		Mittelwert	Obergrenze	129.901
	Frisbeefederball =	Mittelwert	117.000	5.1537
		95 % Konfidenzintervall für	Untergrenze	105.866
		Mittelwert	Obergrenze	128.134
	Mattenjoggen ↑	Mittelwert	130.875	.9876
		95 % Konfidenzintervall für	Untergrenze	128.861
		Mittelwert	Obergrenze	132.889
	Ringe werfen ↓	Mittelwert	94.433	1.4556
		95 % Konfidenzintervall für	Untergrenze	91.456
		Mittelwert	Obergrenze	97.410
	Rumpfbeugen =	Mittelwert	102.074	2.0450
		95 % Konfidenzintervall für	Untergrenze	97.870
		Mittelwert	Obergrenze	106.278
heartrate_nr_29 Soll-Bereich: 106-121	Einlaufen ↓	Mittelwert	92.808	2.1541
		95 % Konfidenzintervall für	Untergrenze	88.371
		Mittelwert	Obergrenze	97.244
	Frisbeefederball =	Mittelwert	101.929	5.2156
		95 % Konfidenzintervall für	Untergrenze	90.661
		Mittelwert	Obergrenze	113.196
	Mattenjoggen	Mittelwert	99.688	1.3240

Gym_HIT					
	Aktivität			Statistik	Standardfehler
	↓	95 % Konfidenzintervall für Mittelwert	Untergrenze	96.987	
			Obergrenze	102.388	
	Ringe werfen	Mittelwert		88.667	3.6829
	↓	95 % Konfidenzintervall für Mittelwert	Untergrenze	81.134	
			Obergrenze	96.199	
	Rumpfbeugen ↓	Mittelwert		81.407	3.2644
		95 % Konfidenzintervall für Mittelwert	Untergrenze	74.697	
			Obergrenze	88.117	
heartrate_nr_24 Soll-Bereich: 125-143	Einlaufen ↓	Mittelwert		111.923	1.8463
		95 % Konfidenzintervall für Mittelwert	Untergrenze	108.120	
			Obergrenze	115.726	
	Frisbeefederball =	Mittelwert		121.714	2.3403
		95 % Konfidenzintervall für Mittelwert	Untergrenze	116.658	
			Obergrenze	126.770	
	Mattenjoggen =	Mittelwert		126.719	1.0964
		95 % Konfidenzintervall für Mittelwert	Untergrenze	124.483	
			Obergrenze	128.955	
	Ringe werfen ↓	Mittelwert		100.367	.9216
		95 % Konfidenzintervall für Mittelwert	Untergrenze	98.482	
			Obergrenze	102.252	
	Rumpfbeugen ↓	Mittelwert		108.519	1.3369
		95 % Konfidenzintervall für Mittelwert	Untergrenze	105.770	
			Obergrenze	111.267	
heartrate_nr_28 Soll-Bereich: 95-118	Einlaufen =	Mittelwert		119.538	2.7902
		95 % Konfidenzintervall für Mittelwert	Untergrenze	113.792	
			Obergrenze	125.285	
	Frisbeefederball =	Mittelwert		103.000	3.9655
		95 % Konfidenzintervall für Mittelwert	Untergrenze	94.433	
			Obergrenze	111.567	
	Mattenjoggen =	Mittelwert		107.563	1.8600
		95 % Konfidenzintervall für Mittelwert	Untergrenze	103.769	
			Obergrenze	111.356	
	Ringe werfen ↓	Mittelwert		82.300	.3038
		95 % Konfidenzintervall für Mittelwert	Untergrenze	81.679	
			Obergrenze	82.921	
	Rumpfbeugen ↓	Mittelwert		97.074	1.9763
		95 % Konfidenzintervall für Mittelwert	Untergrenze	93.012	
			Obergrenze	101.136	
heartrate_nr_23	Einlaufen	Mittelwert		126.462	2.4957

Gym_HIT					
	Aktivität			Statistik	Standardfehler
Soll-Bereich: 110-125	= 	95 % Konfidenzintervall für Mittelwert	Untergrenze	121.322	
			Obergrenze	131.601	
	Frisbeefederball	Mittelwert		106.571	3.4747
	= 	95 % Konfidenzintervall für Mittelwert	Untergrenze	99.065	
			Obergrenze	114.078	
	Mattenjoggen	Mittelwert		110.125	1.0480
	= 	95 % Konfidenzintervall für Mittelwert	Untergrenze	107.988	
			Obergrenze	112.262	
	Ringe werfen	Mittelwert		98.533	1.8394
	↓ 	95 % Konfidenzintervall für Mittelwert	Untergrenze	94.771	
			Obergrenze	102.295	
	Rumpfbeugen	Mittelwert		104.222	1.2925
heartrate_nr_26 Soll-Bereich: 105-127	Einlaufen =	Mittelwert		105.577	6.7009
			95 % Konfidenzintervall für Mittelwert	Untergrenze Obergrenze	91.776 119.378
	Frisbeefederball	Mittelwert		109.357	6.8777
	= 	95 % Konfidenzintervall für Mittelwert	Untergrenze	94.499	
			Obergrenze	124.216	
	Mattenjoggen	Mittelwert		117.406	2.3814
	= 	95 % Konfidenzintervall für Mittelwert	Untergrenze	112.549	
			Obergrenze	122.263	
	Ringe werfen	Mittelwert		93.933	3.6227
	↓ 	95 % Konfidenzintervall für Mittelwert	Untergrenze	86.524	
			Obergrenze	101.343	
	Rumpfbeugen	Mittelwert		103.111	3.4308
Mean_HF Soll-Bereich: 107-126	Einlaufen =	Mittelwert		112.83	1.481
			95 % Konfidenzintervall für Mittelwert	Untergrenze Obergrenze	109.78 115.88
	Frisbeefederball	Mittelwert		109.93	2.945
	= 	95 % Konfidenzintervall für Mittelwert	Untergrenze	103.57	
			Obergrenze	116.29	
	Mattenjoggen	Mittelwert		115.40	.957
	= 	95 % Konfidenzintervall für Mittelwert	Untergrenze	113.44	
			Obergrenze	117.35	

Gym_HIT				
	Aktivität		Statistik	Standardfehler
	Ringe werfen ↓	Mittelwert	93.04	.937
		95 % Konfidenzintervall für	Untergrenze	91.12
		Mittelwert	Obergrenze	94.95
	Rumpfbeugen ↓	Mittelwert	99.40	1.624
		95 % Konfidenzintervall für	Untergrenze	96.06
		Mittelwert	Obergrenze	102.74

Tabelle 12: Hypothesenüberprüfung der HF der Mittelwerten der individuellen Konfidenzintervallen (Ist-Wert) mit dem berechneten (Soll-Wert) nach der Karvonen-Formel in den Hügelläufen HIT

Hügelläufe_HIT				
	Anweisung		Statistik	Standardfehler
heartrate_nr_20 Soll-Bereich: 98-110	Ohne Anweisung = ↓	Mittelwert	109.00	1.406
		95 % Konfidenzintervall für	Untergrenze	106.21
		Mittelwert	Obergrenze	111.79
	Mit Anweisung ↑	Mittelwert	124.86	1.493
		95 % Konfidenzintervall für	Untergrenze	121.90
		Mittelwert	Obergrenze	127.81
heartrate_nr_23 Soll-Bereich: 110-125	Ohne Anweisung ↓	Mittelwert	107.22	1.283
		95 % Konfidenzintervall für	Untergrenze	104.68
		Mittelwert	Obergrenze	109.77
	Mit Anweisung ↑	Mittelwert	132.98	1.702
		95 % Konfidenzintervall für	Untergrenze	129.61
		Mittelwert	Obergrenze	136.35
heartrate_nr_24 125-143	Ohne Anweisung ↓	Mittelwert	112.40	1.186
		95 % Konfidenzintervall für	Untergrenze	110.05
		Mittelwert	Obergrenze	114.75
	Mit Anweisung ↑	Mittelwert	147.69	.949
		95 % Konfidenzintervall für	Untergrenze	145.81
		Mittelwert	Obergrenze	149.58
heartrate_nr_26 Soll-Bereich: 105-127	Ohne Anweisung = ↓	Mittelwert	110.06	1.421
		95 % Konfidenzintervall für	Untergrenze	107.24
		Mittelwert	Obergrenze	112.88
	Mit Anweisung = ↑	Mittelwert	127.53	1.576
		95 % Konfidenzintervall für	Untergrenze	124.41
		Mittelwert	Obergrenze	130.66
heartrate_nr_28 Soll-Bereich: 95-118	Ohne Anweisung = ↓	Mittelwert	111.48	1.186
		95 % Konfidenzintervall für	Untergrenze	109.12
		Mittelwert	Obergrenze	113.83
	Mit Anweisung	Mittelwert	129.19	.507

Hügelläufe_HIT					
Anweisung			Statistik		Standardfehler
	↑	95 % Konfidenzintervall für Mittelwert	Untergrenze	128.19	
			Obergrenze	130.20	
Mean_heartrate	Ohne Anweisung	Mittelwert		110.024	1.1028
Soll-Bereich 107-126	=	95 % Konfidenzintervall für Mittelwert	Untergrenze	107.837	
			Obergrenze	112.212	
	Mit Anweisung ↑	Mittelwert		133.682	.6098
		95 % Konfidenzintervall für Mittelwert	Untergrenze	132.474	
			Obergrenze	134.890	

Tabelle 13: Hypothesenüberprüfung der HF der Mittelwerten der individuellen Konfidenzintervallen (Ist-Wert) mit dem berechneten (Soll-Wert) nach der Karvonen-Formel im Nordic-Walking HIT

Nordic_HIT					Statistik		Standardfehler
heartrate_nr_20		Mittelwert				97.46	.252
Soll-Bereich: ↓ 98-110		95 % Konfidenzintervall für Mittelwert	Untergrenze			96.97	
			Obergrenze			97.96	
heartrate_nr_23		Mittelwert				103.73	.258
Soll-Bereich: ↓ 110-125		95 % Konfidenzintervall für Mittelwert	Untergrenze			103.22	
			Obergrenze			104.24	
heartrate_nr_24		Mittelwert				103.05	.170
Soll-Bereich: ↓ 125-143		95 % Konfidenzintervall für Mittelwert	Untergrenze			102.72	
			Obergrenze			103.38	
heartrate_nr_26		Mittelwert				108.72	.253
Soll-Bereich: = 105-127		95 % Konfidenzintervall für Mittelwert	Untergrenze			108.23	
			Obergrenze			109.22	
heartrate_nr_28		Mittelwert				90.44	.247
Soll-Bereich: ↓ 95-118		95 % Konfidenzintervall für Mittelwert	Untergrenze			89.96	
			Obergrenze			90.93	
Mean_heartrate		Mittelwert				100.6812	.18814
Soll-Bereich: ↓ 107-125		95 % Konfidenzintervall für Mittelwert	Untergrenze			100.3120	
			Obergrenze			101.0505	

Tabelle 14: Hypothesenüberprüfung der HF der Mittelwerten der individuellen Konfidenzintervallen (Ist-Wert) mit dem berechneten (Soll-Wert) nach der Karvonen-Formel in der Wanderung HIT

Wanderung_Gurten_HIT				Statistik		Standardfehler
heartrate_nr_20		Mittelwert			93.08	.329

Soll-Bereich: ↓ 98-110	95 % Konfidenzintervall für Mittelwert	Untergrenze	92.43	
		Obergrenze	93.73	
heartrate_nr_21	Mittelwert		103.76	.332
Soll-Bereich: = 87-105	95 % Konfidenzintervall für Mittelwert	Untergrenze	103.11	
		Obergrenze	104.41	
heartrate_nr_23	Mittelwert		103.88	.376
Soll-Bereich: ↓ 110-125	95 % Konfidenzintervall für Mittelwert	Untergrenze	103.15	
		Obergrenze	104.62	
heartrate_nr_29	Mittelwert		97.08	.268
Soll-Bereich: ↓ 106-121	95 % Konfidenzintervall für Mittelwert	Untergrenze	96.55	
		Obergrenze	97.60	
Mean_heartrate	Mittelwert		99.45	.296
Soll-Bereich: ↓ 107-125	95 % Konfidenzintervall für Mittelwert	Untergrenze	98.87	
		Obergrenze	100.03	

Tabelle 15: Hypothesenüberprüfung der HF der Mittelwerten der individuellen Konfidenzintervallen (Ist-Wert) mit dem berechneten (Soll-Wert) nach der Karvonen-Formel in Ergometrie HIT

Ergo_HIT				
			Statistik	Standardfehler
heartrate_nr_20_konstant	Mittelwert		102.68	.266
Soll-Bereich: ↓ 98-110	95 % Konfidenzintervall für Mittelwert	Untergrenze	102.15	
		Obergrenze	103.20	
heartrate_nr_21_intervall	Mittelwert		109.79	.663
Soll-Bereich ↑ 87-105	95 % Konfidenzintervall für Mittelwert	Untergrenze	108.49	
		Obergrenze	111.10	
heartrate_nr_23_konstant	Mittelwert		111.26	.146
Soll-Bereich: = 110-125	95 % Konfidenzintervall für Mittelwert	Untergrenze	110.98	
		Obergrenze	111.55	
heartrate_nr_24_konstant	Mittelwert		122.08	.243
Soll-Bereich: ↓ 125-143	95 % Konfidenzintervall für Mittelwert	Untergrenze	121.60	
		Obergrenze	122.56	
heartrate_nr_26_konstant	Mittelwert		114.79	.254
Soll-Bereich: = 115-127	95 % Konfidenzintervall für Mittelwert	Untergrenze	114.30	
		Obergrenze	115.29	
heartrate_nr_28_intervall	Mittelwert		103.67	.453
Soll-Bereich: = 95-118	95 % Konfidenzintervall für Mittelwert	Untergrenze	102.78	
		Obergrenze	104.56	
heartrate_nr_30_intervall	Mittelwert		130.13	.741
	95 % Konfidenzintervall für	Untergrenze	128.68	

Ergo_HIT				
			Statistik	Standardfehler
Soll-Bereich: = 112-141	Mittelwert	Obergrenze	131.59	
Mean_HF_konstant	Mittelwert		112.70	.143
Soll-Bereich: = 107-125	95 % Konfidenzintervall für Mittelwert	Untergrenze	112.42	
		Obergrenze	112.98	
Mean_HF_intervall	Mittelwert		114.53	.539
Soll-Bereich: = 107-125	95 % Konfidenzintervall für Mittelwert	Untergrenze	113.47	
		Obergrenze	115.59	
Mean_HF	Mittelwert		113.49	.272
Soll-Bereich: = 107-125	95 % Konfidenzintervall für Mittelwert	Untergrenze	112.95	
		Obergrenze	114.02	

Tabelle 16: Hypothesenüberprüfung der HF der Mittelwerten der individuellen Konfidenzintervallen (Ist-Wert) mit dem berechneten (Soll-Wert) nach der Karvonen-Formel in MTT HIT

MTT_HIT				
			Statistik	Standardfehler
heartrate_nr_20	Mittelwert		89.71	.435
Soll-Bereich: ↓ 98-110	95 % Konfidenzintervall für Mittelwert	Untergrenze	88.86	
		Obergrenze	90.56	
heartrate_nr_23	Mittelwert		86.11	.287
Soll-Bereich: ↓ 127-144	95 % Konfidenzintervall für Mittelwert	Untergrenze	85.55	
		Obergrenze	86.68	
heartrate_nr_28	Mittelwert		80.20	.146
Soll-Bereich: ↓ 95-118	95 % Konfidenzintervall für Mittelwert	Untergrenze	79.91	
		Obergrenze	80.48	
Mean_HF	Mittelwert		85.34	.197
Soll-Bereich: ↓ 107-125	95 % Konfidenzintervall für Mittelwert	Untergrenze	84.95	
		Obergrenze	85.73	

Tabelle 17: Hypothesenüberprüfung der HF der Mittelwerten der individuellen Konfidenzintervallen (Ist-Wert) mit dem berechneten (Soll-Wert) nach der Karvonen-Formel in Gymnastik Gruppe 3

Gym_Gruppe3				
	Aktivität		Statistik	Standardfehler
heartratenr20	Einlaufen = Soll-Bereich:	Mittelwert	99.78	.334
		95 % Konfidenzintervall für	Untergrenze	99.12
		Mittelwert	Obergrenze	100.44

96-116	Liegestütze =	Mittelwert		98.06	.606
		95 % Konfidenzintervall für	Untergrenze	96.84	
		Mittelwert	Obergrenze	99.27	
	Trizeps ↓	Mittelwert		85.70	.640
		95 % Konfidenzintervall für	Untergrenze	84.41	
		Mittelwert	Obergrenze	86.99	
	Schulterblatt ↓	Mittelwert		90.32	.585
		95 % Konfidenzintervall für	Untergrenze	89.15	
		Mittelwert	Obergrenze	91.49	
	Bizeps ↓	Mittelwert		93.46	.512
		95 % Konfidenzintervall für	Untergrenze	92.44	
		Mittelwert	Obergrenze	94.48	
	Mattenjoggen =	Mittelwert		111.48	1.112
		95 % Konfidenzintervall für	Untergrenze	109.25	
		Mittelwert	Obergrenze	113.71	
heartratenr21 Soll-Bereich: 99-112	Einlaufen =	Mittelwert		98.25	.460
		95 % Konfidenzintervall für	Untergrenze	97.35	
		Mittelwert	Obergrenze	99.15	
	Liegestütze ↓	Mittelwert		86.25	.661
		95 % Konfidenzintervall für	Untergrenze	84.92	
		Mittelwert	Obergrenze	87.57	
	Trizeps ↓	Mittelwert		82.80	.493
		95 % Konfidenzintervall für	Untergrenze	81.81	
		Mittelwert	Obergrenze	83.79	
	Schulterblatt ↓	Mittelwert		83.31	.282
		95 % Konfidenzintervall für	Untergrenze	82.74	
		Mittelwert	Obergrenze	83.87	
	Bizeps ↓	Mittelwert		81.98	.313
		95 % Konfidenzintervall für	Untergrenze	81.36	
		Mittelwert	Obergrenze	82.61	
	Mattenjoggen =	Mittelwert		106.89	.654
		95 % Konfidenzintervall für	Untergrenze	105.58	
		Mittelwert	Obergrenze	108.20	
	Scrabble =	Mittelwert		104.83	1.048
		95 % Konfidenzintervall für	Untergrenze	102.73	
		Mittelwert	Obergrenze	106.93	
heartratenr22 Soll-Bereich: 148-172	Einlaufen ↓	Mittelwert		137.02	.790
		95 % Konfidenzintervall für	Untergrenze	135.47	
		Mittelwert	Obergrenze	138.58	
	Liegestütze	Mittelwert		125.32	2.087

	↓	95 % Konfidenzintervall für	Untergrenze	121.13	
		Mittelwert	Obergrenze	129.51	
	Trizeps	Mittelwert		115.00	1.763
	↓	95 % Konfidenzintervall für	Untergrenze	111.46	
		Mittelwert	Obergrenze	118.54	
	Schulterblatt	Mittelwert		127.86	1.820
	↓	95 % Konfidenzintervall für	Untergrenze	124.22	
		Mittelwert	Obergrenze	131.51	
	Bizeps	Mittelwert		120.21	1.363
	↓	95 % Konfidenzintervall für	Untergrenze	117.48	
		Mittelwert	Obergrenze	122.93	
	Mattenjoggen	Mittelwert		159.28	1.171
Mean_HF Soll-Bereich: 114-141	=	95 % Konfidenzintervall für	Untergrenze	156.93	
		Mittelwert	Obergrenze	161.63	
	Scrabble	Mittelwert		164.49	1.629
	=	95 % Konfidenzintervall für	Untergrenze	161.23	
		Mittelwert	Obergrenze	167.75	
	Einlaufen	Mittelwert		111.684	.4574
	↓	95 % Konfidenzintervall für	Untergrenze	110.785	
		Mittelwert	Obergrenze	112.583	
	Liegestütze	Mittelwert		103.208	.9194
	↓	95 % Konfidenzintervall für	Untergrenze	101.363	
		Mittelwert	Obergrenze	105.053	
	Trizeps	Mittelwert		94.500	.6729
	↓	95 % Konfidenzintervall für	Untergrenze	93.148	
		Mittelwert	Obergrenze	95.852	
	Schulterblatt	Mittelwert		100.497	.5220
	↓	95 % Konfidenzintervall für	Untergrenze	99.452	
		Mittelwert	Obergrenze	101.542	
	Bizeps	Mittelwert		98.550	.5407
	↓	95 % Konfidenzintervall für	Untergrenze	97.469	
		Mittelwert	Obergrenze	99.631	
	Mattenjoggen	Mittelwert		125.883	.9273
	=	95 % Konfidenzintervall für	Untergrenze	124.023	
		Mittelwert	Obergrenze	127.743	
	Scrabble	Mittelwert		126.734	1.0757
	=	95 % Konfidenzintervall für	Untergrenze	124.581	
		Mittelwert	Obergrenze	128.888	

Tabelle 18: Hypothesenüberprüfung der HF der Mittelwerten der individuellen Konfidenzintervallen (Ist-Wert) mit dem berechneten (Soll-Wert) nach der Karvonen-Formel in Nordic-Walking Gruppe 3

Nordic_Gruppe3					
	Aktivität			Statistik	Standardfehler
heartrate_nr_20 Soll-Bereich: 96-116	Einwärmen ↑	Mittelwert		122.52	1.529
		95 % Konfidenzintervall für Mittelwert	Untergrenze	119.50	
			Obergrenze	125.54	
	Nordic ohne Anweisung ↑	Mittelwert		128.17	.805
		95 % Konfidenzintervall für Mittelwert	Untergrenze	126.58	
			Obergrenze	129.76	
	Nordic mit Anweisung schneller ↑	Mittelwert		152.13	1.113
		95 % Konfidenzintervall für Mittelwert	Untergrenze	149.93	
			Obergrenze	154.33	
	Doppelstockeinsatz ↑	Mittelwert		157.33	.693
		95 % Konfidenzintervall für Mittelwert	Untergrenze	155.96	
			Obergrenze	158.70	
heartrate_nr_21 Soll-Bereich: 99-112	Einwärmen ↓	Mittelwert		86.19	.605
		95 % Konfidenzintervall für Mittelwert	Untergrenze	85.00	
			Obergrenze	87.38	
	Nordic ohne Anweisung ↓	Mittelwert		92.80	.267
		95 % Konfidenzintervall für Mittelwert	Untergrenze	92.27	
			Obergrenze	93.33	
	Nordic mit Anweisung schneller =	Mittelwert		100.26	.854
		95 % Konfidenzintervall für Mittelwert	Untergrenze	98.57	
			Obergrenze	101.94	
	Doppelstockeinsatz =	Mittelwert		103.75	.499
		95 % Konfidenzintervall für Mittelwert	Untergrenze	102.77	
			Obergrenze	104.73	
heartrate_nr_24 Soll-Bereich: 125-143	Einwärmen ↓	Mittelwert		93.57	1.835
		95 % Konfidenzintervall für Mittelwert	Untergrenze	89.94	
			Obergrenze	97.19	
	Nordic ohne Anweisung ↓	Mittelwert		103.87	.821
		95 % Konfidenzintervall für Mittelwert	Untergrenze	102.24	
			Obergrenze	105.49	
	Nordic mit Anweisung schneller ↓	Mittelwert		120.26	1.150
		95 % Konfidenzintervall für Mittelwert	Untergrenze	117.99	
			Obergrenze	122.53	
	Doppelstockeinsatz =	Mittelwert		132.45	.478
		95 % Konfidenzintervall für Mittelwert	Untergrenze	131.50	
			Obergrenze	133.39	
Mean_HF	Einwärmen	Mittelwert		100.76	.931
		95 % Konfidenzintervall		Untergrenze	98.92

Soll-Bereich: 108-125	↓	für Mittelwert	Obergrenze	102.60	
	Nordic ohne Anweisung =	Mittelwert		108.28	.566
		95 % Konfidenzintervall für Mittelwert	Untergrenze	107.16	
			Obergrenze	109.40	
	Nordic mit Anweisung schneller =	Mittelwert		124.22	.958
		95 % Konfidenzintervall für Mittelwert	Untergrenze	122.33	
			Obergrenze	126.11	
	Doppelstockeinsatz ↑	Mittelwert		131.18	.516
		95 % Konfidenzintervall für Mittelwert	Untergrenze	130.16	
			Obergrenze	132.19	

Tabelle 19: Hypothesenüberprüfung der HF der Mittelwerten der individuellen Konfidenzintervallen (Ist-Wert) mit dem berechneten (Soll-Wert) nach der Karvonen-Formel in Wanderung Gruppe 3

Wandern_Gruppe3					
	Aktivität			Statistik	Standardfehler
heartrate_nr_21	Wandern ↓ Soll-Bereich: 99-112	Mittelwert		94.54	.227
		95 % Konfidenzintervall für Mittelwert	Untergrenze	94.10	
			Obergrenze	94.99	
		Mittelwert		74.82	.229
	Pause	95 % Konfidenzintervall für Mittelwert	Untergrenze	74.37	
			Obergrenze	75.27	
		Mittelwert		116.79	.281
		95 % Konfidenzintervall für Mittelwert	Untergrenze	116.24	
			Obergrenze	117.35	
heartrate_nr_23	Wandern = Soll-Bereich: 127-144	Mittelwert		139.75	.324
		95 % Konfidenzintervall für Mittelwert	Untergrenze	139.11	
			Obergrenze	140.38	
		Mittelwert		116.79	.281
	Pause	95 % Konfidenzintervall für Mittelwert	Untergrenze	116.24	
			Obergrenze	117.35	
		Mittelwert		64.87	.245
		95 % Konfidenzintervall für Mittelwert	Untergrenze	64.38	
			Obergrenze	65.35	
heartrate_nr_25	Wandern ↓ Soll-Bereich: 100-111	Mittelwert		84.17	.367
		95 % Konfidenzintervall für Mittelwert	Untergrenze	83.45	
			Obergrenze	84.89	
		Mittelwert		64.87	.245
	Pause	95 % Konfidenzintervall für Mittelwert	Untergrenze	64.38	
			Obergrenze	65.35	
		Mittelwert		106.16	.256
		95 % Konfidenzintervall für Mittelwert	Untergrenze	105.65	
			Obergrenze	106.66	
Mean_HF	Wandern ↓ Soll-Bereich: 109-122	Mittelwert		85.49	.198
		95 % Konfidenzintervall für Mittelwert	Untergrenze	85.10	
			Obergrenze	85.88	
		Mittelwert		106.16	.256
		95 % Konfidenzintervall für Mittelwert	Untergrenze	105.65	
			Obergrenze	106.66	

Tabelle 20: Hypothesenüberprüfung der HF der Mittelwerten der individuellen Konfidenzintervallen (Ist-Wert) mit dem berechneten (Soll-Wert) nach der Karvonen-Formel in Ergometrie Gruppe 3

Ergo_Gruppe3				
			Statistik	Standardfehler
heartratenr20	Mittelwert		104.69	.553
Soll-Bereich = 96-116	95 % Konfidenzintervall für	Untergrenze	103.61	
		Obergrenze	105.78	
	Mittelwert			
heartratenr21	Mittelwert		100.66	.463
Soll-Bereich: = 99-112	95 % Konfidenzintervall für	Untergrenze	99.75	
		Obergrenze	101.57	
	Mittelwert			
heartratenr22	Mittelwert		140.89	.513
Soll-Bereich: ↓ 148-172	95 % Konfidenzintervall für	Untergrenze	139.88	
		Obergrenze	141.90	
	Mittelwert			
heartratenr23	Mittelwert		121.09	.608
Soll-Bereich: ↓ 127-144	95 % Konfidenzintervall für	Untergrenze	119.90	
		Obergrenze	122.29	
	Mittelwert			
Mean_HF	Mittelwert		116.83	.477
Soll-Bereich: = 114-141	95 % Konfidenzintervall für	Untergrenze	115.90	
		Obergrenze	117.77	
	Mittelwert			

Tabelle 21: Hypothesenüberprüfung der HF der Mittelwerten der individuellen Konfidenzintervallen (Ist-Wert) mit dem berechneten (Soll-Wert) nach der Karvonen-Formel in MTT Gruppe 3

MTT_Gruppe3				
			Statistik	Standardfehler
heartrate_nr_20	Mittelwert		88.46	.356
Soll-Bereich: ↓ 96-116	95 % Konfidenzintervall für	Untergrenze	87.76	
		Obergrenze	89.16	
	Mittelwert			
heartrate_nr_22	Mittelwert		103.72	.374
Soll-Bereich: ↓ 148-172	95 % Konfidenzintervall für	Untergrenze	102.99	
		Obergrenze	104.46	
	Mittelwert			
heartrate_nr_23	Mittelwert		121.35	.531
Soll-Bereich: ↓ 127-144	95 % Konfidenzintervall für	Untergrenze	120.31	
		Obergrenze	122.40	
	Mittelwert			
Mean_HF	Mittelwert		104.51	.254
Soll-Bereich: ↓ 124-152	95 % Konfidenzintervall für	Untergrenze	104.01	
		Obergrenze	105.01	
	Mittelwert			

Danksagung

An dieser Stelle möchte ich dem ganzen Team der präventiven Kardiologie und Sportmedizin des Inselspitals Bern für die Unterstützung dieser Arbeit danken. Speziell möchte ich mich bei PD Dr. sc. nat. Prisca Eser, Leiterin Research, PD Dr. med. Matthias Wilhelm, leitender Arzt, Dr. med. Lukas Trachsel, Oberarzt, Maren Boxleitner, Hanna Gottaschalk und Renate Ruchtli, (Bewegungstherapeutinnen) bedanken. Sie unterstützen mich alle fachlich und halfen mir während den Messungen. Gerda Kohler von der Administration unterstützte mich bei Suche nach Patientendaten im Archiv. Nicht zuletzt möchte ich allen Patienten und Patientinnen und meinem Betreuer, Dr. Urs Mäder, Prorektor Eidgenössische Hochschule für Sport Magglingen EHSM, danken, welche mir Zugang zu diesem interessanten Thema ermöglichten.

Persönliche Erklärung

„Ich versichere, dass ich die Arbeit selbstständig, ohne unerlaubte fremde Hilfe angefertigt habe. Alle Stellen, die wörtlich oder sinngemäss aus Veröffentlichungen oder aus anderweitig fremden Quellen entnommen wurden, sind als solche kenntlich gemacht.“

Ort, Datum

Unterschrift

Urheberrechtserklärung

„Der/die Unterzeichnende anerkennt, dass die vorliegende Arbeit ein Bestandteil der Ausbildung, Einheit Bewegungs- und Sportwissenschaften der Universität Freiburg ist. Er/sie überträgt deshalb sämtliche Urhebernutzungsrechte (dies beinhaltet insbesondere das Recht zur Veröffentlichung oder zu anderer kommerzieller oder unentgeltlicher Nutzung) an die Universität Freiburg.“ Die Universität darf dieses Recht nur im Einverständnis des/der Unterzeichnenden auf Dritte übertragen. Finanzielle Ansprüche des/der Unterzeichnenden entstehen aus dieser Regelung keine.

Ort,

Datum Unterschrift