

Connect2Move –
Neue Wege der Gesundheitsförderung in den Alpen

Laura Eisenberger

Vollständiger Abdruck der von der TUM School of Medicine and Health der
Technischen Universität München zur Erlangung einer
Doktorin der Philosophie (Dr. phil.)
genehmigten Dissertation.

Vorsitz: Prof. Dr. Joachim Hermsdörfer

Prüfer*innen der Dissertation:

1. Prof. Dr. Renate M. Oberhoffer-Fritz
2. Prof. Dr. Filip Mess

Die Dissertation wurde am 09.02.2023 bei der Technischen Universität München eingereicht
und durch die Fakultät für Sport- und Gesundheitswissenschaften am 13.09.2023 angenom-
men.

DANKE

an alle Menschen, die mich auf diesem besonderen Weg begleitet und unterstützt haben und auch in schwierigeren Zeiten immer an mich geglaubt haben.

MERCI BIEN!



Foto: Selina Brandstätter

„Going to the mountains is going home.“

(John Muir)

Inhaltsverzeichnis

Abkürzungsverzeichnis	VII
Abbildungsverzeichnis	VIII
Tabellenverzeichnis	XI
Zusammenfassung	XII
Summary	XIV
1 Theoretischer Hintergrund	1
1.1 Gesundheit und Krankheit	1
1.2 Gesundheitsförderung	3
1.3 Prävention	4
1.4 Gesundheitskompetenz	5
1.4.1 Theoretische Ansätze der Gesundheitskompetenz	6
1.4.2 Das Gesundheitskompetenzmodell nach Nutbeam	7
1.4.3 Bewegungsbezogene Gesundheitskompetenz	8
1.4.4 Aktuelle Situation	11
1.5 Körperliche Aktivität	12
1.6 Herz-Kreislauf-Erkrankungen	15
1.7 Plötzlicher Herztod am Berg	20
1.8 Training	23
1.8.1 Objektive Trainingssteuerung	25
1.8.2 Subjektive Trainingssteuerung	26
1.9 Der Gesundheitstourismus	28
2 Zielstellungen der Arbeit	30
3 Material und Methoden	32
3.1 Studiendesign	32
3.2 Studienpopulation	32
3.2.1 Einschluss- und Ausschlusskriterien	32
3.2.2 Rekrutierungsmaßnahmen	33

3.3	Auswahl der Wege.....	35
3.4	Untersuchungsablauf	36
3.5	Datenerhebung.....	37
3.5.1	Aufklärung und Anamnese	37
3.5.2	Erhebung anthropometrischer Daten	37
3.5.3	Kardiologische Untersuchungen.....	37
3.5.4	Sportmedizinische Untersuchungen	38
3.5.5	Fragebögen.....	42
3.5.6	1 km CTT in der Natur.....	42
4	Publikationen.....	45
4.1	Publikation 1.....	46
4.2	Publikation 2.....	57
5	Diskussion.....	71
5.1	Gesundheitsförderung in der Natur	71
5.2	Wandern als Präventionsmaßnahme	72
5.3	Steigerung der Gesundheitskompetenz.....	75
6	Perspektive: Steigerung der bewegungsbezogenen Gesundheitskompetenz	79
6.1	Individueller Ansatz	79
6.2	Zielgruppenspezifischer Ansatz	84
6.3	Settingorientierter Ansatz	86
7	Zusammenfassung.....	88
8	Ausblick.....	91
8.1	1 km CTT weltweit	91
8.2	Digitale Zukunft	91
8.3	Nachhaltige bewegungsbezogene Gesundheitskompetenz	93
9	Literatur	95
10	Appendix.....	112
10.1	Methodenpaper	112

10.2	Berechtigungen zur Verwendung der Publikationen	123
10.3	Probandeninformation und Einverständniserklärung.....	126
10.4	Laufzettel (Deutschland)	135
10.5	Einverständniserklärung COVID-19 Testung (Deutschland).....	146
10.6	Checkliste für Probanden (Deutschland).....	147
10.7	IPAQ Fragebogen.....	149
10.8	SF-36 Fragebogen.....	151
10.9	Schulungskonzept Connect2Move „Wander-Buddy“	154
10.9.1	Theorie: Hintergründe zu kardiovaskulären Erkrankungen (1 UE).....	154
10.9.2	Theorie: Körperliche Aktivität (1 UE).....	156
10.9.3	Theorie: Das Wandern (1 UE).....	157
10.9.4	Theorie: Risiken am Berg (1 UE)	160
10.9.5	Theorie: <i>Connect2Move</i> – Der Mehrwert für jede Region (1 UE)	164
10.9.6	Praxis: Herzfrequenzmessung (1 UE)	165
10.9.7	Praxis: Der 1 km CTT – Anleitung (1 UE).....	166
10.9.8	Praxis: Der 1 km CTT – Praktische Durchführung (4 UE)	167
10.9.9	Praxis: Auswertung und Interpretation (2 UE)	168
10.9.10	Praxis: Lehrprobe (2 UE).....	169
10.9.11	Praxis: Die Herzwanderung (5 UE).....	169
10.9.12	Praxis: Nachbesprechung und Feedback (2 UE)	169

Abkürzungsverzeichnis

$\%HF_{\max}$	Relative maximale Herzfrequenz
$\%\dot{V}O_{2\max}$	Relative maximale Sauerstoffaufnahme
App(s)	Applikation(en)
Aschau i.Ch.	Aschau im Chiemgau
BMI	Body Mass Index
CTT	Cardio-Trekking Test
HF	Herzfrequenz
IQA	Interquartilsabstand
Kg	Kilogramm
M	Meter
MET	Metabolisches Äquivalent (Engl. Metabolic Equivalent of Task)
MW	Mittelwert
NCDs	Non-Communicable Diseases (Dt. Nicht-übertragbare Erkrankungen)
PHT	Plötzlicher Herztod
Prien a.Ch.	Prien am Chiemsee
SD	Standardabweichung
UE	Übungseinheit(en)
$\dot{V}O_{2\max}$	Maximale Sauerstoffaufnahme
WHO	World Health Organization (Dt. Weltgesundheitsorganisation)
Cm	Zentimeter

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Das Gesundheits-Krankheits-Kontinuum (Darstellung nach Hurrelmann et al., 2013 (5))	1
Abbildung 2: Die drei Dimensionen und Einflussfaktoren zum Kohärenzgefühl (eigene Darstellung nach Antonovsky, 1997 (4))	2
Abbildung 3: Interaktiver Rahmen zur Gesundheitskompetenz (eigene Darstellung nach Lenartz et al., 2020 (29))	6
Abbildung 4 Modell zur bewegungsbezogenen Gesundheitskompetenz (Darstellung von Pfeifer & Sudeck, 2020 (43) nach Pfeifer et al., 2013 (44))	9
Abbildung 5 Handlungsmodell für die Förderung bewegungsbezogener Gesundheitskompetenz (eigene Darstellung nach Pfeifer et al., 2013 (44))	10
Abbildung 6: Gesundheitskompetenz in Deutschland (in Prozent) (eigene Darstellung nach Schaeffer et al., 2021 (55))	11
Abbildung 7: Bewegungsempfehlungen der Weltgesundheitsorganisation (WHO) für Erwachsene (eigene Darstellung nach WHO, 2020 (68))	12
Abbildung 8: Zusammenhang zwischen der Dauer von täglicher körperlicher Aktivität und der Verringerung der Gesamtmortalität (Wen et al., 2011 (77))	13
Abbildung 9: Todesfälle nach Risikofaktoren (global) in Prozent (modifizierte Darstellung nach WHO, 2010 (76))	14
Abbildung 10: Life's Essential 8. Die acht wesentlichen Einflussfaktoren auf die kardiovaskuläre Gesundheit (Darstellung von Lloyd-Jones et al., 2022 (89))	15
Abbildung 11: Kardiovaskuläres Kontinuum (eigene Darstellung nach Dzau et al., 2006 (14, 92))	16
Abbildung 12: Zusammenhang zwischen dem körperlichen Aktivitätsvolumen und der Mortalitätsreduktion im Vergleich zu Personen in der inaktiven Gruppe. Balken zeigen 95 % Konfidenzintervall (Darstellung nach Wen et al., 2011 (77))	19
Abbildung 13: Einteilung der Höhenstufen (eigene Darstellung modifiziert nach Bärtsch et al., 2008 (94))	20
Abbildung 14: Geschlechtsspezifische Verteilung von bekannten Herz-Kreislauf-erkrankungen bei Bergwanderern über 40 Jahre. MI, Myokardinfarkt; KHK ohne MI, Koronare Herzkrankheit ohne Myokardinfarkt (modifizierte Darstellung nach Burtscher et al., 2005 (104))	21
Abbildung 15: Doppelprodukt (Herzfrequenz x systolischer Blutdruck) als Maß für den myokardialen Sauerstoffbedarf in Ruhe, bei moderater sowie intensiver Belastung beim Wandern, Langlaufen und Skifahren (Darstellung nach Burtscher et al., 2005 (104) und Burtscher, 2013 (110))	23
Abbildung 16: Die unterschiedlichen Bereiche von Training (eigene Darstellung nach Friedrich, 2022 (119))	24

Abbildung 17: Komponenten der Trainingssteuerung (modifizierte Darstellung nach Hohmann et al., 2020 (118))	25
Abbildung 18: Gliederung des gesundheitstouristischen Marktes (eigene Darstellung nach Böhm, 2012 (155))	28
Abbildung 19: Treiber für die Marktentwicklung im Gesundheitstourismus (eigene Darstellung nach PROJECT M & KECK MEDICAL, 2011 (160))	29
Abbildung 20: Rekrutierungsflyer Aschau i.Ch. (Fotos und Inhalte: Laura Eisenberger)	34
Abbildung 21: Teststrecke in Werfenweng, Österreich (Foto: Selina Brandstätter)	35
Abbildung 22: Abendmahlkapelle in Aschau i.Ch. (Deutschland) als Ziel des 1 km CTTs (Foto: Herbert Reiter).....	36
Abbildung 23: Untersuchungsablauf an zwei aufeinanderfolgenden Tagen	36
Abbildung 24: Vorbereitung einer Probandin für den Laufbandtest durch das Anlegen der mobilen Spiroergometrie durch die Doktorandin (links). Probandin während des Ausbelastungstests auf dem Laufband mit mobiler Spiroergometrie (rechts) (Fotos: Laura Eisenberger).....	39
Abbildung 25: Abfrage der Borg Skala während dem Laufbandtest (Foto: Laura Eisenberger)	41
Abbildung 26: Garmin HRM Dual Brustgurt (Foto: Laura Eisenberger)	41
Abbildung 27: Probanden mit mobiler Spiroergometrie während des 1 km CTTs in Aschau i.Ch., Deutschland (Fotos: Laura Eisenberger)	42
Abbildung 28: Wegmarkierungen in Werfenweng, Österreich (links Höhe 500 m) und Aschau i.Ch., Deutschland (rechts Höhe 800 m) (Foto links: Eva Hollauf, Foto rechts: Laura Eisenberger)	43
Abbildung 29: Startpunkt des 1 km CTTs in Aschau i.Ch., Deutschland (Foto: Laura Eisenberger)	44
Abbildung 30: Notwendige Daten zur Auswertung des 1 km CTTs auf der <i>Connect2Move</i> Webseite. Die Berechnung ergibt eine Schätzung der individuellen, maximalen Sauerstoffaufnahme ($\dot{V}O_{2max}$) beim Wandern.....	80
Abbildung 31: Eingabemaske zur Auswertung des 1 km CTTs auf der <i>Connect2Move</i> Webseite (Screenshot)	81
Abbildung 32: Grafische Darstellung einer beispielhaften Auswertung des 1 km CTTs auf der Projektwebseite (Screenshot: gelbe Kategorie).....	83
Abbildung 33: Gesamter Schulungsumfang zum <i>Connect2Move</i> „Wander-Buddy“ (eigene Darstellung)	84
Abbildung 34: Reduzierung von Herz-Kreislauf-Erkrankungen durch ein globales Ziel der <i>World Heart Federation</i> von 25 % bis 2025 (modifizierte Darstellung in Anlehnung an Smith et al., 2013 (273))	155
Abbildung 35: Zusammenhang zwischen der Dauer von täglicher körperlicher Aktivität und der Verringerung der Gesamtmortalität nach Wen et al. 2011 (77) (modifizierte Darstellung von Hollstein, 2019 (278))	156

Abbildung 36: Risikobewertung Bergwandern (Darstellung von Brugger et al., 2022 (313)nach Randelzhofer, 2020 (312)).....	161
Abbildung 37: Die zehn am häufigsten genannten Bedrängnisse (eigene Darstellung nach Deutscher Alpenverein e.V., 2022 (315)).....	163
Abbildung 38: <i>Connect2Move</i> Borg Skala inklusive der anteiligen, maximalen Beanspruchung (modifizierte Darstellung nach Borg, 1970 (167))	167

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Klassifikation von Präventionsmaßnahmen (Darstellung nach Hurrelmann et al., 2014 (14))	4
Tabelle 2: Allgemeine Trainingsempfehlungen zur Prävention von Erkrankungen wie beispielsweise kardiovaskulärer Erkrankungen (modifizierte Darstellung nach Löllgen & Bachl, 2016 (64))	27
Tabelle 3: Informationsverarbeitungsprozess für beteiligte Akteure im Rahmen dieses Projektes (eigene Darstellung)	31
Tabelle 4: Modifiziertes Bruce Protokoll (Darstellung nach Bruce et al., 1973 (165))	39
Tabelle 5: Borg 6–20 Skala zur subjektiven Einschätzung der Belastung (modifizierte Tabelle nach Borg, 1970 (167))	40
Tabelle 6: Kategorien zur Einordnung der $\dot{V}O_{2max}$ Leistung beim Wandern. Aufteilung nach Geschlecht und Alterskategorien (eigene Darstellung)	82
Tabelle 7: Borg 6–20 Skala zur subjektiven Einschätzung der Belastung (modifizierte Tabelle nach Borg, 1970 (167))	162
Tabelle 8: Kategorien zur Einordnung der Ausdauerleistungsfähigkeit beim Wandern (eigene Darstellung)	169
Tabelle 9: Übersicht zu den Themenfeldern der Schulung zum <i>Connect2Move</i> „Wander-Buddy“ (eigene Darstellung)	170

Zusammenfassung

Kardiovaskuläre Erkrankungen sind die häufigste Todesursache weltweit, obwohl die Risikofaktoren, u. a. durch körperliche Aktivität, beeinflusst werden können. Zwischen der täglichen körperlichen Aktivität und dem gesundheitlichen Nutzen besteht ein Dosis-Wirkung-Zusammenhang. Das Erreichen der Aktivitätsempfehlungen der Weltgesundheitsorganisation geht mit einer Reduzierung der Sterblichkeit einher. Dabei wird gesunden Erwachsenen eine moderate körperliche Aktivität von mindestens 150 Minuten pro Woche bzw. eine intensive körperliche Aktivität von mindestens 75 Minuten pro Woche empfohlen. Eine hierfür geeignete und sehr beliebte Freizeitsportart ist das Wandern in den Bergen. Die gesundheitlichen Vorteile des Bergsports sind vielfältig. Dennoch bergen Aktivitäten im Freien auch ein inhärentes Verletzungs- und sogar Todesrisiko. Die Gefahr eines plötzlichen Herztodes (PHT) am Berg steigt bei Menschen mit einem erhöhten Risiko für Herz-Kreislauf-Erkrankungen. Als vorbeugende Maßnahme für einen PHT stellen die Erfassung eines individuellen Risikoprofils sowie des aktuellen Gesundheits- bzw. Fitnesszustandes die ersten wichtigen präventiven Schritte dar. Im Rahmen dieser Dissertation wurde innerhalb des EU-Projektes *Connect2Move* ein submaximaler 1 km Test in der Natur (1 km Cardio-Trekking Test, CTT) für gesunde Erwachsene entwickelt und validiert, um die Ausdauerleistungsfähigkeit mittels VO_{2max} beim Wandern bestimmen zu können. Die methodische Vorgehensweise war eine Übertragung eines maximalen Laufbandtests im Labor in einen submaximalen Test in natürlicher Umgebung im Freien. Die Besonderheit gegenüber anderen Studien ist die Integration einer Steigung am Berg. Die Teststrecken befinden sich in zwei Pilotregionen in Deutschland und Österreich und dienen als zusätzliche Präventionsmaßnahme zu kardiologischen bzw. medizinischen Untersuchungen. Der Test ist kostengünstig und einfach durchführbar. Zudem lassen sich die Teststrecken unter Beachtung bestimmter Kriterien auch auf andere Regionen übertragen und sind damit zukunftsfähig. Die Besonderheit des 1 km CTTs ist eine subjektive Steuerung der Belastungsintensität durch den jeweiligen Anwender¹ mittels Borg 6–20 Skala. Dadurch soll insbesondere die Steuerungskompetenz des Menschen gesteigert werden, um eine Überanstrengung beim Wandern zu vermeiden. Die Borg Skala ist eine valide und weit verbreitete Methode zur Messung subjektiv empfundener Anstrengung während einer Belastung. Die subjektive Beschreibung einer Belastung ergänzt die Messung objektiver Parameter wie Herzfrequenz oder Sauerstoffaufnahme. Im Rahmen der Dissertation wurde der Zusammenhang zwischen subjektiv und objektiv gemessenen Belastungsparametern auf dem Laufband im Labor und dem 1 km CTT in der Natur untersucht. Die Ergebnisse zeigen einen Einfluss der natürlichen Umgebung auf die wahrgenommene subjektive Einschätzung der Belastungsintensität und

¹ Aus Gründen der besseren Lesbarkeit wird im Folgenden auf die gleichzeitige Verwendung weiblicher und männlicher Sprachformen verzichtet und das generische Maskulinum verwendet. Sämtliche Personenbezeichnungen gelten gleichermaßen für beide Geschlechter.

unterstützen somit bisherige Forschungsergebnisse. Die subjektive Belastung in der Natur wird von gesunden Menschen als geringer eingestuft als bei Untersuchungen im Labor. Hieraus ergeben sich Handlungsempfehlungen für zukünftige Interventionsmaßnahmen zum Thema „Prävention in natürlicher Umgebung“. Eine Übertragung der wissenschaftlichen Ergebnisse in die Praxis soll zur Steigerung der bewegungsbezogenen Gesundheitskompetenz führen, um einen nachhaltigen gesundheitsförderlichen Lebensstil zu unterstützen. Hierbei werden unterschiedliche Visionen der Kompetenzvermittlung beschrieben. Neben dem individuellen Nutzer des 1 km CTTs sollen im zielgruppenspezifischen Ansatz Experten aus dem Bereich Gesundheit und Prävention dazu befähigt werden, die wissenschaftlich fundierten Gesundheitsinformationen dieser Arbeit zu erwerben, sie zu verstehen und erfolgreich nutzen zu können. Hierfür wurde eigens ein Schulungskonzept mit theoretischen sowie praktischen Inhalten entwickelt, um sowohl Handlungs- als auch Effektwissen in Bezug auf die Durchführung des 1 km CTTs zu steigern. Im Rahmen der Schulung werden Multiplikatoren ausgebildet, die ihr erlerntes Wissen, ihre Kompetenzen und die wissenschaftlichen Ergebnisse dieser Arbeit selbstständig an unterschiedliche Zielgruppen weitergeben können. Dadurch wird u. a. auch die Dissemination der Ergebnisse sowie der Ausbau der Teststrecken gefördert. Als dritten Ansatz wird das Setting „Gesundheitstourismus“ näher beleuchtet. Die Ergebnisse dieses Dissertationsprojektes stellen eine wertvolle Grundlage für zukünftige Angebots- und Vermarktungsstrategien im Bereich Gesundheitsförderung und Prävention in Gesundheitsregionen dar.

Summary

Cardiovascular diseases (CVD) are the leading cause of death worldwide, although risk factors can be impacted by physical activity. There is a dose-response relationship between daily physical activity and health benefits. Complying with the World Health Organization activity recommendations is associated with a reduction in mortality. A moderate physical activity of at least 150 minutes per week or an intensive physical activity of at least 75 minutes per week is recommended for healthy adults. A suitable and popular leisure sport is hiking in the mountains. There are various health benefits of mountain sports. Nevertheless, outdoor activities also carry an inherent risk of injury and even death. The risk of sudden cardiac death (SCD) in the mountains increases in people with higher risk for CVD. As preventive measures for SCD, the identification of an individual risk profile and the current health or fitness level represents important steps. With this dissertation, a submaximal 1-km test (1-km cardio-trekking test, CTT) was developed and validated in nature for healthy adults within the *Connect2Move* project to estimate aerobic capacity ($\dot{V}O_{2max}$) while hiking. The methodological approach was a transfer of a maximal treadmill test in the laboratory to a submaximal test in a natural outdoor environment. The test differentiates itself from other studies by the integration of an uphill slope. The test tracks are located in two pilot regions in Germany and Austria and demonstrate an additional preventive measure to cardiological or medical examinations. The test is affordable and straightforward to perform. In addition, the test trails can be transferred to other regions, under consideration of certain criteria, and are therefore sustainable. The special feature of the 1-km CTT is a subjective control of the intensity by the subject using the Borg 6–20 scale. This is intended to increase people's control competence to avoid overexertion when hiking. The scale is a valid and widely used tool for the subjective rating of perceived exertion (RPE) during physical stress. The RPE complements the measurement of objective parameters, such as heart rate or oxygen uptake. In the context of the dissertation, the relationship between subjectively and objectively measured exertion parameters on the treadmill in the laboratory and the 1-km CTT in nature was investigated. The results show an influence of the natural environment on RPE and thus support previous research findings. The RPE of healthy people in nature is rated lower than in laboratory tests. This results in recommendations for future intervention measures in the area of prevention in natural environments. Transferring the scientific results into practice should lead to an increase in physical activity-related health literacy to support a sustainable, health-promoting lifestyle. Various approaches are described in this context. In addition to the individual user of the 1-km CTT, the target group-specific approach should enable health and prevention experts to acquire, understand, and successfully use the scientifically based health information of this work. A training concept with theoretical and practical content was specially developed to increase the action and the effect knowledge concerning implementing the 1-km CTT. Within the concept, multipliers are trained to

independently use their acquired knowledge and skills to transfer the scientific results of this work to different target groups. This promotes the dissemination of the results and the expansion of the test trails to other regions. As a third approach, the setting of health tourism is examined. The results of this dissertation project provide a base for future offers and marketing strategies of health promotion and prevention in health regions.

1 Theoretischer Hintergrund

In den folgenden Unterkapiteln wird zunächst ein allgemeiner, theoretischer Überblick zur Hintergrundthematik dieser Arbeit dargestellt.

1.1 Gesundheit und Krankheit

Der Begriff Gesundheit ist ein sehr komplexer Begriff, der im Jahre 1948 erstmals in der Verfassung der Weltgesundheitsorganisation (WHO) als „[...] Zustand des vollständigen körperlichen, geistigen und sozialen Wohlergehens und nicht nur das Fehlen von Krankheit oder Gebrechen“ beschrieben wird (1, 2).

In der Gesundheitswissenschaft existiert eine Vielzahl an Modellen, in deren Mittelpunkt die Erläuterung sowie Bedingungen von Gesundheit gestellt werden. Die Salutogenese (3, 4) von Aaron Antonovsky ist eines der wichtigsten und bekanntesten Modelle zur Erklärung von Gesundheit. Laut ihm bestehen zwischen Gesundheit und Krankheit vielfache Wechselbeziehungen, die er – aufbauend auf der salutogenetischen Perspektive – als Endpunkte in einem Gesundheits-Krankheits-Kontinuum (Abbildung 1) beschreibt.

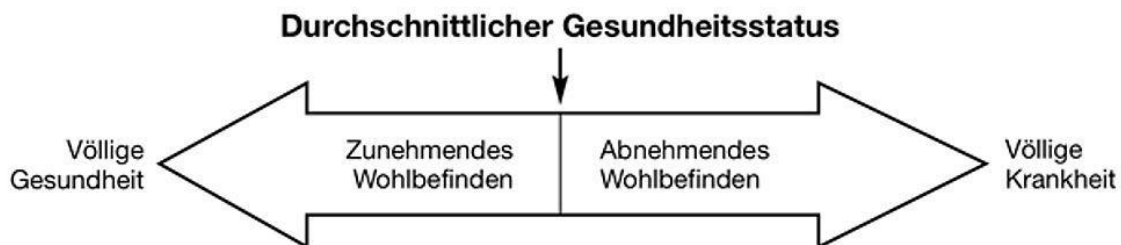


Abbildung 1: Das Gesundheits-Krankheits-Kontinuum (Darstellung nach Hurrelmann et al., 2013 (5))

Er unterscheidet zwischen körperlichem Wohlbefinden und körperlicher Missempfindung, wobei die Übergänge fließend sind. Die Endpunkte des Kontinuums – völlige Krankheit bzw. völlige Gesundheit – sind für keinen Menschen erreichbar, da beispielsweise Menschen, die sich gesund fühlen, auch krankheitserregende Zellen besitzen. Bei dem genannten Kontinuum geht es vielmehr darum, wie weit eine Person vom jeweiligen Endpunkt, d. h. von Gesundheit oder Krankheit entfernt ist. Welche Position ein Mensch genau einnimmt, ist das Endprodukt einer prozesshaften Wechselwirkung zwi-

schen persönlichen und umweltgebundenen Risikofaktoren und Schutzmechanismen bei der Bewältigung von Belastungen. Es besteht eine gewisse Abhängigkeit von den individuellen sozialen Rahmenbedingungen sowie der Lebensverhältnisse des Menschen (6, 7).

Das Kohärenzgefühl ist das Kernelement der Salutogenese. Es wird auch als „sense of coherence“ (SOC) bezeichnet und setzt sich nach Aaron Antonovsky aus drei Komponenten zusammen: Verstehbarkeit, Handhabbarkeit und Sinnhaftigkeit (siehe Abbildung 2). Ein hohes Kohärenzgefühl geht einher mit einer strukturierten sowie für den Menschen erklärbaren Umgebung und entsteht durch Erfahrungen und Konsistenz (Verstehbarkeit). Darüber hinaus sind die Menschen überzeugt, passende Ressourcen zur Bewältigung von Anforderungen bzw. Herausforderungen zu besitzen. Das Kohärenzgefühl entsteht durch das Erleben von Über- und Unterforderung (Handhabbarkeit). Menschen mit einem ausgeprägten Kohärenzgefühl sehen einen Sinn in ihrem Tun und Sein, der u. a. durch Herausforderungen und durch das Aufbringen von Energie (Sinnhaftigkeit) (8, 9) entsteht. Menschen mit einem hohen SOC können Widerstandsressourcen besser für sich nutzen und dadurch auch unterschiedlichste Stresssituationen besser bewältigen. Sie befinden sich auf dem Gesundheits-Krankheits-Kontinuum (Abbildung 1) näher am Pol Gesundheit (3). Das Kohärenzgefühl wird durch äußere Veränderungen geformt, indem es die innere Einstellung verändert. Ein stark ausgeprägtes Kohärenzgefühl entsteht durch das Gleichgewicht von Über- und Unterforderung, indem der Mensch positive und negative Erfahrungen macht. Eine Vielzahl an unvorhersehbaren, unkontrollierten und unsicheren Erfahrungen schwächen das Kohärenzgefühl.

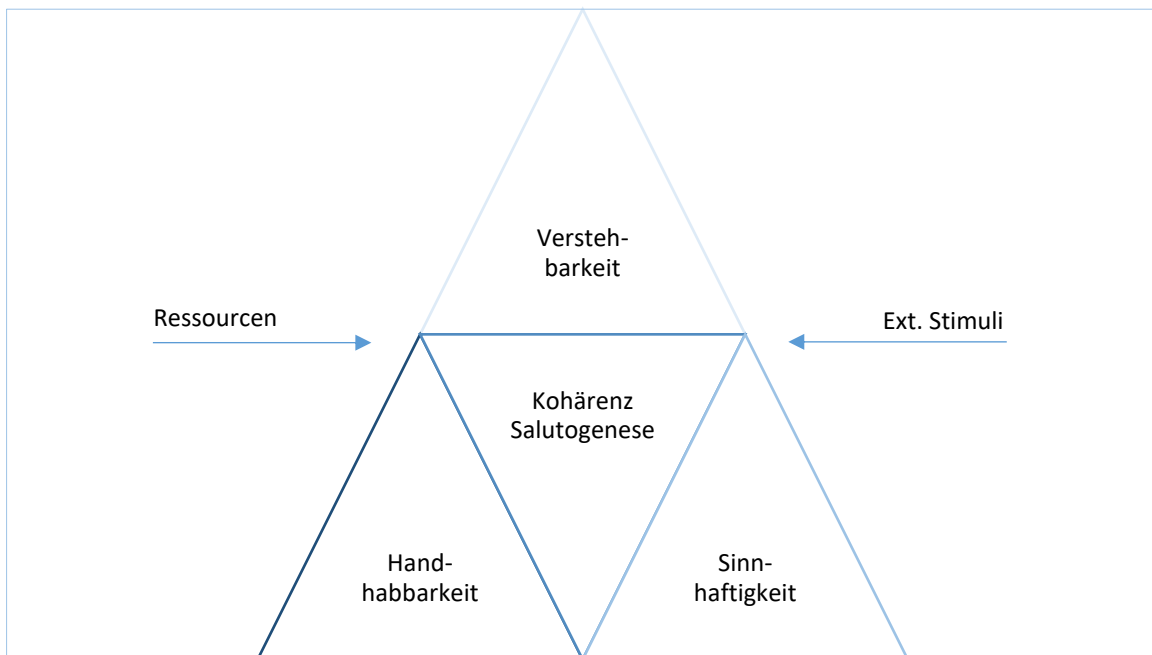


Abbildung 2: Die drei Dimensionen und Einflussfaktoren zum Kohärenzgefühl (eigene Darstellung nach Antonovsky, 1997 (4))

1.2 Gesundheitsförderung

Der Begriff der Gesundheitsförderung wurde erstmals Mitte der 1970er Jahre verwendet, wobei er zunächst für unterschiedlichste Maßnahmen und ohne genauere Definition genutzt wurde. Heutzutage beschreibt die Gesundheitsförderung einen Prozess, der allen Menschen ein höheres Maß an Selbstbestimmung über die eigene Gesundheit ermöglichen soll. Die Menschen sollen demnach befähigt werden, ihre Gesundheit zu stärken. Die Voraussetzungen für Gesundheit sind gemäß WHO erst dann gegeben, wenn Einzelne oder Gruppen ihre Bedürfnisse soweit befriedigen können, Wünsche wahrgenommen und verwirklicht werden können und die eigene Umwelt gemeistert sowie verändert werden kann. Die Gesundheitsförderung definiert sich durch das Zusammenführen der Stärkung der eigenen Gesundheitskompetenz und einer systematischen Politik, die einen Abbau von gesundheitlicher Ungleichheit fördert (10-12). Daraus ergeben sich zwei strategische Schlüsselpunkte: Das Empowerment (Anleitung zu einem gesunden Leben) und die Intersektorialität (Einbindung der Gesundheit als Handlungsziel in verschiedenen Politikbereichen) (13). Im Allgemeinen bezeichnet man als Gesundheitsförderung alle Eingriffe, die zur Stärkung der individuellen Fähigkeit der Lebensbewältigung und der Bewältigung von Krankheiten beitragen. Das Ziel ist ein individueller und kollektiver Gesundheitsgewinn sowie die Herstellung einer höheren als der ursprünglich erwarteten Gesundheitsqualität. Der gesunde Zustand eines Einzelnen oder einer Gruppe soll demnach so beeinflusst werden, dass ein höheres Niveau der Gesundheit erreicht wird als ohne Intervention. Dabei wird das Handeln schwerpunktmäßig auf die Förderung der gesundheitlichen Ressourcen verlegt, nicht aber auf die Risiken von Krankheiten. Die Menschen sollen eigenverantwortlicher und kompetenter gegenüber ihrer eigenen Gesundheit werden. Zudem wird unter Einbeziehung von sozialen und politischen Rahmenbedingungen die Verbesserung der Lebensbedingungen und die Stärkung gesundheitlicher Entfaltungsmöglichkeiten angestrebt. Dies erfolgt jedoch nur durch die Stärkung folgender Schutzfaktoren (14-17):

- Soziale und wirtschaftliche Faktoren (z. B. Arbeitsplatzbedingungen)
- Umweltfaktoren (z. B. soziale Netzwerke, Luftqualität)
- Behaviorale und psychische Faktoren (z. B. Entspannungs-/Bewegungsangebote, Selbstwirksamkeitsempfinden)
- Gesundheitsrelevante Leistungen (z. B. Versorgungsmöglichkeiten, Reha, Pflege)

Die Gesundheitsförderung bildet zusammen mit der Prävention die Standbeine der Gesundheit. Bei Präventionsmaßnahmen stehen die Reduzierung sowie Vermeidung von Krankheitsrisiken im Vordergrund (18). Durch das Konzept der Gesundheitsförderung kann ein sicheres und ausgeglichenes Arbeits- und Lebensumfeld erschaffen werden und somit die Gesundheit jedes Menschen erhalten bzw.

gestärkt werden. Hierbei behält jeder Einzelne die Eigenkontrolle und entwickelt darüber hinaus seine Persönlichkeit sowie sozialen Kompetenzen im Gesundheitswesen weiter. Durch das Konzept der Gesundheitsförderung soll erlernt werden, die eigene Lebensweise intensiver zu analysieren, um eine Verbesserung der individuellen Gesundheit zu erreichen. Risikomerkmale sollen erkannt und Gesundheitsbedingungen mit Hilfe von positiven Einflüssen und Veränderungen verbessert werden. Alle positiven und negativen Faktoren zusammen ergeben das Gesundheitsbild des Einzelnen (19).

1.3 Prävention

Die Prävention umfasst alle Maßnahmen, die zur Vorbeugung und Früherkennung von Krankheiten dienen. Darüber hinaus soll eine Verschlechterung bei bereits bestehender Krankheit verhindert bzw. verzögert werden. Im Mittelpunkt steht die Analyse individueller Risikofaktoren in der Bevölkerung, wie beispielsweise eine genetische Prädisposition, familiäre Belastung und individuelle Lebensweisen und -umstände. Ziel ist die bestmögliche Förderung eines gesundheitskonformen Verhaltens (18, 20).

Präventionsmaßnahmen werden in drei Kategorien unterteilt: Primär-, Sekundär- und Tertiärprävention (siehe Tabelle 1). Dabei wird zwischen den Zeitpunkten, an denen die vorbeugende Maßnahme ansetzt, unterschieden. Prävention setzt sich zum Ziel, Risikofaktoren und Belastungen zu verringern (14), wohingegen die Gesundheitsförderung darauf abzielt, Ressourcen und Schutzfaktoren zu fördern.

Tabelle 1: Klassifikation von Präventionsmaßnahmen (Darstellung nach Hurrelmann et al., 2014 (14))

	Primärprävention	Sekundärprävention	Tertiärprävention
Zeitpunkt der Prävention	Vor Eintreten einer Krankheit	In Frühstadien einer Krankheit	Nach Manifestation/ Akutbehandlung einer Krankheit
Ziel der Intervention	Verringerung der Inzidenz von Krankheiten	Eindämmung der Progredienz (Fortschreiten) oder Chronifizierung einer Krankheit	Verhinderung von Folgeschäden oder Rückfällen
Adressaten einer Intervention	Gesunde bzw. Personen ohne Symptomatik	Akutpatienten/Klienten	Patienten mit chronischer Beeinträchtigung und Rehabilitanden

Präventionsstrategien haben unterschiedliche Ansatzpunkte, um Veränderungen zu erreichen. Man differenziert hierbei zwischen Verhaltens- und Verhältnisprävention. Die Verhaltensprävention ist ein individueller Ansatz, um das Verhalten einer Person, z. B. Bewegungsarmut, zu verändern oder so zu beeinflussen, dass medizinisch-technologische Maßnahmen wahrgenommen werden. Verhältnispräventive Maßnahmen beziehen sich auf die Lebens- und Umweltbedingungen der Menschen. Diese Art der strukturellen Prävention dient dazu, einen indirekten Einfluss auf die Krankheitsentstehung zu nehmen (21).

Im Rahmen der Gesundheitsförderung und Prävention kommt der Stärkung von Gesundheitskompetenzen eine besondere Bedeutung zu (22). Aufgrund der Vielzahl an vorhandenen Gesundheitsinformationen sind erfolgreiche gesundheitsförderliche Präventionsmaßnahmen an gesteigerte Gesundheitskompetenzen geknüpft.

1.4 Gesundheitskompetenz

Die Gesundheitskompetenz wird im Englischen als „Health Literacy“ bezeichnet (23) und begann, sich in den 1970er Jahren zu entwickeln. Sie beschreibt allgemein die Fähigkeit einer Person, grundlegende Informationen zum Thema „Gesundheit und Gesundheitsdienste“ zu erwerben, sie zu verstehen und sie so zu nutzen, dass sie die eigene Gesundheit fördern (24). Es liegt eine Vielzahl an Definitionen für den Begriff der Gesundheitskompetenz vor. Manche definieren ihn enger – als Begriff für die Kompetenz einer Person, angemessene, informationsbasierte Entscheidungen in Bezug auf die Gesundheit zu treffen (25). Andere wiederum umschreiben den Begriff weiter und sehen die Gesundheitskompetenz mehr als Voraussetzung für alltägliches Gesundheitshandeln (12, 26, 27). Eine stark ausgeprägte Gesundheitskompetenz ermöglicht es dem Menschen, aktiv und selbstbestimmt Verantwortung für seine eigene Gesundheit zu übernehmen. Eine individuelle Gesundheitskompetenz ist durchaus als Ergebnis aber auch als Aufgabe der Gesundheitsförderung zu sehen (28) (Abbildung 3).

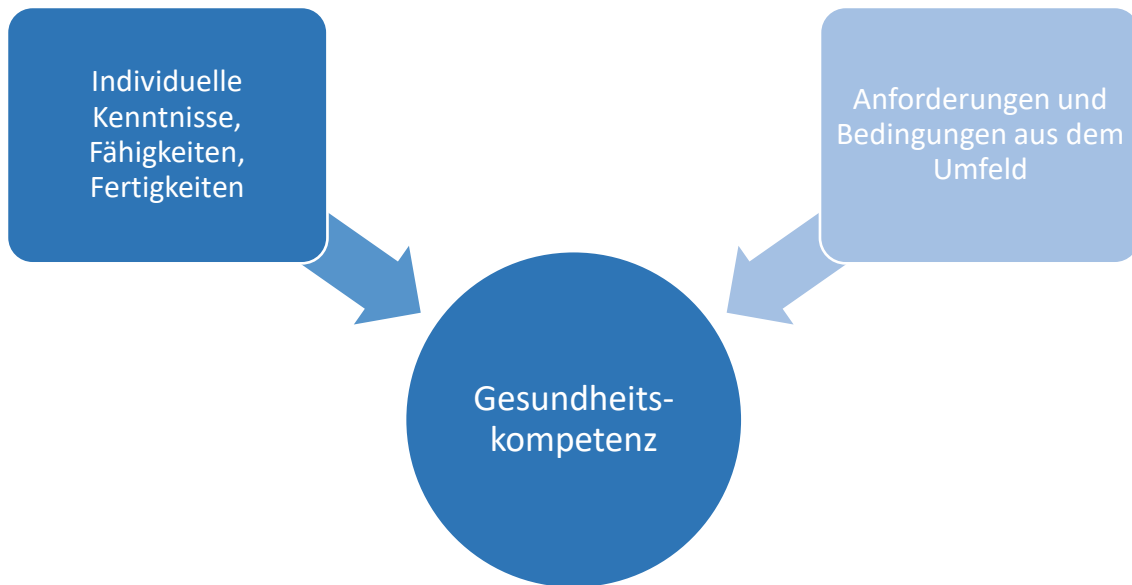


Abbildung 3: Interaktiver Rahmen zur Gesundheitskompetenz (eigene Darstellung nach Lenartz et al., 2020 (29))

Die Definitionen der Gesundheitskompetenz entwickeln sich aus verschiedenen Ansätzen heraus, die im nächsten Kapitel genauer beschrieben werden. Sie unterscheiden sich hinsichtlich ihrer Forschungsfelder und haben kaum gemeinsame Schnittmengen (30).

1.4.1 Theoretische Ansätze der Gesundheitskompetenz

Der klinische Ansatz

Der klinische Ansatz stellt die Grundlage der Gesundheitskompetenzentwicklung dar und wurde in den 1970er Jahren im angloamerikanischen Raum eingeführt. Betrachtet wird hierbei der Zusammenhang zwischen Lese-, Schreib- und Rechtschreibkompetenzen von Patienten und ihrem gesundheitsbezogenem Verhalten. Nach Parker et al. (1995) (31) geht es hierbei um Fähigkeiten, die bestimmte Handlungen wie beispielsweise das Ausfüllen von Formularen, die Einnahme von Medikamenten, das Auffinden von medizinischen Dienstleistungen oder die persönliche Hygiene beschreiben. Dieser Ansatz stellt einen praktischen Bezug zum Gesundheitswesen dar. Interventionen wie von Berkman et al. (2011) (32) schenken dem klinischen Ansatz große Aufmerksamkeit.

Der Public Health Ansatz

Der Public Health Ansatz führt über den klinischen Kontext hinaus und wurde maßgeblich von der WHO entwickelt. Betrachtet man die Gesundheit der Menschen im Sinne der Selbstbestimmung (Empowerment), spielt dieser Ansatz, der Ende der 1990er Jahre erstmals in Betracht gezogen und diskutiert wurde, eine entscheidende Rolle (12, 26, 28, 33, 34). Der Mensch erhält Kontrolle über seine

eigenen gesundheitsrelevanten Handlungen und Entscheidungen und beeinflusst damit maßgeblich die eigene Gesundheit. Die WHO definiert hier die Gesundheitskompetenz als Möglichkeit, seinen eigenen Lebensstil zu verbessern, um einen positiven Einfluss auf die individuelle Gesundheit zu erzielen (12). Die Abgrenzung zum klinischen Ansatz zeigt sich hier in der deutlich aktiveren Rolle des Menschen.

Der integrative Ansatz

Eine Vereinigung beider vorangegangener Ansätze findet sich im integrativen Ansatz wieder (35-38). Vom *European Health Literacy Project* (2012) (38) wurde eine Definition entwickelt, die den klinischen mit dem Public Health Ansatz verbindet. Demnach wird der integrative Ansatz als umfassendes Wissen und die Kompetenz der Menschen beschrieben, grundlegende Gesundheitsinformationen abzurufen, sie zu verstehen, zu bewerten und im Anschluss auch anzuwenden. Dadurch können Entscheidungen in Bezug auf die Themen Gesundheitsversorgung, Krankheitsprävention sowie Gesundheitsförderung getroffen werden. Das Ziel hierbei ist es, die Lebensqualität zu erhalten oder sogar zu verbessern.

1.4.2 Das Gesundheitskompetenzmodell nach Nutbeam

Seit der Begriffsdefinition durch die WHO wurde eine Vielzahl an Modellen entwickelt. Von zentraler Bedeutung ist das Gesundheitskompetenzmodell von Don Nutbeam. Nutbeam ist einer der ersten Forscher auf dem Gebiet und hat eine Differenzierung der Gesundheitskompetenz vorgenommen. Er beschreibt hierbei die drei folgenden Formen der Gesundheitskompetenz (28, 35):

Die Funktionale

Die funktionale Gesundheitskompetenz stellt Grundfertigkeiten im Lesen und Schreiben dar, die das Verstehen sowie die Nutzung von gesundheitspezifischen Informationen und Angeboten ermöglichen. In dieser Form geht es prinzipiell um den Erwerb von gesundheitsbezogenem Wissen und die Nutzung medizinischer Angebote (39).

Die Interaktive

Die interaktive Gesundheitskompetenz beschreibt fortgeschrittene kognitive und soziale Fertigkeiten, die für eine aktive Auseinandersetzung mit gesundheitsrelevanten Informationen im sozialen und gesellschaftlichen Kontext wichtig sind. Dazu gehören u. a. Informationsbeschaffung und -austausch sowie die Umsetzung in den Lebensalltag. Bei dieser Form geht es auch darum, anderen Menschen das eigene Wissen zur Verfügung zu stellen (24).

Die Kritische

Die kritische Gesundheitskompetenz spiegelt fortgeschrittene kognitive und soziale Fertigkeiten wider, die einen kritischen sowie differenzierten Umgang mit gesundheitsbezogenen Informationen ermöglichen. Es erfolgt eine kritische Auseinandersetzung mit den Informationen, die optimal für eine verbesserte Lebensbewältigung genutzt werden. Diese Form hat dadurch auch einen emanzipatorischen Charakter (24).

Jede Form der Gesundheitskompetenz spielt im Alltag der Menschen eine wichtige Rolle und ist gleichermaßen für alle Lebensbereiche von Bedeutung (40). Die Gesundheitskompetenz, die einerseits aus den individuellen Kenntnissen, Fähigkeiten und Fertigkeiten resultiert und andererseits durch Umwelteinflüsse bedingt wird (siehe Abbildung 6), ist auch als Aufgabe der Gesundheitsförderung zu verstehen (28).

1.4.3 Bewegungsbezogene Gesundheitskompetenz

Gesundheitsbezogene Kompetenzen haben im Rahmen der Gesundheitsförderung eine bedeutsame Rolle (41). So lässt sich in der gesundheitsbezogenen Bewegungsförderung in den letzten Jahren vermehrt eine zunehmende Kompetenzorientierung verzeichnen, die sich beispielsweise hinsichtlich einer bewegungsbezogenen Gesundheitskompetenz (siehe Abbildung 4) ausdrückt. Dieses Modell sieht Bewegungs-, Steuerungs- und Selbstregulationskompetenzen als Voraussetzung für die Aufrechterhaltung eines körperlich aktiven Lebensstils (42). Das Zusammenspiel aller Kompetenzen stellt den Schlüssel einer Person hinsichtlich einer gesundheitsförderlichen Wirkung von körperlicher Aktivität dar. Der Fokus liegt hierbei auf den Ressourcen der Menschen, da die unterschiedlichen Kompetenzen im Verlauf des Lebens erlernbar sind (41).

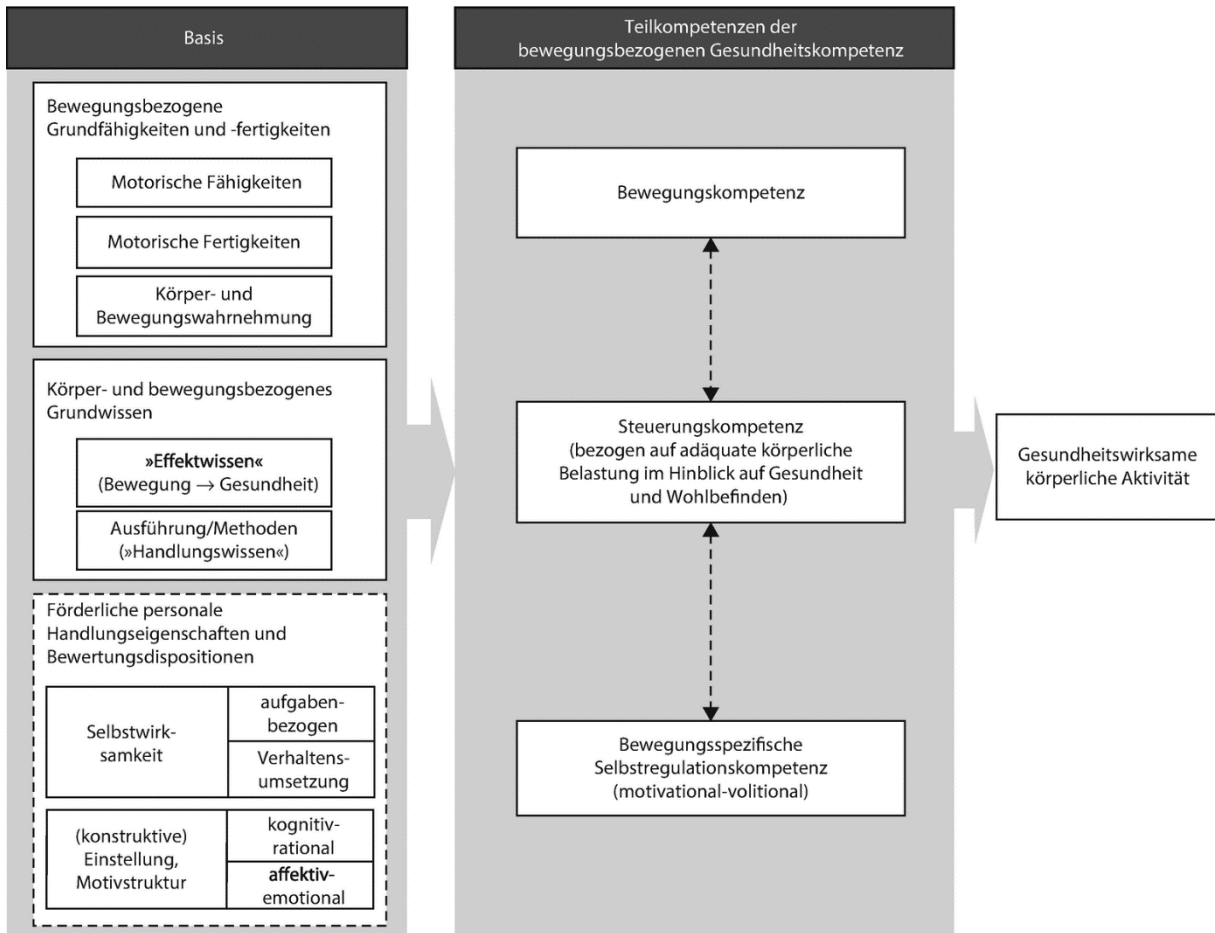


Abbildung 4 Modell zur bewegungsbezogenen Gesundheitskompetenz (Darstellung von Pfeifer & Sudeck, 2020 (43) nach Pfeifer et al., 2013 (44))

Das Modell zur bewegungsbezogenen Gesundheitskompetenz beschreibt eine multidimensionale und integrative Sichtweise und kann an der Schnittstelle zwischen Bewegungs- und Gesundheitskompetenz angesiedelt werden (45-47). Es beinhaltet drei Teilkompetenzbereiche, die einen aktiven und gesunden Lebensstil erleichtern. Zunächst umfassen Bewegungskompetenzen alle motorische Anforderungen, die es dem Einzelnen ermöglichen, ein geplantes Training wie Laufen oder Radfahren zu absolvieren. Darüber hinaus dienen diese Kompetenzen zur Ausführung alltäglicher Arbeiten wie das Tragen von Einkäufen (45). Auf zweiter Ebene stehen Steuerungskompetenzen, die es ermöglichen, dass eine adäquate, körperliche Aktivität einen entsprechenden positiven Einfluss auf die Gesundheit hat. Dabei wird zwischen einer physischen und einer mentalen Komponente unterschieden (48). Auf dritter Ebene befinden sich bewegungsspezifische Selbstregulationskompetenzen, die motivational-volitionale Anforderungen beschreiben, um eine regelmäßige körperliche Aktivität zu garantieren (49). Diese drei Teilkompetenzen entstehen durch eine Verknüpfung an sogenannte Basis Kompetenzen. So entsteht die Bewegungskompetenz aus bewegungsbezogenen Grundfähigkeiten und -fertigkeiten.

Die Steuerungskompetenz wächst aus Körper- und bewegungsbezogenem Grundwissen und die Selbstregulationskompetenz steht in Bezug zu personalen Handlungseigenschaften und Bewertungsdispositionen (vgl. Abbildung 4).

Mit dem Model der bewegungsbezogenen Gesundheitskompetenz soll der bisherige Fokus auf eine funktionelle Verbesserung bzw. Wiederherstellung der Gesundheit (50) erweitert werden, um eine nachhaltige Verhaltensänderung zu erreichen. Personen mit einer hohen bewegungsbezogenen Gesundheitskompetenz sollen in der Lage sein, eine regelmäßige und gesundheitswirksame Aktivität auszuführen (51). Zur Stärkung einer umfassenden bewegungsbezogenen Gesundheitskompetenz ist es in der Praxis notwendig, sowohl Methoden als auch Inhalte auf drei Ebenen (siehe Abbildung 5) zielgerichtet zu verfolgen und didaktisch umzusetzen. Interventionsmaßnahmen müssen daher Lernen, Erleben und Erfahren zielbezogen miteinander verknüpfen, um Menschen zu mehr und auch zu regelmäßiger körperlicher Aktivität zu bewegen (43, 44).

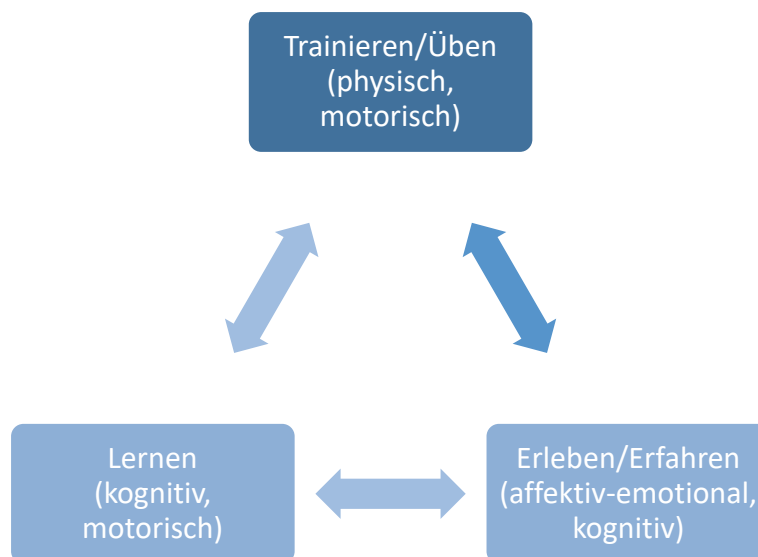


Abbildung 5 Handlungsmodell für die Förderung bewegungsbezogener Gesundheitskompetenz (eigene Darstellung nach Pfeifer et al., 2013 (44))

1.4.4 Aktuelle Situation

Studien zeigen, dass die Bürger in Deutschland über eine eingeschränkte Gesundheitskompetenz verfügen (52-55). Das kann zu negativen Auswirkungen auf den Gesundheitszustand, das Gesundheitsverhalten und bestimmte Risikofaktoren führen (32, 56, 57). Im Januar 2021 ist der zweite *Health Literacy Survey Germany (HLS-GER 2)* erschienen, der neueste Daten zur aktuellen Situation der Gesundheitskompetenz in Deutschland präsentiert (55). Die Kernergebnisse werden in Abbildung 6 dargestellt. Hier wird deutlich, dass mehr als die Hälfte der Bevölkerung Schwierigkeiten im Umgang mit gesundheitsbezogenen Informationen hat. Die Studie untersuchte den Prozess der Informationsverarbeitung, der in vier Schritte aufgeteilt ist: Finden, Verstehen, Beurteilen, Anwenden. Problematisch sind vor allem die Beurteilung und die Anwendung der gefundenen Informationen. Fast 75 % aller Befragten zeigen Defizite in der Beurteilung gesundheitsrelevanter Informationen auf.

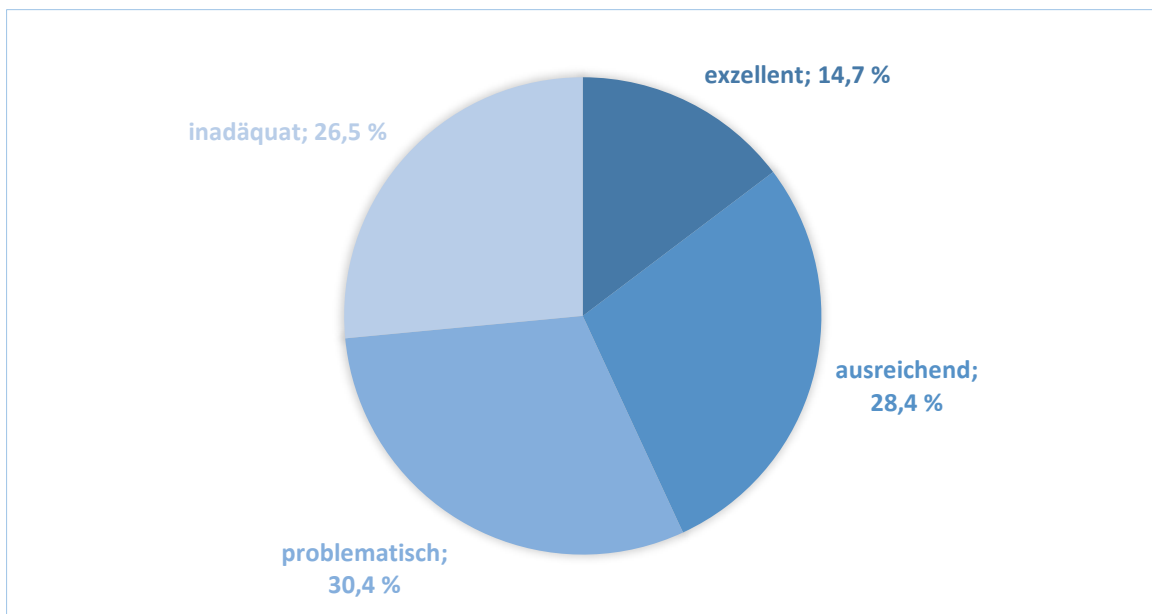


Abbildung 6: Gesundheitskompetenz in Deutschland (in Prozent) (eigene Darstellung nach Schaeffer et al., 2021 (55))

1.5 Körperliche Aktivität

Als nachweislich sinnvolle primäre und sekundäre Präventionsmaßnahme von kardiovaskulären Erkrankungen zeigt sich die regelmäßige Ausübung körperlicher Aktivität (58-65). Sie ist ein wichtiger Schutzfaktor zur Prävention und Behandlung von nicht-übertragbaren Erkrankungen (Engl. NCDs) (66, 67). Personen, die die Empfehlungen zur körperlichen Aktivität der WHO (siehe Abbildung 7) erfüllen, haben ein um 20–30 % geringeres Risiko für einen vorzeitigen Tod (68). Körperliche Aktivität bezeichnet eine durch die Skelettmuskulatur hervorgebrachte körperliche Bewegung, die Energie verbraucht (69). Körperliche Aktivität fördert die körperliche, psychische und soziale Gesundheit (70-72) und das in jedem Alter (73).

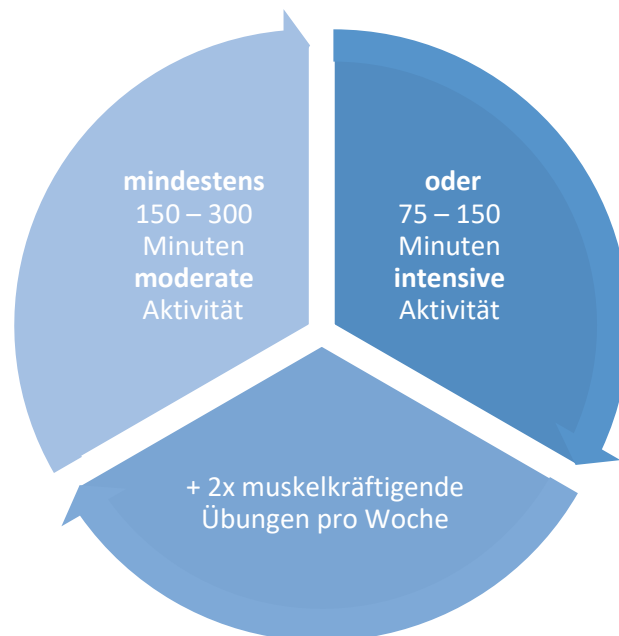


Abbildung 7: Bewegungsempfehlungen der Weltgesundheitsorganisation (WHO) für Erwachsene (eigene Darstellung nach WHO, 2020 (68))

Für die erwachsene Bevölkerung ab 18 Jahren spricht die WHO eine Empfehlung von mindestens 150 Minuten moderater körperlicher Aktivität oder 75 Minuten intensive körperliche Aktivität pro Woche aus. Eine moderate Intensität hat einen leichten Anstieg der Atemfrequenz zur Folge. Die Aktivität sollte in Einheiten mit einer Dauer von jeweils mindestens zehn Minuten durchgeführt werden. Zudem sollten muskelstärkende Aktivitäten unter Einbeziehung der großen Muskelgruppen (Bein-, Arm-, Rücken-, Bauch-, Brust- und Schultermuskulatur (74)) an zwei Tagen in der Woche durchgeführt werden (66, 68). Zur Muskelkräftigung zählen Gewichtsbelastungen, bei denen höhere Muskelspannungen erzeugt werden, die zu einer Kräftigung der Muskulatur führen (75).

Körperliche Aktivität fördert gemäß WHO (76) u. a. die folgenden gesundheitlichen Funktionen:

- **Kardiorespiratorische Gesundheit:** Vermeidung koronarer Herzkrankheit, kardiovaskulärer Krankheit, Schlaganfall sowie Bluthochdruck
- **Stoffwechselfundheit:** Vermeidung von Diabetes und Fettleibigkeit
- **Gesundheit des Bewegungsapparates:** Verbesserung der Knochengesundheit, Vermeidung von Osteoporose
- **Krebsvorsorge:** Reduzierung des Brust- sowie Dickdarmkrebsrisikos
- **Funktionelle Gesundheit und Sturzprävention**
- **Vermeidung von Depressionen**

Zwischen einer täglichen körperlichen Aktivität und dem gesundheitlichen Nutzen besteht ein Dosis-Wirkung-Zusammenhang (siehe Abbildung 8). Dieser Zusammenhang wird im Allgemeinen als kurvenförmig angesehen (75). Regelmäßige körperliche Betätigung führt in einem gewissen Umfang zur Reduktion der Sterblichkeit. Den größten Effekt erzielen hierbei zunächst inaktive Menschen, die mit wenigen Minuten körperlicher Aktivität pro Tag beginnen. Die Kurve des Dosis-Wirkung-Zusammenhangs flacht bei höherer Aktivitätsdauer ab. Nach 15 Minuten Bewegung pro Tag reduzieren alle weiteren 15 Minuten das Sterblichkeitsrisiko um etwa 4 %. Der Höhepunkt ist bei 100 Minuten täglicher Bewegung erreicht, danach ergibt sich kein zusätzlicher gesundheitlicher Nutzen (77).

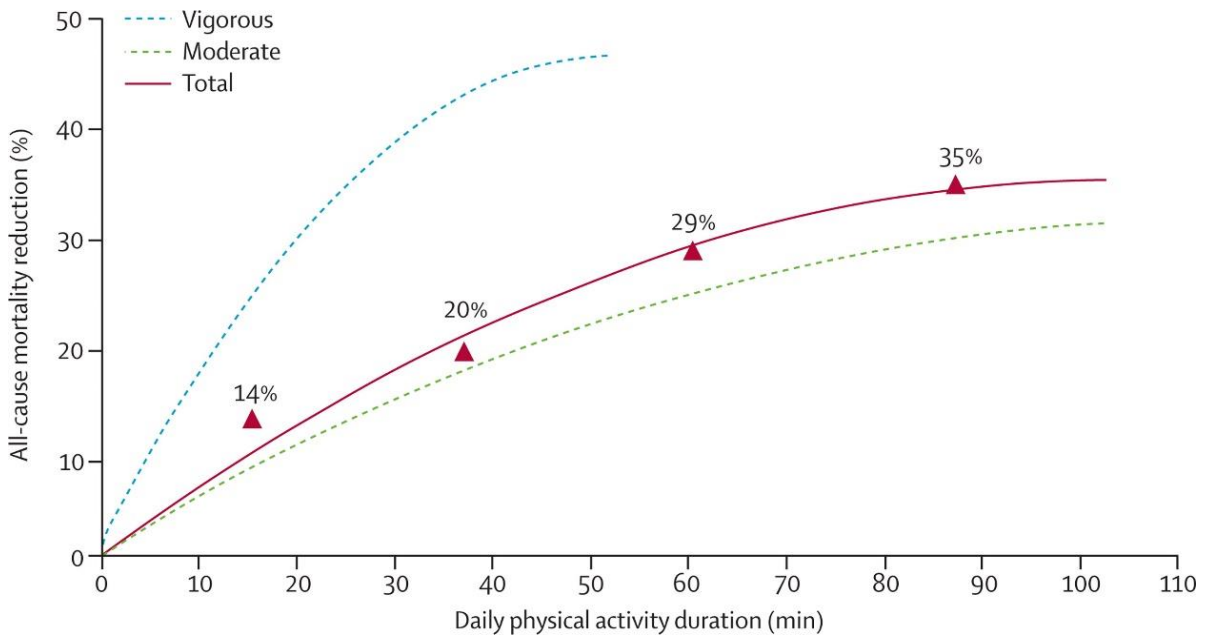


Abbildung 8: Zusammenhang zwischen der Dauer von täglicher körperlicher Aktivität und der Verringerung der Gesamtmortalität (Wen et al., 2011 (77))

Regelmäßige körperliche Aktivität ist jedoch auch eng an das Modell der bewegungsbezogenen Gesundheitskompetenzen (siehe Kapitel 1.4.3) geknüpft. Vorhandene Kompetenzen wie motorische Grundfertigkeiten und –fähigkeiten, Körperwahrnehmung, Effekt- und Handlungswissen, Selbstwirksamkeit und Motivation spielen für eine Gesundheitswirkung eine bedeutsame Rolle.

Im Jahr 2010 wurde Bewegungsmangel laut WHO (76) als der viertwichtigste Risikofaktor für Mortalität bezeichnet (siehe Abbildung 9) (78). 2018 zählte die Inaktivität bereits zu den drei führenden Risikofaktoren (72). Körperliche Inaktivität erhöht nachweislich das Risiko für eine Vielzahl gesundheitlicher Probleme. Inaktive Personen (< 3,75 MET-Stunden/Woche (Engl. Metabolic Equivalent of Task) (79)) haben in der Studie von Wen et al. (2011) (77) ein um 17 % erhöhtes Mortalitätsrisiko im Vergleich zu Personen in der Low-Volume-Gruppe (3,75–7,49 MET-Stunden/Woche). Ein überwiegend sitzendes Verhalten verstärkt die Entstehung von kardiovaskulären Erkrankungen (80). Präventive Maßnahmen, die zur Steigerung der körperlichen Aktivität der Menschen führen, sind daher von großer Bedeutung, da sie den Gesundheitszustand weltweit verbessern können (67). Globale Schätzungen zeigen, dass 1,4 Milliarden Erwachsene (27,5 % der erwachsenen Weltbevölkerung) nicht das empfohlene Maß an körperlicher Aktivität erreichen (81). Besonders ausgeprägt ist die Bewegungsarmut in reichen Ländern (66, 82).

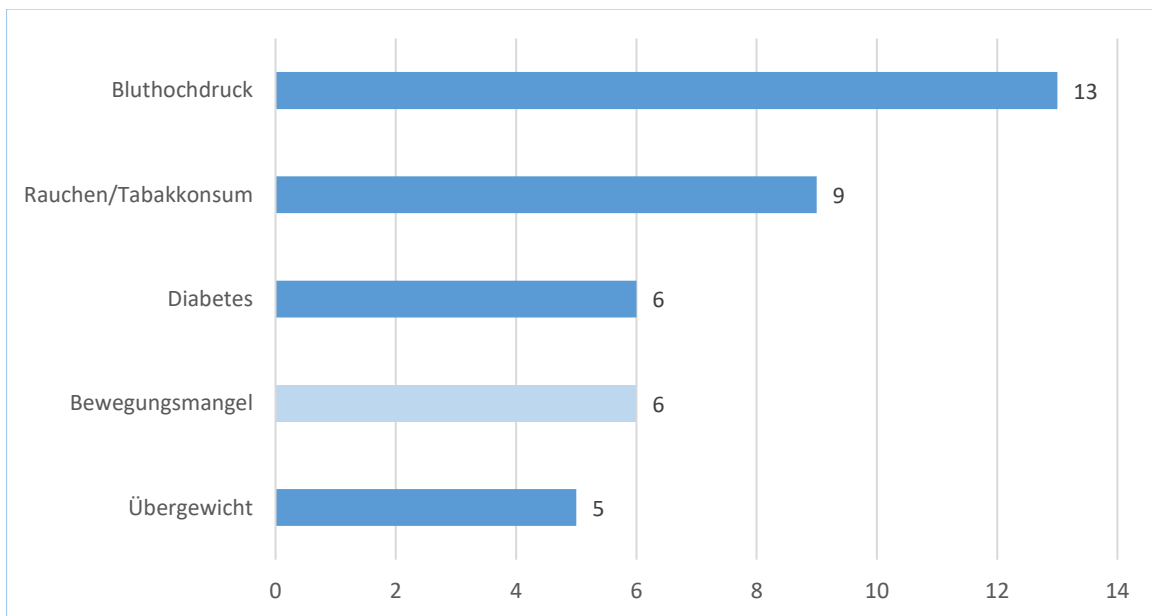


Abbildung 9: Todesfälle nach Risikofaktoren (global) in Prozent (modifizierte Darstellung nach WHO, 2010 (76))

1.6 Herz-Kreislauf-Erkrankungen

Kardiovaskuläre Erkrankungen sind die häufigste Todesursache weltweit (83-85). Fast 500 Millionen Menschen werden zwischen 2020 und 2030 Herz-Kreislauf-Erkrankungen, Fettleibigkeit, Diabetes oder andere NCDs entwickeln, die auf körperliche Inaktivität zurückzuführen sind. Insgesamt werden diese Erkrankungen jährlich 27 Milliarden US-Dollar kosten, sofern die Regierungen nicht dringend Maßnahmen ergreifen, um körperliche Aktivität zu fördern (66, 86, 87). Etwa 7–8 % aller Fälle von Herz-Kreislauf-Erkrankungen, Depressionen und Demenz sowie etwa 5 % der Fälle von Typ-2-Diabetes könnten durch einen aktiveren Lebensstil verhindert werden (66). Laut Perk et al. (2012) (88) können sogar drei Viertel aller Todesfälle, die durch Herz-Kreislauf-Erkrankungen entstehen, durch eine angemessene Lebensstiländerung abgewendet werden.

Mit Fokus auf die Gesundheitsförderung definierte die *American Heart Association* im Jahr 2010 ein neuartiges Konzept der kardiovaskulären Gesundheit mit insgesamt sieben Einflussfaktoren (89). Im Laufe der Jahre wurden diese Faktoren von einer Arbeitsgruppe überarbeitet und aktualisiert. Die Empfehlungen aus dem Jahr 2020 stellen einen aktualisierten und verbesserten Ansatz zur Messung sowie Überwachung von Herz-Kreislauf-Erkrankungen dar (90) (siehe Abbildung 10).



Abbildung 10: Life's Essential 8. Die acht wesentlichen Einflussfaktoren auf die kardiovaskuläre Gesundheit (Darstellung von Lloyd-Jones et al., 2022 (89))

Die acht aktualisierten bzw. neu erarbeiteten Einflussfaktoren, die als „Life’s Essential 8“ (Abbildung 10) bezeichnet werden, umfassen die Bausteine Ernährung, körperliche Aktivität, Nikotinbelastung, Schlafgesundheit, Body-Mass-Index (BMI), Blutfette, Blutzucker und Blutdruck.

Die Erfassung eines individuellen Risikoprofils stellt den ersten wichtigen Schritt in einer erfolgreichen Primärprävention dar (14), da diese Risikofaktoren ausschlaggebend für die Entwicklung von Herz-Kreislauf-Erkrankungen sind. Das kardiovaskuläre Kontinuum (siehe Abbildung 11) beschreibt einen Prozess, der durch mehrere kardiovaskuläre Risikofaktoren ausgelöst wird. Es zeigt den Ablauf von der Entwicklung einer Atherosklerose über akute kardiovaskuläre Krankheitsereignisse bis zum Endpunkt der Herzinsuffizienz im Endstadium. Studien belegen, dass frühzeitige Interventionen und Behandlungen von Risikofaktoren dazu führen, den Fortschritt des Prozesses zu hemmen (91). Umso bedeutender ist der Einsatz von Präventionsmaßnahmen, um das Risiko für kardiovaskuläre Ereignisse zu minimieren.

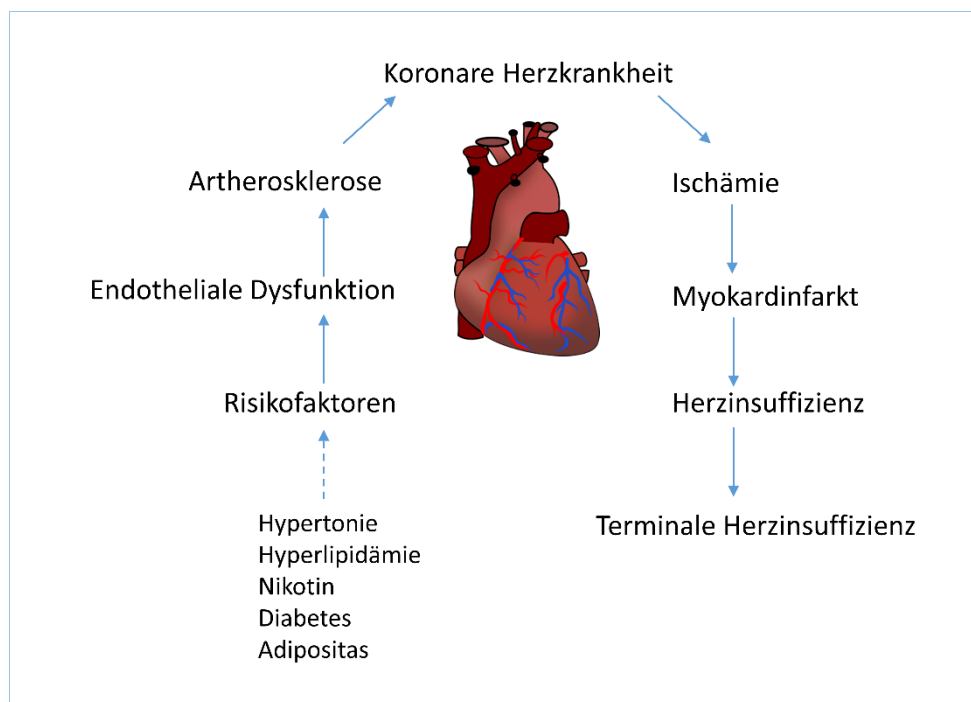


Abbildung 11: Kardiovaskuläres Kontinuum (eigene Darstellung nach Dzau et al., 2006 (14, 92))

Das *American College of Cardiology* und die *American Heart Association* haben unterschiedliche Ansätze zur Primärprävention von Herz-Kreislauf-Erkrankungen in insgesamt zehn Empfehlungen zusammengefasst (93):

1. Förderung eines gesunden Lebensstils während des gesamten Lebens

Herz- und Gefäßerkrankungen werden durch ungünstige Verhaltensweisen wie Rauchen, ungesunde Ernährung, erhöhter BMI und überwiegend sitzende Lebensweise begünstigt. Darüber hinaus müssen hohe Cholesterin-, Blutdruck- oder Zuckerwerte Beachtung finden. Ein gesunder Lebensstil kann die Risikofaktoren für Herzinfarkt, Atherosklerose, Schlaganfall, Herzinsuffizienz und Vorhofflimmern reduzieren.

2. Ein multidisziplinärer Ansatz für die Prävention

Neben medizinischen Risikofaktoren müssen auch Lebensumstände berücksichtigt werden, um erfolgsversprechende Präventionsmaßnahmen zu gestalten. Grund hierfür ist der Einfluss von sozialökonomischen Gegebenheiten auf die Herzgesundheit bei mehr als 70 % der Menschen. Ärzte müssen daher vorhandene Barrieren u. a. für Gesundheitsleistungen, eingeschränkte Gesundheitskompetenzen, finanzielle Lasten, die kulturelle Umgebung oder das Bildungsniveau bewerten und in Präventionsmaßnahmen einfließen lassen.

3. Eine regelmäßige Abschätzung des kardiovaskulären Risikos als Grundlage für die Primärprävention

Erwachsenen zwischen 40 und 75 Jahren wird empfohlen, sich in einem regelmäßigen Abstand von zehn Jahren einer Beurteilung ihres atherosklerotischen, kardiovaskulären Risikos zu unterziehen, um individuelle Handlungsempfehlungen zur Primärprävention zu erhalten. Bei jüngeren Erwachsenen im Alter von 20–39 Jahren ist es empfehlenswert, klassische Risikofaktoren alle vier bis sechs Jahre zu prüfen.

4. Herzgesund essen

Eine ausgewogene, pflanzenbasierte oder mediterrane Ernährung mit Produkten aus Vollkorn, Obst und Gemüse, Nüsse und Samen sowie fettarmen Lebensmitteln sollte überwiegen. Der Genuss von verarbeitetem, rotem Fleisch, Weißmehlprodukten, Salz und gesüßten Getränken soll weitestgehend eingeschränkt werden. Einfach und mehrfach ungesättigte Fettsäuren sollen bevorzugt konsumiert werden. Das Vermeiden von Transfettsäuren wird ausdrücklich empfohlen. Für stark übergewichtige Erwachsene empfiehlt sich zudem Gewichtsverlust um 5 bis 10 %. Dadurch kann auch das Risiko für Herz- und Gefäßkrankheiten minimiert werden.

5. Regelmäßige körperliche Aktivität

Die Aktivitätsempfehlungen für Erwachsene liegen bei mindestens 150 Minuten moderater bzw. 75 Minuten intensiver Anstrengung pro Woche.

6. Umsetzung von Lebensstiländerungen bei Typ-2-Diabetikern

Neben der Senkung des Blutzuckerspiegels ist bei Typ-2-Diabetikern auch eine Verbesserung der Ernährungsgewohnheiten und eine Steigerung der körperlichen Aktivität entscheidend, um das kardiovaskuläre Risiko zu senken. Parallel sollten eine Gewichtsregulation und eine Anpassung der Cholesterin- und Blutdruckwerte erfolgen.

7. Verzicht auf das Rauchen

Das Rauchverhalten sollte bei jedem Arztbesuch erfasst werden, da der Konsum von Tabak zu Herz- und Gefäßerkrankungen sowie letztendlich auch zum Tod führen kann.

8. Differenzierter Einsatz von Aspirin

Die Verwendung von Aspirin sollte unter genauer Prüfung des Einzelfalles bei der Primärprävention von kardiovaskulären Erkrankungen angewendet werden. Der Einsatz wird lediglich bei Erwachsenen mit höchstem Risiko für Herz-Kreislauf-Erkrankungen und niedrigem Blutungsrisiko empfohlen.

9. Einsatz von Statinen als First-Line-Behandlung

Zur primären Prävention von Herz- und Gefäßerkrankungen werden Statine regulär empfohlen. Der Einsatz erfolgt speziell bei 20–75-jährigen Erwachsenen mit erhöhten LDL-Cholesterinwerten (≥ 190 mg/dl), jedoch ohne Risikoberechnung, bei Menschen ab 75 Jahren mit Risikoberechnung, bei Typ-2-Diabetikern und bei Menschen mit hohem Herzinfarkt- oder Schlaganfallrisiko.

10. Lebensstiländerungen zur Vermeidung von Bluthochdruck

Lebensstiländerungen stellen neben blutdrucksenkenden Medikamenten die Grundlage des Blutdruckmanagements dar.

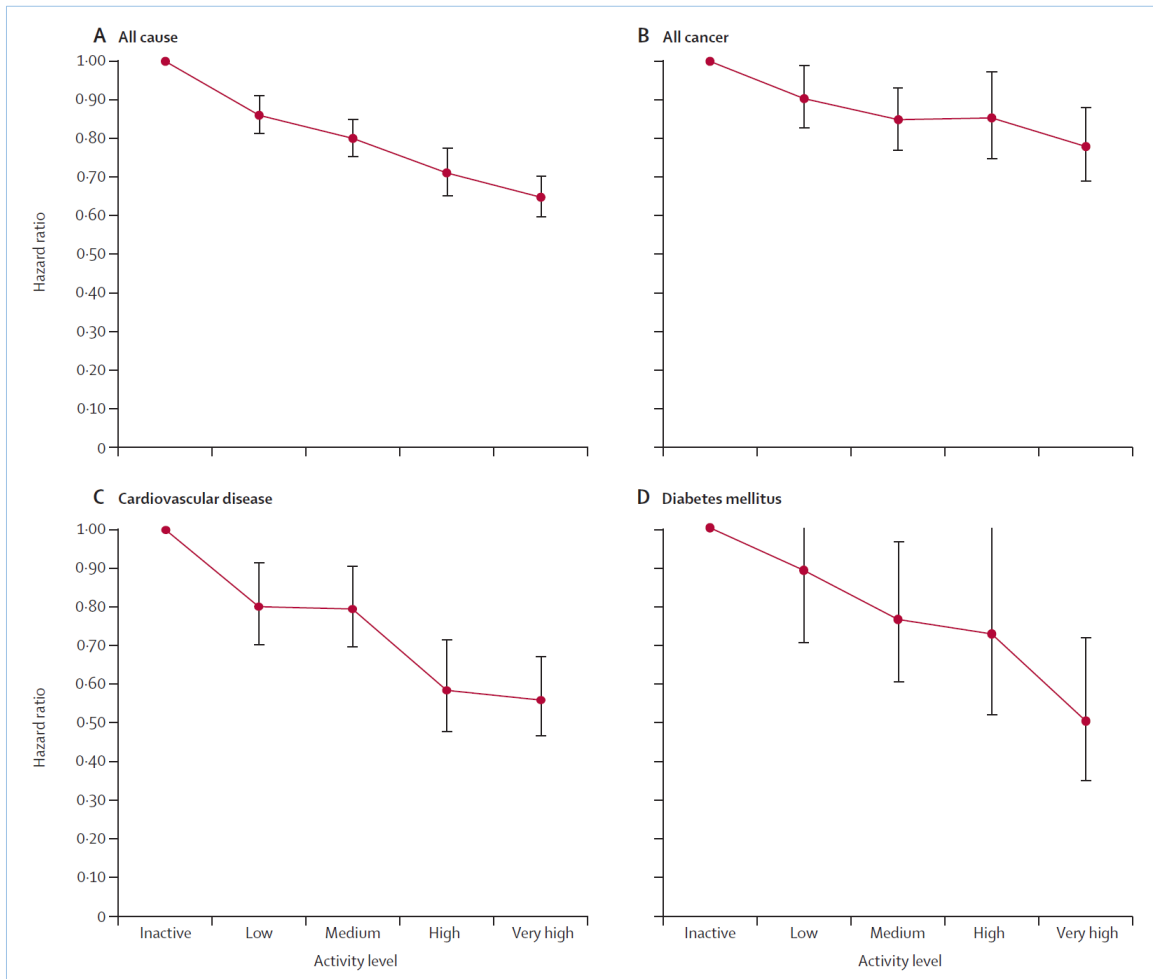


Abbildung 12: Zusammenhang zwischen dem körperlichen Aktivitätsvolumen und der Mortalitätsreduktion im Vergleich zu Personen in der inaktiven Gruppe. Balken zeigen 95 % Konfidenzintervall (Darstellung nach Wen et al., 2011 (77))

Abbildung 8 zeigte bereits den Zusammenhang zwischen regelmäßiger körperlicher Aktivität und der Reduzierung der Gesamtsterblichkeit. Dieser zeigt sich insbesondere auch bei Herz-Kreislauf-Erkrankungen. Diejenigen, die die Bewegungsempfehlungen erreichen, sich regelmäßig bei moderater Intensität bewegen und ein mittleres bis hohes Aktivitätslevel aufweisen, zeigen hinsichtlich Herz-Kreislauf-Erkrankungen ein geringeres Sterblichkeitsrisiko (siehe Abbildung 12).

Herz-Kreislauf-Erkrankungen stellen auch beim Wandern einen Risikofaktor dar. Der vorhandene Einfluss dieser Erkrankungen auf einen plötzlichen Herztod (PHT) am Berg wird im nachfolgenden Kapitel beschrieben.

1.7 Plötzlicher Herztod am Berg

Die Möglichkeiten, immer mehr Menschen, darunter auch ältere oder kranke Menschen, in große Höhen zu befördern, sind heutzutage fast unbegrenzt. In großen Höhen (> 3000 m (94, 95), siehe Abbildung 13) treten jedoch einige physiologische Reaktionen auf, die eine immense Herausforderung für den menschlichen Organismus darstellen. Physiologische Akklimatisierungsmechanismen führen daher zu einer erhöhten Arbeitsbelastung des Herz-Kreislauf-Systems (96, 97).

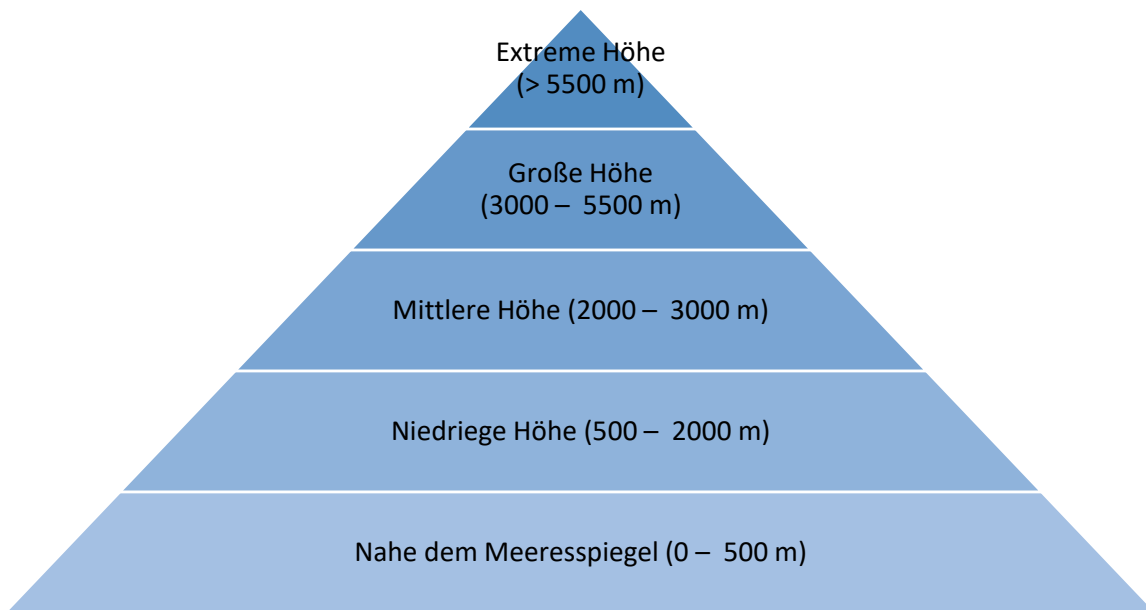


Abbildung 13: Einteilung der Höhenstufen (eigene Darstellung modifiziert nach Bärtsch et al., 2008 (94))

Bergwandern hat sich weltweit, aber auch insbesondere in den heimischen Bergen, zu einer der beliebtesten Sommersportarten entwickelt (98). Gebirgsregionen, wie die Alpen, ziehen jährlich Millionen von nationalen sowie internationalen Touristen und Sportlern an.

Die gesundheitlichen Vorteile von körperlicher Aktivität in der Freizeit sind durchaus bekannt (99, 100) und wurden bereits in vorherigen Kapiteln ausführlich erläutert. Dennoch bergen Aktivitäten im Freien auch ein inhärentes Verletzungs- und sogar Todesrisiko (101). Bergwandern ist mit einer jährlichen Todesrate von circa vier Todesfällen pro 100.000 Wanderer verbunden. Etwa 50 % der Menschen erleiden einen PHT (98, 102). Dieser ist die Hauptursache für nicht-traumatische Todesfälle beim Wandern (103). Risikofaktoren für einen PHT am Berg sind ein erhöhtes Risiko für Herz-Kreis-

lauf-Erkrankungen sowie insbesondere ein vorangegangener Myokardinfarkt. Besonders erschreckend ist die Tatsache, dass ein circa zehnfach erhöhtes Risiko für einen PHT bei bereits erlittenem Herzinfarkt vorliegt (98, 101).

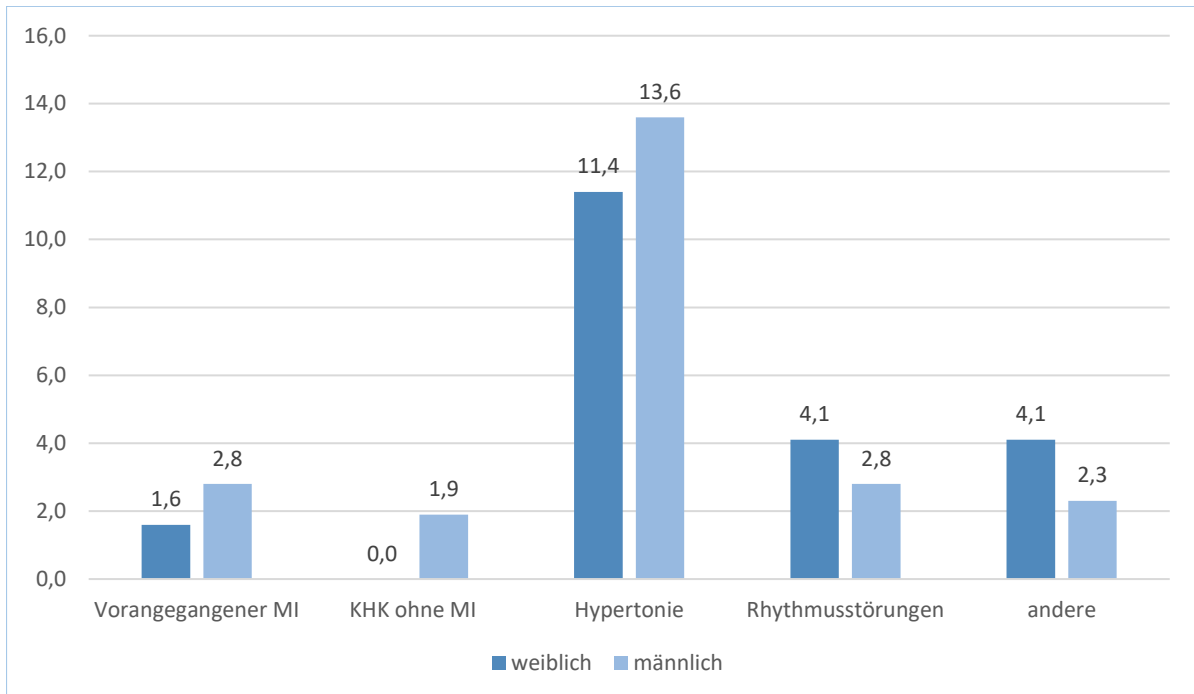


Abbildung 14: Geschlechtsspezifische Verteilung von bekannten Herz-Kreislauf-Erkrankungen bei Bergwanderern über 40 Jahre. MI, Myokardinfarkt; KHK ohne MI, Koronare Herzkrankheit ohne Myokardinfarkt (modifizierte Darstellung nach Burtcher et al., 2005 (104))

Von besonderer Bedeutung ist deshalb die Sensibilisierung für die Prävention eines PHTs. Neben einer Identifizierung von Personen mit Risikofaktoren (u. a. Hypertonie, Hypercholesterinämie oder Diabetes) und einer evidenzbasierten Therapie behandelbarer Risikofaktoren ist vor allem auch eine angemessene sowie individuelle Tourenvorbereitung durch regelmäßige körperliche Aktivität, d. h. ein Training, wichtig. Neben dem Ausdauersport zählen auch Kräftigungs- und Mobilitätsübungen zur optimalen Trainingsvorbereitung. Durch diese Maßnahmen kann ein PHT verhindert werden. Zudem werden die gesundheitlichen Vorteile vom Wandern verstärkt (105-107). Eine geringe Fitness kann bei zunehmender Höhe und erhöhter Belastungsintensität zu einer deutlicheren Belastungsreaktion führen. Hierbei steigt die Wahrscheinlichkeit von kardiopulmonalen Ereignissen. Im Gegensatz dazu ist ein höheres Fitnesslevel, das durch regelmäßiges Training erarbeitet wurde, mit geringeren Belastungsreaktionen und dadurch mit einer gesteigerten Toleranz gegenüber der Belastung gleichzusetzen (104).

Der Auslöser eines PHTs scheint oftmals die ungewohnte körperliche Belastung an den ersten Tagen des Bergaufenthaltes zu sein. Etwa 50 % aller Herztodesfälle ereignen sich am ersten Urlaubstag (98, 101, 108). Zusätzlich stellen die physischen und psychischen Belastungen beim Wandern eine ungewohnte Anstrengung für den Körper dar. Eine Dehydrierung oder Entleerung von Glykogenspeichern können zusätzliche Auslöser für plötzliche Herz-Kreislauf-Ereignisse darstellen. Diese Art von Belastungen werden durch gezielte Präventionsmaßnahmen vermieden. Geeignete Schritte sind eine sportmedizinische Vorsorgeuntersuchung, die Behandlung von Risikofaktoren, eine spezifische Trainingsvorbereitung und ein angemessenes Verhalten durch eine an das Leistungsniveau angepasste Anstrengung sowie bei Bedarf regelmäßige Pausen beim Wandern (101, 103, 106).

In den letzten Jahren hat sich gezeigt, dass die Zahl der Todesfälle aufgrund von Herz-Kreislauf-Erkrankungen bei Aktivitäten, die von älteren Menschen bevorzugt werden, wie beispielsweise Wandern, höher war als bei Jüngeren, da auch das Risiko eines PHTs mit zunehmendem Alter steigt (107, 109). Die Hauptrisikogruppe eines PHTs stellen Männer über 34 Jahre dar, bei denen bestimmte unabhängige Risikofaktoren beim Wandern absehbar sind (107, 108). Burtcher et al. (2005) (104) haben gezeigt, dass Frauen über 40 Jahre beim Wandern seltener von den bekannten Herzkreislauf-Erkrankungen betroffen sind als Männer (siehe Abbildung 14). Hypertonie stellt sowohl bei Männern als auch bei Frauen die mit Abstand am häufigsten aufgetretene Herz-Kreislauf-Erkrankung dar.

Beim Wandern wird die Muskulatur überwiegend dynamisch-konzentrisch aktiviert, die Energiebereitstellung erfolgt hauptsächlich aerob. Damit einhergehend ist ein relativ hoher Sauerstoffbedarf mit hohen Herzminutenvolumina, wohingegen nur ein moderater Anstieg des Doppelprodukts (Herzfrequenz (HF) x systolischer Blutdruck) zu verzeichnen ist (siehe Abbildung 15). Es wird deutlich, dass eine vorhandene Hypertonie bei Sportarten wie Skifahren bedeutsamer ist als beim Skilanglaufen oder Wandern (110). Bereits vor über 30 Jahren wurde ersichtlich, dass das Doppelprodukt direkt mit dem myokardialen Sauerstoffverbrauch, der ST-Senkung sowie dem kardiovaskulären Risiko korreliert (111). Diesen Effekt können Studien später anhand weiterer Untersuchungen nachweisen (112, 113), jedoch gibt es bisher keine genaueren Aussagen über die klinische Bedeutung. Aufgrund der Bedeutsamkeit von Blutdruck und HF hinsichtlich Morbidität und Mortalität (114, 115) könnte das Doppelprodukt dennoch zu einem der entscheidenden Prädiktoren für die Definition des kardiovaskulären Risikos werden (116). Whitman et al. (2021) (117) zeigen, dass das Doppelprodukt einen besseren prognostischen Marker darstellt als die maximale HF oder die Erholung der HF.

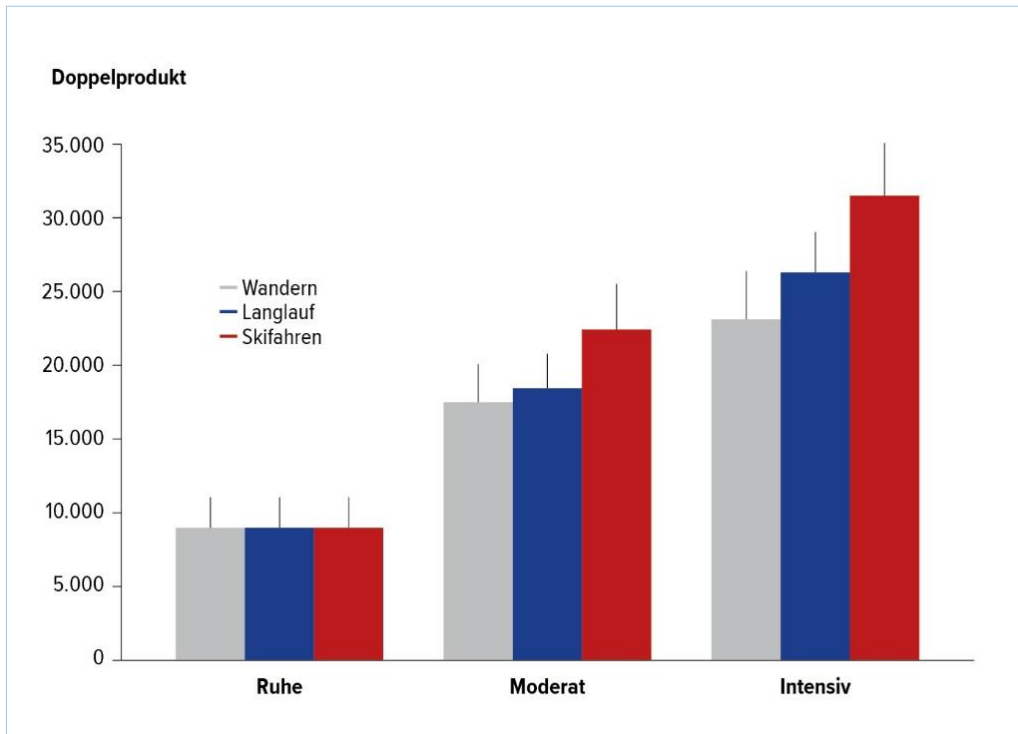


Abbildung 15: Doppelprodukt (Herzfrequenz x systolischer Blutdruck) als Maß für den myokardialen Sauerstoffbedarf in Ruhe, bei moderater sowie intensiver Belastung beim Wandern, Langlaufen und Skifahren (Darstellung nach Burtscher et al., 2005 (104) und Burtscher, 2013 (110))

1.8 Training

Training beschreibt im Allgemeinen eine geplante sowie systematische Umsetzung von Maßnahmen zum langfristigen Erreichen von Zielen innerhalb des Trainings. Dies beinhaltet sowohl Trainingsinhalte als auch Trainingsmethoden (118). Es gibt fünf wesentliche Bestandteile des Begriffs „Training“ (119):

- Planmäßigkeit
- Systematik
- Trainingsziele
- Trainingsinhalte
- Trainingsmethoden

Der Begriff der Planmäßigkeit beschreibt eine Festlegung der Trainingsziele, -methoden, -inhalte sowie den Aufbau einer Trainingseinheit. Die Planung wird stetig überprüft und bei Bedarf angepasst. Das Training bildet ein System, das möglichst langfristige Anpassungserscheinungen erzielt (Systematik). Die Trainingsziele dienen einer zielgerichteten, fokussierten Arbeit innerhalb des Trainings und geben damit auch die Trainingsinhalte vor.

Die Trainingsmethoden dienen zur Umsetzung der Inhalte auf dem Weg zum Erreichen der Ziele. Die Bereiche des Trainings sind vielfältig und in Abbildung 16 dargestellt.

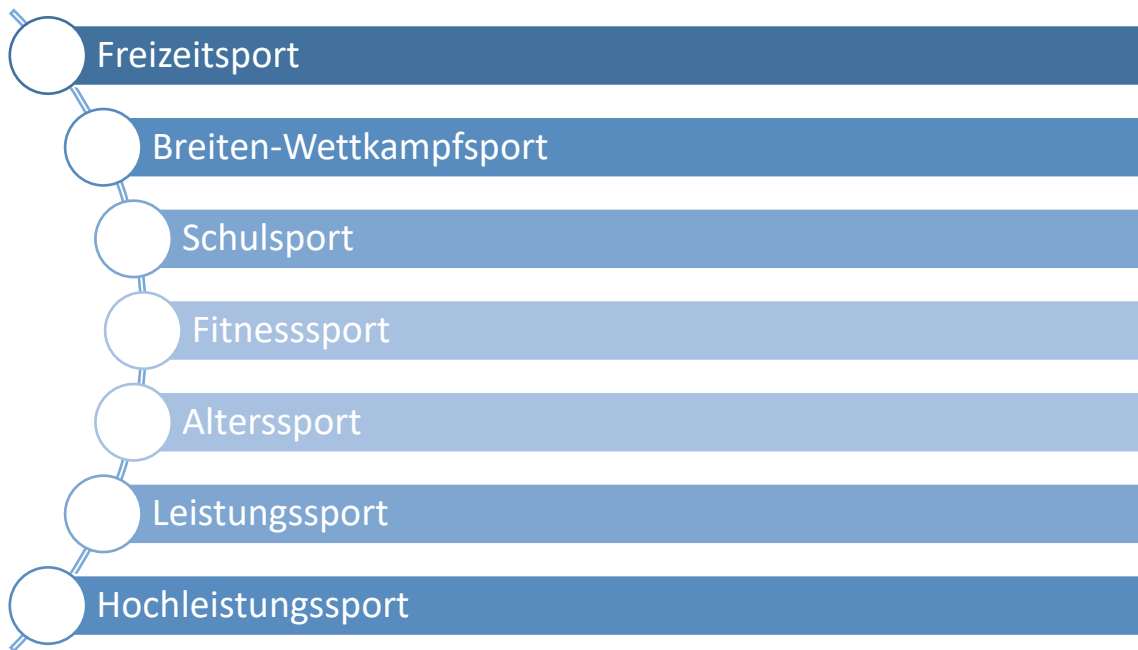


Abbildung 16: Die unterschiedlichen Bereiche von Training (eigene Darstellung nach Friedrich, 2022 (119))

Der Begriff der Trainingssteuerung beschreibt eine systematische Beeinflussung des Trainingsprozesses durch eine organisierte Abstimmung dieser Prozesse (120). Der Zyklus der Trainingssteuerung besteht aus insgesamt vier Elementen (siehe Abbildung 17), die sich in einem Kreislauf befinden und allesamt aufeinander aufbauen (118).

Die Komponenten der Trainingssteuerung definieren sich wie folgt:

- **Trainingsplanung:** Bestimmung des Soll-Wertes inklusive Zielsetzung
- **Trainingsdurchführung:** Erreichung des individuellen Trainingsziels
- **Trainingskontrolle:** Überprüfung des Ist-Wertes
- **Trainingsauswertung:** Soll-Ist-Vergleich



Abbildung 17: Komponenten der Trainingssteuerung (modifizierte Darstellung nach Hohmann et al., 2020 (118))

Die Vorteile körperlicher Bewegung in Bezug auf die Prävention von Herz-Kreislauf-Erkrankungen wurden bereits ausführlich erläutert. Die Vorteile einer gezielten Trainingssteuerung sind ebenso vielfältig. Neben der Sicherstellung eines adäquaten Trainingsreizes zur Steigerung der Leistungsfähigkeit spielen auch der Erhalt der Leistungsfähigkeit bzw. des Gesundheitszustands sowie eine Wiederherstellung im Sinne der Rehabilitation eine wichtige Rolle (119).

1.8.1 Objektive Trainingssteuerung

Die Möglichkeiten der Trainingssteuerung lassen sich in zwei Kategorien einteilen: die objektive und subjektive Steuerung. Im Folgenden werden beide Varianten der Steuerungsmöglichkeiten näher betrachtet.

Objektive Belastungskenngrößen zur Trainingssteuerung sind beispielsweise die Herzfrequenz oder die Sauerstoffaufnahme. Die Messung dieser Parameter erfolgt über objektive Messinstrumente wie Herzfrequenzsensoren oder Spiroergometrien und wird als Leistungsdiagnostik bezeichnet. Die Diagnoseinstrumente der Leistungsdiagnostik liefern wichtige Informationen über den aktuellen Leistungszustand und beeinflussen damit das Training und dessen Steuerung. Durch die Diagnostik kann die Belastung im Training mittels sportmethodischer Belastungskomponenten angepasst und geplant werden (121).

Ein Training lässt sich durch folgende objektiv bestimmbare Belastungskomponenten steuern (119, 122):

- Belastungsintensität
- Belastungsdauer
- Belastungsdichte
- Belastungsumfang
- Bewegungsausführung

Die Intensität beschreibt den Anstrengungsgrad einer Trainingseinheit (leicht, moderat, intensiv). Die Dauer einer Belastung stellt den zeitlichen Aufwand einer Übung innerhalb der Trainingseinheit dar. Das Zusammenspiel von Belastung und Erholung während einer Einheit wird als Dichte bezeichnet und inkludiert somit auch die Pausenzeiten. Der Begriff des Umfangs beschreibt den Gesamtumfang einer Belastung in Minuten oder Stunden. Die Bewegungsausführung gibt Hinweise auf die Qualität der Ausführung und beinhaltet u. a. auch das Schrittempo oder die Frequenz.

Regelmäßige körperliche Aktivität zur Prävention kardiovaskulärer Erkrankungen wird ausdrücklich empfohlen (64, 123-127). Die Literatur zeigt, dass hierbei eine gezielte Trainingssteuerung mittels Belastungskomponenten empfohlen wird und hilfreich ist.

1.8.2 Subjektive Trainingssteuerung

Neben der bereits erwähnten objektiven Steuerung gibt es zusätzlich auch die Möglichkeit einer subjektiven Regulierung der Belastung. Sie ist von großer Bedeutung, um die persönliche Leistung im richtigen Belastungsbereich zu optimieren und eine Überlastung, oder sogar ein Übertraining, zu vermeiden (128, 129). Eine subjektive Beschreibung der Intensität kann sowohl positive als auch negative Trainingsergebnisse widerspiegeln (130). Eine derartige Steuerung ist als Ergänzung zur objektiven Steuerung und nicht als Ersatz anzusehen. Die subjektiven Belastungsmerkmale, zu denen auch Atmung, Schweiß oder Hautfarbe (Rötung der Haut) gehören, werden im Sport sehr häufig mittels subjektiver Belastungsskalen gemessen (131-133). Bei der Messung der subjektiv bewerteten Anstrengung werden psychische sowie physische Komponenten in einer subjektiven Selbsteinschätzung zusammengefasst (134-137). Es existiert eine Vielzahl an unterschiedlichen Skalen (138-140), die sowohl aus mehreren Items als auch aus einem Item wie der Borg Skala (siehe Tabelle 5) (137, 141), bestehen können. Frühere Ergebnisse zeigen die Nützlichkeit der Borg 6–20 Skala als Instrument zur Beschreibung und Überwachung der Trainingsintensität von jungen bis älteren Personen (134, 142-144). Darüber hinaus haben mehrere Studien einen klaren Nutzen bei der Verwendung der Borg Skala zur Kontrolle der Trainingsintensität sowohl für Männer als auch für Frauen gezeigt (145-147). Die

Borg Skala stellt eine weit verbreitete und valide Methode zur Messung des subjektiven Belastungsempfindens dar (148, 149).

Löllgen und Bachl (2016) (64) zeigen eine Übersicht allgemeiner Trainingsempfehlungen, die zur Prävention kardiovaskulärer Erkrankungen dient (siehe Tabelle 5). Hierbei werden neben den objektiv beschriebenen Steuerungselementen auch subjektive Trainingsbereiche aufgezeigt bzw. miteinander kombiniert. Als objektive Steuerungsgröße wird die Herzfrequenzreserve verwendet (150). Die subjektive Einschätzung der Belastung mittels Borg Skala dient als Ergänzung zur objektiven Steuerung einer Ausdauertrainingseinheit im moderaten und intensiven Bereich.

Tabelle 2: Allgemeine Trainingsempfehlungen zur Prävention von Erkrankungen wie beispielsweise kardiovaskulärer Erkrankungen (modifizierte Darstellung nach Löllgen & Bachl, 2016 (64))

Belastungskomponente	Inhalt
Häufigkeit	<ul style="list-style-type: none"> Moderate aerobe Aktivität (Ausdauer) 150 Minuten pro Woche 3–5 Tage pro Woche
	<ul style="list-style-type: none"> Intensive aerobe Ausdauerbelastung 75 Minuten pro Woche 3 Tage pro Woche
Intensität	<ul style="list-style-type: none"> Moderat: 45–65 % der Herzfrequenzreserve^a Borg: 11–13
	<ul style="list-style-type: none"> Intensiv: 65–85 % der Herzfrequenzreserve^a Borg: 13–16
Dauer	<ul style="list-style-type: none"> Moderat: 30 Minuten oder mehr
	<ul style="list-style-type: none"> Intensiv: 20 Minuten oder mehr
Art	<ul style="list-style-type: none"> Ausdauer: Walken, Joggen, Wandern, Radfahren, Schwimmen etc.
	<ul style="list-style-type: none"> Kraft: 2x pro Woche Intensität: 30 % der Maximalkraft Umfang: 6–8 Übungen 10–15 Wiederholungen

^a Formel zur Berechnung der Herzfrequenzreserve in Löllgen & Bachl, 2016 (64)

1.9 Der Gesundheitstourismus

Die Gesundheit wird häufig als das höchste Gut des Menschen beschrieben (151, 152). Auch im Urlaub und auf Reisen wird sie den Menschen immer wichtiger. Der Markt für Wellness- und Gesundheitsangebote hat sich in den letzten Jahren deutlich vergrößert (152). Als Gesundheitstourismus werden unterschiedliche touristische Reisen mit dem Ziel der Gesundheitsförderung bzw. -vorsorge bezeichnet (153, 154). Der gesundheitstouristische Markt kann in fünf Bereiche gegliedert werden (siehe Abbildung 18).

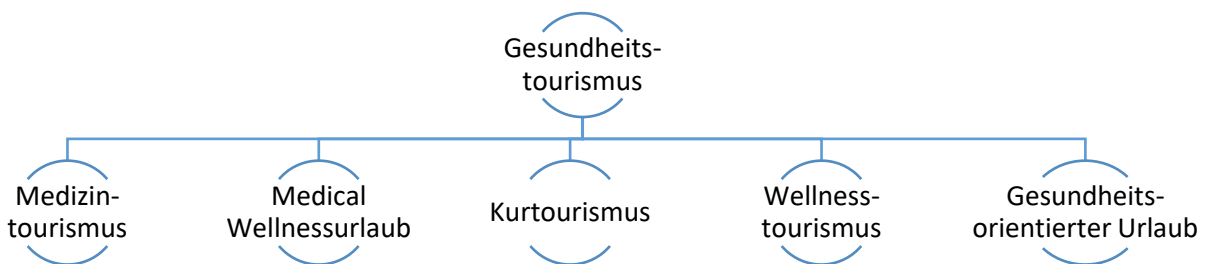


Abbildung 18: Gliederung des gesundheitstouristischen Marktes (eigene Darstellung nach Böhm, 2012 (155))

Der Medizintourismus bezeichnet eine gezielte Reise zur Inanspruchnahme medizinischer Behandlungen im Ausland. Der Medical Wellnessurlaub beschreibt eine Kombination aus medizinischen Anwendungen und Wellnessbehandlungen. Hierbei können sich sowohl gesunde als auch kranke Menschen von medizinischem Personal behandeln lassen. Das Motiv hinter dieser Art von Urlaubsreise ist überwiegend ein primärer Präventionsgedanke. Im Gegenteil dazu fokussiert sich der Kurtourismus auf Kranke, die eine Heilung durch sekundäre oder tertiäre Präventionsmaßnahmen über eine längere Aufenthaltsdauer erzielen möchten (siehe Tabelle 1). Zum Wellness-tourismus gehören Urlaube, die jegliche Art von Wellnessangeboten einschließen. Hierbei steht in erster Linie die Entspannung während des Aufenthaltes im Vordergrund. Im gesundheitsorientierten Urlaub finden sich insbesondere gesundheitsförderliche Aspekte wie Bewegung, Ernährung und Entspannung wieder. Das Hauptmotiv dieser Art von Urlaubsreise ist jedoch nicht nur die Gesunderhaltung, sondern auch eine Kombination aus Erholung und Entspannung (156-159).

Es gibt insgesamt vier große Faktoren (siehe Abbildung 19), die die aktuelle und zukünftige Nachfrage nach gesundheitstouristischen Leistungen beeinflussen.

Theoretischer Hintergrund



Abbildung 19: Treiber für die Marktentwicklung im Gesundheitstourismus (eigene Darstellung nach PROJECT M & KECK MEDICAL, 2011 (160))

Der demografische Wandel und die damit steigende Anzahl älterer Menschen prägen den Gesundheitstourismus durch sich verändernde Interessen und Bedürfnisse der älteren Generation. Dieser Wandel bietet sowohl Chancen als auch Herausforderungen. Die Schwierigkeit besteht insbesondere darin, zielgruppenspezifische Angebote zu entwickeln. Doch neben der älteren Generation profitieren auch die Jüngeren von gesundheitstouristischen Angeboten. Das steigende Gesundheitsbewusstsein bringt über alle Altersklassen hinweg auch einen Wandel der Lebensstile mit sich. Die Menschen beschäftigen sich mehr mit der eigenen Gesundheit und betrachten sie als Säule eines bewussten Lebensstils. Sie möchten dadurch auch im Urlaub von gesundheitsförderlichen Angeboten profitieren. Durch ein sich veränderndes Gesundheitssystem verlieren Kuraufenthalte und Heilbäder, wie in Abbildung 18 beschrieben, an Attraktivität. In den Fokus rücken Selbstzahler, die innovative sowie individuelle Gesundheitsangebote in Anspruch nehmen möchten. Auf Anbieterseite gibt es einen großen Innovationsfortschritt im Bereich des Gesundheitsmarktes, der auch den Tourismus beeinflusst. Die Herausforderung besteht darin, Medizin, digitale Technologien und den Gesundheitstourismus optimal miteinander zu verbinden (160-162).

2 Zielstellungen der Arbeit

Das primäre Ziel dieser Arbeit ist die Entwicklung und Validierung eines standardisierten, submaximalen 1 km Cardio-Trekking-Tests (CTT) für die beiden Projekt-Partnerregionen Aschau im Chiemgau (i.Ch.) (Deutschland) und Werfenweng (Österreich). Dieser soll zur Erfassung der individuellen, körperlichen Ausdauerleistungsfähigkeit mittels $\dot{V}O_{2max}$ beim Wandern bergauf genutzt werden, um einerseits das Bewusstsein für die eigene körperliche Leistungsfähigkeit zu schärfen und andererseits die bewegungsbezogene Gesundheitskompetenz der Menschen zu steigern. Ausgehend von einem maximalen Ausbelastungstest auf dem Laufband im Labor soll diese Testmethode auf einen submaximalen Test ins Feld übertragen werden.

Das sekundäre Ziel dieser Arbeit ist eine Untersuchung der individuellen, subjektiven Belastungssteuerung des 1 km CTTs – einerseits zur optimalen Prävention von kardiovaskulären Erkrankungen, andererseits zum Erhalt und der Förderung der Gesundheit im Bereich Gesundheitssport (Freizeitsport) sowie zur Steigerung der bewegungsbezogenen Gesundheitskompetenz. Im Rahmen dieser Arbeit wird der Fokus nicht auf ein spezielles Training für (Leistungs-)Sportler gerichtet, sondern vielmehr auf eine zielgerichtete, regelmäßige körperliche Aktivität der Menschen im Bereich des Gesundheits- und Präventionssports. Im Fokus der Trainingsplanung steht hierbei die Gesundheit des Individuums bzw. insbesondere deren Aufrechterhaltung.

Ein weiteres Ziel dieses Dissertationsprojektes ist der Transfer der wissenschaftlichen Ergebnisse in die Praxis. Dabei soll insbesondere die bewegungsbezogene Gesundheitskompetenz bei unterschiedlichen Zielgruppen durch das Aufzeigen verschiedener Vermittlungsansätze gesteigert und dadurch die aktuelle Situation (siehe Kapitel 1.4.3) verbessert werden. Durch die Notwendigkeit von Interventionsentwicklungen zur Stärkung der Gesundheitskompetenz, steht die Erschaffung neuer und anderer Informations- und Vermittlungsstrategien im Mittelpunkt. Die sich hieraus ergebenden Implikationen für die Praxis basieren auf den wissenschaftlichen Ergebnissen dieser Arbeit. Ziel ist es, dass es den Menschen gelingt, die im Rahmen des 1 km CTTs bereitgestellten gesundheitsbezogenen Informationen zu nutzen, zu verstehen, zu bewerten und im Anschluss zu entscheiden, welche Schlussfolgerungen für die persönliche und langfristige Gesundheit daraus gezogen werden können (siehe Tabelle 3). Hierzu zählt auch eine kritische Auseinandersetzung mit den vorhandenen Gesundheitsinformationen (siehe Kapitel 1.4.2). Die Dissemination der wissenschaftlichen Projektergebnisse in die sport-spezifische Praxis spielt eine bedeutsame Rolle. Der Transfer der Wissenschaft ist von hoher Bedeutung, um der Allgemeinbevölkerung den Zugang zu präventionsrelevanten Maßnahmen zu erleichtern.

Tabelle 3: Informationsverarbeitungsprozess für beteiligte Akteure im Rahmen dieses Projektes (eigene Darstellung)

Informationsverarbeitungsprozess	Bedeutung
Finden	Vorhandene 1 km CTT-Strecken in der näheren Umgebung selbstständig finden
Verstehen	Anforderungen und korrekte Durchführung des 1 km CTTs verstehen
Beurteilen	Individuelles Ergebnis bzw. Auswertung des 1 km CTTs in Bezug auf die eigene Gesundheit beurteilen
Anwenden	Handlungs- und Trainingsempfehlungen zur Gesundheitsförderung im Alltag nachhaltig anwenden

3 Material und Methoden

Alle Methoden wurden in der Arbeit von Mayr et al. (2022) (163) veröffentlicht.

3.1 Studiendesign

Bei dem Projekt *Connect2Move* handelt es sich um ein multizentrisches, exploratives Studiendesign.

Das internationale Projektteam besteht aus den folgenden Partnern:

- Technische Universität München, Fakultät für Sport- und Gesundheitswissenschaften, Lehrstuhl für Präventive Pädiatrie, Deutschland (Lead Partner)
- Kardiologie der Klinik St. Irmingard Prien am Chiemsee (a.Ch.), Deutschland
- Ludwig Boltzmann Gesellschaft GmbH, Österreich
- Gemeinde Aschau i.Ch., Deutschland
- Alpine Pearls, Werfenweng, Österreich
- Salzburg Research Forschungsgesellschaft mbH, Österreich

3.2 Studienpopulation

Im Folgenden werden die Kriterien sowie Maßnahmen zum Studieneinschluss der Teilnehmer beschrieben.

3.2.1 Einschluss- und Ausschlusskriterien

Die Einschlusskriterien der klinischen Studie lauten wie folgt (163):

- Alter ≥ 45 Jahre
- Männer und Frauen
- Unterschriebene Einverständniserklärung (siehe Kapitel 10.3)
- Keine relevanten Pathologien im Rahmen der Voruntersuchung

Die Ausschlusskriterien der klinischen Studie lauten (163):

- Akute und chronische Herz-Kreislauf-Erkrankungen, außer arterielle Hypertonie (systolischer Blutdruck ≥ 140 mmHg und diastolischer Blutdruck ≥ 90 mmHg in unbehandelten und medikamentös behandelten Teilnehmern) und geringgradige Klappeninsuffizienzen
- Akute und chronische Lungenerkrankungen
- Leber- und Nierenerkrankungen
- Diabetes mellitus

- Alkohol- (> 30g/Tag) oder Drogenmissbrauch
- Adipositas ab Grad 2 (Body Mass Index > 35 kg/m²)
- Orthopädische Erkrankungen mit Einschränkung der körperlichen Leistungsfähigkeit
- Bestehende Schwangerschaft

3.2.2 Rekrutierungsmaßnahmen

Die Rekrutierung der Teilnehmer erfolgt über die verschiedenen Informationskanäle der beteiligten Institute, u. a. Webseiten und Newsletter. Zudem werden ortsansässige Sportvereine und -verbände kontaktiert sowie Informationsflyer für Deutschland (siehe Abbildung 20) erstellt. Die weitere Rekrutierung erfolgt über Mundpropaganda (163) und persönliche Kontakte. Nach der Zusage erhalten die Teilnehmer auf deutscher Seite vorab eine Checkliste mit den wichtigsten Informationen per E-Mail (siehe Kapitel 10.6).



Technische Universität München
Fakultät für Sport- & Gesundheitswissenschaften
Lehrstuhl für Präventive Pädiatrie
Georg-Brauchle-Ring 60/62
80992 München
www.sg.tum.de/praeventive-paediatric
Tel: +49.89.289.24571 (Sekretariat)

Medizinische Leitung:
Prof. Dr. med. Renate Oberhoffer-Fritz

Studienleitung:
Dr. Birgit Böhm

Ansprechpartner:
Dr. Birgit Böhm
Mail: birgit.boehm@tum.de
Tel: +49.176.25290950

Laura Eisenberger, M.Sc.
Mail: laura.eisenberger@tum.de
Tel: +49.176.75922426

Projektpartner Deutschland:



Tourist Information Aschau i. Ch.
Kampfenwandstr. 38
83229 Aschau im Chiemgau
www.aschau.de



Klinik St. Irmingard, Abteilung Kardiologie
Dr. med. Andrea Menzl
Ostermacher Str. 103
83209 Prien am Chiemsee
www.st-irmingard.de



Diese Studie ist ein von Interreg finanziertes Projekt und wird grenzüberschreitend zwischen Deutschland und Österreich durchgeführt.

Projektpartner Österreich:



Ludwig Boltzmann Gesellschaft
www.lbg.ac.at & www.salk.at/sportmedizin



salzburgresearch
www.salzburgresearch.at



Alpine pearls
Natürlich sanfter Urlaub
www.alpine-pearls.com



Connect2Move:
Wandern fürs Herz



Tourismus neu gedacht:
nachhaltig, generationsübergreifend,
gesundheitsorientiert.



Projektbeschreibung

Hintergrund

Das Wandern bietet neben einem abwechslungsreichen Naturerlebnis auch viele weitere Vorteile. Regelmäßige körperliche Bewegung stärkt das Herz-Kreislaufsystem und hält vor allem das Herz fit und gesund. Wandern hat daher diverse nachweisbare Trainingseffekte, die das Wohlbefinden langfristig unterstützen.

Was ist das Ziel von Connect2Move?

Ziel dieser Studie ist die Inwertsetzung von natürlichen und evidenzbasierten Cardio-Trekking-Wegen unter besonderer Berücksichtigung der Alpenregion, inklusive ihres kulturellen Erbes. Hierbei sollen bestehende Wanderwege zu Themenwegen gestaltet und digital neu kartographiert werden. Neben den gewohnten Parametern wie Länge, Höhenmeter oder Dauer sollen auch die kardiovaskulären Belastungsintensitäten gekennzeichnet werden. Die Studie wird sportwissenschaftlich und medizinisch begleitet und soll mit Ihrer Hilfe einen großen Beitrag zur generationsübergreifenden Bewegungsförderung sowie Wissensvermittlung auf regionalen Wander- und Almenwegen leisten.

Untersuchungsmethode



Wir messen Ihre persönliche Leistungsfähigkeit mittels **Spiroergometrie** (= Messung der Atmungsleistung unter den Bedingungen einer Belastung) auf dem Laufband sowie auf einem Wanderweg. Dadurch können Ihre individuellen Herzfrequenz- sowie Trainingsbereiche definiert werden.

Teilnahmekriterien

- **Männer und Frauen ab 45 Jahren**
- **Keine relevanten Erkrankungen** wie
 - akute & chronische Herz-Kreislaufkrankungen
 - akute & chronische Lungenerkrankungen
 - Leber- oder Nierenerkrankungen
 - Diabetes mellitus
 - BMI > 35 kg/m²
 - orthopädische Erkrankungen mit Einschränkung der körperlichen Leistungsfähigkeit
- **Trittsicherheit** ohne Wanderstöcke

Ihre Vorteile

- **Kostenloser kardiologischer Check-up** inkl. Herzultraschall
- **Kostenlose Leistungsdiagnostik** auf dem Laufband
- **Sportwissenschaftliche Erkenntnisse** über Ihren aktuellen Fitnesszustand & auf Wunsch individualisierte Trainingsempfehlungen
- **Geführte Wanderungen** in einer der schönsten Regionen Bayerns

Teilnahmezeitraum



- Start der ersten Probanden im **September 2020 (KW 37)**
- Weitere Teilnahmemöglichkeiten nach der Winterpause ab **April 2021**

Ablauf

Die Studie unterteilt sich in drei Untersuchungen, welche sich über maximal 2 Wochen erstrecken:

Tag 1: Einschlussuntersuchung in der St. Irmingard Klinik in Prien a. Chiemsee
Zeitaufwand: ca. 1,5 Std.

- Ärztliches Anamnesegespräch
- Blutabnahme
- Herzultraschall (Echokardiographie)
- Anthropometrische Untersuchung
- Ruhe-EKG
- Spiroergometrie auf dem Laufband (Belastung durch Gehen bei zunehmender Steigung und Geschwindigkeit)

Tag 2: 1 km-Test-Trail in Aschau i. Chiemgau
Zeitaufwand: ca. 1 Std.

- Absolvierung eines 1 km Cardio-Testweges inklusive Spiroergometrie

Tag 3: 8 km Wanderung in Aschau i. Chiemgau
Zeitaufwand ca. 3 Std

- Teilnahme an einer geführten Cardio-Wanderung über 8 km
- Ggf. inklusive Spiroergometrie (nach Absprache)

Haben wir Ihr Interesse geweckt?



Wenden Sie sich für Ihre **Teilnahme** oder bei Fragen direkt an die **Ansprechpartner** der TUM! Wir freuen uns auf Sie!

Abbildung 20: Rekrutierungsflyer Aschau i.Ch. (Fotos und Inhalte: Laura Eisenberger)

3.3 Auswahl der Wege

Um die Auswirkungen der Höhenlage weitestgehend gering zu halten, befinden sich die 1 km CTT Strecken auf niedriger bis mittlerer Höhe (siehe Abbildung 13). Die Teststrecken sind einfach begehbare Wege, z. B. Forststraßen ohne große Hindernisse wie Wurzeln, große Steine oder unbefestigte Stellen (siehe Abbildung 21). Die Strecken sind bereits vorhandene sowie gekennzeichnete und ausgeschilderte Wanderwege. Die Strecken sind mit öffentlichen Verkehrsmitteln oder dem PKW gut erreichbar. Unter Berücksichtigung des kulturellen Erbes wird in Aschau i.Ch. (Deutschland) die Abendmahlkapelle (siehe Abbildung 22) als Ziel des 1 km CTTs ausgewählt. Auf österreichischer Seite wird Werfenweng als Modellort für das Thema „Sanfte Mobilität“ im Salzburger Land gewählt. Die Teststrecken werden durch die Sportwissenschaftler (darunter die Doktorandin) des Projektes in beiden Regionen getestet, vermessen und festgelegt.



Abbildung 21: Teststrecke in Werfenweng, Österreich
(Foto: Selina Brandstätter)



Abbildung 22: Abendmahlkapelle in Aschau i.Ch. (Deutschland) als Ziel des 1 km CTTs (Foto: Herbert Reiter)

3.4 Untersuchungsablauf

Die Untersuchungen teilen sich auf zwei aufeinanderfolgende Tage auf. An Tag 1 finden die medizinische Eingangsuntersuchung und eine maximale Ausbelastung auf dem Laufband (Labortest) statt. Nach erfolgreicher Durchführung der medizinischen und diagnostischen Untersuchungen kann an Tag 2 der submaximale 1 km Cardio-Trekking-Test (CTT) durchgeführt werden (siehe Abbildung 23).

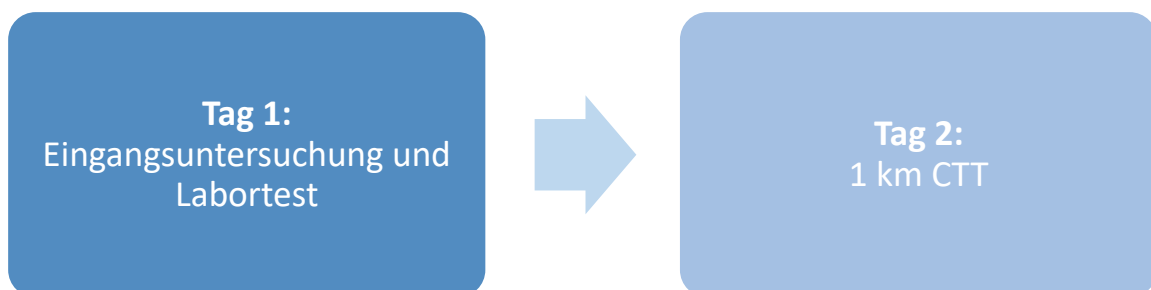


Abbildung 23: Untersuchungsablauf an zwei aufeinanderfolgenden Tagen

Die medizinische Eingangsuntersuchung ist Voraussetzung für die Absolvierung des maximalen Laufbandtests im Labor. Erst nach ärztlicher Freigabe darf der gesunde Proband an der sportmedizinischen Untersuchung teilnehmen. Der Feldtest findet in der Regel am darauffolgenden Tag statt. In Ausnahmefällen, wie beispielsweise bei Gewitter oder starker Hitze (≥ 26 Grad), wird der Test auf einen anderen Tag verschoben. Der Abstand zwischen Tag 1 und Tag 2 sollte jedoch maximal eine Woche betragen, um vergleichbare Ergebnisse erzielen zu können.

3.5 Datenerhebung

Alle Daten der Untersuchungen werden auf deutscher sowie österreichischer Seite in einem Laufzettel schriftlich festgehalten. Ein Vordruck aus Deutschland findet sich unter Kapitel 10.4. Die Inhalte der Datenaufzeichnung sind für Deutschland und Österreich identisch.

3.5.1 Aufklärung und Anamnese

Zu Beginn der Eingangsuntersuchung findet ein kurzes Aufklärungsgespräch statt, das auf deutscher Seite von der Doktorandin oder Studienleitung durchgeführt wird. Dabei wird von jedem Teilnehmer auch das schriftliche Einverständnis zur Teilnahme eingeholt und die datenschutzrechtlichen Bestimmungen erklärt. Das Anamnesegespräch, bei dem u. a. die Einschlusskriterien geprüft werden, wird durch das Ärzteteam der St. Irmingard Klinik in Prien a.Ch. (Deutschland) bzw. das Institut für molekulare Sport- und Rehabilitationsmedizin der Paracelsus Medizinischen Privatuniversität in Salzburg (Österreich) durchgeführt. Auf deutscher Seite muss im Anschluss an das Eintreffen in der Klinik, ein negatives Covid-19 Ergebnis mittels Schnelltest vorgelegt werden. Hierfür wird vorab das schriftliche Einverständnis der Teilnehmer eingeholt (siehe 10.5).

3.5.2 Erhebung anthropometrischer Daten

An Untersuchungstag 1 wird das Gewicht in Kilogramm (kg) und die Größe in Zentimeter (cm) aller Teilnehmer bestimmt. Aus den genannten Werten wird der BMI (164) wie folgt berechnet:

$$\text{BMI} = \text{Gewicht} / \text{Größe}^2$$

3.5.3 Kardiologische Untersuchungen

Das Team der Kardiologen der St. Irmingard Klinik in Prien a.Ch. (Deutschland) und des Instituts für molekulare Sport- und Rehabilitationsmedizin der Paracelsus Medizinischen Privatuniversität in Salzburg (Österreich) untersuchen alle Teilnehmer auf mögliche kardiologische (Vor-)Erkrankungen, die eine weitere Teilnahme an der Studie ausschließen würden. Die kardiologischen Untersuchungen umfassen die Folgenden:

- Blutabnahme:
 - Kleines Blutbild
 - Blutsenkung
 - Natrium
 - Kalium
 - Calcium
 - Glutamat-Pyruvat-Transaminase (GPT)
 - Gamma-Glutamyltransferase (γ -GT)
 - Laktatdehydrogenase (LDH)
 - Kreatinin
 - Harnsäure
 - Creatinkinase (CK)
 - Cholesterin
 - Triglyceride
 - High-density-lipoprotein (HDL)
 - Low-density-lipoprotein (LDL)
 - Thyreoidea-stimulierendes Hormon (TSH)
 - Glukose (nüchtern)
- Lungenfunktionstest
- Ruhe-EKG
- Echokardiographie

Erst nach der ärztlichen Freigabe erfolgen die weiteren sportmedizinischen Untersuchungen durch die Sportwissenschaftler.

3.5.4 Sportmedizinische Untersuchungen

Zur Erfassung der maximalen Ausdauerleistungsfähigkeit mittels $\dot{V}O_{2\max}$ der Teilnehmer wird ein maximaler Laufbandtest im Gehen mit mobiler Spiroergometrie, der K5 (COSMED Deutschland GmbH, Fridolfing, Deutschland), durchgeführt (siehe Abbildung 24).



Abbildung 24: Vorbereitung einer Probandin für den Laufbandtest durch das Anlegen der mobilen Spiroergometrie durch die Doktorandin (links). Probandin während des Ausbelastungstests auf dem Laufband mit mobiler Spiroergometrie (rechts) (Fotos: Laura Eisenberger)

Auf deutscher Seite wurden diese Untersuchungen von der Doktorandin geleitet. Um das Wandern am Berg zu imitieren, wird das modifizierte Bruce Protokoll (165) (siehe Tabelle 4) verwendet, bei dem sowohl die Steigung (in jeder Stufe) als auch die Geschwindigkeit (ab Stufe 4) kontinuierlich zunehmen.

Tabelle 4: Modifiziertes Bruce Protokoll (Darstellung nach Bruce et al., 1973 (165))

	Steigung (%)	Geschwindigkeit (km/h)
Stufe 1	0	2.7
Stufe 2	5	2.7
Stufe 3	10	2.7
Stufe 4	12	4.0
Stufe 5	14	5.4
Stufe 6	16	6.7
Stufe 7	18	8.0
Stufe 8	20	8.8

Die subjektive Einschätzung der Belastung der Teilnehmer wird mittels Borg 6–20 Skala (166) (siehe Tabelle 5) am Ende jeder Stufe erfragt.

Tabelle 5: Borg 6–20 Skala zur subjektiven Einschätzung der Belastung (modifizierte Tabelle nach Borg, 1970 (167))

6	
7	Sehr, sehr leicht
8	
9	Sehr leicht
10	
11	Leicht
12	
13	Etwas schwer
14	
15	Schwer
16	
17	Sehr schwer
18	
19	Sehr, sehr schwer
20	

Die Skala wird jedem Probanden vor Beginn der Laufbandtests durch die Sportwissenschaftler genau erläutert. Die Teilnehmer bewerten ihre subjektiv empfundene Anstrengung während der Ausbelastung, indem sie am Ende jeder Stufe (ca. 20–30 Sekunden vor Stufenwechsel) des modifizierten Bruce-Protokolls, also alle drei Minuten, auf den entsprechenden Wert auf der Borg Skala zeigen (siehe Abbildung 25).



Abbildung 25: Abfrage der Borg Skala während dem Laufbandtest (Foto: Laura Eisenberger)

Zusätzlich werden die Teilnehmer mit einem Garmin HRM Dual Brustgurt (Garmin, Olathe, Kansas, United States of America) (Abbildung 26), der mit der K5 gekoppelt ist, zur Herzfrequenzüberwachung ausgestattet. Die Teilnehmer gehen auf dem Laufband bis zu ihrer maximalen Erschöpfung – ohne Stöcke und ohne Festhalten am Laufband. Der Ausbelastungstest wird von den Sportwissenschaftlern des Projektteams durchgeführt und zusätzlich durch die Kardiologen der jeweiligen Kliniken medizinisch überwacht.



Abbildung 26: Garmin HRM Dual Brustgurt (Foto: Laura Eisenberger)

3.5.5 Fragebögen

Die Teilnehmer erhalten an Tag 1 zwei Fragebögen zur Erfassung der körperlichen Aktivität und des Gesundheitszustandes sowie der Lebensqualität. Ersteres wird durch den International Physical Activity Questionnaire, kurz IPAQ (168) (siehe Kapitel 10.7), abgefragt, der sowohl die körperliche Aktivität als auch die sitzende Tätigkeit in den letzten sieben Tagen erfasst. Letzteres wird durch den Fragebogen Short Form 36 Gesundheitsfragebogen, kurz SF 36 (169) (siehe Kapitel 10.8), zur Gesundheitserhebung erfasst. Hierbei wird sowohl der allgemeine körperliche als auch geistige Zustand der Teilnehmer abgefragt. Die Teilnehmer beantworten die Fragen eigenständig und wenden sich bei Fragen an die Doktorandin (Deutschland) bzw. an das Studienteam (Österreich). Die Fragebögen werden am zweiten Untersuchungstag eingesammelt und auf deutscher Seite durch die Doktorandin ausgewertet.

3.5.6 1 km CTT in der Natur

Der 1 km CTT ist ein submaximaler Feldtest in der Natur. Er wird, wie bereits im Labor, mit mobiler Spiroergometrie und Herzfrequenzmessung durchgeführt, jedoch ohne maximale Ausbelastung und medizinische Überwachung. Die Probanden werden vor Beginn des Tests identisch zum Laufbandtest ausgestattet (siehe Abbildung 27).

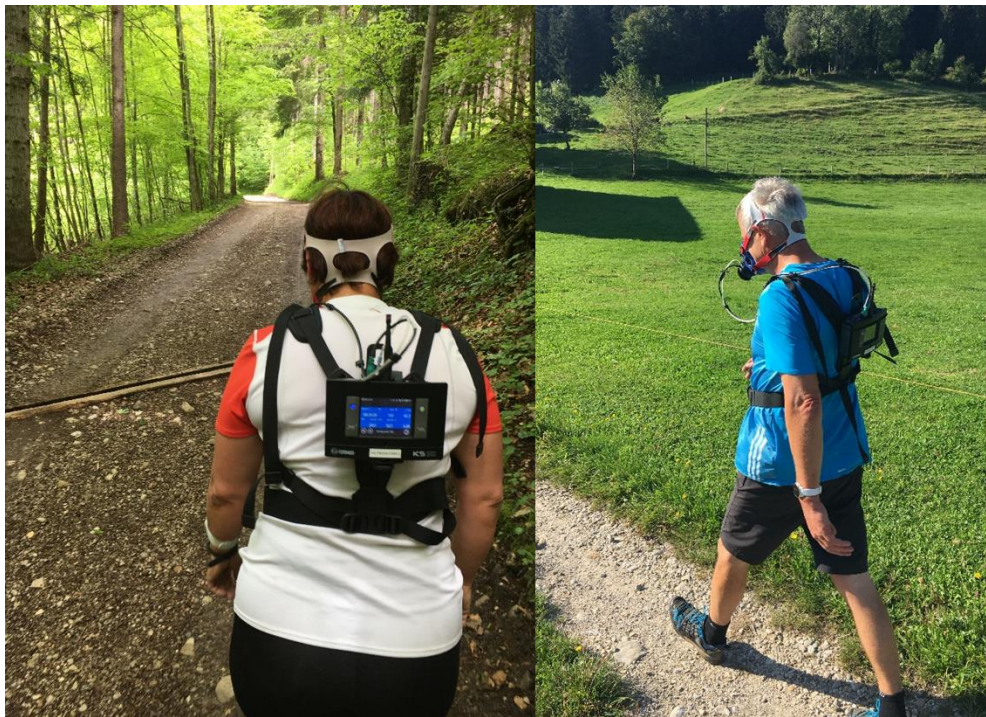


Abbildung 27: Probanden mit mobiler Spiroergometrie während des 1 km CTTs in Aschau i.Ch., Deutschland (Fotos: Laura Eisenberger)

Der 1 km CTT wird subjektiv durch die Probanden gesteuert, indem sie die Zielvorgabe von maximal Borg 15 (anstrengend) auf der Borg 6–20 Skala (siehe Tabelle 5) erhalten. Dieser Wert sollte während der gesamten Durchführung nicht überschritten werden. Der 1 km CTT wird durch die Sportwissenschaftler des Studienteams, auf deutscher Seite durch die Doktorandin, angeleitet und ebenso durchgängig begleitet. Die Teilnehmer werden auch während des Tests auf die Einhaltung der subjektiven Belastung im submaximalen Bereich (Borg 15) hingewiesen, um eine Überanstrengung bzw. maximale Ausbelastung zu vermeiden. Der 1 km CTT liegt direkt in der Natur und ist eine einfach begehbare Forststraße, ohne Wurzeln, größere Steine oder andere Hindernisse (siehe Abbildung 28). Sie stellt eine sichere Strecke zur Durchführung der submaximalen Belastung dar. Der Startpunkt in Aschau i.Ch. (Deutschland) liegt direkt im Wald an einer kleinen Brücke (siehe Abbildung 29). In Werfenweng (Österreich) starten die Teilnehmer an der Tourist Info, bevor der Weg weiter in Richtung Wald führt. Kleine Herzen, die durch das Studienteam am Wegesrand zunächst provisorisch installiert wurden, führen den Teilnehmer vom Startpunkt in Richtung Ziel. Alle 100 Meter geben somit kleine Wegmarkierungen (siehe Abbildung 28) den Teilnehmern, zusätzlich zu den Rückmeldungen der Begleitperson, ein optisches Feedback der bereits zurückgelegten Strecke.



Abbildung 28: Wegmarkierungen in Werfenweng, Österreich (links Höhe 500 m) und Aschau i.Ch., Deutschland (rechts Höhe 800 m) (Foto links: Eva Hollauf, Foto rechts: Laura Eisenberger)



Abbildung 29: Startpunkt des 1 km CTTs in Aschau i.Ch., Deutschland
(Foto: Laura Eisenberger)

4 Publikationen

Die Ergebnisse der vorliegenden Dissertation wurden in den folgenden zwei Erstautorenveröffentlichungen (full paper in einem englischsprachigen, international verbreiteten Publikationsorgan, peer reviewed) publiziert:

1. **Eisenberger** L, Mayr B, Beck M, Venek V, Kranzinger C, Menzl A, et al. Development and validation of a 1-km cardio-trekking test to estimate cardiorespiratory fitness in healthy adults. *Preventive Medicine Reports*. **2022**;30:102039.
2. **Eisenberger** L, Mayr B, Beck M, Venek V, Kranzinger C, Menzl A, et al. Assessment of Exercise Intensity for Uphill Walking in Healthy Adults Performed Indoors and Outdoors. *International Journal of Environmental Research and Public Health*. **2022**;19(24):16662.

4.1 Publikation 1

Titel: Development and validation of a 1-km cardio-trekking test to estimate cardiorespiratory fitness in healthy adults

Journal: Preventive Medicine Reports

DOI: 10.1016/j.pmedr.2022.102039

Impact Factor: 2,81

Autoren: Laura Eisenberger¹; Barbara Mayr^{2,3}; Maximilian Beck³; Verena Venek⁴; Christina Kranzinger⁴; Andrea Menzl⁵; Inga Jahn⁵; Mahdi Sareban^{2,3}; Renate Oberhoffer-Fritz¹; Josef Niebauer^{2,3}; Birgit Böhm¹

Organisationen:

¹Lehrstuhl für Präventive Pädiatrie, Fakultät für Sport- und Gesundheitswissenschaften, Technische Universität München, München, Deutschland

²Universitätsinstitut für Präventive und Rehabilitative Sportmedizin und Forschungsinstitut für molekulare Sport- und Rehabilitationsmedizin, Paracelsus Medizinische Universität, Salzburg, Österreich

³Ludwig Boltzmann Institut für Digitale Gesundheit und Prävention, Salzburg, Österreich

⁴Salzburg Research Forschungsgesellschaft mbH, Salzburg, Österreich

⁵St. Irmingard Klinik Prien, Klinik für Kardiologie, Prien am Chiemsee, Deutschland

Individueller Leistungsbeitrag:

- **Konzeptualisierung** Die Doktorandin war an der Formulierung und Entwicklung der Forschungsziele und Fragestellungen der vorliegenden Studie beteiligt.
- **Methodik:** Gemeinsam im Studienteam erarbeitete die Doktorandin die methodische Vorgehensweise der Arbeit. Sie war für die Vorbereitung der klinischen Studie auf deutscher Seite verantwortlich.
- **Formale Analyse:** Die Doktorandin analysierte in Abstimmung mit dem Studienteam die notwendigen Studiendaten der vorliegenden Arbeit und erarbeitete die Ergebnisse mit Hilfe statistischer Programme.
- **Untersuchungen:** Die Doktorandin übernahm federführend die Rekrutierung der Probanden, die Organisation und Durchführung aller Untersuchungen sowie die Datenerhebung auf deutscher Seite.

- **Datenpflege:** Die Doktorandin übernahm federführend die Bereinigung und Pflege der Studiendaten auf deutscher Seite. Sie war mitunter für den Aufbau der beiden verwendeten Datenbanken zuständig.
- **Schreiben – Originalentwurf:** Die Doktorandin ist die Hauptautorin der vorliegenden Arbeit. Sie verfasste den Originalentwurf des Manuskripts und war für das Einreichungsverfahren bis hin zur Veröffentlichung allein verantwortlich.
- **Visualisierung:** Die Doktorandin war für die Vorbereitung, Erstellung sowie Präsentation der veröffentlichten Arbeit, insbesondere der Datenpräsentation im Rahmen eines hochschulöffentlichen Vortrages allein verantwortlich.

Zusammenfassung:

Die maximale Sauerstoffaufnahme ist der Goldstandard zur Ermittlung der kardiorespiratorischen Fitness. Sie unterstützt die kardiovaskuläre Risikobewertung und wird meist durch eine Spirometrie unter maximaler Belastung bestimmt. Innerhalb der klinischen Anwendung eignen sich submaximale Belastungen jedoch besser. Es gibt bisher keine Studien, die ein submaximales Testprotokoll beim Wandern untersuchen. Ziel dieser Studie ist die Entwicklung und Validierung einer 1 km langen Teststrecke am Berg. Gesunde Teilnehmer führten einen maximalen Labortest im Gehen auf dem Laufband und einen submaximalen 1 km Wander-Test (1 km CTT) in der Natur in Österreich und Deutschland durch. Mit Hilfe eines mobilen Spiroergometrie Gerätes wurde die Ausdauerleistung ($\dot{V}O_{2max}$) der Probanden gemessen. Alle Probanden trugen in beiden Testsettings einen Brustgurt zur Messung der Herzfrequenz und bestimmten ihr subjektives Belastungsempfinden anhand der Borg Skala.

Insgesamt waren 222 Personen in Deutschland und Österreich an der Studienteilnahme interessiert, wovon 162 Personen zum ersten Untersuchungstag eingeladen wurden. Den zweiten Untersuchungstag absolvierten 144 Personen. Am Ende haben 134 Personen erfolgreich an beiden Untersuchungstagen teilgenommen und konnten in die Studie eingeschlossen werden, darunter 70 Personen in Deutschland und 64 Personen in Österreich. Die Teilnehmer zeigen hinsichtlich ihrer körperlichen Aktivität in den letzten sieben Tagen einen durchschnittlichen Gesamtwert des Metabolischen Äquivalents (MET) von 4053 [IQA: 2292–6198] pro Woche. Hinsichtlich ihres Gesundheitszustandes sowie ihrer Lebensqualität wird ein Mittelwert (MW) von 100, der der Höchstpunktzahl entspricht, jeweils in den Kategorien „Emotionale Rollenfunktion“ [IQA: 100–100], „Körperliche Rollenfunktion“ [IQA: 100–100] und „Soziale Rollenfunktion“ [IQA: 88–100] erreicht. Es liegen keine signifikanten Unterschiede zwischen den Geschlechtern vor. Die Probanden erreichten während des maximalen Laufbandtests im Labor eine durchschnittliche relative $\dot{V}O_{2max}$ von 38,3 [IQR: 34,2–43,1] mL·min⁻¹·kg⁻¹. Das entspricht laut den Richtlinien des American College of Sports Medicine (170) bei den Männern

der Altersgruppe 50–59 einer guten und bei den Frauen der Altersgruppe 50–59 einer ausgezeichneten Fitness. Im submaximalen 1 km CTT erreichten die Teilnehmer eine durchschnittliche relative $\dot{V}O_{2\text{peak}}$ von $37,3 \pm 6,3 \text{ mL}\cdot\text{min}^{-1}\cdot\text{kg}^{-1}$. Die beiden Ergebnisse unterscheiden sich signifikant ($p < 0,001$). Der Median des maximalen Borg-Wertes (Borg_{max}) während des Laufbandtests im Labor beträgt 18 [IQA: 17–19]. Der Median des Peak Borg-Wertes ($\text{Borg}_{\text{peak}}$) während des submaximalen 1 km Feldtests beträgt 15 [IQA: 15–16]. Da der 1 km CTT einen submaximalen Test darstellt, werden die Werte als Peak-Werte bezeichnet. Im Gegensatz dazu spiegeln die Ergebnisse aus dem Labor einen Maximaltest wider und werden deshalb als Maximalwerte angegeben. Der Median von $\text{Borg}_{\text{peak}}$ des submaximalen 1 km CTTs war signifikant niedriger als der Median von Borg_{max} im Labor ($p < 0,001$). Für die Berechnung des $\dot{V}O_{2\text{max}}$ Schätzmodells mittels 1 km CTT dienen die Ergebnisse des maximalen Laufbandtests im Labor als Grundlage für die Vorhersage der $\dot{V}O_{2\text{max}}$ in der Natur. Die Daten wurden logarithmisch transformiert, um alle Annahmen des globalen Validierungstests zu erfüllen. Die statistische Auswertung der Daten mittels multipler linearer Regression hat das folgende finale Modell für die Schätzung der logarithmisch transformierten $\dot{V}O_{2\text{max}}$ ergeben:

$$\log(\dot{V}O_{2\text{max}}) = 6,442519 - 0,135635 \cdot \text{weiblich} - 0,004856 \cdot \text{Gewicht} + 0,019315 \cdot \text{ehemaliger Raucher} - 0,085353 \cdot \text{aktueller Raucher} - 0,002273 \cdot \text{Mittelwert Herzfrequenz} + 0,002818 \cdot \text{Höhendifferenz} - 0,029075 \cdot \text{Alter} - 0,153760 \cdot \text{Dauer} + 0,001722 \cdot \text{Alter} \cdot \text{Dauer}.$$

Die Einflussvariablen beim 1 km CTT auf die $\dot{V}O_{2\text{max}}$ lauten somit:

- Geschlecht
- Gewicht
- Raucherstatus
- Durchschnittliche Herzfrequenz
- Differenz der Höhenmeter
- Alter
- Dauer
- Alter*Dauer

Das Modell zeigt ein R^2 von 0,65 sowie ein korrigiertes R^2 von 0,63. Die Leave-One-Out-Kreuzvalidierung zeigte ein R von 0,59, was eine kleine Schrumpfung der Vorhersagegenauigkeit im Vergleich zum ursprünglichen Modell zeigt und daher die Gültigkeit des in der Studie entwickelten Vorhersagemodells unterstützt. Der Korrelationskoeffizient zwischen der geschätzten und der gemessenen $\dot{V}O_{2\text{max}}$ liegt bei $r = 0,80$ (Standardfehler = $4,2 \text{ mL}\cdot\text{min}^{-1}\cdot\text{kg}^{-1}$).



Contents lists available at ScienceDirect

Preventive Medicine Reports

journal homepage: www.elsevier.com/locate/pmedr

Development and validation of a 1-km cardio-trekking test to estimate cardiorespiratory fitness in healthy adults

Laura Eisenberger^{a,*}, Barbara Mayr^{b,c}, Maximilian Beck^c, Verena Venek^d, Christina Kranzinger^d, Andrea Menzl^e, Inga Jahn^e, Mahdi Sareban^{b,c}, Renate Oberhoffer-Fritz^a, Josef Niebauer^{b,c}, Birgit Böhm^a

^a Institute of Preventive Pediatrics, Faculty of Sport and Health Sciences, Technical University of Munich, Munich, Germany

^b Institute of Sports Medicine, Prevention and Rehabilitation and Research Institute of Molecular Sports Medicine and Rehabilitation, Paracelsus Medical University, Salzburg, Austria

^c Ludwig Boltzmann Institute for Digital Health and Prevention, Salzburg, Austria

^d Salzburg Research Forschungsgesellschaft mbH, Salzburg, Austria

^e St. Irmingard Klinik Prien, Clinic for Cardiology, Prien am Chiemsee, Germany

ARTICLE INFO

Keywords:

Borg scale
Cardiovascular health
Exercise testing
Field test
Hiking
Prediction model

ABSTRACT

Maximum oxygen uptake ($\text{VO}_{2\text{max}}$), the gold standard measure of cardiorespiratory fitness (CRF), supports cardiovascular risk assessment and is mainly assessed during maximal spirometry. However, for field use, submaximal exercise tests might be appropriate and feasible. There have been no studies attempting a submaximal test protocol involving uphill hiking. This study aimed to develop and validate a 1-km cardio-trekking test (CTT) controlled by heart rate monitoring and Borg's 6–20 rating of perceived exertion (RPE) scale to predict $\text{VO}_{2\text{max}}$ outdoors. Healthy participants performed a maximal incremental treadmill walking laboratory test and a submaximal 1-km CTT on mountain trails in Austria and Germany, and $\text{VO}_{2\text{max}}$ was assessed with a portable spirometry device. Borg's RPE scale was used to control the exercise intensity of the CTT. All subjects wore a chest strap to measure heart rate (HR). A total of 134 participants (median age: 56.0 years [IQR: 51.8–63.0], 43.3 % males) completed both testing protocols. The prediction model is based on age, gender, smoking status, weight, mean HR, altitude difference, duration, and the interaction between age and duration ($R^2 = 0.65$, adj. $R^2 = 0.63$). Leave-one-out cross-validation revealed small shrinkage in predictive accuracy ($R^2 = 0.59$) compared to the original model. Submaximal exercise testing using uphill hiking allows for practical estimation of $\text{VO}_{2\text{max}}$ in healthy adults. This method may allow people to engage in physical activity while monitoring their CRF to avert unnecessary cardiovascular events.

1. Introduction

Cardiovascular diseases are the leading cause of mortality around the world (Roth et al., 2019; World Health Organization, 2022). Regular physical activity is beneficial in reducing the effect of risk factors and preventing cardiovascular diseases (Wen et al., 2011; Visseren et al., 2021). Moreover, physical inactivity and a sedentary lifestyle are leading causes of cardiovascular and all-cause morbidity and mortality (Blair, 2009); therefore, it is crucial to interrupt the vicious circle of a sedentary lifestyle and physical inactivity.

Cardiorespiratory fitness (CRF) is an essential component and a strong predictor of health-related physical fitness which measures

performance-related abilities. The most important and widely used measure of CRF is maximum oxygen uptake ($\text{VO}_{2\text{max}}$) (Ferguson, 2014). Higher physical activity level has positive effects on CRF, resulting in better health outcomes (Myers et al., 2015). It is known that aerobic exercise and resistance training particularly improve cardiovascular fitness and functional capacity (Seals et al., 2014) and reduce the risk of mortality (Blair et al., 1989). The most commonly used method to assess $\text{VO}_{2\text{max}}$ is the metabolic analysis done during maximal effort exercise testing. The measurement of $\text{VO}_{2\text{max}}$ is the best point of reference for CRF and demands a maximal effort while testing (Evans et al., 2015). Maximal exercise stress tests are highly accurate and well established to provide important preventive medical and clinical data (Ferguson,

* Corresponding author.

E-mail address: laura.eisenberger@tum.de (L. Eisenberger).

<https://doi.org/10.1016/j.pmedr.2022.102039>

Received 1 August 2022; Received in revised form 27 October 2022; Accepted 30 October 2022

Available online 31 October 2022

2211-3355/© 2022 The Authors. Published by Elsevier Inc. This is an open access article under the CC BY-NC-ND license (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>).

2014; Niebauer, 2020); however, they are often limited to laboratory settings as they demand additional monitoring equipment (e.g. an electrocardiogram (ECG) device) (Noonan and Dean, 2000). Reaching maximal exertion is only advisable under supervision for cardiac patients and should be symptom limited. Nonetheless, it should be considered that maximal exercise testing may increase the risk of adverse cardiac events (Arena et al., 2007; Ross et al., 2016). Alternatively, submaximal testing protocols, although inferior to maximal exercise tests, may be used clinically depending on the objective of the intervention. The common submaximal test protocols, such as the one-mile track walk (Kline et al., 1987) or the single-stage submaximal treadmill walking test (Ebbeling et al., 1991), involve walking either on a flat track or on a treadmill. Hitherto, no studies have assessed submaximal testing while hiking on outdoor uphill terrain.

Natural environments are often places for recreational and physical activities, such as hiking in mountainous areas (Tyrväinen et al., 2005), which is the most widely-practiced leisure activity in mountain regions (Fredman and Tyrväinen, 2010). Overexertion in hiking can lead to cardiovascular events and death, especially in people with low fitness levels (Niebauer and Burtscher, 2021) who may overestimate their fitness. Such scenarios may be averted by assessing an individual's CRF.

Therefore, this study aimed to develop and validate a standardized submaximal 1-km cardio-trekking test (CTT) controlled by Borg's rate of perceived exertion (RPE) scale to predict VO_{2max} in healthy adults in two alpine regions of Germany and Austria.

2. Methods

2.1. Study design

This observational study is a part of the "Connect2Move" study, which is a European project aimed at appreciating natural and evidence-based cardio-trekking trails for the sustainable promotion of cross-generational and health-oriented tourism. The study was funded by the European Regional Development Fund, INTERREG V-A Program Austria-Bavaria 2014–2020. The methods of this cross-sectional cross-border study have been published previously (Mayr et al., 2022).

The study protocol complied with the Declaration of Helsinki and its current amendments and was approved by the Ethical Committee of the State of Salzburg (EK-Nr.:1090/2020) and the Ethics Committee of the Medical Faculty of the Technical University of Munich (527/20S). Both committees also controlled the data curator's guidelines for the protection of human subjects concerning safety and privacy. The study was registered with the Clinical trials registry (ClinicalTrials.gov; Reg no: NCT05226806). All participants provided written informed consent for voluntary participation.

All participants completed a maximal incremental walking test on a treadmill (h/p/cosmos Sports & Medical GmbH, Nussdorf-Traunstein, Germany) and a submaximal 1-km CTT in the field. Two independent working groups in Austria and Germany conducted both laboratory and field testing. For the Austrian participants, the Ludwig Boltzmann Institute for Digital Health and Prevention, Salzburg carried out the laboratory investigations at the University Institute of Sports Medicine Salzburg (424 m) in Austria and the field tests were implemented in Werfenweng (902 m), Austria. For the German participants, the Technical University of Munich conducted their research in the St. Irmingard Klinik, Clinic for Cardiology, Prien am Chiemsee (533 m) in Germany and the field tests were done in Aschau im Chiemgau (615 m), Germany.

2.2. Laboratory testing

The investigators obtained the participants' medical history and collected fasting venous blood samples. After completing the cardiac examinations (Mayr et al., 2022), the participants underwent a maximal exercise test on the treadmill to evaluate their aerobic capacity. Each participant was fitted with the portable spirometry device K5 (COSMED

Deutschland GmbH, Fridolfing, Germany) to measure the respiratory gas exchange throughout the exercise testing; the K5 dynamic mixing chamber mode was used for the gas analysis (Winkert et al., 2021). The K5 was calibrated before use each time. The participant's heart rate (HR) was measured using a Garmin chest strap (Garmin, Olathe, Kansas, United States of America). In addition, the participants wore a 12-lead electrocardiogram device (Amedtec Medizintechnik Aue GmbH, Aue-Bad Schlema, Germany) to measure exercise-related ECG changes. All methods of HR measurement were started synchronically. The modified Bruce protocol (Bruce et al., 1973) was used as the treadmill test protocol. The participants were instructed to walk for as long as possible without holding on to the rail and not running. Participants were asked to score their RPE on a 6–20 point Borg scale (Borg, 1982) at the end of every stage of the Bruce protocol and after test termination. The test was stopped immediately if the participant reached maximal exhaustion or started running on the treadmill.

2.3. Cardiovascular risk score

Three cardiovascular risk scores were calculated for each participant: the Framingham Risk Score (Wilson et al., 1998), the PROCAM (Prospective Cardiovascular Münster Study) Score (Assmann et al., Dec 2007), and the HeartScore of the European Society of Cardiology (Conroy et al., 2003).

2.4. Submaximal 1-km CTT

At least 24 h after the laboratory testing, the participants performed an outdoor submaximal 1-km CTT controlled by Borg's 6–20 RPE scale in the field testing areas. Each participant was fitted with the portable spirometry device K5 to measure the respiratory gas exchange throughout the exercise testing. The trekking paths were at medium altitudes (Austria: highest altitude 1040 m, Germany: highest altitude 730 m) and were chosen from easily accessible and passable hiking trails in the respective region. The trails were both forest roads without any difficulties like roots and rocks. In Austria, the trail covered a length of 1090 m and an altitude difference of 130 m, while in Germany, the trail covered a length of 1030 m and an altitude difference of 90 m. The slope reached a maximum of 26 % for both trails. The height profiles for both regions are presented in Fig. 1. The intensity of the 1-km CTT was controlled subjectively by using the Borg RPE scale. The participants were instructed to reach a submaximal effort with a maximum value of 15 (hard) perceived on the scale throughout the whole test. A more detailed description of the 1-km CTT is provided in the previously published study (Mayr et al., 2022).

2.5. Statistical analysis

2.5.1. Descriptive and inferential statistics

All data were corrected by identifying errors or outliers. Subjects with implausible results, a K5 crash or HR failures were excluded. Data from participants who performed both laboratory and field testing were used for the statistical analyses. To ensure maximum exertion during the treadmill test, participants who achieved at least 2 of the following 4 criteria were included in the analysis: 1) maximal Borg value ($Borg_{max}$) ≥ 18 ; 2) respiratory exchange ratio (RER) ≥ 1.1 ; 3) maximal HR (HR_{max}) ≥ 85 % of the age-predicted HR_{max} (using the equation: $220 - age$); 4) levelling-off oxygen consumption despite an increasing workload, increase in $O_2 \leq 150$ mL·min⁻¹ (Kline et al., 1987; Hi et al., 2021). VO_{2peak} , the highest value of VO_2 attained upon the maximal incremental walking test, was classified as VO_{2max} . Due to the dynamic mixing chamber mode of the K5, which uses a rolling average of over 30 s, the VO_2 values the highest 10 s of the rolling average.

All variables were tested for normal distribution using the Kolmogorov-Smirnov test. For the descriptive analyses, means and standard deviations (SD) for normally distributed and median and

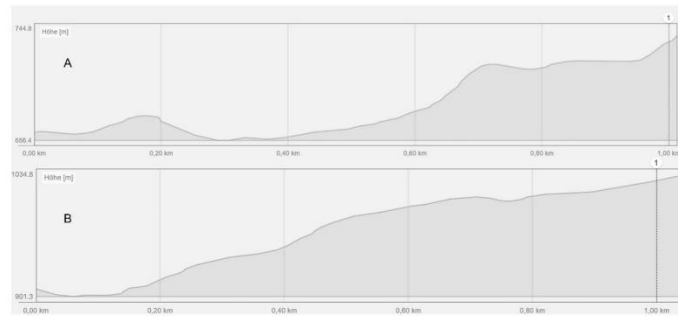


Fig. 1. A: Height profile of the 1-km cardio-trekking test trail in Aschau im Chiemgau, Germany. B: Height profile of the 1-km cardio-trekking test trail in Werfenweng, Austria.

interquartile range (IQR, 25th–75th percentile) for non-normal distribution were reported. Both study groups were tested on mean differences using Student's *t*-tests and Mann-Whitney *U* tests if the distribution was non-normal. Within-group differences between laboratory and field tests were assessed using paired samples *t*-tests. All statistical analyses were performed using IBM SPSS Statistics version 23 (IBM Inc., Chicago, Illinois), and *p* values < 0.05 (two-sided) were considered statistically significant.

2.5.2. Predictor model for CRF (VO_{2max})

An interpretable and explainable regression approach was chosen for the estimation of the CRF (VO_{2max}). Multiple linear regressions were used to generate multivariate VO_{2max} regression equations for the participants who completed both laboratory and field testing. A field estimation model, based on the submaximal 1-km CTT measurements, was created to check if the VO_{2max} from the laboratory could be estimated with the data collected from the field measurements.

The following variables were included in the analysis to generate the final model: gender (male or female), age (years), smoking status (current smoker, former smoker, never smoked), weight (kg), maximum Borg score of the 1-km CTT, mean HR during the 1-km CTT in beats per minute (bpm), altitude difference (meters), and duration for completing the 1-km CTT (minutes). To account for possible relationships between the variables, three interaction terms were also added—age*duration, weight*duration, and mean HR*age. The final model was selected based on a backward and forward stepwise approach using the *R* package MASS (Venables and Ripley, 2002). The linear model assumptions were checked with the global validation test (Peña and Global, 2006) and the *R* package *gvlma* (Peña et al., 2022). To analyze the goodness of fit and the precision of the regression model, the R-squared (R^2) and the adjusted R-squared (adj. R^2) values were computed. Furthermore, to assess predictive ability, we also report R^2 of a leave-one-out cross-validation (Cross-Validation et al., 2010) performed with the *caret* package (Kuhn, 2022) to analyze how the model performed on independent data. We used the same variables and estimated 134 models, one person was omitted from each model. The model was then tested 134 times with one left-out person. We compared R^2 of the cross-validated model to the original regression equation results to see how R^2 shrinks with cross-validation.

These statistical analyses were performed using *R* software version 4.1.0 (*R*: A Language and Environment for Statistical Computing, Vienna, Austria); *p* values < 0.05 (two-sided) were considered statistically significant.

3. Results

Overall, 222 people were interested in participating in both regions,

of which 162 were invited for laboratory testing. In the next step, 144 participants took part in the 1-km CTT. In the end, data from 134 participants, including 64 participants from Austria and 70 from Germany, (median age: 56.0 years [IQR: 51.8–63.0], 43.3 % males, 5.2 % smokers) were used for the final analyses. A flowchart of the study is shown in Fig. 2.

The participants from both regions were comparable in terms of anthropometric data and blood pressure measurements. German participants had a significantly higher total cholesterol (median: 225 mg/dL [IQR: 200–253], $p < 0.05$) as compared to the Austrian participants (median: 209 mg/dL [IQR: 187–237]). Low-density lipoprotein (LDL) cholesterol was also significantly higher in the German sample (median LDL: 140 mg/dL [IQR: 120–170], $p < 0.001$) than in the Austrian one (median LDL: 112 mg/dL [IQR: 90–139]). Furthermore, significant differences were observed in both PROCAM Score and HeartScore between samples from the two regions ($p < 0.05$). Detailed baseline characteristics of all study participants are presented in Table 1.

3.1. Exercise capacity

Exercise capacity of all participants who performed the treadmill test in the laboratory and the 1-km CTT in the field are presented in Table 2. Study participants achieved a mean relative VO_{2max} of 38.3 [IQR: 34.2–43.1] $mL \cdot min^{-1} \cdot kg^{-1}$ during exercise testing in the laboratory, which, according to the American College of Sports Medicine's guidelines for exercise testing and prescription, corresponds with a good (for 50–59-year-old men) and superior (for 50–59-year-old women) fitness level (Riebe et al., 2018). They showed a mean relative VO_{2peak} of $37.3 \pm 6.3 mL \cdot min^{-1} \cdot kg^{-1}$ during the submaximal 1-km CTT outside. The VO_{2peak} of all participants of the 1-km CTT was significantly lower than the VO_{2max} of all participants during the maximal treadmill test in the laboratory ($p < 0.001$). Also, there was a statistically significant difference between the Austrian and German samples in the laboratory and field tests ($p < 0.05$). The Austrian participants had significantly better CRF in both tests (laboratory: median VO_{2max} : 39.9 $mL \cdot min^{-1} \cdot kg^{-1}$ [IQR: 35.4–43.8], field: mean VO_{2peak} : $38.5 \pm 5.5 mL \cdot min^{-1} \cdot kg^{-1}$) compared to the German participants (laboratory: median VO_{2max} : 37.7 $mL \cdot min^{-1} \cdot kg^{-1}$ [IQR: 33.5–41.7], field: mean VO_{2peak} : $36.2 \pm 6.8 mL \cdot min^{-1} \cdot kg^{-1}$). The median $Borg_{max}$ during laboratory testing was 18 [IQR: 17–19] while the median peak Borg value ($Borg_{peak}$) in the field was 15 [IQR: 15–16]. Austrian participants had a significantly higher $Borg_{peak}$ (median $Borg_{peak}$: 18 [IQR: 17–19], $p < 0.001$) in the laboratory than German participants (median $Borg_{peak}$: 17 [IQR: 16–18]). No significant differences were observed in the $Borg_{peak}$ values for the field tests.

Moreover, the $Borg_{peak}$ of the submaximal 1-km CTT was significantly lower (median $Borg_{peak}$: 15 [IQR: 15–16], $p < 0.001$) than

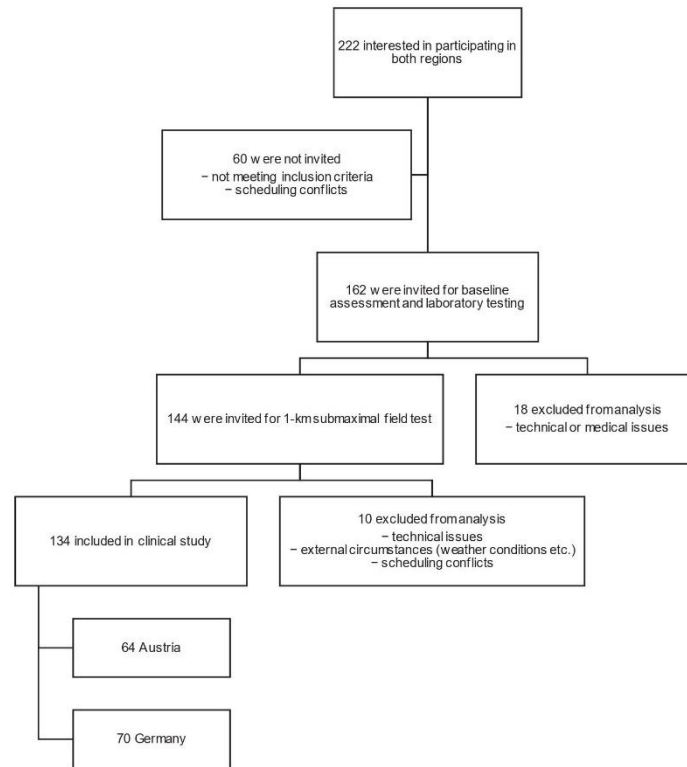


Fig. 2. Flowchart of the study.

$Borg_{max}$ of the maximal treadmill test in the laboratory (median $Borg_{max}$: 18 [IQR: 17–19]). The mean maximal HR (HR_{max}) in the laboratory was 165 ± 14 bpm and the mean peak HR (HR_{peak}) in the field was 157 ± 15 bpm. Austrian participants had a significantly higher HR_{max} in the laboratory testing (mean HR_{max} : 169 ± 12 bpm, $p < 0.001$) compared to German participants (mean HR_{max} : 161 ± 13 bpm). There was also a statistically significant difference in the HR_{peak} between both groups during the submaximal 1-km CTT ($p < 0.01$). The HR_{peak} value during submaximal 1-km CTT was significantly lower than HR_{max} during maximal treadmill tests ($p < 0.001$). An outlier value of $VO_{2max} = 79.8$ mL·min⁻¹·kg⁻¹ was removed for the development of the predictor model for CRF.

3.2. Predicted CRF (VO_{2max})

Table 3 shows the results of the multiple linear regression model for the VO_{2max} estimation, where VO_{2max} was log-transformed to meet all assumptions of the global validation test.

For the final prediction of VO_{2max} a bias correction was applied (Woodriddle and Publishing, 2013). We applied a forward and backward feature selection process by using the stepAIC function (Venables and Ripley, 2002). A stepwise algorithm approach leaves 8 of the 11 initial variables in the model: age, gender, smoking status, weight, mean HR, altitude difference, duration, and age²·duration. The following resultant model equation was used for the log-transformed VO_{2max} :

$$\log(VO_{2max}) = 6.442519 - 0.135635 \cdot \text{female} - 0.004856 \cdot \text{weight} +$$

$$0.019315 \cdot \text{former smoker} - 0.085353 \cdot \text{current smoker} - 0.002273 \cdot \text{mean HR} + 0.002818 \cdot \text{altitude difference} - 0.029075 \cdot \text{age} - 0.153760 \cdot \text{duration} + 0.001722 \cdot \text{age} \cdot \text{duration}.$$

“Female” was replaced by 0 for men and 1 for women. “Former smoker” was replaced by 0 for non-smokers or current smokers and 1 for former smokers. “Current smoker” was replaced by 0 for non-smokers or former smokers and 1 for current smokers. The model showed an R^2 of 0.65 and an adjusted R^2 of 0.63. Fig. 3 presents a scatterplot of the predicted versus the observed VO_{2max} values and Fig. 4 a Bland-Altman analysis. A normal probability plot is shown in Fig. 5.

The leave-one-out cross-validation showed an R-squared of 0.59 demonstrating a small shrinkage in predictive accuracy compared to the original model and therefore supporting the validity of the prediction model developed in the current study.

4. Discussion

The present study was the first to investigate a prediction of VO_{2max} with an outdoor hiking test for healthy adults. Oja et al. (Oja et al., 1991) showed, that walking is an appropriate exercise method for cardiorespiratory fitness estimation. The population of the present study was older than in comparable studies (Kline et al., 1987; Oja et al., 1991; Cao et al., 2013). With a correlation coefficient of $r = 0.80$ (standard error of estimate (SEE) = 4.2 mL·min⁻¹·kg⁻¹) between the predicted and measured VO_{2max} , the present project is in line with previous studies (Evans et al., 2015; Kline et al., 1987; Oja et al., 1991). The calculated

Table 1
Baseline characteristics of all participants from Germany and Austria.

	All participants (N = 134)	AUT (n = 64)	GER (n = 70)	p
Age (years)	56.0 [51.8–63.0]	55.0 [51.0–59.8]	57.5 [52.0–65.0]	0.088 [†]
Men (%)	43.3	42.2	44.3	
Smokers (%)	5.2	6.3	4.3	0.337 [†]
Anthropometrics				
Height (cm)	171.6 [8.4]	171.7 [8.4]	171.6 [8.5]	0.955 [†]
Weight (kg)	71.1 [13.3]	70.5 [13.3]	71.7 [13.4]	0.609 [†]
BMI (kg/m ²)	24.0 [3.4]	23.8 [3.3]	24.2 [3.5]	0.467 [†]
Blood pressure				
RR _{sys} (mm Hg)	120 [115–135]	120 [110–130]	125 [115–135]	0.052 [†]
RR _{dia} (mm Hg)	80 [70–85]	80 [71–85]	75 [70–80]	0.054 [†]
Lipid and glucose metabolism				
CHOL (mg/dL)	216 [193–243]	209 [187–237]	225 [200–253]	0.030 ^{***†}
HDL (mg/dL)	75 [63–92]	78 [67–92]	74 [60–92]	0.383 [†]
LDL (mg/dL)	127 [102–150]	112 [90–139]	140 [120–170]	0.000 ^{***†}
TRI (mg/dL)	77 [60–113]	77 [61–116]	78 [59–105]	0.779 [†]
GLU (mg/dL)	91 [85–97]	90 [85–98]	91 [85–94]	0.623 [†]
Cardiovascular risk				
FRS score	2.2 [0.8–5.8]	1.6 [0.6–5.6]	2.6 [1.0–6.7]	0.066 [†]
PR score	1.1 [0.6–3.4]	0.9 [0.4–2.3]	1.6 [0.7–4.6]	0.012 ^{***†}
HS score	1.0 [1.0–2.0]	1.0 [0.0 –0.0]	1.0 [1.0–3.0]	0.038 ^{***†}
FEV1 (L)	3.0 [0.7]	3.0 [0.7]	3.1 [0.7]	0.307 [†]

[†]Data are shown as mean [SD] for normal distribution or median [IQR 25th–75th percentile] for non-normal distribution. *p < 0.05; **p < 0.01; ***p < 0.001; † Student's t-test; ‡ Mann-Whitney U test. Abbreviations AUT = Austria, BMI = body mass index, CHOL = total cholesterol, FEV1 = forced expiratory volume in the 1st second, FRS score = Framingham risk score, GER = Germany, GLU = fasting blood glucose, HDL = high-density lipoprotein cholesterol, HS score = HeartScore of the European Society of Cardiology (ESC), LDL = low-density lipoprotein cholesterol, N = number of participants, PR score = PROCAM score, RR_{dia} = diastolic blood pressure, RR_{sys} = systolic blood pressure, TRI = triglycerides.

predictive model achieved similar or even better predictive power (Oja et al., 1991; Cao et al., Feb 2013; Peterson et al., 2003). The result of the cross-validation was comparable to previous studies (Jalili et al., 2018; Webb et al., 2014).

We conducted this study to help promote physical activity adapted to personal fitness levels, especially for hiking. In this context, the study is intended to raise awareness of possible cardiovascular risk factors. Cardiological and sports medicine examinations should not be replaced here but supplemented with the 1-km CTT as an additional preventive measure.

4.1. On-field reproduction of the treadmill test

Although the objective results of the performance parameters showed significant differences between the maximal incremental walking test in the laboratory and the submaximal 1-km CTT in the field, the differences between the VO₂, HR, and RER data were not physiologically relevant. Even though the field results were expected to be lower due to the target submaximal intensity (Borg 15), there was a good reproduction of the treadmill test conditions in the 1-km CTT. Grazzi et al. (Grazzi et al., 2017) had successfully reproduced a 1-km laboratory treadmill walking test in an outdoor test, but they had used a flat track with cardiac outpatients. Like our study in a healthy population, the authors also reported similar VO_{2peak} results for both test designs. In the patient population, Chiaranda et al. (Chiaranda et al., 2012) developed a

valid VO_{2max} estimation method for cardiac patients with a 1-km treadmill walking test. They achieved nearly the same correlation coefficients between the predicted and measured VO_{2max} as we did. Moreover, their prediction has proven to be a strong predictor of survival in patients with cardiovascular disease (Grazzi et al., 2014).

Although the field test was subjectively described as less intense than the laboratory test, the objective measurement of the RER showed similar intensity for both tests. This suggests that the participants rated their effort lower in the outdoor test than on the treadmill. Exercise performed in a natural environment may feel easier, and it has been established that participants tend to walk faster outdoors when they chose their walking speed and describe a lower RPE (Focht, 2009). Such informal feedback from the participants in the present study indicates that people feel more comfortable in nature than on the treadmill, which could have been a reason for their lower RPE in the field test despite the objective exercise intensity being the same as during the treadmill test. Dasilva et al. (Dasilva et al., 2011) have also confirmed the positive influence of environmental settings on the self-perception of physical performance.

The self-paced fitness test developed outdoors had to be performed at a submaximal intensity level to avoid overexertion and reduce the risk of cardiac events. Self-paced protocols have been reported as a reliable way to measure CRF (Beltz et al., 2016). The use of submaximal hiking as a test method in this study with healthy participants controlled by Borg's RPE scale proved to be technically feasible, even with older participants. The instruction of "start to walk with a normal, self-selected walking pace and increase your walking speed after 200 m up to a maximum value of 15 ('hard') on the Borg scale" was sufficient for acceptable performance in most cases. Occasionally, in very steep sections of the trail, participants' pace had to be down-regulated to avoid exceeding exhaustion above Borg 15. The 1-km CTT was accompanied by a team member of the study group. Future studies may try administering the test independently without any coaching from experts. Consistent verbal instructions or signs to control the submaximal intensity while testing may help standardize the test procedure.

4.2. Characteristics of the trail

The following features characterized both trails—a mean length of 1000 m ± 100 m, an altitude difference of 100 ± 30 m, a maximum slope of 26 %, safe trail conditions in a natural environment, and no highly frequented paths with sufficient security to perform the 1-km CTT. The incline in the trail helped to achieve a score of 15 ('hard') on the Borg scale while walking since healthy and active people might experience difficulties reaching this score in flat areas without running. Therefore, the test should ideally be performed uphill. Additionally, the administration of the 1-km CTT is possible during most of the year, excluding the peak winter months, when performed on a traversable and safe hiking trail. This project aims to expand the scope of this 1-km CTT to other alpine regions by respecting the characteristics of the trails in the 2 pilot regions; further investigations in this area are warranted.

In summary, this project provides a new valid and standardized test method to predict CRF in healthy adults ≥45 years of age with an outdoor hiking test. The 1-km CTT represents a simple and feasible way to promote cardiovascular health which can be performed without any laboratory equipment, other than an HR monitor. Future studies are recommended to assess the potential of the 1-km CTT in different settings.

4.3. Conclusion

VO_{2max} is an important indicator of CRF and the strongest predictor for cardiovascular as well as all-cause morbidity and mortality. Therefore, it is of utmost interest to develop valid and feasible clinical tests. The gold standard is a maximal test using a spiroergometry device. The current study describes a new submaximal uphill walking test method

Table 2
Performance parameters of maximal laboratory testing and submaximal field test.

	All LAB (N = 134)	LAB AUT (n = 64)	LAB GER (n = 70)	p (GER-AUT)	All 1-km (N = 134)	1-km AUT (n = 64)	1-km GER (n = 70)	p (GER-AUT)	p (LAB-1- km)
Age (years)	56.0 [51.8-63.0]	55.0 [51.0-59.8]	57.5 [52.0-65.0]	0.088	56.0 [51.8-63.0]	55.0 [51.0-59.8]	57.5 [52.0-65.0]	0.088	
Men (%)	43.3	42.2	44.3		43.3	42.2	44.3		
Exercise capacity									
VO _{2max/peak} (mL·min ⁻¹ ·kg ⁻¹)	38.3 [34.2-43.1]	39.9 [35.4-43.8]	37.7 [33.5-41.7]	0.026 [‡]	37.3 [6.3]	38.5 [5.5]	36.2 [6.8]	0.032 [‡]	< 0.001***§
HR _{max/peak} (bpm)	165 [14]	169 [12]	161 [13]	< 0.001***‡	157 [15]	162 [11]	154 [16]	< 0.001***‡	< 0.001***§
HR _{avg} (bpm)	111 [13]	112 [12]	111 [13]	0.706 [‡]	135 [17]	145 [12]	126 [16]	< 0.001***‡	< 0.001***§
RER _{max/peak}	1.1 [1.1-1.2]	1.1 [1.0-1.2]	1.1 [1.1-1.2]	0.371 [‡]	1.1 [1.0-1.2]	1.1 [1.1-1.2]	1.0 [1.0-1.1]	< 0.001***‡	< 0.01***§
Bot _{max/peak}	18 [17-19]	18 [17-19]	17 [16-18]	< 0.001***‡	15 [15-16]	16 [15-17]	15 [15-16]	0.227 [‡]	< 0.001***§
Speed _{max/peak} (km/h)	5.6 [5.0-5.9]	5.8 [5.5-6.0]	5.4 [4.9-5.8]	< 0.001***‡	6.4 [5.7-7.2]	7.1 [6.7-7.4]	5.7 [5.3-6.2]	< 0.001***‡	< 0.001***§
Time (sec)	922.0 [93.9]	948.0 [88.7]	898.3 [92.2]	< 0.01***‡	778.7 [102.8]	791.4 [105.1]	767.0 [100.1]	0.371 [‡]	< 0.001***§
Stage _{cmax}	6 [5-7]	7 [6-7]	5 [5-6]	< 0.001***‡					< 0.001***§

^b Data are shown as mean [SD] for normal distribution or median [IQR 25th-75th percentile] for non-normal distribution. [‡]p < 0.05; ^{**}p < 0.01; ^{***}p < 0.001; [†] Student's *t*-test; [‡] Mann-Whitney *U* test; [§] paired samples *t*-test. Abbreviations: 1-km = submaximal 1-km CTT, AUT = Austria, Bot_{max/peak} = maximal/peak rating of perceived exertion, GER = Germany, HR_{avg} = average heart rate, HR_{max/peak} = maximal/peak heart rate, LAB = laboratory, RER_{max/peak} = maximal/peak respiratory exchange ratio, Stage_{cmax} = maximal stage of the modified Bruce protocol, VO_{2max/peak} = maximal/peak oxygen uptake.

Table 3
Multiple linear regression model to predict log-transformed VO_{2max}.

Predictor	Log(VO _{2max})			
	Estimate	Std. error	t-value	Pr(> t)
(intercept)	6.443	0.510	12.633	< 0.001
Gender (female)	-0.136	0.030	-4.483	< 0.001
Smoker (formerly)	0.019	0.023	0.854	0.395
Smoker (yes)	-0.085	0.041	-2.078	0.040
Mean heart rate	-0.002	0.001	-2.844	< 0.001
Altitude difference	0.002	0.001	4.714	0.005
Age	-0.029	0.008	-3.4538	0.001
Duration	-0.154	0.034	-4.459	< 0.001
Weight	-0.005	0.001	-4.657	< 0.001
Age*duration	0.002	0.001	2.989	0.003

Multiple R-squared: 0.6548, Adjusted R-squared: 0.630
F-statistic: 26.13 on 9 and 124 DF, p-value: < 2.2e-16

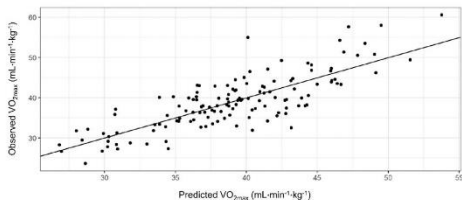


Fig. 3. Predicted versus observed VO_{2max} values.

for healthy adults in the field to predict VO_{2max} while hiking. The exercise intensity is patient-controlled using Borg's RPE scale. The present project shows that the 1-km CTT is a valid tool for healthy adults above 45 years to predict outdoor CRF. Furthermore, the test is simple, low-risk, does not require special laboratory equipment and enables healthy subjects to estimate VO_{2max} with wearable consumer-grade sensors only.

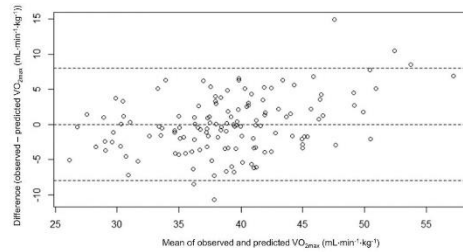


Fig. 4. Bland-Altman plot of VO_{2max} differences between observed and predicted values. The outer dashed lines are at ± 95 % limits of agreement.

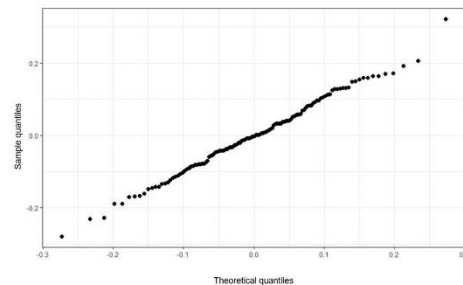


Fig. 5. Normal probability plot of the residuals.

4.4. Limitations of the study

The maximal exertion in the laboratory could be limited by the modified Bruce protocol which requires only walking and does not allow running. The last stages of the protocol consist of speed and incline combinations which may be uncomfortable as they might become too

fast to walk. As a result, some participants were biomechanically limited, but not physiologically, and therefore could not reach their VO_{2max} . Consequently, more harmonious stage changes with lower speed, which are adapted to walking, could be advantageous. Since the natural environment affects the RPE, it could be important for CVD prevention to set the RPE target of the 1-km CTT lower than 15 to avoid maximal exertion in the field test. The present study examined a fit study group that hiked regularly, which may lead to the conclusion that the formula cannot be used for inexperienced hikers. Further investigations are therefore required. Additionally, our prediction model of CRF is limited to trekking paths at medium altitudes.

CRedit authorship contribution statement

Laura Eisenberger: Conceptualization, Methodology, Formal analysis, Investigation, Data curation, Writing – original draft, Visualization. **Barbara Mayr:** Conceptualization, Methodology, Formal analysis, Investigation, Data curation, Writing – review & editing. **Maximilian Beck:** Conceptualization, Methodology, Formal analysis, Investigation, Data curation, Writing – review & editing. **Verena Venek:** Methodology, Software, Data curation, Writing – review & editing. **Christina Kranzinger:** Methodology, Software, Validation, Formal analysis, Data curation, Writing – review & editing. **Andrea Menzl:** Conceptualization, Investigation, Writing – review & editing. **Inga Jahn:** Investigation, Writing – review & editing. **Mahdi Sareban:** Conceptualization, Investigation, Writing – review & editing, Supervision. **Renate Oberhoffer-Fritz:** Conceptualization, Resources, Writing – review & editing, Supervision. **Josef Niebauer:** Conceptualization, Resources, Writing – review & editing, Supervision. **Birgit Böhm:** Conceptualization, Methodology, Formal analysis, Investigation, Data curation, Writing – review & editing, Project administration, Funding acquisition.

Declaration of Competing Interest

The authors declare that they have no known competing financial interests or personal relationships that could have appeared to influence the work reported in this paper.

Data availability

Data will be made available on request.

Acknowledgement

The study was funded by the European Regional Development Fund, INTERREG V-A Program Austria-Bavaria 2014-2020 (Project AB296).

References

- Arena, R., Myers, J., Williams, M.A., et al., 2007. Assessment of functional capacity in clinical and research settings: a scientific statement from the American Heart Association Committee on Exercise, Rehabilitation, and Prevention of the Council on Clinical Cardiology and the Council on Cardiovascular Nursing. *Circulation* 116 (3), 329–343. <https://doi.org/10.1161/circulationaha.106.184461>.
- Assmann, G., Schulte, H., Cullen, P., Seedorf, U., 2007. Assessing risk of myocardial infarction and stroke: new data from the Prospective Cardiovascular Münster (PROCAM) study. *Eur. J. Clin. Invest.* 37 (12), 925–932. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2362.2007.01888.x>.
- Beltz, N.M., Gilson, A.L., Janot, J.M., Kravitz, L., Mermier, C.M., Dalleck, L.C., 2016. Graded exercise testing protocols for the determination of VO_{2max} : historical perspectives, progress, and future considerations. *J. Sports Med. (Hindawi Publ. Corp.)* 2016. <https://doi.org/10.1155/2016/3968393>, 3968393.
- Blair, S.N., 2009. Physical inactivity: the biggest public health problem of the 21st century. *Br. J. Sports Med.* 43 (1), 1–2.
- Blair, S.N., Kohl 3rd, H.W., Paffenbarger Jr., R.S., Clark, D.G., Cooper, K.H., Gibbons, L.W., 1989. Physical fitness and all-cause mortality. A prospective study of healthy men and women. *JAMA* 262 (17), 2395–2401. <https://doi.org/10.1001/jama.262.17.2395>.
- Borg, G.A., 1982. Psychophysical bases of perceived exertion. *Med. Sci. Sports Exerc.* 14 (5), 377–381.
- Bruce, R.A., Kusumi, F., Hosmer, D., 1973. Maximal oxygen intake and nomographic assessment of functional aerobic impairment in cardiovascular disease. *Am. Heart J.* 85 (4), 546–562. [https://doi.org/10.1016/0002-8703\(73\)90502-4](https://doi.org/10.1016/0002-8703(73)90502-4).
- Cao, Z.B., Miyatake, N., Aoyama, T., Higuchi, M., Tabata, I., 2013. Prediction of maximal oxygen uptake from a 3-minute walk based on gender, age, and body composition. *J. Phys. Activity Health* 10 (2), 280–287. <https://doi.org/10.1123/jpah.10.2.280>.
- Chiaranda, G., Myers, J., Mazzone, G., et al., 2012. Peak oxygen uptake prediction from a moderate, perceptually regulated, 1-km treadmill walk in male cardiac patients. *J. Cardiopulm. Rehabil. Prevent.* 32 (5), 262–269. <https://doi.org/10.1097/HCR.0b013e3182663507>.
- Conroy, R.M., Pyörälä, K., Fitzgerald, A.P., et al., 2003. Estimation of ten-year risk of fatal cardiovascular disease in Europe: the SCORE project. *Eur. Heart J.* 24 (11), 987–1003. [https://doi.org/10.1016/s0195-668x\(03\)00114-3](https://doi.org/10.1016/s0195-668x(03)00114-3).
- Leave-One-Out Cross-Validation. In: Sammut C, Webb GI, eds. *Encyclopedia of Machine Learning*. Springer US; 2010:600–601.
- Dasilva, S.G., Guidetti, L., Buzzachera, C.F., et al., 2011. Psychophysiological responses to self paced treadmill and overground exercise. *Med. Sci. Sports Exerc.* 43 (6), 1114–1124. <https://doi.org/10.1249/MSS.0b013e318205874c>.
- Ebeling, C.B., Ward, A., Pulo, E.M., Widrick, J., Rippe, J.M., 1991. Development of a single-stage submaximal treadmill walking test. *Med. Sci. Sports Exerc.* 23 (8), 966–973.
- Evans, H.J.L., Ferrar, K.E., Smith, A.E., Parfitt, G., Eston, R.G., 2015. A systematic review of methods to predict maximal oxygen uptake from submaximal, open circuit spirometry in healthy adults. *J. Sci. Med. Sport.* 18 (2), 183–188. <https://doi.org/10.1016/j.jsams.2014.03.006>.
- Ferguson, B., 2014. ACSM's Guidelines for Exercise Testing and Prescription 9th Ed. 2014. *J. Can. Chiropr. Assoc.* 58(3):328–328.
- Focht, B.C., 2009. Brief walks in outdoor and laboratory environments: effects on affective responses, enjoyment, and intentions to walk for exercise. *Res. Q. Exerc. Sport* 80 (3), 611–620. <https://doi.org/10.1080/02701367.2009.10599600>.
- Fredman, P., Tyrväinen, L., 2010. Frontiers in nature based tourism. *Scandin. J. Hospit. Tourism* 10 (3), 177–189. <https://doi.org/10.1080/15022250.2010.502365>.
- Grazzi, G., Myers, J., Bernardi, E., et al., 2014. Association between VO_{2} peak estimated by a 1-km treadmill walk and mortality. A 10-year follow-up study in patients with cardiovascular disease. *Int. J. Cardiol.* 173 (2), 248–252. <https://doi.org/10.1016/j.ijcard.2014.02.039>.
- Grazzi, G., Chiaranda, G., Myers, J., et al., 2017. Outdoor reproducibility of a 1-km treadmill walking test to predict peak oxygen uptake in cardiac patients. *J. Cardiopulm. Rehabil. Prevent.* 37 (5), 347–349. <https://doi.org/10.1097/hcr.0000000000000266>.
- Hi, Y., Cho, W., Lee, D.H., Suh, S. H., Jeon, J.Y., 2021. Development of a new submaximal walk test to predict maximal oxygen consumption in healthy adults. *Sensors (Basel, Switzerland)* 21. <https://doi.org/10.3390/s21175726>.
- Jalili, M., Nazem, F., Szavar, A., Ranjbar, K., 2018. Prediction of maximal oxygen uptake by six-minute walk test and body mass index in healthy boys. *J. Pediatrics* 200, 155–159.
- Kline, G.M., Porcari, J.P., Hintermeister, R., et al., 1987. Estimation of VO_{2max} from a one mile track walk, gender, age, and body weight. *Med. Sci. Sports Exerc.* 19 (3), 253–259.
- Kulu, M., Caret: Classification and Regression Training. R package version 6.0 88. Accessed 07.03.2022, <https://CRAN.R-project.org/package=caret>.
- Mayr, B., Beck, M., Eisenberger, L., et al., 2022. Valorization of natural cardio trekking trails through open innovation for the promotion of sustainable cross-generational health-oriented tourism in the connect2move project: protocol for a cross-sectional study. *JMIR Res. Protocols* 11 (7), e39038.
- Myers, J., McAuley, P., Lavie, C.J., Despres, J.-P., Arena, R., Kokkinos, P., 2015. Physical activity and cardiorespiratory fitness as major markers of cardiovascular risk: their independent and interwoven importance to health status. *Prog. Cardiovasc. Dis.* 57 (4), 306–314. <https://doi.org/10.1016/j.pcad.2014.09.011>.
- Niebauer, J., 2020. Call for truly maximal ergometrics during clinical routine. *Eur. J. Preventive Cardiol.* 26 (7), 728–730. <https://doi.org/10.1177/2047487319831875>.
- Niebauer, J., Burtcher, M., 2021. Sudden cardiac death risk in downhill skiers and mountain hikers and specific prevention strategies. *Int. J. Environ. Res. Public Health* 18 (4) <https://doi.org/10.3390/ijerph18041621>.
- Noonan, V., Dean, E., 2000. Submaximal exercise testing: clinical application and interpretation. *Phys. Ther.* 80 (8), 782–807. <https://doi.org/10.1093/ptj/80.8.782>.
- Oja, P., Laukkanen, R., Pasanen, M., Tyry, T., Vuori, I., 1991. A 2-km walking test for assessing the cardiorespiratory fitness of healthy adults. *Int. J. Sports Med.* 12 (4), 356–362. <https://doi.org/10.1055/s-2007-1024694>.
- Peña, E.A., Slate, E.H., 2006. Global validation of linear model assumptions. *J. Am. Stat. Assoc.* 101 (473), 341. <https://doi.org/10.1198/016214505000000637>.
- Peña, E.A., Slate, E.H., gvlma: Global Validation of Linear Models Assumptions. R package version 1.0.0.3. Accessed 22.02.2022, <https://CRAN.R-project.org/package=gvlma>.
- Peterson, M.J., Pieper, C.F., Morey, M.C., 2003. Accuracy of VO_{2} max prediction equations in older adults. *Med. Sci. Sports Exerc.* 35 (1), 145–149.
- Riebe, D., Ehrman, J.K., Liguori, G., Magal, M., eds. *ACSM's guidelines for exercise testing and prescription*. 10th ed. Wolters Kluwer; 2018.
- Ross, R., Blair, S.N., Arena, R., et al., 2016. Importance of assessing cardiorespiratory fitness in clinical practice: a case for fitness as a clinical vital sign: a scientific statement from the American Heart Association. *Circulation* 134 (24), e653–e699. <https://doi.org/10.1161/cir.0000000000000461>.
- Roth, G.A., Mensah, G.A., Johnson, C.O., et al. Global burden of cardiovascular diseases and risk factors, 1990–2019: update from the GBD 2019 Study. *J. Am. College Cardiol.* 2020;76(25):2982–3021. doi:10.1016/j.jacc.2020.11.010.

L. Eisenberger et al.

Preventive Medicine Reports 30 (2022) 102039

- Seals, D.R., Edward, F., Lecture, A.D., 2014. The remarkable anti-aging effects of aerobic exercise on systemic arteries. *J. Appl. Physiol.* (Bethesda, Md: 1985) 117 (5), 425–439. <https://doi.org/10.1152/jappphysiol.00362.2014>.
- Tyrväinen, L., Pauleit, S., Seeland, K., Vries, S., 2005. Benefits and uses of urban forests and trees. In: *Urban Forests and Trees*. Springer, pp. 81–114.
- Venables, W.N., Ripley, B.D., 2002. *Modern Applied Statistics with S*, fourth ed. Springer.
- Visseren, F.L.J., Mach, F., Smulders, Y.M., et al., 2021. 2021 ESC guidelines on cardiovascular disease prevention in clinical practice. *Eur. Heart J.* 42 (34), 3227–3337. <https://doi.org/10.1093/eurheartj/ehab484>.
- Webb, C., Vehrs, P.R., George, J.D., Hager, R., 2014. Estimating VO2max Using a Personalized Step Test. *Measurement in Physical Education and Exercise Science*. 2014; 18(3):184–197. doi:10.1080/1091367X.2014.912985.
- Wen, C.P., Wai, J.P.M., Tsai, M.K., et al., 2011. Minimum amount of physical activity for reduced mortality and extended life expectancy: a prospective cohort study. *Lancet* 378 (9798), 1244–1253. [https://doi.org/10.1016/s0140-6736\(11\)60749-6](https://doi.org/10.1016/s0140-6736(11)60749-6).
- Wilson, P.W., D'Agostino, R.B., Levy, D., Belanger, A.M., Silbershatz, H., Kannel, W.B., 1998. Prediction of coronary heart disease using risk factor categories. *Circulation* 97 (18), 1837–1847. <https://doi.org/10.1161/01.cir.97.18.1837>.
- Winkert K, Kirsten J, Kamnig R, Steinacker JM, Treff G. Differences in VO2max measurements between breath-by-breath and mixing-chamber mode in the COSMED K5. *Int. J. Sports Physiol. Performance*. 2021;16(9):1335–1340. doi:10.1123/ijspp.2020.0634.
- Wooldridge, J.M., Publishing, S.-W.E., 2013. *Introductory Econometrics*. 5th ed. ed. Upper Level Economics Titles. Cengage Learning US; 912.
- World Health Organization, 2022. Cardiovascular diseases. World Health Organization. Accessed 25th of April, 2022 https://www.who.int/health-topics/cardiovascular-diseases#tab=tab_1.

4.2 Publikation 2

Titel: Assessment of Exercise Intensity for Uphill Walking in Healthy Adults Performed Indoors and Outdoors

Journal: International Journal of Environmental Research and Public Health

DOI: 10.3390/ijerph192416662

Impact Factor: 4,61

Autoren: Laura Eisenberger¹; Barbara Mayr^{2,3}; Maximilian Beck³; Verena Venek^{4,5}; Christina Kranzinger⁴; Andrea Menzl⁶; Inga Jahn⁶; Mahdi Sareban^{2,3}; Renate Oberhoffer-Fritz¹; Josef Niebauer^{2,3}; Birgit Böhm¹

Organisationen:

¹Lehrstuhl für Präventive Pädiatrie, Fakultät für Sport- und Gesundheitswissenschaften, Technische Universität München, München, Deutschland

²Universitätsinstitut für Präventive und Rehabilitative Sportmedizin und Forschungsinstitut für molekulare Sport- und Rehabilitationsmedizin, Paracelsus Medizinische Universität, Salzburg, Österreich

³Ludwig Boltzmann Institut für Digitale Gesundheit und Prävention, Salzburg, Österreich

⁴Salzburg Research Forschungsgesellschaft mbH, Salzburg, Österreich

⁵Studienbereich Engineering & IT, Medizintechnik, Fachhochschule Kärnten, 9020 Klagenfurt, Österreich

⁶St. Irmingard Klinik Prien, Klinik für Kardiologie, Prien am Chiemsee, Deutschland

Individueller Leistungsbeitrag:

- **Konzeptualisierung:** Die Doktorandin übernahm federführend die Formulierung und Entwicklung der Forschungsziele und Fragestellungen der vorliegenden Studie.
- **Methodik:** Gemeinsam im Studienteam erarbeitete die Doktorandin die methodische Vorgehensweise der Arbeit. Sie war für die Vorbereitung der klinischen Studie auf deutscher Seite verantwortlich.
- **Formale Analyse:** Die Doktorandin analysierte selbstständig die notwendigen Studiendaten der vorliegenden Arbeit und erarbeitete die Ergebnisse mit Hilfe statistischer Programme.

- **Untersuchungen:** Die Doktorandin übernahm federführend die Rekrutierung der Probanden, die Organisation und Durchführung aller Untersuchungen sowie die Datenerhebung auf deutscher Seite.
- **Datenpflege:** Die Doktorandin übernahm federführend die Bereinigung und Pflege der Studierendaten auf deutscher Seite. Sie war mitunter für den Aufbau der beiden verwendeten Datenbanken zuständig.
- **Schreiben – Originalentwurf:** Die Doktorandin ist die Hauptautorin der vorliegenden Arbeit. Sie verfasste den Originalentwurf des Manuskripts und war für das Einreichungsverfahren bis hin zur Veröffentlichung allein verantwortlich.
- **Visualisierung:** Die Doktorandin war für die Vorbereitung, Erstellung sowie Präsentation der veröffentlichten Arbeit, insbesondere der Datenpräsentation im Rahmen eines hochschulöffentlichen Vortrages allein verantwortlich.

Zusammenfassung:

Die Borg Skala zur Bewertung der wahrgenommenen Anstrengung ist ein einfaches, aber subjektives Instrument zur Bewertung der körperlichen Belastung während des Trainings. Sie wird häufig in der Prävention von Herz-Kreislauf-Erkrankungen für die Festlegung der Trainingsintensität verwendet. Ziel dieser Studie war es, die Beziehungen zwischen Borg und physiologischen Messungen der Trainingsintensität beim Bergaufgehen im Labor und im Freien zu bewerten und zu vergleichen. Hierfür haben 134 gesunde Teilnehmer [mittleres Alter: 56 Jahre (IQR 52-63)] einen maximalen, abgestuften Gehstest auf einem Laufband, unter Verwendung des modifizierten Bruce-Protokolls, sowie einen submaximalen 1 km CTT im Freien durchgeführt. Die Herzfrequenz und der Sauerstoffverbrauch wurden während beider Tests kontinuierlich gemessen. Der Borg Wert wurde auf dem Laufband am Ende jeder Stufe erfragt, während am Ende des 1 km CTTs der maximale Borg Wert abgefragt wurde.

Während des maximalen Laufbandtests im Labor korrelierte die subjektiv bewertete Belastungsintensität (Borg) sehr hoch mit den objektiv erhobenen Belastungsparametern (relative maximale Herzfrequenz, $\%HF_{\max}$ und relative $\dot{V}O_{2\max}$, $\%\dot{V}O_{2\max}$). Die Berechnungen zeigen ein Spearman's rho (ρ) zwischen Borg und $\%HF_{\max}$ von 0,88 bei der Gesamtkohorte, 0,88 bei den Männern sowie 0,89 bei den Frauen (alle $p < 0,001$). Zwischen Borg und $\%\dot{V}O_{2\max}$ konnte ein ρ von 0,89 bei der Gesamtkohorte, von 0,90 bei den Männern und von 0,89 bei den Frauen (alle $p < 0,001$) beobachtet werden.

Während des 1 km CTTs wurde eine kleine Korrelation zwischen Borg und $\%HF_{\max}$ (Gesamtkohorte $\rho = 0,24$, $p < 0,01$; Männer $\rho = 0,26$, $p < 0,05$; Frauen $\rho = 0,26$, $p < 0,05$) bzw. zwischen Borg und $\%\dot{V}O_{2\max}$ (Gesamtkohorte $\rho = 0,24$, $p < 0,01$; Männer $\rho = 0,30$, $p < 0,05$) beobachtet. Es gab keine signifikanten Korrelationen bei der $\%\dot{V}O_{2\max}$ der Frauen während des 1 km CTTs.



Article

Assessment of Exercise Intensity for Uphill Walking in Healthy Adults Performed Indoors and Outdoors

Laura Eisenberger ^{1,*} , Barbara Mayr ^{2,3} , Maximilian Beck ³, Verena Venek ^{4,5}, Christina Kranzinger ⁴ , Andrea Menzl ⁶, Inga Jahn ⁶, Mahdi Sareban ^{2,3}, Renate Oberhoffer-Fritz ¹ , Josef Niebauer ^{2,3} and Birgit Böhm ¹

- ¹ Institute of Preventive Pediatrics, Faculty of Sport and Health Sciences, Technical University of Munich, 80992 Munich, Germany
 - ² Institute of Sports Medicine, Prevention and Rehabilitation and Research Institute of Molecular Sports Medicine and Rehabilitation, Paracelsus Medical University, 5020 Salzburg, Austria
 - ³ Ludwig Boltzmann Institute for Digital Health and Prevention, 5020 Salzburg, Austria
 - ⁴ Salzburg Research Forschungsgesellschaft mbH, 5020 Salzburg, Austria
 - ⁵ Department of Medical Engineering, Carinthia University of Applied Sciences, 9524 Villach, Austria
 - ⁶ St. Irmingard Klinik Prien, Clinic for Cardiology, 83209 Prien am Chiemsee, Germany
- * Correspondence: laura.eisenberger@tum.de



Citation: Eisenberger, L.; Mayr, B.; Beck, M.; Venek, V.; Kranzinger, C.; Menzl, A.; Jahn, I.; Sareban, M.; Oberhoffer-Fritz, R.; Niebauer, J.; et al. Assessment of Exercise Intensity for Uphill Walking in Healthy Adults Performed Indoors and Outdoors. *Int. J. Environ. Res. Public Health* **2022**, *19*, 16662. <https://doi.org/10.3390/ijerph192416662>.

Academic Editor: Paul B. Tchounwou

Received: 9 November 2022

Accepted: 9 December 2022

Published: 12 December 2022

Publisher's Note: MDPI stays neutral with regard to jurisdictional claims in published maps and institutional affiliations.



Copyright: © 2022 by the authors. Licensee MDPI, Basel, Switzerland. This article is an open access article distributed under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution (CC BY) license (<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>).

Abstract: Background: Borg's rating of perceived exertion (BRPE) scale is a simple, but subjective tool to grade physical strain during exercise. As a result, it is widely used for the prescription of exercise intensity, especially for cardiovascular disease prevention. The purpose of this study was to assess and compare relationships between BRPE and physiological measures of exercise intensity during uphill walking indoors and outdoors. Methods: 134 healthy participants [median age: 56 years (IQR 52–63)] completed a maximal graded walking test indoors on a treadmill using the modified Bruce protocol, and a submaximal 1 km outdoor uphill cardio-trekking test (1 km CTT). Heart rate (HR) and oxygen consumption ($\dot{V}O_2$) were continuously measured throughout both tests. BRPE was simultaneously assessed at the end of each increment on the treadmill, while the maximal BRPE value was noted at the end of the 1 km CTT. Results: On the treadmill, BRPE correlated very high with relative HR ($\%HR_{max}$) ($\rho = 0.88$, $p < 0.001$) and $\dot{V}O_2$ ($\%\dot{V}O_{2max}$) ($\rho = 0.89$, $p < 0.001$). During the 1 km CTT, a small correlation between BRPE and $\%HR_{max}$ ($\rho = 0.24$, $p < 0.05$), respectively $\%\dot{V}O_{2max}$ was found ($\rho = 0.24$, $p < 0.05$). Conclusions: Criterion validity of BRPE during uphill walking depends on the environment and is higher during a treadmill test compared to a natural environment. Adding sensor-based, objective exercise-intensity parameters such as HR holds promise to improve intensity prescription and health safety during uphill walking in a natural environment.

Keywords: self-perception; modified Bruce protocol; cardiorespiratory fitness; exercise testing; prevention; hiking; natural environment; physical activity

1. Introduction

Cardiovascular diseases (CVD) are a significant health problem worldwide, despite the fact that several risk factors are modifiable [1,2]. The prevalence of CVD almost doubled between 1990 and 2019, from 271 to 523 million cases [2]. A healthy lifestyle that includes regular physical exercise is an important preventive strategy [3,4]. Physical activity (PA) clearly has numerous benefits for preventing CVD, as reported in several sets of guidelines [5–7]. Unfortunately, in modern societies, the general population spends too little time on physical activity (PA), and therefore, there is an urgent need to improve aerobic exercise in order to reduce CVD burden [8–10].

To assess the PA intensity during exercise interventions, tools are required. Cardiopulmonary exercise testing (CPET) is the criterion measurement to assess exercise capacity objectively, and is an essential and widely used tool in clinical applications to prescribe exercise intensity, especially for patients with CVD [11]. Exercise tests have been around for more than 50 years [12]. Despite its methodological complexity and high cost, ventilatory

gas analysis is a very popular and accurate test method for the objective assessment of exercise intensity [13]. Instead, subjectively experienced intensity of effort while being physically active such as the Borg's Rating of Perceived Exertion (BRPE) [14–16] is commonly used to assess and prescribe exercise intensity.

The rationale for Borg's 6–20 scale was based on the linear increase of the values of heart rate (HR) and oxygen consumption ($\dot{V}O_2$) during cycling and running [17]. Only a few studies investigated the relationship during walking, although walking is the most often reported PA among adults [18]. Previous findings demonstrated the usefulness of Borg's 6–20 scale as a tool for prescribing and monitoring exercise intensity from young to elderly participants [19–23]. Additionally, several studies have shown a clear benefit of using BRPE to control exercise intensity for both men and women [24–26]. According to the National Institutes of Health Development Panel on Physical Activity and Cardiovascular Health (USA), many people do not see walking as appropriate moderate-level exercise with preventive effects [27]. Although there is substantial evidence that moderate PA, such as brisk walking, is sufficient to reduce the risk of CVD in all male and female age groups, as well as in healthy and patient populations [28–31], there is still a lack of appreciation for the benefits related to walking. However, walking is reported to be the most common PA (15.0% to 41.8%) among adults in most countries [18] and can help reduce physical inactivity [29]. Notably, hiking which usually consists of walking uphill is gaining popularity, even among elderly individuals [32,33], and is considered to be beneficial to health [34,35]. Thus, exercise testing protocols using walking/hiking yield advantages compared to running.

There have been studies using BRPE in the laboratory to validate exercise intensity assessment; nevertheless, no study has been performed within a more ecologically valid environment, such as outdoor hiking trails. The use of BRPE in a clinical setting supports patients to monitor their exercise intensity if maximal testing is not possible [36]. BRPE has been shown to be a good predictor of exercise intensity in young healthy adults [20,21,24], middle-aged [37,38] and elderly adults [25,39]. In addition, the control of exercise intensity by using BRPE in young and healthy adults leads to cardiorespiratory and muscular fitness improvements [40]. Therefore, exercise recommendations for a patient, as well as a healthy population, already include BRPE [36,41–43]. To this end, we set out to examine the relationship between the BRPE scale and physiological measures of exercise intensity during a graded walking test on the treadmill and a 1 km cardio-trekking test (1 km CTT) on an uphill terrain in nature.

2. Materials and Methods

2.1. Participants and Study Design

We included 134 healthy adults [median age: 56 years (IQR 52–63)], 58 men [median age: 56 years (IQR 52–62)], and 76 women [median age: 57 years (IQR 51–63)] in the Connect2Move project [44,45]. The European cross-border study aimed to highlight natural and safe cardio-trekking trails for the sustainable promotion of cross-generational and health-oriented tourism. Study participants aged ≥ 45 years were screened by detailed physical and cardiac examinations. These examinations included an anamnesis, anthropometric and blood pressure measurements, a fasting blood sample, pulmonary function testing, resting electrocardiography, and an echocardiography in order to exclude those with cardiovascular or chronic diseases. The Technical University of Munich (Germany) and the Ludwig Boltzmann Institute for Digital Health and Prevention in Salzburg (Austria) conducted the laboratory and field testing. A detailed description of the study design, the inclusion criteria, and the recruitment process is provided elsewhere [44].

The study was performed in accordance with the Declaration of Helsinki and its latest amendments and was approved by the Ethical Committee of the State of Salzburg (EK-Nr.:1090/2020) and the Ethics Committee of the Faculty of Medicine of the Technical University of Munich (527/205). The present project was registered at [ClinicalTrials](#).

gov (NCT05226806). All participants provided written informed consent before their study participation.

2.2. Walking Test Settings

After medical examinations, all participants performed a stepwise incremental walking test on the treadmill (h/p/cosmos Sports & Medical GmbH, Nussdorf-Traunstein, Germany) using the modified Bruce protocol [46] (Table 1) until physical exertion. The Bruce protocol is a treadmill test, where both speed and incline is increased every three minutes. The modified Bruce protocol includes two additional stages as a warm-up (stage one and two with $2.7 \text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$ and 0% incline, respectively 5% incline) in addition to the original Bruce protocol. The participants were instructed to walk as long and fast as possible without running. The treadmill was stopped if participants reached maximal exhaustion or started running. BRPE was recorded at each stage. Maximal exhaustion was assumed when the participants achieved at least two of the following four criteria [47,48]:

- (1) Maximal Borg value of at least 18 ($\text{Borg}_{\text{max}} \geq 18$);
- (2) Respiratory exchange ratio of at least 1.1 ($\text{RER} \geq 1.1$);
- (3) Maximal heart rate of at least 85% of the age-predicted HR_{max} using the equation: $220 - \text{age}$ ($\text{HR}_{\text{max}} \geq 85\%$);
- (4) Leveling-off oxygen consumption despite an increasing workload, increase in $\text{O}_2 \leq 150 \text{ mL}\cdot\text{min}^{-1}$.

Table 1. The modified Bruce protocol (modification of the original protocol of Bruce [46]).

	Percent Grad (%)	Speed ($\text{km}\cdot\text{h}^{-1}$)
Stage 1	0	2.7
Stage 2	5	2.7
Stage 3	10	2.7
Stage 4	12	4.0
Stage 5	14	5.4
Stage 6	16	6.7
Stage 7	18	8.0
Stage 8	20	8.8

A day after the laboratory testing, all participants performed a submaximal 1 km CTT outdoors either in Aschau im Chiemgau (Germany) or in Werfenweng (Austria) controlled by the 6–20 BRPE scale (Table 2). The 1 km CTT was an uphill outdoor walking test at moderate altitude (<3000 m) [49] with a maximum incline of 26% [45]. Participants were instructed to reach a submaximal effort with a maximum value of 15 (“hard”) on the Borg’s scale throughout the entire 1 km CTT. At the end of the 1 km CTT, the participants were asked to rate their maximal BRPE (BRPE_{max}) during the test. The CTT was postponed in adverse weather conditions, e.g., at temperatures above 26 degrees, to avoid the influence of environmental-related risk factors [44,50,51].

Table 2. Borg’s 15-grade scale for ratings of perceived exertion with values ranging from 6 to 20 (modified table according to Borg [52]).

6	
7	Very, very light
8	
9	Very light
10	
11	Fairly light
12	
13	Somewhat hard
14	
15	Hard
16	
17	Very hard
18	
19	Very, very hard
20	

2.3. Exercise Intensity Measurements

During indoor and outdoor testing HR was measured using a Garmin HRM-Dual chest strap (Garmin, Olathe, KS, USA), and $\dot{V}O_2$ was measured using a portable spirometry device (K5, COSMED Deutschland GmbH, Fridolfing, Germany) in dynamic mixing chamber mode (DMC) [53] to objectively determine exercise intensity. BRPE was assessed to determine the subjective exercise intensity of the participants during the two test settings (indoors and outdoors). Before starting the walking test on the treadmill, BRPE 6–20 scale [54] was explained in detail to each subject by the study staff. Participants were asked to assess their BRPE on the scale at the end of every stage of the modified Bruce protocol (every third minute) and the end of the exercise test. In the 1 km CTT, the exercise intensity was rated by the BRPE scale, with a target value of 15/20. The study team continuously showed the scale to the participants to ensure submaximal intensity during the 1 km CTT. At the end of the test, the maximal BRPE was documented.

2.4. Statistical Analysis

The statistical analyses were performed using the software IBM SPSS Statistics version 28 (SPSS, Inc., Chicago, IL, USA), and p values < 0.05 (two-sided) were considered statistically significant. Data were corrected by identifying errors or outliers. For further statistical analysis, due to the DMC mode, $\dot{V}O_2$ values were taken 30 s after each stage change. HR and Borg values were noted at the end of each stage. All variables were tested for normal distribution by using the Kolmogorov–Smirnov test. For the descriptive analyses, means and standard deviations [SD] for normal distribution and medians and interquartile ranges [IQR, 25th–75th percentiles] for non-normal distribution were reported. Data are expressed as the mean \pm SD or median + IQR. The statistical significance of the means of the descriptive results of men and women was tested by Student’s t -tests for normally distributed data or Mann–Whitney U tests for non-normally distributed data. Linear regression analysis models were performed for all BRPE values and the corresponding HRs and $\dot{V}O_2$ values in the laboratory. It was confirmed that the assumptions of linear regression models held. The adjusted coefficient of determination (adjusted r^2) was used to illustrate the goodness of fit. Correlations were calculated with Spearman’s correlation (Spearman’s rho, ρ) for the treadmill walking testing and the 1 km CTT if at least one variable was non-parametric. The cut-off points for the interpretation of the strength of the correlations were reported by Hopkins [55].

3. Results

Characteristics of the participants are presented in Table 3. In total, 27.6% ($n = 37$, men = 25, women = 12), and 3.7% ($n = 5$, men = 3, women = 2) of them had a body mass

index (BMI) of 25–30 kg/m², and 30–35 kg/m², respectively. On average, women had a significantly lower BMI than men, $p < 0.001$.

Table 3. Characteristics of the study population.

	Total Cohort (n = 134)	Men (n = 58)	Women (n = 76)	p
Anthropometrics				
Age (years)	56 [52–63]	56 [52–62]	57 [51–63]	<0.731 ¹
Height (cm)	171.6 [8.4]	178.4 [6.9]	166.5 [5.2]	
Weight (kg)	71.1 [13.3]	80.6 [11.2]	63.8 [9.8]	
BMI (kg/m ²)	24.0 [3.4]	25.3 [2.8]	23.0 [3.5]	<0.001 ^{*1}

Note: Data are shown as mean (SD) for normally distributed data or median (IQR 25th–75th percentile) for non-normally distributed data. * $p < 0.05$; ¹ Student’s *t*-test Abbreviations: BMI, body mass index.

3.1. HR, $\dot{V}O_2$, and BRPE Measurements during the Walking Tests

All participants fulfilled at least two out of our four criteria of maximal exhaustion. The performance parameters are presented in Table 4. The total cohort (TC) achieved a mean relative $\dot{V}O_{2max}$ of 39.3 ± 7.7 mL·min⁻¹·kg⁻¹ during treadmill walking testing and a mean relative $\dot{V}O_{2peak}$ of 37.3 ± 6.3 mL·min⁻¹·kg⁻¹ in the submaximal 1 km CTT. Male participants [median age: 56 years (IQR 52–62)] showed a mean relative $\dot{V}O_{2max}$ of 42.8 ± 8.6 mL·min⁻¹·kg⁻¹ in the treadmill walking test and female participants [median age: 57 (IQR 51–63)] showed a mean relative $\dot{V}O_{2max}$ of 36.6 ± 5.8 mL·min⁻¹·kg⁻¹. During both the treadmill and 1 km CTT testing, women had significantly lower cardiorespiratory fitness than men ($p < 0.001$).

Table 4. Performance parameters during the maximal laboratory testing on the treadmill and the submaximal 1 km field testing.

	Total Cohort (n = 134)	Men (n = 58)	Women (n = 76)	p
Exercise capacity on the treadmill				
$\dot{V}O_{2max}$ (mL·min ⁻¹ ·kg ⁻¹)	39.3 [7.7]	42.8 [8.6]	36.6 [5.8]	<0.001 ^{*1}
HR _{max} (bpm)	165 [14]	165 [16]	165 [12]	0.834 ¹
RER _{max}	1.1 [0.1]	1.1 [0.1]	1.1 [0.1]	0.907 ¹
Borg _{max}	18 [17–19]	18 [17–19]	17 [17,18]	0.180 ²
v _{max} (km·h ⁻¹)	5.6 [5.0–5.9]	5.8 [5.6–6.3]	5.4 [4.9–5.8]	<0.001 ^{*2}
Exercise capacity in the 1 km CTT				
$\dot{V}O_{2peak}$ (mL·min ⁻¹ ·kg ⁻¹)	37.3 [6.3]	40.2 [6.1]	35.1 [5.6]	<0.001 ^{*1}
HR _{peak} (bpm)	157 [15]	154 [15]	160 [14]	<0.01 ^{*1}
RER _{peak}	1.1 [1.0–1.2]	1.1 [1.0–1.2]	1.1 [1.0–1.1]	0.724 ²
Borg _{peak}	15 [15,16]	16 [15,16]	15 [15,16]	0.687 ²
v _{peak} (km·h ⁻¹)	6.4 [5.7–7.2]	6.8 [5.9–7.3]	6.3 [5.4–7.0]	<0.05 ^{*2}

Note: Data are shown as mean (SD) for normally distributed data or median (IQR 25th–75th percentile) for non-normally distributed data. * $p < 0.05$; ¹ Student’s *t*-test; ² Mann-Whitney U test. Abbreviations: $\dot{V}O_{2max}$, maximal oxygen uptake; HR_{max}, maximal heart rate; RER_{max}, maximal respiratory exchange ratio; Borg_{max}, maximal Borg value; v_{max}, maximal speed; $\dot{V}O_{2peak}$, peak oxygen uptake; HR_{peak}, peak heart rate; RER_{peak}, peak respiratory exchange ratio; Borg_{peak}, peak Borg value; v_{peak}, peak speed.

Women showed significantly higher HR_{peak} during the submaximal 1 km CTT than men ($p < 0.01$). During both test settings, male participants had significantly higher maximal walking speeds than women ($p < 0.001$ on the treadmill, and $p < 0.05$ outdoors).

At the end of the walking test on the treadmill, seven participants (5.2%) reported a BRPE_{max} value of 20/20 on the Borg 6–20 scale. Most of the participants ($n = 98$, 73.1%) reported a BRPE_{max} value between 17/20 and 19/20. Twenty-nine participants (21.6%) reported a BRPE_{max} value between 14/20 and 16/20.

At the end of the submaximal 1 km CTT, 98 participants (71.8%) reported a BRPE_{peak} value between 14/20 and 16/20, 6 participants (4.4%) a value between 11/20 and 13/20,

27 participants (20.1%) a value of 17/20, and 3 participants (2.2%) a value of 18/20. BRPE was not influenced by gender ($p = 0.913$ on the treadmill, $p = 0.790$ in the 1 km CTT).

3.2. BRPE in Relation to HR and $\dot{V}O_2$ during the Treadmill Walking Test

During the treadmill walking test, BRPE significantly correlated with relative HR ($\%HR_{max}$) (TC $\rho = 0.88$, men $\rho = 0.88$, women $\rho = 0.89$, all $p < 0.001$), as well as BRPE and relative $\dot{V}O_2$ ($\%\dot{V}O_{2max}$) (TC $\rho = 0.89$, men $\rho = 0.90$, women $\rho = 0.89$ $p < 0.001$) at any given step (Figure 1).

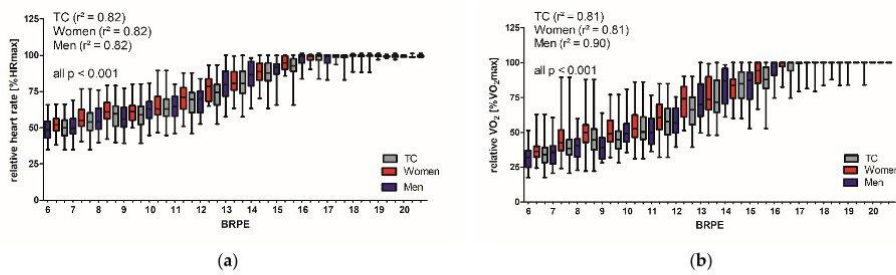


Figure 1. Measurements of exercise intensity and BRPE on the treadmill: differences between genders. (a) Relative HR ($\%HR_{max}$) and (b) relative $\dot{V}O_2$ ($\%\dot{V}O_{2max}$) at different BRPE values for the total cohort (TC), women and men.

For the estimation of physiological measures of exercise intensity, the cohort was divided into the sexes. Estimates for relative HR at each BRPE can be calculated according to the equation $HR_{men} [\%] = 20.85 + 4.35 \times BRPE$ (adjusted $r^2 = 0.82$, $p < 0.001$) and $HR_{women} [\%] = 27.11 + 4.13 \times BRPE$ (adjusted $r^2 = 0.82$, $p < 0.001$). Relative $\dot{V}O_2$ at each BRPE can be estimated according to the equation $\dot{V}O_{2men} [\%] = -6.82 + 5.87 \times BRPE$ (adjusted $r^2 = 0.90$, $p < 0.001$) and $\dot{V}O_{2women} [\%] = 4.78 + 5.40 \times BRPE$ (adjusted $r^2 = 0.81$, $p < 0.001$). Significant differences between the regression equations for men and women were found ($p < 0.001$).

3.3. BRPE in Relation to HR and $\dot{V}O_2$ during the 1 km CTT

During the 1 km CTT, only a small correlation was observed between $BRPE_{max}$ and $\%HR_{max}$ (TC $\rho = 0.24$, $p < 0.01$; men $\rho = 0.26$, $p < 0.05$; women $\rho = 0.26$, $p < 0.05$), respectively $\%\dot{V}O_{2max}$ (TC $\rho = 0.24$, $p < 0.01$; men $\rho = 0.30$, $p < 0.05$). No significant correlation was found for the $\%\dot{V}O_{2max}$ for women (Figure 2).

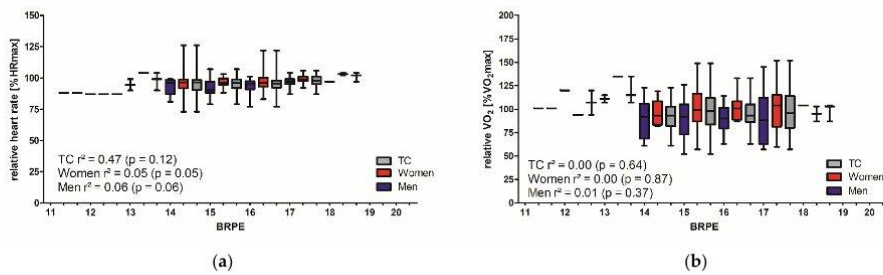


Figure 2. Measurements of exercise intensity and BRPE during the 1 km CTT: differences between genders. (a) Relative HR ($\%HR_{max}$) and (b) relative $\dot{V}O_2$ ($\%\dot{V}O_{2max}$) at different maximal BRPE values for the total cohort (TC), women and men.

4. Discussion

This is the first study investigating the relationship between BRPE and objective measures of exercise intensity during uphill walking on the treadmill and in a natural environment.

The participants represent a healthy and fit study group. Male participants showed a mean relative $\dot{V}O_{2\max}$ of $42.8 \pm 8.6 \text{ mL}\cdot\text{min}^{-1}\cdot\text{kg}^{-1}$ during the treadmill walking testing and according to the American College of Sports Medicine's (ACSM) guidelines for exercise testing and prescription corresponds with an excellent fitness level [56]. Female participants showed a mean relative $\dot{V}O_{2\max}$ of $36.6 \pm 5.8 \text{ mL}\cdot\text{min}^{-1}\cdot\text{kg}^{-1}$ and according to the ACSM guidelines corresponds with a superior fitness level. The present work demonstrated a high validity of the study group in assessing their perceived exertion during a graded walking test in the laboratory. During exercise interventions, it is important that individuals are capable of complying with the given exercise prescriptions and therefore of adhering independently to exercise intensities [43,57–59]. However, BRPE assessment was less valid during uphill walking in a natural environment. Even if the influence of exercise experience should not be underestimated, several studies [60–62] showed that trained and untrained people assess their intensity during training comparably well, regardless of age. Therefore, our findings with fit and healthy adults can also be assigned to healthy adults with a lower fitness level than the participants in our study.

Since HR is a valid and easy way to measure relative exercise intensity, many researchers examined the correlations between BRPE and HR to assess the criterion validity of BRPE. So far, most of the studies have investigated the relationships between subjective and objective measures of exercise intensity during cycling or running indoors. They showed high correlations between BRPE and HR, blood lactate, and/or $\dot{V}O_2$ [21–23,25]. Only a few studies have investigated the comparison of subjectively assessed BRPE values and objective measures during walking indoors [63–65] showing lower correlations between HR and BRPE than our results. None of the studies examined the correlations during uphill walking or hiking in nature. Investigations were only rarely carried out both in the laboratory and in the field [66–68]. No study used uphill walking as an exercise mode in their research. Ceci and Hassmén [67] investigated the comparison of running on a treadmill and an outdoor track with physically active men. They used a BRPE production protocol, where participants were asked to regulate their exertion related to BRPE of 11, 13, and 15. The study also showed lower correlations between HR and BRPE on the outdoor track compared to their treadmill running test. Furthermore, they suspected the influence of the environment on BRPE levels.

On a bicycle ergometer, Borg [17] found among the significant correlations the highest correlation value between BRPE and HR among teenagers ($r = 0.70$ to 0.90) and the lowest correlation value among 50 to 68 years old active men ($r = 0.60$). However, the present work showed a stronger correlation for HR and BRPE with $r = 0.88$ ($p < 0.001$) in elderly adults [median age of 56 years (IQR 52–63)] during uphill walking on a treadmill. With a comparable age group, the study of Miller, Bell, Collis and Hoshizaki [63] examined 202 post-50-year-old adults in a timed 600 m walk and a 2 min on-the-spot walk. They showed lower correlations between BRPE and HR ($r = 0.25$ to $r = 0.48$, $p < 0.05$). A meta-analysis by Chen, Fan, and Moe [23] demonstrated a mean validity coefficient of 0.62 for HR and BRPE ($n = 3708$) and 0.67 for $\% \dot{V}O_{2\max}$ and BRPE ($n = 549$). The very high correlation between BRPE and relative HR on the treadmill walking test in our study indicates a high validity of the predictive value of the objective measures of exercise intensity (HR and $\dot{V}O_2$) as a function of BRPE during the treadmill walking test (Figure 1). Our regression analysis explained 81% of the variance in $\%HR_{\max}$ and $\% \dot{V}O_{2\max}$ with BRPE during the treadmill walking test. Compared to our results, Scherr, Wolfarth, Christle, Pressler, Wagenpfeil, and Halle [21] explained 55% of the variance in HR with BRPE. In our study, BRPE was not influenced by gender, which supports previous findings [21,69,70].

Several studies have already investigated and demonstrated the influence of nature on subjective perception. Krinski, Machado, Lirani, DaSilva, Costa, Hardcastle, and El-sangedy [68] reported lower ratings of perceived exertion during outdoor exercise in

women with obesity. The environmental setting when walking outdoors has influenced BRPE. Participants of our study have shown nearly the same maximal respiratory exchange ratio (RER_{max}) during the treadmill walking test and the 1 km CTT (Table 3), while they rated their subjectively perceived exertion lower in the 1 km CTT. This result indicates an existing influence of the natural environment on BRPE. In the literature, it is indicated that perceived pleasure while exercising with self-selected intensity plays an important role in being physically active [71–73]. Additionally, it has been repeatedly reported that people tend to walk faster outside than on the treadmill [74–77], which we have also confirmed with our results. Dasilva, Guidetti, Buzzachera, Elsangedy, Krinski, De Campos, Goss, and Baldari [77] approved the influence of the environment on walking at a self-selected pace. Given that when exercising outdoors, people tend to underestimate their exercise intensity, not so much in healthy subjects, but certainly, in patients, this has to be accounted for when prescribing exercise training outdoors. For preventive measures outdoors, such as the 1 km CTT, which requires a self-selected speed, we recommend a lower specification of the subjective assessment of exercise intensity be made to represent an essential safety measure. Moreover, adding sensor-based, objective exercise-intensity parameters such as HR holds promise to improve intensity prescription and health safety during uphill walking in a natural environment.

In summary, BRPE is a valid tool for healthy adults to monitor and prescribe exercise intensity in a laboratory setting. It should be determined whether our findings can be observed in a patient population. Our results support the use of BRPE in laboratory exercise tests with a healthy population. The influence of a natural environment on BRPE needs to be considered in future exercise interventions. For accurate intensity guidance, BRPE should be used in addition to HR monitoring in public health practice. Furthermore, future research is recommended for a detailed description of the relationship between subjective and objective measures of exercise intensity in an outdoor setting, also with regard to high altitudes (>3000 m).

4.1. Study Limitations

The current study has certain limitations. First, the participants of the study were all healthy without any known chronic disease. Additionally, they had a very good endurance capacity. Transferring our results from healthy adults to people with CDV risk factors or chronic diseases must be done with caution. Moreover, we identified large SD for HR and $\dot{V}O_2$ (Figures 1 and 2), but according to further investigations, the standard error of the mean was quite small, demonstrating high accuracy of the estimated measures.

4.2. Perspective

The present work supports the BRPE scale as a useful tool for healthy adults to estimate and monitor their exercise intensity in the laboratory during a standardized graded walking test on the treadmill. Therefore, BRPE is a valid tool for prescribing exercise intensities during treadmill uphill walking indoors such as used in gyms or rehabilitation centers. However, during outside uphill walking lower Borg values should be recommended to achieve the right exercise intensity, especially for inactive or inexperienced people.

5. Conclusions

This is the first study investigating the relationships between the BRPE 6–20 scale and exercise intensity—assessed by heart rate and oxygen consumption—both during treadmill testing as well as during outdoor uphill walking. The present work demonstrated the value of using BRPE scales for the prescription of exercise intensity during uphill walking through subjective control of physical performance among healthy adults. This work identified a very high correlation between subjective and objective parameters of exercise intensity in the laboratory, where standardized protocols are used. A natural environment reduced criterion validity of BRPE during uphill walking and needs to be further investigated, especially in CVD patients with increased risk for adverse events.

Author Contributions: Conceptualization, L.E., B.M., M.B., A.M., M.S., R.O.-F., J.N. and B.B.; methodology, L.E., B.M., C.K. and B.B.; software, L.E., B.M., C.K. and B.B.; validation, L.E.; formal analysis, L.E., B.M., C.K. and B.B.; investigation, L.E., B.M., M.B., A.M., I.J., M.S. and B.B.; resources, R.O.-F. and J.N.; data curation, L.E., B.M., C.K. and B.B.; writing—original draft preparation, L.E.; writing—review and editing, B.M., V.V., C.K., M.S., J.N. and B.B.; visualization, L.E.; supervision, M.S., R.O.-F., J.N. and B.B.; project administration, B.B.; funding acquisition, B.B. All authors have read and agreed to the published version of the manuscript.

Funding: This study was funded by the European Regional Development Fund, INTERREG V-A Program Austria-Bavaria 2014–2020 (Project AB296).

Institutional Review Board Statement: The study was performed in accordance with the Declaration of Helsinki and its current amendments and was approved by the Ethical Committee of the State of Salzburg (EK-Nr.:1090/2020) and the Ethics Committee of the Faculty of Medicine of the Technical University of Munich (527/20S). The present project was registered at [ClinicalTrials.gov](https://clinicaltrials.gov/ct2/show/study/NCT05226806) (NCT05226806).

Informed Consent Statement: Informed consent was obtained from all subjects involved in the study.

Data Availability Statement: The data presented in this study are available on request from the corresponding author.

Conflicts of Interest: The authors declare no conflict of interest.

Abbreviations

%HR _{max}	Relative maximal heart rate
% $\dot{V}O_{2max}$	Relative maximal oxygen consumption
CPET	Cardiopulmonary exercise testing
CRF	Cardiorespiratory fitness
CTT	Cardio-trekking test
CVD	Cardiovascular disease
HR	Heart rate
HR _{max}	Maximal heart rate
PA	Physical activity
RER	Respiratory exchange ratio
RER _{max}	Maximal respiratory exchange ratio
BRPE	Borg's rating of perceived exertion
BRPE _{max}	Maximal value of Borg's rating of perceived exertion
TC	Total cohort
$\dot{V}O_2$	Oxygen consumption
$\dot{V}O_{2max}$	Maximal oxygen consumption (treadmill)
$\dot{V}O_{2peak}$	Peak oxygen consumption (1 km CTT)

References

1. Fletcher, G.F.; Ades, P.A.; Kligfield, P.; Arena, R.; Balady, G.J.; Bittner, V.A.; Coke, L.A.; Fleg, J.L.; Forman, D.E.; Gerber, T.C.; et al. Exercise Standards for Testing and Training. *Circulation* **2013**, *128*, 873–934. [[CrossRef](#)] [[PubMed](#)]
2. Roth, G.A.; Mensah, G.A.; Johnson, C.O.; Addolorato, G.; Ammirati, E.; Baddour, L.M.; Barengo, N.C.; Beaton, A.Z.; Benjamin, E.J.; Benziger, C.P.; et al. Global Burden of Cardiovascular Diseases and Risk Factors, 1990–2019: Update From the GBD 2019 Study. *J. Am. Coll. Cardiol.* **2020**, *76*, 2982–3021. [[CrossRef](#)] [[PubMed](#)]
3. Fletcher, G.F.; Landolfo, C.; Niebauer, J.; Ozemek, C.; Arena, R.; Lavie, C.J. Promoting Physical Activity and Exercise. *J. Am. Coll. Cardiol.* **2018**, *72*, 1622–1639. [[CrossRef](#)]
4. World Health Organization. *Global Action Plan on Physical Activity 2018–2030: More Active People for Healthier World*; World Health Organization Stylus Publishing: Geneva, Switzerland; LLC [Distributor]: Herndon, VA, USA, 2019; p. 101.
5. Visseren, F.L.J.; Mach, F.; Smulders, Y.M.; Carballo, D.; Koskinas, K.C.; Bäck, M.; Benetos, A.; Biffi, A.; Boavida, J.-M.; Capodanno, D.; et al. 2021 ESC guidelines on cardiovascular disease prevention in clinical practice. *Eur. Heart J.* **2021**, *42*, 3227–3337. [[CrossRef](#)] [[PubMed](#)]

6. Arnett, D.K.; Blumenthal, R.S.; Albert, M.A.; Buroker, A.B.; Goldberger, Z.D.; Hahn, E.J.; Himmelfarb, C.D.; Khera, A.; Lloyd-Jones, D.; McEvoy, J.W.; et al. 2019 ACC/AHA Guideline on the Primary Prevention of Cardiovascular Disease: A Report of the American College of Cardiology/American Heart Association Task Force on Clinical Practice Guidelines. *Circulation* **2019**, *140*, e596–e646. [[CrossRef](#)]
7. World Health Organization. *WHO Guidelines on Physical Activity and Sedentary Behaviour: Web Annex: Evidence Profiles*; World Health Organization: Geneva, Switzerland, 2020.
8. Harber, M.P.; Kaminsky, L.A.; Arena, R.; Blair, S.N.; Franklin, B.A.; Myers, J.; Ross, R. Impact of Cardiorespiratory Fitness on All-Cause and Disease-Specific Mortality: Advances Since 2009. *Prog. Cardiovasc. Dis.* **2017**, *60*, 11–20. [[CrossRef](#)]
9. Vuori, I.M.; Lavie, C.J.; Blair, S.N. Physical Activity Promotion in the Health Care System. *Mayo Clin. Proc.* **2013**, *88*, 1446–1461. [[CrossRef](#)]
10. Wisloff, U.; Lavie, C.J. Taking Physical Activity, Exercise, and Fitness to a Higher Level. *Prog. Cardiovasc. Dis.* **2017**, *60*, 1–2. [[CrossRef](#)] [[PubMed](#)]
11. Albouaini, K.; Eged, M.; Alahmar, A.; Wright, D.J. Cardiopulmonary exercise testing and its application. *Postgrad. Med. J.* **2007**, *83*, 675–682. [[CrossRef](#)]
12. Balady, G.J.; Arena, R.; Sietsema, K.; Myers, J.; Coke, L.; Fletcher, G.F.; Forman, D.; Franklin, B.; Guazzi, M.; Gulati, M.; et al. Clinician’s Guide to Cardiopulmonary Exercise Testing in Adults. *Circulation* **2010**, *122*, 191–225. [[CrossRef](#)] [[PubMed](#)]
13. Arena, R.; Myers, J.; Williams, M.A.; Gulati, M.; Kligfield, P.; Balady, G.J.; Collins, E.; Fletcher, G. Assessment of Functional Capacity in Clinical and Research Settings. *Circulation* **2007**, *116*, 329–343. [[CrossRef](#)] [[PubMed](#)]
14. Borg, G.; Dahlstrom, H. A pilot study of perceived exertion and physical working capacity. *Acta Soc. Med. Ups.* **1962**, *67*, 21–27. [[PubMed](#)]
15. Borg, G.; Linderholm, H. Perceived Exertion and Pulse Rate during Graded Exercise in Various Age Groups. *Acta Med. Scand.* **1967**, *181*, 194–206. [[CrossRef](#)]
16. Borg, G.A. Perceived exertion: A note on “history” and methods. *Med. Sci. Sports Exerc.* **1973**, *5*, 90–93. [[CrossRef](#)]
17. Borg, G. *Borg’s Perceived Exertion and Pain Scales*; Human Kinetics: Champaign, IL, USA, 1998.
18. Hulteen, R.M.; Smith, J.J.; Morgan, P.J.; Barnett, L.M.; Hallal, P.C.; Colyvas, K.; Lubans, D.R. Global participation in sport and leisure-time physical activities: A systematic review and meta-analysis. *Prev. Med.* **2017**, *95*, 14–25. [[CrossRef](#)]
19. Ciolac, E.G.; Mantuani, S.S.; Neiva, C.M.; Verardi, C.; Pessôa-Filho, D.M.; Pimenta, L. Rating of perceived exertion as a tool for prescribing and self regulating interval training: A pilot study. *Biol. Sport* **2015**, *32*, 103–108. [[CrossRef](#)]
20. Dunbar, C.C.; Robertson, R.J.; Baun, R.; Blandin, M.F.; Metz, K.; Burdett, R.; Goss, F.L. The validity of regulating exercise intensity by ratings of perceived exertion. *Med. Sci. Sports Exerc.* **1992**, *24*, 94–99. [[CrossRef](#)]
21. Scherr, J.; Wolfarth, B.; Christle, J.W.; Pressler, A.; Wagenpfeil, S.; Halle, M. Associations between Borg’s rating of perceived exertion and physiological measures of exercise intensity. *Eur. J. Appl. Physiol.* **2013**, *113*, 147–155. [[CrossRef](#)] [[PubMed](#)]
22. Bar-or, O.; Skinner, J.S.; Buskirk, E.R.; Borg, G.A.V. Physiological and perceptual indicators of physical stress in 41-to 60-year-old men who vary in conditioning level and in body fatness. *Med. Sci. Sports Exerc.* **1972**, *4*, 96–100. [[CrossRef](#)]
23. Chen, M.J.; Fan, X.; Moe, S.T. Criterion-related validity of the Borg ratings of perceived exertion scale in healthy individuals: A meta-analysis. *J. Sports Sci.* **2002**, *20*, 873–899. [[CrossRef](#)] [[PubMed](#)]
24. Eston, R.; Davies, B.; Williams, J. Use of perceived effort ratings to control exercise intensity in young healthy adults. *Eur. J. Appl. Physiol. Occup. Physiol.* **1987**, *56*, 222–224. [[CrossRef](#)] [[PubMed](#)]
25. Shigematsu, R.; Ueno, L.M.; Nakagaichi, M.; Nho, H.; Tanaka, K. Rate of Perceived Exertion as a Tool to Monitor Cycling Exercise Intensity in Older Adults. *J. Aging Phys. Act.* **2004**, *12*, 3–9. [[CrossRef](#)] [[PubMed](#)]
26. Shi Uk, L.; Tai Ryoan, H. Study on Usefulness of RPE Scale for the Prescription of Exercise Intensity. *J. Korean Acad. Rehabil. Med.* **1997**, *21*, 1167–1174.
27. Physical activity and cardiovascular health. NIH Consensus Development Panel on Physical Activity and Cardiovascular Health. *JAMA* **1996**, *276*, 241–246. [[CrossRef](#)]
28. Wannamethee, S.G.; Shaper, A.G. Physical Activity in the Prevention of Cardiovascular Disease. *Sports Med.* **2001**, *31*, 101–114. [[CrossRef](#)] [[PubMed](#)]
29. Murtagh, E.M.; Murphy, M.H.; Boone-Heinonen, J. Walking: The first steps in cardiovascular disease prevention. *Curr. Opin. Cardiol.* **2010**, *25*, 490–496. [[CrossRef](#)]
30. Stamatakis, E.; Kelly, P.; Strain, T.; Murtagh, E.M.; Ding, D.; Murphy, M.H. Self-rated walking pace and all-cause, cardiovascular disease and cancer mortality: Individual participant pooled analysis of 50,225 walkers from 11 population British cohorts. *Br. J. Sports Med.* **2018**, *52*, 761. [[CrossRef](#)] [[PubMed](#)]
31. Johansson, M.S.; Sogaard, K.; Prescott, E.; Marott, J.L.; Schnohr, P.; Holtermann, A.; Korshøj, M. Can we walk away from cardiovascular disease risk or do we have to ‘huff and puff’? A cross-sectional compositional accelerometer data analysis among adults and older adults in the Copenhagen City Heart Study. *Int. J. Behav. Nutr. Phys. Act.* **2020**, *17*, 84. [[CrossRef](#)]
32. Fredman, P.; Tyrväinen, L. Frontiers in nature-based tourism. *Scand. J. Hosp. Tour.* **2010**, *10*, 177–189. [[CrossRef](#)]
33. Burtcher, M. Endurance performance of the elderly mountaineer: Requirements, limitations, testing, and training. *Wien. Klin. Wochenschr.* **2004**, *116*, 703–714. [[CrossRef](#)]
34. Mitten, D.; Overholt, J.R.; Haynes, F.I.; D’Amore, C.C.; Ady, J.C. Hiking: A Low-Cost, Accessible Intervention to Promote Health Benefits. *Am. J. Lifestyle Med.* **2018**, *12*, 302–310. [[CrossRef](#)] [[PubMed](#)]

35. Lloyd-Jones, D.; Adams, R.; Brown, T. Health benefits of hiking. *Circulation* **2010**, *121*, e1–e170.
36. Noble, B.J. Clinical applications of perceived exertion. *Med. Sci. Sports Exerc.* **1982**, *14*, 406–411. [[CrossRef](#)] [[PubMed](#)]
37. Eston, R.; Lambrick, D.; Sheppard, K.; Parfitt, G. Prediction of maximal oxygen uptake in sedentary males from a perceptually regulated, sub-maximal graded exercise test. *J. Sports Sci.* **2008**, *26*, 131–139. [[CrossRef](#)]
38. Whaley, M.H.; Woodall, T.; Kaminsky, L.A.; Emmett, J.D. Reliability of perceived exertion during graded exercise testing in apparently healthy adults. *J. Cardiopulm. Rehabil. Prev.* **1997**, *17*, 37–42. [[CrossRef](#)] [[PubMed](#)]
39. Gros Lambert, A.; Mahon, A.D. Perceived exertion: Influence of age and cognitive development. *Sports Med.* **2006**, *36*, 911–928. [[CrossRef](#)]
40. Garnacho-Castaño, M.V.; Domínguez, R.; Muñoz González, A.; Feliu-Ruano, R.; Serra-Payá, N.; Maté-Muñoz, J.L. Exercise Prescription Using the Borg Rating of Perceived Exertion to Improve Fitness. *Int. J. Sports Med.* **2018**, *39*, 115–123. [[CrossRef](#)]
41. Whaley, M.H.; Brubaker, P.H.; Kaminsky, L.A.; Miller, C.R. Validity of Rating of Perceived Exertion During Graded Exercise Testing in Apparently Healthy Adults and Cardiac Patients. *J. Cardiopulm. Rehabil. Prev.* **1997**, *17*, 261–267. [[CrossRef](#)] [[PubMed](#)]
42. American College of Sports Medicine. *ACSM's Guidelines for Exercise Testing and Prescription*, 11th ed.; Wolters Kluwer: Philadelphia, PA, USA, 2021.
43. Pelliccia, A.; Sharma, S.; Gati, S.; Bäck, M.; Börjesson, M.; Caselli, S.; Collet, J.-P.; Corrado, D.; Drezner, J.A.; Halle, M.; et al. 2020 ESC Guidelines on sports cardiology and exercise in patients with cardiovascular disease: The Task Force on sports cardiology and exercise in patients with cardiovascular disease of the European Society of Cardiology (ESC). *Eur. Heart J.* **2020**, *42*, 17–96. [[CrossRef](#)]
44. Mayr, B.; Beck, M.; Eisenberger, L.; Venek, V.; Kranzinger, C.; Menzl, A.; Reich, B.; Hornung-Prähauser, V.; Oberhoffer-Fritz, R.; Böhm, B.; et al. Valorization of Natural Cardio Trekking Trails Through Open Innovation for the Promotion of Sustainable Cross-generational Health-Oriented Tourism in the Connect2Move Project: Protocol for a Cross-sectional Study. *JMIR Res. Protoc.* **2022**, *11*, e39038. [[CrossRef](#)] [[PubMed](#)]
45. Eisenberger, L.; Mayr, B.; Beck, M.; Venek, V.; Kranzinger, C.; Menzl, A.; Jahn, I.; Sareban, M.; Oberhoffer-Fritz, R.; Niebauer, J.; et al. Development and validation of a 1-km cardio-trekking test to estimate cardiorespiratory fitness in healthy adults. *Prev. Med. Rep.* **2022**, *30*, 102039. [[CrossRef](#)]
46. Bruce, R.A.; Kusumi, F.; Hosmer, D. Maximal oxygen intake and nomographic assessment of functional aerobic impairment in cardiovascular disease. *Am. Heart J.* **1973**, *85*, 546–562. [[CrossRef](#)]
47. Yang, H.i.; Cho, W.; Lee, D.H.; Suh, S.-H.; Jeon, J.Y. Development of a New Submaximal Walk Test to Predict Maximal Oxygen Consumption in Healthy Adults. *Sensors* **2021**, *21*, 5726. [[CrossRef](#)] [[PubMed](#)]
48. Kline, G.M.; Porcari, J.P.; Hintermeister, R.; Freedson, P.S.; Ward, A.; McCarron, R.F.; Ross, J.; Rippe, J.M. Estimation of VO₂max from a one-mile track walk, gender, age, and body weight. *Med. Sci. Sports Exerc.* **1987**, *19*, 253–259. [[CrossRef](#)] [[PubMed](#)]
49. Bärtsch, P.; Saltin, B. General introduction to altitude adaptation and mountain sickness. *Scand. J. Med. Sci. Sports* **2008**, *18* (Suppl. 1), 1–10. [[CrossRef](#)] [[PubMed](#)]
50. Brocherie, F.; Girard, O.; Millet, G.P. Emerging Environmental and Weather Challenges in Outdoor Sports. *Climate* **2015**, *3*, 492–521. [[CrossRef](#)]
51. Armstrong, L.E.; Casa, D.J.; Millard-Stafford, M.; Moran, D.S.; Pyne, S.W.; Roberts, W.O. American College of Sports Medicine position stand. Exertional heat illness during training and competition. *Med. Sci. Sports Exerc.* **2007**, *39*, 556–572. [[CrossRef](#)]
52. Borg, G. Perceived exertion as an indicator of somatic stress. *Scand. J. Rehabil. Med.* **1970**, *2*, 92–98. [[PubMed](#)]
53. Winkert, K.; Kirsten, J.; Kamnig, R.; Steinacker, J.M.; Treff, G. Differences in VO₂max Measurements Between Breath-by-Breath and Mixing-Chamber Mode in the COSMED K5. *Int. J. Sports Physiol. Perform.* **2021**, *16*, 1335–1340. [[CrossRef](#)]
54. Borg, G.A. Psychophysical bases of perceived exertion. *Med. Sci. Sports Exerc.* **1982**, *14*, 377–381. [[CrossRef](#)]
55. Hopkins, W.G. A New View of Statistics. Available online: <https://sportsci.org/resource/stats/> (accessed on 4 November 2022).
56. Riebe, D.; Ehrman, J.K.; Liguori, G.; Magal, M. (Eds.) *ACSM's Guidelines for Exercise Testing and Prescription*, 10th ed.; Wolters Kluwer: Philadelphia, PA, USA; Baltimore, MD, USA; New York, NY, USA, 2018; p. 472.
57. Gondoni, L.A.; Nibbio, F.; Caetani, G.; Augello, G.; Titon, A.M. What are we measuring? Considerations on subjective ratings of perceived exertion in obese patients for exercise prescription in cardiac rehabilitation programs. *Int. J. Cardiol.* **2010**, *140*, 236–238. [[CrossRef](#)] [[PubMed](#)]
58. Travlos, A.K.; Marisi, D.Q. Perceived Exertion during Physical Exercise among Individuals High and Low in Fitness. *Percept. Mot. Ski.* **1996**, *82*, 419–424. [[CrossRef](#)]
59. Lucini, D.; Pagani, M. Exercise Prescription to Foster Health and Well-Being: A Behavioral Approach to Transform Barriers into Opportunities. *Int. J. Environ. Res. Public Health* **2021**, *18*, 968. [[CrossRef](#)] [[PubMed](#)]
60. Winborn, M.D.; Meyers, A.W.; Mulling, C. The Effects of Gender and Experience on Perceived Exertion. *J. Sport Exerc. Psychol.* **1988**, *10*, 22–31. [[CrossRef](#)]
61. Eston, R.; Evans, H.; Faulkner, J.; Lambrick, D.; Al-Rahamneh, H.; Parfitt, G. A perceptually regulated, graded exercise test predicts peak oxygen uptake during treadmill exercise in active and sedentary participants. *Eur. J. Appl. Physiol.* **2012**, *112*, 3459–3468. [[CrossRef](#)] [[PubMed](#)]
62. Demello, J.J.; Cureton, K.J.; Boineau, R.E.; Singh, M.M. Ratings of perceived exertion at the lactate threshold in trained and untrained men and women. *Med. Sci. Sports Exerc.* **1987**, *19*, 354–362. [[CrossRef](#)]

63. Miller, G.D.; Bell, R.D.; Collis, M.L.; Hoshizaki, T.B. The relationship between perceived exertion and heart rate of post 50 year-old volunteers in two different walking activities. *J. Hum. Mov. Stud.* **1985**, *11*, 187–195.
64. Grant, S. A comparison of physiological responses and rating of perceived exertion in two modes of aerobic exercise in men and women over 50 years of age. *Br. J. Sports Med.* **2002**, *36*, 276–281. [[CrossRef](#)] [[PubMed](#)]
65. Flairty, J.E.; Scheadler, C.M. Perceived and Heart Rate-based Intensities during Self-paced Walking: Magnitudes and Comparison. *Int. J. Exerc. Sci.* **2020**, *13*, 677–688. [[PubMed](#)]
66. Hassmén, P. Environmental effects on the ratings of perceived exertion in males and females. *J. Sport Behav.* **1996**, *19*, 235.
67. Ceci, R.; Hassmén, P. Self-monitored exercise at three different RPE intensities in treadmill vs field running. *Med. Sci. Sports Exerc.* **1991**, *23*, 732–738. [[CrossRef](#)] [[PubMed](#)]
68. Krinski, K.; Machado, D.G.S.; Lirani, L.S.; DaSilva, S.G.; Costa, E.C.; Hardcastle, S.J.; Elsangedy, H.M. Let's Walk Outdoors! Self-Paced Walking Outdoors Improves Future Intention to Exercise in Women With Obesity. *J. Sport Exerc. Psychol.* **2017**, *39*, 145–157. [[CrossRef](#)]
69. Faulkner, J.; Parfitt, G.; Eston, R. Prediction of maximal oxygen uptake from the ratings of perceived exertion and heart rate during a perceptually-regulated sub-maximal exercise test in active and sedentary participants. *Eur. J. Appl. Physiol.* **2007**, *101*, 397–407. [[CrossRef](#)] [[PubMed](#)]
70. Pincivero, D.M.; Polen, R.R.; Byrd, B.N. Gender and contraction mode on perceived exertion. *Int. J. Sports Med.* **2010**, *31*, 359–363. [[CrossRef](#)] [[PubMed](#)]
71. Ekkekakis, P. Let them roam free? Physiological and psychological evidence for the potential of self-selected exercise intensity in public health. *Sports Med. (Auckland, N.Z.)* **2009**, *39*, 857–888. [[CrossRef](#)] [[PubMed](#)]
72. Rose, E.A.; Parfitt, G. Can the feeling scale be used to regulate exercise intensity? *Med. Sci. Sports Exerc.* **2008**, *40*, 1852–1860. [[CrossRef](#)]
73. Rose, E.A.; Parfitt, G. Exercise experience influences affective and motivational outcomes of prescribed and self-selected intensity exercise. *Scand. J. Med. Sci. Sports* **2012**, *22*, 265–277. [[CrossRef](#)]
74. Marsh, A.P.; Katula, J.A.; Pacchia, C.F.; Johnson, L.C.; Koury, K.L.; Rejeski, W.J. Effect of treadmill and overground walking on function and attitudes in older adults. *Med. Sci. Sports Exerc.* **2006**, *38*, 1157–1164. [[CrossRef](#)]
75. Parvataneni, K.; Ploeg, L.; Olney, S.J.; Brouwer, B. Kinematic, kinetic and metabolic parameters of treadmill versus overground walking in healthy older adults. *Clin. Biomech. (Bristol, Avon)* **2009**, *24*, 95–100. [[CrossRef](#)]
76. Pearce, M.E.; Cunningham, D.A.; Donner, A.P.; Rechnitzer, P.A.; Fullerton, G.M.; Howard, J.H. Energy cost of treadmill and floor walking at self-selected paces. *Eur. J. Appl. Physiol. Occup. Physiol.* **1983**, *52*, 115–119. [[CrossRef](#)]
77. Dasilva, S.G.; Guidetti, L.; Buzzachera, C.F.; Elsangedy, H.M.; Krinski, K.; De Campos, W.; Goss, F.L.; Baldari, C. Psychophysiological responses to self-paced treadmill and overground exercise. *Med. Sci. Sports Exerc.* **2011**, *43*, 1114–1124. [[CrossRef](#)] [[PubMed](#)]

5 Diskussion

Die beiden Publikationen in dieser Dissertation zeigen, dass sich der 1 km CTT als valides Testwerkzeug zur Schätzung der Ausdauerleistungsfähigkeit bei gesunden Erwachsenen in der Natur eignet. Dadurch wurde eine neue Testmethode am Berg entwickelt, die die Testbatterie der Ausdauerleistungstests im Freien erweitert. Die subjektive Belastungssteuerung des 1 km CTTs zeigt in den beschriebenen Studien kleine Schwächen im Setting Natur und sollte daher idealerweise durch objektive Parameter wie eine Überwachung der Herzfrequenz ergänzt werden. Dadurch wird insbesondere der Sicherheitsaspekt hinsichtlich einer möglichen Überlastung beim Wandern erhöht.

5.1 Gesundheitsförderung in der Natur

Trotz des Wissens über die gesundheitliche Relevanz von körperlicher Aktivität (171) bewegen sich die Menschen heutzutage unzureichend. Die Inaktivität zieht sich dabei weltweit durch alle Geschlechter und Altersgruppen hinweg – von den Kindern bis zu den Erwachsenen (81, 172-174). Dabei steigt das Risiko von Erkrankungen wie Herz-Kreislauf-Erkrankungen rapide an (175, 176). Durch Maßnahmen der Gesundheitsförderung soll eine Verbesserung der individuellen Gesundheit erreicht werden. Diese Tatsachen nahm diese Arbeit zum Anlass, sich der Gesundheitsförderung bei Erwachsenen speziell im Setting Natur zu widmen, um mit Hilfe einer neuartigen Erfassung der Ausdauerleistungsfähigkeit einerseits das kardiovaskuläre Risiko der Bevölkerung zu senken und andererseits die Gesundheitskompetenz der Menschen langfristig zu steigern. Im Rahmen des Dissertationsprojektes wurde hierfür ein neues Testwerkzeug zur Schätzung der $\dot{V}O_{2max}$ von gesunden Erwachsenen beim Wandern in der Natur entwickelt und validiert. Der in dieser Arbeit präsentierte submaximale 1 km CTT soll eine ergänzende Methode im Bereich der Gesundheitsförderung und Prävention von Herz-Kreislauf-Erkrankungen darstellen.

Die Untersuchungen repräsentieren eine gesunde und aktive Studiengruppe mit hoher, selbsteingestufte Lebensqualität. Die Literatur hat bestätigt, dass eine höhere körperliche Aktivität mit einer gesteigerten Wahrnehmung der eigenen Lebensqualität einhergeht (177). Die Aktivitätsempfehlungen der WHO von mindestens 150 Minuten moderater körperlicher Aktivität bzw. 75 Minuten intensiver körperlicher Aktivität pro Woche (68) entsprechen einem MET-Wert von 600. Der systematische Review von Kyu et al. (2016) (178) zeigte jedoch einen noch weitaus größeren gesundheitlichen Mehrwert bei 3000–4000 MET-Minuten pro Woche. Die Probanden der vorliegenden Arbeit erfüllen nicht nur die Empfehlungen der körperlichen Aktivität der WHO, sondern bestätigen auch den positiven Einfluss ihrer gesteigerten Aktivität auf das eigene Gesundheitsempfinden sowie ihre Lebensqualität.

Zudem hat eine Nähe zur Natur positive Auswirkungen auf das eigene Stressempfinden und die Lebensqualität (179). Eine aktive Bewegungsförderung durch den 1 km CTT stellt somit eine Möglichkeit dar, die Gesundheit der Menschen zu fördern und sowohl physische als auch psychische Mehrwerte zu erzielen. Das Wandern in der Natur bietet eine Vielzahl gesundheitlicher Vorteile. Aufenthalte in der Natur bzw. im Wald dienen nachweislich zur kardiovaskulären und mentalen Prävention (180-182), wodurch sich die 1 km CTT-Strecke hervorragend als Weg für gesundheitsförderliche Maßnahmen eignet.

Im Sinne einer umfassenden Gesundheitsförderung und Prävention sind weitere Studien zur Übertragung der Ergebnisse der gesunden Untersuchungsgruppe auf andere Zielgruppen notwendig. Zudem sollen durch gesundheitsförderliche Maßnahmen auch Risikogruppen erreicht werden, die bisher keinen oder nur eingeschränkten Zugang zu solchen Maßnahmen haben. Studien haben gezeigt, dass bisher zu wenige Maßnahmen durchgeführt werden, die sowohl Verhältnis- als auch Verhaltensprävention kombinieren und damit an den konkreten Lebensbedingungen und Gesellschaftsstrukturen ansetzen. Die Wirksamkeit solch einer Intervention ist jedoch nachweislich höher (75, 183).

5.2 Wandern als Präventionsmaßnahme

Gehen ist mitunter die häufigste körperliche Aktivität bei Erwachsenen (184, 185). Es wurde bereits gezeigt, dass sich das Gehen als geeignete Methode zur Bestimmung der kardiorespiratorischen Fitness (186) sowie zur Prävention von kardiovaskulären Erkrankungen (187-191) präsentiert. Die körperliche Leistungsfähigkeit ist ein aussagekräftiger Prädiktor für die Gesamtmortalität bei Gesunden sowie bei Patienten mit Herz-Kreislauf-Erkrankungen (192-194). Bisherige Studien untermauern das Potenzial von $\dot{V}O_{2max}$ Vorhersagemodellen hinsichtlich der kardiovaskulären Prävention (195-197). Nach derzeitigem Stand gibt es aber keine Studien, die ein derartiges $\dot{V}O_{2max}$ Vorhersagemodell beim Gehen bergauf, sprich dem Wandern, in der Natur mit gesunden Erwachsenen untersucht haben. Bisherige Untersuchungen zeigten die Übertragung von Labor- zu Feldtests lediglich auf flachem Terrain sowie mit unterschiedlicher Studienpopulation. So untersuchte Grazi et al. (2017) (196) ambulante Herzpatienten und reproduzierte einen moderaten 1 km Gehetest auf dem Laufband auf eine flache Strecke im Freien. Seine Ergebnisse zeigten ähnliche Werte der $\dot{V}O_{2peak}$ im Labor- und Feldtest und unterstützen damit die Ergebnisse der ersten Publikation dieser Arbeit. Ein weiteres Schätzmodell mit Herzpatienten wurde von Chiaranda et al. (2012) (195) untersucht. Mit einem moderaten 1 km Gehetest auf dem Laufband wurde ein valides Vorhersagemodell für die $\dot{V}O_{2max}$ entwickelt. Die Berechnungen der Korrelationskoeffizienten zwischen der vorhergesagten sowie gemessenen $\dot{V}O_{2max}$ zeigen mit $r = 0,81$ ein nahezu identisches Ergebnis in der Gruppe der Patienten ohne Einnahme von

β -Blockern und stimmen damit auch mit weiteren Studien überein (186, 198, 199). Darüber hinaus hat sich ihre Vorhersage als starker Prädiktor für das Überleben von Patienten mit Herz-Kreislauf-Erkrankungen erwiesen (197). Dadurch wird das Potenzial von Vorhersagemodellen hinsichtlich einer kardiovaskulären Prävention deutlich. Das in der ersten Studie berechnete und validierte Vorhersagemodell erreichte eine vergleichbare oder teilweise sogar bessere Vorhersagekraft als in anderen Studien (186, 200, 201). Es wird deutlich, dass der submaximale 1 km CTT einen großen Mehrwert in der kardiovaskulären Prävention bieten kann.

Die beiden Publikationen zeigten, dass die Probanden ihre subjektiv empfundene Anstrengung im submaximalen 1 km CTT in der Natur als geringer einstufte als ihre subjektiv empfundene Anstrengung beim maximalen Laufbandtest im Labor. Bisherige Studien befassten sich zwar bereits mit dem Zusammenhang zwischen beiden Messgrößen, jedoch war meist das Radfahren oder Laufen in Innenräumen Gegenstand der Untersuchungen (134, 144, 146, 202). Nur wenige Studien haben den Vergleich zwischen subjektiv empfundener Anstrengung und objektiven Messungen während des Gehens im Innenraum untersucht (203-205), die zudem geringere Korrelationen aufwiesen als in dieser Arbeit gezeigt. Nur einige wenige Studien wurden in beiden Settings, Labor und Feld, durchgeführt (206-208). Bisher untersuchte keine Studie das Bergaufgehen mit einer natürlichen Steigung am Berg. Anhand der objektiven Daten beider Publikationen dieser Arbeit lässt sich bei den Probanden eine fast identische Ausbelastung feststellen. Der Respiratory Exchange Ratio (RER), ein Indikator der Ausbelastung, zeigt, dass die Probanden sowohl bei den Labor- als auch bei den Felduntersuchungen eine vergleichbare Belastungsintensität aufweisen. Das deutet darauf hin, dass die Probanden die Anstrengung in der Natur als geringer wahrnehmen als sie tatsächlich ist. Dieser Effekt des Einflusses einer natürlichen Umgebung auf die persönliche Wahrnehmung und das Wohlbefinden lässt sich bereits in mehreren Studien nachweisen (207, 209, 210). Die Studienlage zeigt niedrigere Borg Werte im Freien im Vergleich zu einer geschlossenen Umgebung wie beispielsweise dem Labor. Damit bestätigen die Ergebnisse der beiden Publikationen, dass die Natur die subjektiv wahrgenommene Anstrengung während des 1 km CTTs beeinflusst. Die Arbeit hat gezeigt, dass die Probanden ihre subjektiv empfundene Anstrengung während des maximalen Laufbandtests im Labor valide einschätzen können. Das ist vor allem für Interventionen von Bedeutung, die einen bestimmten Intensitätsbereich vorschreiben, den es einzuhalten gilt (211-213). Diese valide Einschätzung wurde jedoch nur im Labor beobachtet. Die Bewertung mittels Borg Skala im submaximalen 1 km CTT zeigte eine geringere Validität. Hierbei könnte der Einfluss der natürlichen Umgebung während der Testdurchführung eine Rolle spielen. Eine natürliche und grüne Umgebung gilt seit vielen Jahren als gesundheitsfördernd. Bereits in zahlreichen Studien wurde der positive Effekt der Natur auf die körperliche und geistige Gesundheit in einer gesunden sowie klinischen Population untersucht und bewiesen (210, 214, 215).

Es zeigt sich auch ein Zusammenhang zwischen den Grünflächen im Wohnumfeld und der Morbidität (216). Die Vorteile einer Aktivität in natürlicher Umgebung gegenüber einer Aktivität in Innenräumen überwiegen deutlich (217). Im Jahr 2003 wurde der englische Begriff „green exercise“ für die Beschreibung des synergistischen Nutzens zwischen Natur und Bewegung auf die Gesundheit eingeführt (218) und 2005 veröffentlicht (215). Interventionen in natürlicher Umgebung stellen damit einen wichtigen Baustein in der Primär- und Sekundärprävention von Erkrankungen (210) sowie in Rehabilitationsprogrammen (214) dar. Studien haben bereits gezeigt, dass die subjektiv bewertete Anstrengung während einer körperlichen Aktivität in der Natur bzw. im Freien niedriger ist als bei Aktivitäten in geschlossenen Räumen (208-210). Es wurde deutlich, dass Menschen dazu neigen, sich in der Natur schneller fortzubewegen als auf dem Laufband (219-221), was sich auch in den Ergebnissen dieser Arbeit widerspiegelt. Bei einer selbstgewählten Geschwindigkeit, die auch im submaximalen 1 km CTT vorliegt, wurde der Einfluss einer natürlichen Umgebung auf das Gehen bestätigt (207, 209). Hier zeigt sich eine signifikant höhere Bewegungsgeschwindigkeit im Vergleich zum Gehen auf dem Laufband.

Zusammenfassend lässt sich feststellen, dass sich das im Rahmen dieser Studie entwickelte $\dot{V}O_{2max}$ Schätzmodell als ein neues und valides Testwerkzeug zur Bestimmung der Ausdauerleistungsfähigkeit bei gesunden Erwachsenen darstellt. Zudem kann das Wandern in der Prävention von Herz-Kreislauf-Erkrankungen genutzt werden kann. Bei der Steuerung des 1 km CTTs kommt der Einfluss einer natürlichen Umgebung als Setting hinzu, der bei Testdurchführung Beachtung finden muss. Die Borg Skala ist ein valides Instrument für gesunde Erwachsene, um die Trainingsintensität beim Bergaufgehen in einer Laborumgebung zu überwachen und zu beschreiben. In weiteren Untersuchungen sollte festgestellt werden, ob die vorliegenden Ergebnisse dieser Arbeit auch bei Patienten oder Menschen mit vorhandenen kardiovaskulären Erkrankungen beobachtet werden können. Die Ergebnisse unterstützen die Verwendung der Borg Skala bei einem maximalen Belastungstest auf dem Laufband im Labor mit einer gesunden Population. Der Einfluss einer natürlichen Umgebung auf die subjektiv empfundene Anstrengung beim Wandern muss bei zukünftigen Trainingsinterventionen berücksichtigt werden. Dennoch zeigt die Borg Skala nachweislich vielfältige Einsatzmöglichkeiten (222) – sowohl bei Gesunden als auch bei Patienten (223) – und kann damit den präventiven Aspekt beim Wandern und somit beim 1 km CTT aufwerten.

5.3 Steigerung der Gesundheitskompetenz

Die Vereinten Nationen haben in ihrem globalen Aktionsplan 2030 das Ziel definiert, die Gesundheit und das Wohlergehen der Menschen zu fördern sowie die Mortalitätsrate aufgrund kardiovaskulärer Erkrankungen zu senken (224). Dabei wird die Bedeutung der Förderung körperlicher und gesundheitlicher Kompetenzen zur Steigerung der individuellen Leistungsfähigkeit hervorgehoben (225). Ein von der Ottawa-Charta bereits 1986 definiertes Handlungsfeld der Gesundheitsförderung ist die Entwicklung persönlicher Kompetenzen (2, 226). Eine gesteigerte bewegungsbezogene Gesundheitskompetenz stellt einen Schutzfaktor für die Gesundheit des Einzelnen dar. Diese Kompetenzen sollten im Sinne der Gesundheitsförderung und Prävention in zukünftigen Interventionsmaßnahmen aufgegriffen und gestärkt werden. Das Modell zur bewegungsbezogenen Gesundheitskompetenz wurde bereits in verschiedenen Zielgruppen und Settings für Präventions- (45, 48, 227-229) und Rehabilitationsmaßnahmen (45, 230-233) eingesetzt und zeigt daher eine nachweislich große Bedeutung in der Gesundheitsförderung. Zahlreiche empirische Studien zeigten zudem den Zusammenhang zwischen bewegungsbezogener Gesundheitskompetenz, körperlicher Aktivität, Gesundheit und Wohlbefinden (45, 46, 48, 234-238). Eine Limitation stellen jedoch die bislang überwiegend querschnittliche Studien da, wodurch die Wirkrichtung bislang ungeklärt bleibt. Dennoch belegen sie eine Verknüpfung von bewegungsbezogener Gesundheitskompetenz und Gesundheitsindikatoren. Es wird deutlich, dass sowohl die bewegungsspezifische Selbstregulationskompetenz als auch die Steuerungskompetenz Einfluss auf das Aktivitätsverhalten in der Freizeit nehmen (46, 234). Dieses Ergebnis steht auch im Einklang mit der sozialkognitiven Theorie von körperlicher Aktivität (239). Auf Basis des bewegungsbezogenen Gesundheitskompetenzmodells präsentiert sich der 1 km CTT somit als potenziell geeignete Testmethode zur selbstbestimmten Gestaltung körperlicher Aktivität, wodurch Gesundheitsgewinne verbessert und Gesundheitsrisiken reduziert werden können (41). Ergänzende Untersuchungen hinsichtlich einer tatsächlichen Stärkung der Kompetenzen als Ergebnis der Durchführung des 1 km CTTs sind dennoch erforderlich, um die Annahmen zu prüfen.

Studien zeigen die Notwendigkeit, in Deutschland die Gesundheitskompetenz der Bevölkerung zu verbessern (52-55), um negative Auswirkungen auf die Gesundheit zu vermeiden (32, 56, 57). Dadurch sind neue Informations- und Vermittlungsstrategien gefordert. Das Kapitel hat die vielfältigen Möglichkeiten aufgezeigt, Gesundheitskompetenzen auf verschiedenen Wegen sowie an unterschiedliche Zielgruppen zu vermitteln. Der individuelle Ansatz verdeutlicht, dass das Individuum durch den 1 km CTT an relevanten, persönlichen Gesundheitskompetenzen im Bereich der eigenen Ausdauerleistungsfähigkeit gewinnen kann. Zudem verbessert er die Fähigkeit einer subjektiven Trainingssteuerung und vermittelt gesundheitsbezogene Informationen zum Thema „Prävention von

Herz-Kreislauf-Erkrankungen“. Zusätzlich profitiert das Individuum von mehr Autonomie durch mehr Eigenverantwortung im Bereich Prävention und Gesundheitsförderung, wobei hier auch eine gewisse Selbstinitiative Voraussetzung für einen nachhaltigen (Lern-)Erfolg ist. Nur durch eine selbstständige und aktive Suche nach möglichen Präventionsmaßnahmen wie dem 1 km CTT kann der Wanderer von den wertvollen Gesundheitsinformationen, die die Maßnahme liefert, profitieren. Zudem liegt es am Individuum selbst, ob es die Erkenntnisse aus den Ergebnissen inkl. der Aktivitätsempfehlungen aus der Auswertung des 1 km CTTs in die Tat umsetzt. Dieser Ansatz läuft somit Gefahr, lediglich die bereits aktiven und gesundheitsbewussten Menschen zu erreichen. Der individuelle Ansatz spricht womöglich keine Menschen an, die nur wenig bis kaum körperlich aktiv sind.

Der *HLS-GER 2* (2021) (55) verdeutlichte die vorhandenen Schwierigkeiten der deutschen Bevölkerung hinsichtlich der Beurteilung und Anwendung von gesundheitsbezogenen Informationen. Somit stellt nicht unbedingt das Finden und Verstehen des 1 km CTTs eine Herausforderung dar, sondern insbesondere die Auswertung und Interpretation der Ergebnisse. Zwar findet eine Auswertung und Einordnung der Ergebnisse auf der Projektwebseite statt, zur Verarbeitung der Informationen bedarf es jedoch weiterer persönlicher Unterstützung durch Experten, die die Inhalte verständlich vermitteln und eine nachhaltige Prävention garantieren. Die Wortwahl und das sprachliche Niveau spielen eine entscheidende Rolle. Zur weiteren Unterstützung sind deshalb auch visuelle Materialien sehr hilfreich (22). Die Verwendung des Tachos als grafische Auswertung der $\dot{V}O_{2max}$ auf der Webseite (siehe Abbildung 32) könnte für das Individuum eine Erleichterung darstellen, die Auswertung besser zu verstehen. Wie Schaeffer et al. (2016) (240) zeigen, sind Fachpersonen aus dem Gesundheitswesen bei dieser Unterstützung sehr bedeutsam. Hierfür rückt der zielgruppenspezifische Ansatz als weitere Möglichkeit einer professionellen Unterstützung für den Menschen in den Mittelpunkt. Um von der Präventionsmaßnahme in vollem Umfang profitieren zu können, fungieren die geschulten Experten und Multiplikatoren als Bindeglied zwischen Theorie/Wissenschaft und Praxis. Interventionsstudien zeigen, dass eine Steigerung der Gesundheitskompetenz mit einer Steigerung der Selbstbefähigung (Empowerment), einer Steigerung der Entscheidungsfähigkeit sowie einer Steigerung der aktiven Krankheitsbewältigung einhergeht (241). Davon profitieren auch die Nutzer des 1 km CTTs. Dieser stellt eine niederschwellige Präventionsmaßnahme dar, die in einem ganzheitlichen Konzept einen großen gesundheitlichen Mehrwert sowohl für den Einzelnen als auch für Städte, Gemeinden oder Regionen darstellt. Für die erfolgreiche Umsetzung und Vernetzung verschiedener Stakeholder und Strukturen bedarf es jedoch allgemeinen, gesundheitspolitischen Rahmenbedingungen. Ein erster wichtiger Schritt in Deutschland ist die Erarbeitung eines Nationalen Aktionsplans zur Förderung von Gesundheitskompetenzen durch Experten aus den Bereichen Public Health, Medizin und Bildung. Das Ziel hierbei ist die Festlegung von praktischen Handlungszielen u. a. für Politik und Forschung (242, 243).

Die Entwicklungen in den letzten Jahren zeigen, dass Gesundheitskompetenzen auch immer mehr in gesundheitstouristischen Regionen und Angeboten vertreten sind (244-247). Der gesundheitsbewusste Urlauber prägt den Gesundheitstourismus (154, 248) und fordert ihn daher zum Umdenken. Diese Entwicklungen sollten Urlaubsregionen hinsichtlich zukunftsfähiger Dienstleistungen berücksichtigen und sich durch individuelle Angebote, wie bspw. den 1 km CTT, zu Nutze machen. Denn neben Wellness und Erholung zählen auch sportliche Aktivitäten zu den Motiven eines Gesundheitsurlaubes (249). Hierbei soll der Begriff „Healthness“ zu einer Abgrenzung des Begriffes „Wellness“ dienen, indem die Vermittlung von Gesundheitskompetenz als zentraler Mittelpunkt angesehen wird. Im „Healthness“-Urlaub werden Gesundheitsprogramme zur Primärprävention und Gesundheitsförderung angeboten und von den Urlaubern auch aktiv wahrgenommen (250, 251). Der 1 km CTT stellt hierbei einen geeigneten, neuartigen Baustein für die Integration in bereits bestehende oder auch zukünftige Gesundheitsangebote dar. Die Herausforderung besteht jedoch darin, die Gesundheitsbildung konzeptionell so zu gestalten, dass die Selbstwahrnehmung des Menschen miteinbezogen wird (250). Der Schwerpunkt liegt hierbei im informellen Lernprozess, bei dem ein aktiver Erkenntnisgewinn gefördert wird (252-254). Unter Berücksichtigung dieser didaktischen Herangehensweise kann die Vermittlung und damit Seigerung der Gesundheitskompetenz auch im Gesundheitstourismus nachhaltig erfolgsversprechend sein. Das Ziel muss es sein, Menschen, die den 1 km CTT durchführen und in der Natur beim Wandern unterwegs sind, mit den dafür notwendigen Kompetenzen auszustatten. Konkret sind insbesondere Steuerungs- und Selbstregulationskompetenzen durch ausgewiesene Experten zu vermitteln. Hierfür dienen die in dieser Arbeit, auf Basis der wissenschaftlichen Ergebnisse, herausgearbeiteten drei Ansätze zur Steigerung der Gesundheitskompetenz als potenzielle Grundlage für zukünftige Interventionsmaßnahmen der Gesundheitsförderung. Es wird jedoch eine Evaluation zur Untersuchung der Wirksamkeit der im Rahmen von *Connect2Move* erarbeiteten Ansätze auf die bewegungsbezogene Gesundheitskompetenz empfohlen. Die Herausforderung wird es zukünftig sein, die individuellen Voraussetzungen jedes Einzelnen zu erkennen und somit gezielt Gesundheitskompetenzen zu fördern. Das Zusammenspiel zwischen individuellen Kenntnissen, Fähigkeiten und Fertigkeiten sowie den Anforderungen aus und Bedingungen aus dem Umfeld zeigt sich als komplexe Aufgabenstellung in der Gesundheitsförderung (28, 255-258). Um einen gesunden und aktiven Lebensstil der Menschen nachhaltig zu fördern, müssen gesundheitsförderliche Maßnahmen u. a. Aspekte zur Steigerung der Gesundheitskompetenz wie beispielsweise hohe Steuerungs- und Selbstregulationskompetenzen beinhalten und individuell angepasst werden. Um mit Hilfe des 1k km CTTs eine gesundheitswirksame körperliche Aktivität zu fördern müssen zukünftig sowohl körper- und bewegungsbezogenes Grundwissen als auch förderliche personale Handlungseigenschaften und Bewertungsdispositionen zur Steigerung von Motivation und Selbstwirksamkeit vermittelt werden.

Dieses Wissen hilft den Menschen die notwendigen gesundheitsrelevanten Informationen zu finden, sie zu verstehen, anschließend zu beurteilen und letztendlich langfristig anzuwenden, um ihre Gesundheit und Lebensqualität zu verbessern.

Zusammenfassend präsentierte diese Arbeit neue Wege, Ansätze und Perspektiven der Gesundheitsförderung in den Alpen.

6 Perspektive: Steigerung der bewegungsbezogenen Gesundheitskompetenz

Zur Steigerung der bewegungsbezogenen Gesundheitskompetenz dienen die wissenschaftlichen Ergebnisse dieser Arbeit als Grundlage zur Entwicklung unterschiedlicher Ansätze für die Praxis. Konkret handelt es sich um folgende drei Wege der Vermittlung: Individuell, zielgruppenspezifisch und settingorientiert. Diese Ansätze unterliegen bisher jedoch keiner wissenschaftlichen Evaluation und gelten daher als Perspektive bzw. als Handlungsempfehlungen für die zukünftige Forschung.

6.1 Individueller Ansatz

Der gesunde Wanderer stellt den Mittelpunkt des individuellen Ansatzes dar, der den 1 km CTT als persönliche Präventionsmaßnahme für die eigene Gesundheit und als individuellen Kompetenzgewinn nutzen kann. Er informiert sich zunächst selbstständig über das vorhandene Testangebot in einer Region. Durch Hintergrundinformationen auf der Projektwebseite (www.connect2move-wandern.eu), den Informationsbroschüren und der eigenständigen Durchführung sowie Auswertung des 1 km CTTs sollen dem Wanderer bewegungsbezogene Gesundheitskompetenzen, insbesondere Steuerungskompetenzen (vgl. Abbildung 4) vermittelt werden, die eine wichtige Bedeutung für die individuelle Gesundheitsförderung haben. Dem Wanderer wird hierbei nicht nur das Wissen einer subjektiven Belastungssteuerung vermittelt, sondern auch die Bedeutung einer angepassten Belastungsdosierung zur Vermeidung von Überanstrengung beim Wandern. Das Ziel des 1 km CTTs für den individuellen Wanderer ist das Können, seinen eigenen Körper und die vorhandene Belastung am Berg richtig einzuschätzen und zu kontrollieren.

Im individuellen Ansatz führt der Wanderer den 1 km CTT selbstständig, d. h. ohne professionelle Begleitung durch beispielsweise Sportwissenschaftler, durch. Er benötigt deshalb im Voraus ausreichend Informationen, die ihn über mögliche Teststrecken, die Durchführungsmöglichkeiten sowie die Testauswertung aufklären, um sich das nötige Handlungswissen (vgl. Abbildung 4) für den 1 km CTT zu erarbeiten. Eine hierfür wichtige Teilkompetenz ist die bewegungsbezogene Selbstregulation, um eine selbstständige Testdurchführung sicherzustellen. Umso wichtiger ist hierbei der individuelle Gesundheitsnutzen für den Wanderer, der klar vermittelt werden muss. Aus diesem Grund erhalten beteiligte Gemeinden und Tourismusbüros Werbeflyer und Informationsmaterialien aus dem Projekt, die auf das Präventionsangebot aufmerksam machen und ausführlich informieren sowie auf die Webseite verweisen. Zukünftig sollte eine zusätzliche fachliche Einweisung in teilnehmenden Regionen stattfinden. Die bereitgestellten Informationen geben dem Wanderer einen Anreiz, die konkreten Schritte zur Durchführung des 1 km CTTs zu planen. Zudem bietet die Projektwebseite entsprechende

Unterstützung u. a. mit weiteren Informationen über vorhandene Teststrecken, aus denen sich der Wanderer eine für sich passende Strecke auswählen kann. Eine detaillierte Anleitung zur korrekten Durchführung des 1 km CTTs findet sich sowohl auf der Webseite als auch in den Informationsbroschüren. Der Wanderer sollte über die notwendige Ausstattung zur Aufzeichnung der Daten wie Herzfrequenzmessung und Zeit verfügen bzw. sich diese selbstständig beschaffen. Die Borg Skala, die zur subjektiven Steuerung des 1 km CTTs notwendig ist, findet sich ebenfalls auf der Webseite. Diese kann vom Wanderer während des Tests auf Papier oder auf dem Smartphone mitgeführt werden.

Die Steigerung der bewegungsbezogenen Gesundheitskompetenz, insbesondere der Bewegungs- und Steuerungskompetenzen (vgl. Abbildung 4) erfolgt durch eine (digitale) Wissensvermittlung an den individuellen, gesunden Wanderer. Die Vermittlung findet schwerpunktmäßig mit Hilfe bereitgestellter Informationen auf der Projektwebseite statt. Durch die subjektive Steuerung während des 1 km CTTs lernt der Wanderer, seine Belastung subjektiv zu bewerten und bewusst auf seine persönliche Anstrengung zu achten. Dabei wird aufgezeigt, welchen Effekt körperliche Aktivität auf die Gesundheit hat. Die Intensitätsvorgabe von Borg 15 schult den Wanderer, eine maximale Belastung und damit eine mögliche Überanstrengung zu vermeiden (Steuerungskompetenz). Für die eigenständige Auswertung eines individuellen Ergebnisses wurde die Formel zur Schätzung der $\dot{V}O_{2max}$ beim Wandern für den individuellen Nutzer des 1 km CTTs in die Projektwebseite integriert. Dabei sollen förderliche personale Handlungseigenschaften und Bewertungsdispositionen (vgl. Abbildung 4) gestärkt werden. Unter der Angabe von insgesamt neun notwendigen Parametern (siehe Abbildung 30) kann die Berechnung der individuellen $\dot{V}O_{2max}$ beim Wandern eigenständig über die Webseite erfolgen. Die Eingabemaske wird in Abbildung 31 dargestellt.

Geschlecht (männlich/weiblich)	Alter (in Jahren)	Gewicht (in kg)
Größe (in cm)	Raucherstatus (ja/nein/ehemalig)	Ort (Aschau i.Ch. / Werfenweng)
Differenz der Höhenmeter	Durchschnittliche Herzfrequenz	Testdauer (in Minuten und Sekunden)

Abbildung 30: Notwendige Daten zur Auswertung des 1 km CTTs auf der *Connect2Move* Webseite. Die Berechnung ergibt eine Schätzung der individuellen, maximalen Sauerstoffaufnahme ($\dot{V}O_{2max}$) beim Wandern.

Allgemeine Informationen

Geschlecht *
 Frau Mann

Alter * **Gewicht *** **Körpergröße ***
20-99 40-130 in Kg 100-220 in cm

Raucher:in

Ehemaliger Raucher:in * Ja Nein **Derzeitiger Raucher:in *** Ja Nein

Wanderung

Ort *

Differenz der Höhenmeter * Aschau: 90 m / Werfenweng: 130 m
50-200 Meter

Durchschnittliche Herzfrequenz * **Dauer ***
60 - 200 Minuten: Sekunden 00:00

Abbildung 31: Eingabemaske zur Auswertung des 1 km CTTs auf der *Connect2Move* Webseite (Screenshot)

Der Wanderer erhält neben seinem individuellen $\dot{V}O_{2max}$ Ergebnis ebenso eine kurze Einordnung der Werte. Die $\dot{V}O_{2max}$ des Wanderers wird in eine von drei Kategorien (siehe Tabelle 6) eingeordnet und grafisch in Form eines Tachos (siehe Abbildung 32) dargestellt. Dadurch sollen mögliche Gesundheitsrisiken reduziert werden. Der Wanderer findet dazu eine kurze Erklärung sowie seiner Kategorie entsprechende Aktivitätsempfehlungen, um eine gesundheitswirksame körperliche Aktivität nachhaltig in den Alltag einzubinden. Die Einordnung der Kategorien basiert auf den Richtlinien des American College of Sports Medicine (2018) (170) und wird nach Geschlecht und Altersgruppen gegliedert. Hierbei lernt der Wanderer seinen aktuellen Leistungszustand und dessen Bedeutung kennen und erhält damit wichtige Gesundheitsinformationen. Durch die Einordnung seiner Leistung werden dem Individuum wichtige Ergebnisse bereitgestellt, um den aktuellen Zustand zu erhalten oder ihn zu verbessern.

Tabelle 6: Kategorien zur Einordnung der $\dot{V}O_{2max}$ Leistung beim Wandern. Aufteilung nach Geschlecht und Alterskategorien (eigene Darstellung)

Kategorie	Alter	Geschlecht	$\dot{V}O_{2max}$ (mL·min ⁻¹ ·kg ⁻¹)	Erläuterung		
Grün	20–29	Männer	≥ 57,1	Fit wie ein Wanderschuh – eine starke Leistung!		
		Frauen	≥ 45,5			
	30–39	Männer	≥ 51,6			
		Frauen	≥ 37,5			
	40–49	Männer	≥ 46,7			
		Frauen	≥ 34,0			
	50–59	Männer	≥ 41,2			
		Frauen	≥ 28,6			
	60–69	Männer	≥ 36,1			
		Frauen	≥ 24,6			
	Gelb	20–29	Männer		44,8–57,0	Eine akzeptable Leistung! Gut gemacht – bleiben Sie am Ball!
			Frauen		34,6–45,4	
30–39		Männer	39,6–51,5			
		Frauen	28,2–37,4			
40–49		Männer	35,7–46,6			
		Frauen	24,9–33,9			
50–59		Männer	30,7–41,1			
		Frauen	21,8–28,5			
60–69		Männer	26,6–36,0			
		Frauen	18,9–24,5			
Rot		20–29	Männer	< 44,8	Eine ausbaufähige Leistung! Kopf hoch & weiter in Bewegung bleiben!	
			Frauen	< 34,6		
	30–39	Männer	< 39,6			
		Frauen	< 28,2			
	40–49	Männer	< 35,7			
		Frauen	< 24,9			
	50–59	Männer	< 30,7			
		Frauen	< 21,8			
	60–69	Männer	< 26,6			
		Frauen	< 18,9			

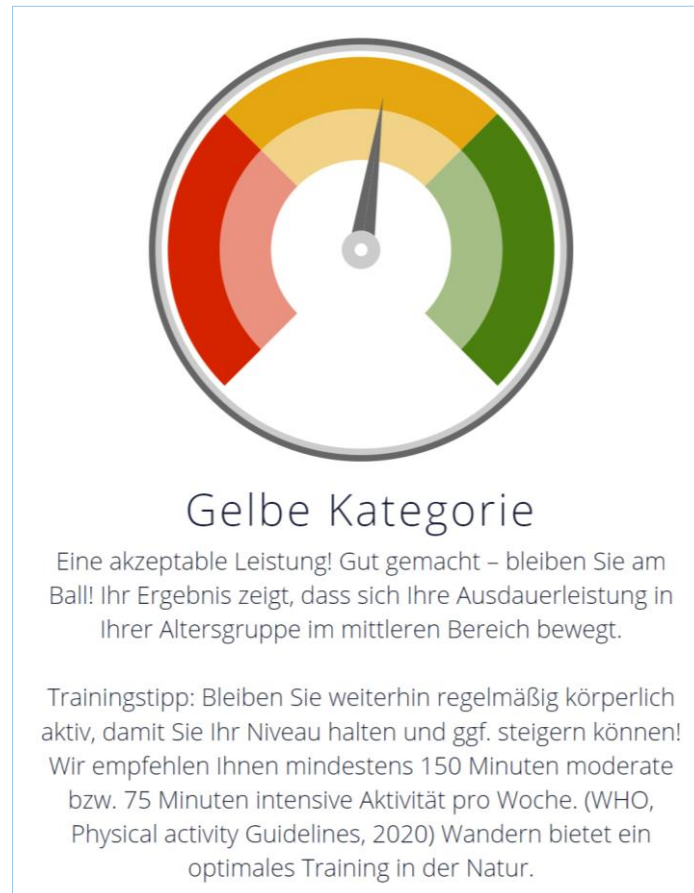


Abbildung 32: Grafische Darstellung einer beispielhaften Auswertung des 1 km CTTs auf der Projektwebseite (Screenshot: gelbe Kategorie)

Das Individuum kann den 1 km CTT als Überprüfung des aktuellen Leistungszustandes sehen und mehrmals im Jahr durchführen, um Vergleichswerte zu erhalten. Der Test bzw. das Ergebnis der Ausdauerleistungsfähigkeit dient somit als Anreiz, seine eigene Gesundheit zu optimieren oder bei entsprechender Ausdauer zu erhalten. Einerseits findet durch den 1 km CTT selbst eine körperliche Aktivität statt, die die Gesundheit fördert. Andererseits wird durch das möglicherweise gesteigerte Effekt- und Handlungswissen eine langfristig gesundheitsfördernde Lebensweise unterstützt.

6.2 Zielgruppenspezifischer Ansatz

Der zielgruppenspezifische Ansatz zielt auf Experten, insbesondere aus dem Bereich Gesundheit und Prävention, ab. Zur Steigerung der bewegungsbezogenen Gesundheitskompetenz soll ein spezielles Schulungskonzept, das aus den wissenschaftlichen Ergebnissen dieser Arbeit entwickelt wurde, dienen. Dieses Konzept soll die bewegungsbezogenen Gesundheitskompetenzen bestimmter Zielgruppen aus der Gesundheitsbranche wie beispielsweise Trainer, Physiotherapeuten, Präventionsbeauftragte usw. steigern, damit diese Gruppen wiederum selbst die gesundheitsrelevanten Kompetenzen vermitteln können und damit die Gesundheit möglichst viele Menschen fördern können. Die Experten werden im Rahmen der Schulung als Multiplikatoren ausgebildet. Der zielgruppenspezifische Ansatz dient darüber hinaus zur Dissemination der wissenschaftlichen Projektergebnisse in die Praxiswelt. Für den zielgruppenspezifischen Ansatz wurde im Jahr 2021 von Dr. Birgit Böhm und Laura Eisenberger, M. Sc. (Projektteam der Technischen Universität München, Lehrstuhl für Präventive Pädiatrie, Fakultät für Sport und Gesundheitswissenschaften) ein spezielles Schulungskonzept zum *Connect2Move* „Wander-Buddy“ entwickelt und auch erstmals umgesetzt. An dieser Stelle muss explizit erwähnt werden, dass das Schulungskonzept im Rahmen der Projektlaufzeit nicht evaluiert werden konnte. Bei weiterer Anwendung in der Praxis wird dieser Schritt dringend empfohlen.

Die Schulung umfasst in der Planung insgesamt 33 Übungseinheiten (UE) à 45 Minuten, die sich in einen theoretischen Teil inkl. Eigenstudium (7 UE) sowie einen zweitägigen Praxisteil (17 UE) unterteilen (siehe Abbildung 33). Voraussetzung für einen erfolgreichen Abschluss der Ausbildung ist ein extern erworbener Erste-Hilfe-Kurs im Umfang von 9 UE (Nachweis nicht älter als zwei Jahre) (259).

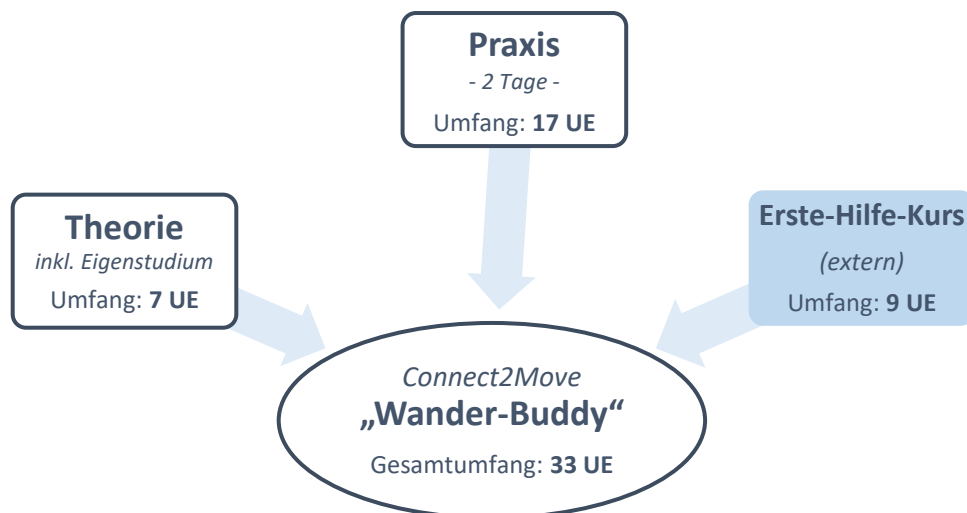


Abbildung 33: Gesamter Schulungsumfang zum Connect2Move „Wander-Buddy“ (eigene Darstellung)

Den Schulungsteilnehmern werden zur Steigerung der bewegungsbezogenen Gesundheitskompetenz sowohl Bewegungs- (insbesondere Körper- und Bewegungswahrnehmung), Steuerungs- (insbesondere Effekt- und Handlungswissen) als auch bewegungsspezifische Selbstregulationskompetenzen (insbesondere Selbstwirksamkeit und Motivation) (vgl. Abbildung 4) in Bezug auf den 1 km CTT vermittelt. Diese Vermittlung soll sie konkret befähigen, den 1 km CTT in ihrer eigenen Region korrekt und vor allem selbstständig umzusetzen und dadurch auch gleichzeitig wertvolle Gesundheitskompetenzen weitervermitteln zu können. Das langfristige Ziel ist eine Zertifizierungsmöglichkeit der Schulung als Präventionskurs und/oder die Anerkennung der Schulung von Sportfachverbänden als Fort- oder Weiterbildungsmaßnahme im Rahmen der (breiten)sportlichen Ausbildung.

Die Zielgruppen des entwickelten Schulungskonzeptes spiegeln die Bereiche Sport, Gesundheit, Medizin, Prävention, Rehabilitation und (Gesundheits-)Tourismus wider:

- Personen mit entsprechender Ausbildung/Studium im Bereich Sport/Gesundheit/Medizin/Tourismus
- Personen mit einer (sport-)therapeutischen Ausbildung oder entsprechendem Studium
- Personen mit Übungsleiterschein oder nachweisbarer praktischer Erfahrung im Sport(verein)
- Zertifizierte Trainer
- Vertreter aus dem Gesundheitswesen
- Verantwortliche aus Gesundheitsregionen
- Präventionsbeauftragte
- Alle sportinteressierten Personen mit vergleichbarer Erfahrung oder Expertise

Für den zielgruppenspezifischen Ansatz wurden unter Beteiligung der Doktorandin theoretische und praktische Schulungsinhalte entwickelt. In der Theorieschulung werden den Teilnehmern in 5 UE die wichtigsten theoretischen Hintergründe vermittelt, die sie entsprechend auf die Praxisinhalte vorbereiten. Diese Schulung kann online oder in Präsenz stattfinden. Zur Nachbearbeitung und Festigung bestimmter Themenbereiche sind zwei UE zum Eigenstudium eingeplant. Die Theorie gliedert sich in folgende Bereiche:

1. Hintergründe zu kardiovaskulären Erkrankungen (1 UE)
2. Körperliche Aktivität (1 UE)
3. Das Wandern (1 UE)
4. Risiken am Berg (1 UE)
5. *Connect2Move* – der Mehrwert für jede Region (1 UE)

Die detaillierten Inhalte des Schulungskonzeptes finden sich im Anhang (siehe Kapitel 10.9).

6.3 Settingorientierter Ansatz

Einen weiteren Ansatz stellt das Setting „Gesundheitstourismus“ dar. Aufgrund der Zusammenarbeit mit den Partnergemeinden Aschau i.Ch. (Deutschland) und Werfenweng (Österreich), die beide beliebte Tourismusregionen darstellen, ist das Ziel, auf Grundlage der wissenschaftlichen Ergebnisse, ein neues und zielgruppenspezifisches Angebot für Tourismusregionen entwerfen zu können. In settingorientierten Ansatz steht die Steigerung der bewegungsbezogenen Gesundheitskompetenz im Setting Gesundheitstourismus im Mittelpunkt. Der 1 km CTT stellt eine niederschwellige und kostengünstige Präventionsmaßnahme zur Förderung individueller bewegungsbezogener Gesundheitskompetenzen für gesunde Erwachsene dar. Er bietet ein hohes Potenzial, dem wanderfreudigen Individuum während seiner gewohnten körperlichen Aktivität in der Natur, wichtige bewegungsbezogene Gesundheitskompetenzen zur Förderung seiner eigenen Gesundheit zu vermitteln. Dem Individuum können u.a. bereits beschriebene Steuerungskompetenzen, wie eine angepasste Belastungssteuerung mittels Borg Skala, vermittelt werden. Durch das im Rahmen eines touristischen Aufenthaltes vermittelten 1 km CTT Handlungswissens, wird dem Urlauber ein kritischer und differenzierter Umgang mit gesundheitsbezogenen Informationen ermöglicht. Durch eine natürliche Umgebung des 1 km CTTs bekommt die Vermittlung einen ganz neuen und attraktiven Charakter für den Einzelnen. Durch die Fähigkeit, seine Belastung subjektiv steuern zu können, können Überlastungen und sogar Unfälle reduziert werden, indem der Wanderer bewusster wandern geht. Die Sensibilisierung für die eigene körperliche Anstrengung ist ein wichtiger präventiver Schritt zur Vermeidung kardiovaskulärer Ereignisse und zur Gesundheitsförderung in der Natur. Die Nutzung dieses Ansatzes und der Möglichkeit, seine Kompetenzen zu erweitern, sollte in der Praxis intensiv gefördert werden, beispielsweise durch Präventionsprogramme von Krankenkassen oder Sportvereinen. Die Kompetenzsteigerung bei Urlaubern, die aufgrund des Wanderns vor Ort sind, bietet einen großen gesundheitlichen Mehrwert für Tourismusregionen.

Das neu konzipierte, auf wissenschaftlichen Ergebnissen basierende Schulungsangebot bietet die Möglichkeit, die Sport- und Gesundheitspraxis nachhaltig zu verändern. Verschiedenste Experten aus den Bereichen Sport, Gesundheit, Medizin, Prävention, Rehabilitation und (Gesundheits-)Tourismus können hinsichtlich ihrer bewegungsbezogenen Gesundheitskompetenzen im Bereich der Prävention von Herz-Kreislauf-Erkrankungen und der Ausdauerleistungsfähigkeit beim Wandern bei gesunden Erwachsenen geschult werden. Dadurch sollen individuelle gesundheitsbezogene Kenntnisse, Fähigkeiten und Fertigkeiten einer breiten Masse von Multiplikatoren gefördert und gestärkt werden. Die Schulung kann damit in der Praxis Experten unterstützen, spezifische Informationen zum Thema „Gesundheit“ mit Hilfe des 1 km CTTs zu erwerben, sie zu verstehen und sie auch so zu nutzen, dass sie

die eigene Gesundheit fördern. Dadurch soll u. a. die Lebensqualität der Experten, aber auch deren eigenen Zielgruppen deutlich gesteigert werden können. Durch Multiplikatoren soll insbesondere die Selbstwirksamkeit und Motivation der Menschen (vgl. Abbildung 4) nachhaltig gesteigert werden, um einen nachhaltig aktiveren Lebensstil herbeizuführen und damit die Gesundheit einer breiten Masse aktiv zu fördern.

7 Zusammenfassung

Mit Hilfe des 1 km CTTs wurde ein neuer submaximaler Test im Freien entwickelt, der erstmalig eine natürliche Steigung integriert. Der Test bietet gesunden Menschen die Möglichkeit, ihre Ausdauerleistungsfähigkeit ohne zusätzliches Equipment aus dem Labor während dem Wandern zu testen und das Bewusstsein für kardiovaskuläre Präventionsmaßnahmen zu schärfen. Darüber hinaus bietet die Durchführung des 1 km CTTs das Potenzial, die bewegungsbezogene Gesundheitskompetenz zu steigern. Die Teststrecke in der Natur bietet im Vergleich zum Labor womöglich angenehmere Testbedingungen mit gegebenenfalls erhöhter Akzeptanz bei den Menschen, da der typische Testcharakter mit sterilen Umgebungsbedingungen in der Natur entfällt. Dadurch werden besonders diejenigen Menschen angesprochen, die aus diesem Grund möglicherweise von sportmedizinischen Untersuchungen in Kliniken Abstand genommen haben. Die natürliche Umgebung und das Gehen als körperliche Aktivität ist den meisten Menschen sehr gut vertraut und bietet daher eine niedrige Hemmschwelle für die Durchführung. Der Einfluss der Natur auf das subjektive Belastungsempfinden muss jedoch beachtet werden. Der 1 km CTT stellt eine zusätzliche Testmethode im Freien dar und ersetzt keinesfalls einen ärztlich überwachten, maximalen Ausbelastungstest im Labor. Dennoch stellt der 1 km CTT eine weitere Präventionsmaßnahme in der Natur dar, die durch objektive und subjektive Steuerung sowie in Kombination mit kardiologischen Untersuchungen zur bewegungsbezogenen Gesundheitsförderung genutzt werden sollte, um eine an die persönliche Fitness angepasste körperliche Aktivität zu fördern, insbesondere beim Wandern. Das Ziel des 1 km CTTs ist eine nachhaltige Steigerung der gesundheitswirksamen körperlichen Aktivität der Menschen. Dazu sollen mit Hilfe von Informationsmaterialien und Multiplikatoren notwendige Teilkompetenzen der bewegungsbezogenen Gesundheitskompetenz vermittelt werden. Der Test ist im Vergleich zu aufwendigen klinischen Untersuchungen kostengünstiger und leicht durchführbar. Für den Test werden keine Ärzte oder Sportwissenschaftler benötigt, wenngleich eine Anleitung und Steuerung durch Experten für die korrekte Testausführung und langfristige Kompetenzsteigerung förderlich sein kann. Die Besonderheit des Testdesigns liegt in der subjektiven Steuerung der Intensität. Die Durchführung erfordert keine maximale Anstrengung bzw. Ausbelastung. Die Testpersonen können ihre Gehgeschwindigkeit individuell steuern, um die Zielvorgabe von Borg 15 zu erreichen und damit gleichzeitig gesundheitsrelevante Steuerungskompetenzen erwerben, um eine Belastungssteuerungen während körperlicher Aktivität zu verbessern. Das persönliche Empfinden und Wahrnehmen einer angepassten Belastung ist hierbei essentiell. Die Studien haben gezeigt, dass die subjektive Steuerung in der Natur weiterer Untersuchungen bedarf. Die vorliegende Arbeit zeigt, dass eine subjektive Steuerung der Intensität während einer Belastung auf dem Laufband innerhalb eines standardisierten Testprotokolls sehr erfolgreich ist. Die Ergänzung der Messung objektiver Werte durch eine subjektive Einschätzung wird daher im

Labor empfohlen. Auch in natürlicher Umgebung kann eine subjektive Bewertung der Intensität als Erweiterung nützlich sein, jedoch gilt es einige Aspekte zu beachten. Die Studienergebnisse haben gezeigt, dass die Menschen ihre Anstrengung während des 1 km CTTs in der Natur als subjektiv geringer einschätzen als die tatsächliche objektive, körperliche Beanspruchung. Aus diesem Grund ist es von großer Bedeutung, eine objektive Überwachung, wie beispielsweise eine Herzfrequenzaufzeichnung, als zusätzlichen Sicherheitsfaktor einzubauen und die Steuerungskompetenz der Menschen zu stärken, um die richtige Belastungssteuerung zu verbessern. Die Berechnung der $\dot{V}O_{2max}$ auf Grundlage der Schätzformel erfordert jedoch ohnehin eine Messung der Herzfrequenz. In der Sportpraxis gilt es, besonders darauf zu achten, dass Menschen die Intensität wahrnehmen und möglichst akkurat bewerten, um eine Überanstrengung zu vermeiden. Die bereits erwähnte Steuerungskompetenz ist hierbei sehr hilfreich. Insbesondere im Hinblick auf die Arbeit mit Patienten muss berücksichtigt werden, dass die Natur einen mildernden Effekt auf die Belastungswahrnehmung erzielen kann. Dennoch wurde deutlich, dass die gesundheitsförderlichen Aspekte der Natur vorhanden sind und zukünftig in Interventionsmaßnahmen Beachtung finden sollten. Der subjektiv gesteuerte 1 km CTT stellt damit eine zielführende Präventionsmaßnahme im Rahmen von „green exercise“ dar.

Die regelmäßige Anwendung einer subjektiven Belastungsskala wie der Borg Skala vermittelt den Menschen Handlungswissen und Sicherheit und kann ihnen helfen, ihren eigenen Körper bei körperlichen Belastungen besser einzuschätzen. Besonders wichtig erscheint hierbei der Abgleich zwischen objektiven und subjektiven Ergebnissen. Bei fehlendem körper- und bewegungsbezogenen Grundwissen kann sich das als Herausforderung darstellen. Eine Experten gesteuerte Anleitung des 1 km CTTs ist deshalb zu empfehlen. Die Unterstützung einer fachlichen Betreuung in Form von Experten aus den Bereichen Sport, Gesundheit, Medizin, Prävention, Rehabilitation oder (Gesundheits-)Tourismus ist von Vorteil. Die in Kapitel 6 dargestellte Schulung beschreibt die Ausbildung von Multiplikatoren, die später als Experten für die Auswertung und Interpretation der Ergebnisse des 1 km CTTs fungieren. Diese Experten können betroffenen Menschen durch ihre selbst erlernten Kompetenzen entsprechende bewegungsbezogene Gesundheitskompetenzen vermitteln, um die Ergebnisse richtig einordnen zu können. Dadurch entwickeln sich gesundheits- und präventionskompetente Menschen, die ihre eigene Gesundheit durch eine subjektive Einschätzung und Steuerung nachhaltig und langfristig optimal fördern. In Zukunft werden weitere Untersuchungen für eine detaillierte Beschreibung der Beziehung zwischen subjektiven und objektiven Maßen der Trainingsintensität im Freien empfohlen, auch im Hinblick auf große Höhen über 3000 m.

Die Teststrecken sind flexibel übertragbar und bieten daher vielen (Gesundheits-)Regionen, Städten oder Gemeinden einen vielfältigen, gesundheitsförderlichen Mehrwert. Durch den 1 km CTT können sie sich neue Gesundheits- & Präventionskonzepte erarbeiten und diese auch wirtschaftlich nutzen.

Zusammenfassung

Damit werden sie Standorte nicht nur für Bürger, sondern auch für Urlauber deutlich auf. Die Möglichkeiten, beispielsweise in Kombination mit Ernährungs- oder psychologischen Bausteinen, sind vielfältig. In Zusammenarbeit mit Kliniken, Kardiologen und Sportmedizinern kann ein ideales Gesamtpaket sowohl für die Primär- als auch für die Sekundärprävention geschaffen werden.

8 Ausblick

8.1 1 km CTT weltweit

Die Studie hat gezeigt, dass der 1 km CTT ein valides Tool zur Schätzung der $\dot{V}O_{2max}$ darstellt. Hierbei wurden Kriterien zu Übertragung der Teststrecke definiert, die eine Verbreitung der Testmethode in weitere (alpine) Regionen, Städte oder Gemeinden ermöglicht (260). Dadurch soll u.a. auch die Steigerung einer bewegungsbezogenen Gesundheitskompetenz weltweit erfolgen. Der 1 km CTT bietet gesundheitsorientierten Orten die Möglichkeit, sich im Bereich Prävention und Gesundheitsförderung breiter aufzustellen. Die Messung und regelmäßige Überprüfung der eigenen Ausdauerleistung stellt in Kombination mit kardiologischen Untersuchungen einen wichtigen Baustein in der Prävention von Herz-Kreislauf-Erkrankungen dar. Eine Verknüpfung des 1 km CTTs mit einem medizinischen Check-Up in ortsansässigen Kliniken stellt ein mögliches Dienstleistungsprodukt der kardiovaskulären Prävention der Zukunft dar. Der 1 km CTT in der Natur spiegelt ein niederschwelliges Angebot wider, das die Akzeptanz dieser Präventionsmaßnahme bei den Einwohnern der jeweiligen Region sowie den Erfolgsfaktor durch eine Wahrnehmung des Angebotes mit großer Wahrscheinlichkeit erhöhen kann. Mit Hilfe des 1 km CTTs soll eine Steigerung gesundheitsrelevanter Teilkompetenzen (vgl. Abbildung 4) und eine nachhaltige Steigerung körperlicher Aktivität sowie eine gesundheitsförderlichen Wirkung erfolgen. In der weiteren Forschung gilt es zu prüfen, inwieweit der 1 km CTT die notwendigen Teilkompetenzen tatsächlich nachhaltig stärkt. Die 1 km CTT Strecken lassen sich bei einer vorhandenen natürlichen Steigung weltweit übertragen, wodurch zukünftig Menschen auf der ganzen Welt von dieser neuen Präventionsmaßnahme profitieren können. Im Gesamtüberblick wird damit zusätzlich ein wichtiger Beitrag zur Reduktion von Herz-Kreislauf-Erkrankungen sowie zur nachhaltigen Entwicklung im Rahmen der Agenda 2030 der Vereinten Nationen (224) geliefert.

8.2 Digitale Zukunft

Die digitale Zukunft ist bereits heute stark präsent. Viele Menschen nutzen digitale Applikationen (Apps) mit Gesundheitsbezug und beschäftigen sich damit via Smartphone oder Tablet mit der eigenen Gesundheit (261). Der Begriff „Digital Health“ beschreibt elektronische Gesundheitsdienstleistungen, die Gesundheit, Gesundheitsfürsorge und die Gesellschaft mit digitaler Technologie verbinden (262). Die mobilen Anwendungen sollen Lösungsansätze bieten, die es dem Verbraucher ermöglichen, gesundheitsbezogene Informationen zu erhalten und damit auch die eigene Gesundheitskompetenz, u.a. gesundheitsbezogenes Wissen, zu stärken (263). Zielgruppen für diese Art von Produkten sind Menschen, die sich für das Thema Gesundheit interessieren und diese präventiv erhalten bzw.

wiederherstellen möchten. Hierzu zählen auch die Nutzer des 1 km CTTs. Ein Mehrwert der Anwendungen kann darin bestehen, dass die im Alltag der Patienten erfassten Werte möglicherweise in die medizinische Versorgung mit einfließen und dort zur Unterstützung von Therapie und Diagnostik genutzt werden können (261, 264). Mobile Apps haben den Vorteil, sich einfach in den Alltag integrieren zu lassen und dadurch die Motivation und Selbstwirksamkeit von Betroffenen oder Hilfesuchenden zu steigern. In weiteren Forschungsprojekten ist es wichtig, den Einfluss der Digitalisierung des 1 km CTTs auf die Steigerung der bewegungsbezogenen Gesundheitskompetenz zu prüfen.

Die Zukunft wird immer digitaler und dieser Fortschritt soll sich auch in diesem Projekt und in *Connect2Move* wiederfinden. Die Ergebnisse des 1 km CTTs sollen zukünftig genutzt werden, um digitale Vorhersagen über die individuelle Belastung der Personen auf unterschiedlichen Wanderwegen treffen zu können. Die Belastungssteuerung erfolgt somit individuell auf Grundlage der eigenen Ausdauerleistung. Dadurch kann körper- und bewegungsbezogenes Wissen erhöht und einer Überanstrengung beim Wandern präventiv entgegengewirkt werden. Nach Absolvierung des 1 km CTTs wird das Ergebnis im Rahmen des Projektes *Connect2Move* in einen grünen (sehr gute Ausdauer), gelben (mittlere Ausdauer) oder roten (schlechte Ausdauer) Bereich eingeordnet. Auf Grundlage von Ausdauer, durchschnittlichem Sauerstoffverbrauch und durchschnittlicher Herzfrequenz ergeben sich möglicherweise unterschiedliche Vorhersagen für die Belastung einer Person auf ausgewählten Wanderstrecken. Neben den bisher üblichen Informationen wie Dauer bzw. Länge einer Wanderung, Wegbeschaffenheit oder Schwierigkeit des Weges soll damit eine persönliche Beanspruchungsvorhersage einen innovativen Mehrwert beim Wandern bieten. Zusätzlich soll der 1 km CTT inklusive der digitalen Weiterentwicklung auf Basis des Modells der bewegungsbezogenen Gesundheitskompetenz zu einer nachhaltigen körperlichen Aktivität der Menschen beitragen. Der 1 km CTT stellt zudem eine neue Art der Prävention von Herz-Kreislauf-Erkrankungen dar. Im ersten Versuch wurden hierfür zwei 8 km Teststrecken in den Pilotregionen Aschau i.Ch. (Deutschland) und Werfenweng (Österreich) ausgewählt. Hierbei handelt es sich um leicht begehbare Rundwanderwege mit einer Höhenmeterdifferenz von ca. 400 m. Die Vorhersage der Belastung erfolgt durch eine Einfärbung von Wegabschnitten auf den auserkorenen Wanderwegen. Diese Informationen ermöglichen es dem Wanderer, seine Gehgeschwindigkeit entsprechend der bevorstehenden Anstrengung anzupassen (259). Die Möglichkeit, die zu erwartende Belastung beim Wandern auf Teilabschnitten zu prognostizieren, ist derzeit einzigartig. Die wissenschaftliche Ausarbeitung der Vorhersage steht zum Zeitpunkt der Erstellung der Dissertation aber noch aus. Für die Übertragung auf andere Regionen bzw. der Visualisierung unterschiedlicher Wegabschnitte auf weiteren Wegen bedarf es zusätzlicher Untersuchungen.

8.3 Nachhaltige bewegungsbezogene Gesundheitskompetenz

Eine stetige Erweiterung des Angebots von 1 km CTT Strecken bietet eine optimale Möglichkeit für den individuellen, gesunden Wanderer, die Wege in der eigenen Region oder in Urlaubsregionen in Anspruch zu nehmen und damit, neben der Fähigkeit einer subjektiven sowie objektiven Trainingssteuerung, auch seine persönliche, bewegungsbezogene Gesundheitskompetenz nachhaltig zu stärken. Durch gesteigerte gesundheitsförderliche Teilkompetenzen wird der Mensch befähigt, sein Leben langfristig aktiv und gesundheitswirksam zu gestalten. Für die Bekanntmachung dieser neuartigen, wissenschaftlich fundierten Testmethode sind jedoch umfassende Werbemaßnahmen und Kooperationen mit ortsansässigen Stakeholdern notwendig, um die notwendige Vernetzung realisieren zu können. Hierfür bedarf es weiterer finanzieller Mittel, um auch die Umsetzung in interessierten Gemeinden und Regionen verwirklichen zu können. Tourismusregionen können ihre Attraktivität besonders für den wanderbegeisterten und gesundheitsbewussten Urlauber mit 1 km CTT Strecken deutlich steigern. Zukünftig müssen die Möglichkeiten einer Übertragung der Ergebnisse auf kranke Individuen untersucht werden, um die Gesundheitskompetenzen und Effekte auf die Gesundheit auch an Patienten mit Herz-Kreislauf-Erkrankungen weitergeben zu können.

Hinsichtlich des Angebots für Experten hat im ersten Durchlauf der Schulung bereits eine erste erfolgreiche Zusammenarbeit mit bayerischen Sportfachverbänden stattgefunden. Zukünftig sollte das Schulungskonzept den Weg in die Breitensportliche Ausbildung von Übungsleitern, beispielsweise mit den Schwerpunkten Natursport, Bergsport, Prävention und Gesundheitsförderung, Herzsport oder auch Bewegungsförderung, finden. Durch eine tiefe Vernetzung in den Strukturen des Sports bietet die Schulung die Möglichkeit, die bewegungsbezogenen Gesundheitskompetenzen dauerhaft an eine Vielzahl von Menschen zu vermitteln, die auch ihr Wissen im Anschluss an unterschiedlichste Zielgruppen weitergeben können. Eine langfristige Chance zur Weitervermittlung der Inhalte und Ergebnisse ist die Ausbildung von Multiplikatoren, die überregional oder sogar länderübergreifend agieren. Dadurch wird die Dissemination der Projektergebnisse und der Ausbau der Teststrecken nachhaltig gefördert.

Das Promotionsprojekt hat sich im Rahmen von *Connect2Move* als erfolgreiches Pilotprojekt im Bereich der Präventionsmaßnahmen im Gesundheitstourismus präsentiert. Die Idee dieses Projektes, Herz-Kreislauf-Erkrankungen durch Wandern in der Natur präventiv zu vermeiden, bietet großes Potenzial hinsichtlich gesundheitsförderlicher Konzepte im Gesundheitstourismus. Die Grundbausteine des Projektes können vielfältig verwendet und in unterschiedlichste Konzepte von Städten und Gemeinden integriert werden. Die Möglichkeiten, mehr Urlauber durch ein individuelles *Connect2Move*-

Gesundheitsprodukt in eine Region zu ziehen, sind durchaus gegeben. Die Vertreter des Gesundheitstourismus können nun die Chance ergreifen und als Vorreiter in Sachen innovativer und wissenschaftlich fundierter Gesundheitsvorsorge zu fungieren und einen nachhaltigen Meilenstein in der Prävention von Herz-Kreislauf-Erkrankungen sowie der Steigerung der Gesundheitskompetenz im touristischen Kontext zu setzen. Zukünftig bedarf es weiterer intensiver Forschung mit Blick auf Patienten oder auch Kinder, um den Bedarf unterschiedlicher Zielgruppen in verschiedensten (Urlaubs-)Regionen gerecht werden zu können.

Zusammenfassend zeigt sich, dass der Bereich der Prävention und Gesundheitsförderung durch den 1 km CTT als neuartige Präventionsmaßnahme am Berg in vielerlei Hinsicht aufgewertet werden kann. Neben einer objektiven Trainingssteuerung kann der Wandersport auch durch eine subjektive Steuerung der Belastung mittels Borg Skala sinnvoll ergänzt werden. Das Wechselspiel zwischen einer subjektiven Einschätzung der eigenen Belastung und einem Abgleich mit objektiven Prüfgrößen, welches durch diese Arbeit umfassend beschrieben wurde, setzt die Gesundheitsförderung und Prävention in der Natur für das Individuum auf eine neue Ebene. Es bereitet den Menschen neue Möglichkeiten, sich einer nachhaltigen Gesunderhaltung zu widmen. Die Vermittlung von unterschiedlichen Ansätzen der bewegungsbezogenen Gesundheitskompetenz stellt einen vielversprechenden Mehrwert für den Wanderer, Experten und den Gesundheitstourismus dar. Eine weitere wissenschaftliche Auseinandersetzung zur Prüfung des Zusammenhangs zwischen 1 km CTT und bewegungsbezogener Gesundheitskompetenz ist notwendig. Die durch dieses Projekt möglicherweise erworbenen bewegungsbezogene Kompetenzen verleihen den Menschen die Möglichkeit, sowohl die eigene Gesundheit, als auch die Gesundheit von anderen Menschen zu fördern und zu erhalten. Der gesundheitsorientierte Fokus dieses Projektes beschreibt einen wichtigen zukunftsfähigen Baustein im Gesundheitssystem.

Die vorliegende Arbeit präsentierte neue Wege der Gesundheitsförderung in den Alpen sowie in weiteren potenziellen, naturnahen Regionen und liefert einen wichtigen Beitrag zur nachhaltigen Förderung der Gesundheit und des Wohlergehens der weltweiten Bevölkerung. Eine potenziell durch den 1 km CTT gesteigerte bewegungsbezogene Gesundheitskompetenz kann den Menschen einen nachhaltigen und gesundheitsförderlicheren Mehrwert bieten.

9 Literatur

1. World Health O. Basic documents. 45th ed. Geneva: World Health Organization; 2005.
2. World Health O. Ottawa charter for health promotion, 1986. World Health Organization. Regional Office for Europe; 1986.
3. Blättner B. Das Modell der Salutogenese. *Prävention und Gesundheitsförderung*. 2007;2(2):67-73.
4. Antonovsky A. *Salutogenese. Zur Entmystifizierung der Gesundheit* Tübingen. 1997;119.
5. Hurrelmann K, Richter M. *Gesundheits- und Medizinsoziologie: Eine Einführung in sozialwissenschaftliche Gesundheitsforschung*. 8., überarb. Aufl. ed. Weinheim: Juventa Verlag; 2013. 255 p.
6. Faltermaier T. *Gesundheitspsychologie*: Kohlhammer Verlag; 2017.
7. Franzkowiak P. *Gesundheits-/Krankheits-Kontinuum* Köln: Bundeszentrale für gesundheitliche Aufklärung; 2015 [Available from: <https://leitbegriffe.bzga.de/alphabetisches-verzeichnis/gesundheits-krankheits-kontinuum/>].
8. Bengel J, Strittmatter R, Willmann H. Was erhält Menschen gesund? Antonovskys Modell der Salutogenese; Diskussionsstand und Stellenwert. *Erw. Neuaufl.* Köln: Bundeszentrale für gesundheitliche Aufklärung; 2001. 173 S. p.
9. Antonovsky A. The sense of coherence: An historical and future perspective. *Stress, coping, and health in families: Sense of coherence and resiliency. Resiliency in families series, Vol. 1.* Thousand Oaks, CA, US: Sage Publications, Inc; 1998. p. 3-20.
10. Naidoo J, Wills J. *Lehrbuch Gesundheitsförderung*. 3. aktualisierte Aufl. ed. Bern: Hogrefe; 2019. 629 p.
11. Hurrelmann K, Razum O, editors. *Handbuch Gesundheitswissenschaften*. 6., durchgesehene Auflage ed. Weinheim; Basel: Beltz Juventa; 2016.
12. Nutbeam D. Health Promotion Glossary. *Health Promotion International*. 1998;13(4):349-64.
13. Laverack G. *Gesundheitsförderung und Empowerment*. Gamburg, Germany: Verlag für Gesundheitsförderung; 2010.
14. Hurrelmann K, Klotz T, Haisch J. *Lehrbuch Prävention und Gesundheitsförderung*. Bern: Hogrefe, Huber; 2014.
15. Schwartz FW, Badura B, Busse R, Leidl R, Raspe H, Siegrist J, et al., editors. *Das Public Health Buch. Gesundheit und Gesundheitswesen*. 2., völlig überarb. und erw. Aufl. München: Urban & Fischer; 2003.
16. Kolip P. Ressourcen für Gesundheit - Potenziale und ihre Ausschöpfung. *Gesundheitswesen*. 2003;65:155-62.
17. Jerusalem M, Weber H, editors. *Psychologische Gesundheitsförderung: Diagnostik und Prävention*. Göttingen: Hogrefe; 2003.
18. Tiemann M, Mohokum M. *Prävention und Gesundheitsförderung*. Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg; 2021.
19. Abel T, Kolip P, Habermann-Horstmeier L, Dorner TE, Grüniger U, Egger M, et al. 4. *Gesundheitsförderung und Prävention*. In: Egger M, Razum O, Rieder A, editors. *Public Health Kompakt*: De Gruyter; 2017. p. 161–230.
20. Schwartz FW, Walter U, Siegrist J, Kolip P, Leidl R, Dierks ML, et al. *Public Health: Gesundheit und Gesundheitswesen*: Urban & Fischer/Elsevier; 2012.
21. Beise U. *Prävention und Gesundheitsförderung. Gesundheits- und Krankheitslehre: Lehrbuch für die Gesundheits-, Kranken- und Altenpflege*. Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg; 2013. p. 27-34.
22. Vogt D, Gehrig SM. Bedeutung und Stärkung von Gesundheitskompetenz/Health Literacy in der Prävention und Gesundheitsförderung. Springer Berlin Heidelberg; 2021. p. 305-15.
23. Bitzer EM, Sørensen K. Erratum: Gesundheitskompetenz – Health Literacy. *Das Gesundheitswesen*. 2018;80(8-09):e62.

24. Abel T, Sommerhalder K. Gesundheitskompetenz/Health Literacy. Bundesgesundheitsblatt - Gesundheitsforschung - Gesundheitsschutz. 2015;58(9):923-9.
25. Parker R. Health literacy: a challenge for American patients and their health care providers. Health promotion international. 2000;15(4):277-83.
26. Kickbusch I, Maag D, Saan H, editors. Enabling healthy choices in modern health societies. Eighth European Health Forum, Bad Gastein, Austria, 5–8 October 2005; 2005.
27. Franzkowiak P, Kaba-Schönstein L, Lehmann M. Leitbegriffe der Gesundheitsförderung. Glossar zu Konzepten, Strategien und Methoden der Gesundheitsförderung Schwabenheim ad Selz: Sabo. 2003.
28. Nutbeam D. Health literacy as a public health goal: a challenge for contemporary health education and communication strategies into the 21st century. Health Promotion International. 2000;15(3):259-67.
29. Lenartz N, Soellner R, Rudinger G. Health Literacy. In: Kriwy P, Jungbauer-Gans M, editors. Handbuch Gesundheitssoziologie. Wiesbaden: Springer Fachmedien Wiesbaden; 2020. p. 275-92.
30. Lenartz N. Gesundheitskompetenz und Selbstregulation: V&R unipress GmbH; 2012.
31. Parker RM, Baker DW, Williams MV, Nurss JR. The test of functional health literacy in adults. Journal of general internal medicine. 1995;10(10):537-41.
32. Berkman ND, Sheridan SL, Donahue KE, Halpern DJ, Viera A, Crotty K, et al. Health literacy interventions and outcomes: an updated systematic review. Evidence report/technology assessment. 2011(199):1-941.
33. Pleasant A, Kuruvilla S. A tale of two health literacies: public health and clinical approaches to health literacy. Health promotion international. 2008;23(2):152-9.
34. Soellner R, Huber S, Lenartz N, Rudinger G. Gesundheitskompetenz–ein vielschichtiger Begriff. Zeitschrift für Gesundheitspsychologie. 2009;17(3):105-13.
35. Nutbeam D. The evolving concept of health literacy. Social Science & Medicine. 2008;67(12):2072-8.
36. Lenartz N. Gesundheitskompetenz und Selbstregulation: Modellbildung zur Gesundheitskompetenz unter besonderer Berücksichtigung selbstregulativer Kompetenzen: V&R unipress GmbH; 2012.
37. Jordan JE, Buchbinder R, Briggs AM, Elsworth GR, Busija L, Batterham R, et al. The Health Literacy Management Scale (HeLMS): A measure of an individual's capacity to seek, understand and use health information within the healthcare setting. Patient Education and Counseling. 2013;91(2):228-35.
38. Sørensen K, Van den Broucke S, Fullam J, Doyle G, Pelikan J, Slonska Z, et al. Health literacy and public health: a systematic review and integration of definitions and models. BMC public health. 2012;12(1):1-13.
39. Smith SK, Nutbeam D, McCaffery KJ. Insights into the concept and measurement of health literacy from a study of shared decision-making in a low literacy population. Journal of Health Psychology. 2013;18(8):1011-22.
40. Wait S, Kickbusch I, Maag D, Saan H, McGuire P, Banks I. Navigating health: The role of health literacy. Alliance for Health and the Future Retrieved January. 2005;8:2008.
41. Sudeck G, Rosenstiel S, Carl J, Pfeifer K. Bewegungsbezogene Gesundheitskompetenz – Konzeption und Anwendung in Gesundheitsförderung, Prävention und Rehabilitation. Springer Berlin Heidelberg; 2023. p. 33-44.
42. Carl J. Herausforderungen für die Kompetenzorientierung im Gesundheitssport. Bericht von Aktivitäten des Netzwerks Bewegungsbezogene Gesundheitskompetenz. 2020;36(06):249-56.
43. Pfeifer K, Sudeck G. Körperliche Aktivität. In: Bengel J, Mittag O, editors. Psychologie in der medizinischen Rehabilitation: Somatopsychologie und Verhaltensmedizin. Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg; 2020. p. 249-64.
44. Pfeifer K, Sudeck G, Geidl W, Tallner A. Bewegungsförderung und Sport in der Neurologie–Kompetenzorientierung und Nachhaltigkeit. Neurologie & Rehabilitation. 2013;19(1):7-19.

45. Carl J, Sudeck G, Pfeifer K. Competencies for a Healthy Physically Active Lifestyle—Reflections on the Model of Physical Activity-Related Health Competence. *Journal of Physical Activity and Health*. 2020;17(7):688-97.
46. Sudeck G, Pfeifer K. Physical activity-related health competence as an integrative objective in exercise therapy and health sports – conception and validation of a short questionnaire. *Sportwissenschaft*. 2016;46(2):74-87.
47. Carl J, Grüne E, Pfeifer K. What About the Environment? How the Physical Activity-Related Health Competence Model Can Benefit From Health Literacy Research. *Front Public Health*. 2021;9:635443.
48. Haible S, Volk C, Demetriou Y, Höner O, Thiel A, Sudeck G. Physical Activity-Related Health Competence, Physical Activity, and Physical Fitness: Analysis of Control Competence for the Self-Directed Exercise of Adolescents. *International Journal of Environmental Research and Public Health*. 2020;17(1):39.
49. Sudeck G, Jeckel S, Schubert T. Individual Differences in the Competence for Physical-Activity-Related Affect Regulation Moderate the Activity–Affect Association in Real-Life Situations. *Journal of Sport and Exercise Psychology*. 2018;40(4):196-205.
50. World Health Organization. The International Classification of Functioning, Disability and Health: ICF Geneva2001 [
51. Hecht S. Bewegungsbezogene Gesundheitskompetenz (bGK): Die Vermittlung von bGK in der Lehre für eine qualitativ hochwertige Klientenversorgung. *PADUA*. 2020;15:8-14.
52. Schaeffer D, Vogt D, Berens E-M, Hurrelmann K. Gesundheitskompetenz der Bevölkerung in Deutschland: Ergebnisbericht. 2017.
53. Schaeffer D, Berens E-M, Vogt D. Gesundheitskompetenz der Bevölkerung in Deutschland. *Deutsches Aerzteblatt International*. 2017;114(4):53-60.
54. Jordan S, Hoebel J. Gesundheitskompetenz von Erwachsenen in Deutschland. *Bundesgesundheitsblatt - Gesundheitsforschung - Gesundheitsschutz*. 2015;58(9):942-50.
55. Schaeffer D, Berens E-M, Gille S, Griese L, Klinger J, Sombroek S, et al. Gesundheitskompetenz der Bevölkerung in Deutschland vor und während der Corona Pandemie: Ergebnisse des HLS-GER 2. 2021.
56. Kickbusch I, Pelikan JM, Apfel F, Tsouros A. Health literacy: WHO Regional Office for Europe; 2013.
57. DeWalt DA, Hink A. Health literacy and child health outcomes: a systematic review of the literature. *Pediatrics*. 2009;124 Suppl 3:S265-74.
58. Warburton DE, Nicol CW, Bredin SS. Health benefits of physical activity: the evidence. *Cmaj*. 2006;174(6):801-9.
59. Thompson PD, Buchner D, Piña IL, Balady GJ, Williams MA, Marcus BH, et al. Exercise and physical activity in the prevention and treatment of atherosclerotic cardiovascular disease: a statement from the Council on Clinical Cardiology (Subcommittee on Exercise, Rehabilitation, and Prevention) and the Council on Nutrition, Physical Activity, and Metabolism (Subcommittee on Physical Activity). *Circulation*. 2003;107(24):3109-16.
60. Bouchard C, Blair SN, Haskell WL. Physical activity and health: Human Kinetics; 2012.
61. Bauman AE. Updating the evidence that physical activity is good for health: an epidemiological review 2000–2003. *Journal of Science and Medicine in Sport*. 2004;7(1):6-19.
62. Ades PA. Cardiac rehabilitation and secondary prevention of coronary heart disease. *New England Journal of Medicine*. 2001;345(12):892-902.
63. Fiuza-Luces C, Garatachea N, Berger NA, Lucia A. Exercise is the real polypill. *Physiology*. 2013.
64. Löllgen H, Bachl N. Kardiovaskuläre Prävention und regelmäßige körperliche Aktivität : Bewegung und Training als wahre „polypill“. *Herz*. 2016;41(8):664–70.
65. Löllgen H, Völker K, Böckenhoff A, Löllgen D. Körperliche Aktivität und Primärprävention kardiovaskulärer Erkrankungen. *Herz*. 2006;31(6):519–23.

66. World Health Organization. Global status report on physical activity 2022. Geneva: World Health Organization; 2022 2022.
67. Lee IM, Shiroma EJ, Lobelo F, Puska P, Blair SN, Katzmarzyk PT. Effect of physical inactivity on major non-communicable diseases worldwide: an analysis of burden of disease and life expectancy. *The Lancet*. 2012;380(9838):219-29.
68. World Health Organization. Guidelines on physical activity and sedentary behaviour. Geneva: World Health Organization; 2020.
69. Caspersen CJ, Powell KE, Christenson GM. Physical activity, exercise, and physical fitness: definitions and distinctions for health-related research. *Public Health Reports*. 1985;100(2):126-31.
70. World Health Organization. Health and development through physical activity and sport. World Health Organization; 2003.
71. Vankim NA, Nelson TF. Vigorous physical activity, mental health, perceived stress, and socializing among college students. *American Journal of Health Promotion : AJHP*. 2013;28(1):7-15.
72. World Health Organization. Global Action Plan on Physical Activity 2018-2030: More Active People for Healthier World. Geneva 27; Herndon: World Health Organization Stylus Publishing, LLC [Distributor]; 2019. 101 p.
73. Krug S, Jordan S, Mensink GBM, Müters S, Finger J, Lampert T. Körperliche Aktivität : Ergebnisse der Studie zur Gesundheit Erwachsener in Deutschland (DEGS1). *Bundesgesundheitsblatt, Gesundheitsforschung, Gesundheitsschutz*. 2013;56(5-6):765–71.
74. Schünke M, Schulte E, Schumacher U. Prometheus Allgemeine Anatomie und Bewegungssystem. 6., vollständig überarbeitete und erweiterte Auflage ed. Stuttgart; New York: Georg Thieme Verlag; 2022. 631 p.
75. Rütten A, Pfeifer K. Nationale Empfehlungen für Bewegung und Bewegungsförderung. Köln: Bundeszentrale für gesundheitliche Aufklärung 2017.
76. World Health Organization. Global recommendations on physical activity for health. Geneva: World Health Organization; 2010. 58 p.
77. Wen CP, Wai JPM, Tsai MK, Yang YC, Cheng TYD, Lee M-C, et al. Minimum amount of physical activity for reduced mortality and extended life expectancy: a prospective cohort study. *The Lancet*. 2011;378(9798):1244-53.
78. Lee IM, Shiroma EJ, Lobelo F, Puska P, Blair SN, Katzmarzyk PT. Effect of physical inactivity on major non-communicable diseases worldwide: an analysis of burden of disease and life expectancy. *Lancet*. 2012;380(9838):219-29.
79. Ainsworth BE, Haskell WL, Herrmann SD, Meckes N, Bassett DR, Jr., Tudor-Locke C, et al. 2011 Compendium of Physical Activities: a second update of codes and MET values. *Medicine and Science in Sports and Exercise*. 2011;43(8):1575-81.
80. Biswas A, Oh PI, Faulkner GE, Bajaj RR, Silver MA, Mitchell MS, et al. Sedentary time and its association with risk for disease incidence, mortality, and hospitalization in adults: a systematic review and meta-analysis. *Annals Internal Medicine*. 2015;162(2):123-32.
81. Guthold R, Stevens GA, Riley LM, Bull FC. Worldwide trends in insufficient physical activity from 2001 to 2016: a pooled analysis of 358 population-based surveys with 1.9 million participants. *The Lancet Global Health*. 2018;6(10):e1077-e86.
82. Katzmarzyk PT, Friedenreich C, Shiroma EJ, Lee IM. Physical inactivity and non-communicable disease burden in low-income, middle-income and high-income countries. *British Journal of Sports Medicine*. 2022;56(2):101-6.
83. World Health Organization. Cardiovascular diseases Geneva: World Health Organization; 2021 [Available from: https://www.who.int/health-topics/cardiovascular-diseases#tab=tab_1].
84. Mensah GA, Roth GA, Fuster V. The Global Burden of Cardiovascular Diseases and Risk Factors: 2020 and Beyond. *J Am Coll Cardiol*. 2019;74(20):2529-32.
85. Dagenais G, Leong D, Rangarajan S, Lanas F, Lopez-Jaramillo P, Gupta R, et al. Articles Variations in common diseases, hospital admissions, and deaths in middle-aged adults in 21 countries from five continents (PURE): a prospective cohort study. *The Lancet*. 2019;395.

86. World Health Organization. Assessing national capacity for the prevention and control of noncommunicable diseases: report of the 2019 global survey. Geneva: World Health Organization; 2020.
87. Costa Santos A, Willumsen J, Meheus F, Ilbaw A, Bull FC. The Cost of Inaction on Physical Inactivity to Healthcare Systems (06/27/2022). SSRN Electronic Journal. 2022.
88. Perk J, De Backer G, Gohlke H, Graham I, Reiner Z, Verschuren M, et al. European Guidelines on cardiovascular disease prevention in clinical practice (version 2012). The Fifth Joint Task Force of the European Society of Cardiology and Other Societies on Cardiovascular Disease Prevention in Clinical Practice (constituted by representatives of nine societies and by invited experts). *European Heart Journal*. 2012;33(13):1635-701.
89. Lloyd-Jones DM, Allen NB, Anderson CAM, Black T, Brewer LC, Foraker RE, et al. Life's Essential 8: Updating and Enhancing the American Heart Association's Construct of Cardiovascular Health: A Presidential Advisory From the American Heart Association. *Circulation*. 2022;146(5):e18-e43.
90. Lloyd-Jones DM, Hong Y, Labarthe D, Mozaffarian D, Appel LJ, Van Horn L, et al. Defining and setting national goals for cardiovascular health promotion and disease reduction: the American Heart Association's strategic Impact Goal through 2020 and beyond. *Circulation*. 2010;121(4):586-613.
91. Chrysant SG. A new paradigm in the treatment of the cardiovascular disease continuum: focus on prevention. *Hippokratia*. 2011;15(1):7-11.
92. Dzau VJ, Antman EM, Black HR, Hayes DL, Manson JE, Plutzky J, et al. The cardiovascular disease continuum validated: clinical evidence of improved patient outcomes: part II: Clinical trial evidence (acute coronary syndromes through renal disease) and future directions. *Circulation*. 2006;114(25):2871-91.
93. Arnett DK, Blumenthal RS, Albert MA, Buroker AB, Goldberger ZD, Hahn EJ, et al. 2019 ACC/AHA Guideline on the Primary Prevention of Cardiovascular Disease: A Report of the American College of Cardiology/American Heart Association Task Force on Clinical Practice Guidelines. *Circulation*. 2019;140(11):e596-e646.
94. Bärtsch P, Saltin B. General introduction to altitude adaptation and mountain sickness. *Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports*. 2008;18 Suppl 1:1-10.
95. Schommer K, Bärtsch P. Basic Medical Advice for Travelers to High Altitudes. *Dtsch Arztebl International*. 2011;108(49):839-48.
96. Parati G, Agostoni P, Basnyat B, Bilo G, Brugger H, Coca A, et al. Clinical recommendations for high altitude exposure of individuals with pre-existing cardiovascular conditions: A joint statement by the European Society of Cardiology, the Council on Hypertension of the European Society of Cardiology, the European Society of Hypertension, the International Society of Mountain Medicine, the Italian Society of Hypertension and the Italian Society of Mountain Medicine. *European Heart Journal*. 2018;39(17):1546-54.
97. Bärtsch P, Gibbs JS. Effect of altitude on the heart and the lungs. *Circulation*. 2007;116(19):2191-202.
98. Burtscher M, Pachinger O, Schocke MFH, Ulmer H. Risk factor profile for sudden cardiac death during mountain hiking. *International journal of Sports Medicine*. 2007;28(7):621-4.
99. Lear SA, Hu W, Rangarajan S, Gasevic D, Leong D, Iqbal R, et al. The effect of physical activity on mortality and cardiovascular disease in 130 000 people from 17 high-income, middle-income, and low-income countries: the PURE study. *The Lancet*. 2017;390(10113):2643-54.
100. Schnohr P, O'Keefe JH, Holtermann A, Lavie CJ, Lange P, Jensen GB, et al. Various Leisure-Time Physical Activities Associated With Widely Divergent Life Expectancies: The Copenhagen City Heart Study. *Mayo Clin Proc*. 2018;93(12):1775-85.
101. Burtscher M, Ponchia A. The risk of cardiovascular events during leisure time activities at altitude. *Progress in Cardiovascular Diseases*. 2010;52(6):507-11.
102. Burtscher M, Nachbauer W, Jenny E. Death risk in downhill skiing and preventive measures. In: Jenny E, Flora G, Berghold F, editors. *Jahrbuch 97*. Innsbruck: Österreichische Gesellschaft für Alpin- und Höhenmedizin; 1997. p. 155-72.

103. Niebauer J, Burtscher M. Sudden Cardiac Death Risk in Downhill Skiers and Mountain Hikers and Specific Prevention Strategies. *International Journal of Environmental Research and Public Health*. 2021;18(4).
104. Burtscher M, Faulhaber M, Kornexl E, Nachbauer W. Kardiorespiratorische und metabolische Reaktionen beim Bergwandern und alpinen Skilauf. *Wiener Medizinische Wochenschrift*. 2005;155(7):129-35.
105. Burtscher M, Niederseer D. Sudden cardiac death during mountain sports activities. *Deutsche Zeitschrift für Sportmedizin*. 2020;71(11-12):286–92.
106. Burtscher M. Risk and Protective Factors for Sudden Cardiac Death During Leisure Activities in the Mountains: An Update. *Heart, lung & circulation*. 2017;26(8):757–62.
107. Burtscher M. Risk of cardiovascular events during mountain activities. *Advances in Experimental Medicine and Biology*. 2007;618:1–11.
108. Burtscher M, Pachinger O, Mittleman MA, Ulmer H. Prior myocardial infarction is the major risk factor associated with sudden cardiac death during downhill skiing. *International Journal of Sports Medicine*. 2000;21(8):613-5.
109. Gatterer H, Niedermeier M, Pocecco E, Frühauf A, Faulhaber M, Menz V, et al. Mortality in Different Mountain Sports Activities Primarily Practiced in the Summer Season-A Narrative Review. *International Journal of Environmental Research and Public Health*. 2019;16(20).
110. Burtscher M. „Pumperlgesund“ in die Berge. *DAV Panorama*. 02/2013:70-2.
111. Nelson RR, Gobel FL, Jorgensen CR, Wang K, Wang Y, Taylor HL. Hemodynamic predictors of myocardial oxygen consumption during static and dynamic exercise. *Circulation*. 1974;50(6):1179-89.
112. Uen S, Baulmann J, Düsing R, Glänzer K, Vetter H, Mengden T. ST-segment depression in hypertensive patients is linked to elevations in blood pressure, pulse pressure and double product by 24-h Cardiotens monitoring. *Journal of Hypertension*. 2003;21(5):977-83.
113. Gleim GW, Coplan NL, Scandura M, Holly T, Nicholas JA. Rate pressure product at equivalent oxygen consumption on four different exercise modalities. *Journal of Cardiopulmonary Rehabilitation and Prevention*. 1988;8(7):270-5.
114. Lewington S, Clarke R, Qizilbash N, Peto R, Collins R. Age-specific relevance of usual blood pressure to vascular mortality: a meta-analysis of individual data for one million adults in 61 prospective studies. *Lancet*. 2002;360(9349):1903-13.
115. Ezzati M, Lopez AD, Rodgers A, Vander Hoorn S, Murray CJ. Selected major risk factors and global and regional burden of disease. *Lancet*. 2002;360(9343):1347-60.
116. Stoschitzky K. Ist das Kreuzprodukt aus systolischem Blutdruck und Herzfrequenz der beste Prädiktor für Morbidität und Mortalität. *Journal für Hypertonie - Austrian Journal of Hypertension*. 2011;15:22-7.
117. Whitman M, Jenkins C. Rate pressure product, age predicted maximum heart rate or heart rate reserve. Which one better predicts cardiovascular events following exercise stress echocardiography? *American Journal of Cardiovascular Disease*. 2021;11(4):450-7.
118. Hohmann A, Lames M, Letzelter M, Pfeiffer M. Einführung in die Trainingswissenschaft. 7. Auflage ed. Wiebelsheim: Limpert Verlag; 2020. 424 p.
119. Friedrich W. Optimales Sportwissen: Grundlagen der Sporttheorie und Sportpraxis. 5. überarbeitete und erweiterte Auflage ed. Balingen: Spitta GmbH; 2022.
120. Hottenrott K, Hoos O, Stoll O, Blazek I. Sportmotorische Fähigkeiten und sportliche Leistungen – Trainingswissenschaft. In: Güllich A, Krüger M, editors. *Sport: Das Lehrbuch für das Sportstudium*. Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg; 2013. p. 439-501.
121. Maier T, Gross, M., Trösch, S., Steiner, T., Müller, B., Bourban, P., Schärer, C., Hübner, K., Wehrlin, J., Tschopp, M., Wilhelm, M., Clenin, G. E., Züst, P., Seidel, R. *Swiss Olympic Manual Leistungsdiagnostik: SWISS Olympic; 2015 [Available from: https://www.swissolympic.ch/dam/jcr:b15b191a-eb0d-46e8-b9c0-417b887a440d/Leistungsdiagnostik_Manual_160201_DE.pdf*.

122. Weineck J. Optimales Training: Leistungsphysiologische Trainingslehre unter besonderer Berücksichtigung des Kinder- und Jugendtrainings. 16., durchgesehene Auflage ed. Balingen: Spitta; 2010. 1098 p.
123. Löllgen H. Bedeutung und Evidenz der körperlichen Aktivität zur Prävention und Therapie von Erkrankungen. Deutsche medizinische Wochenschrift (1946). 2013;138(44):2253–9.
124. Wannamethee SG, Shaper AG. Physical Activity in the Prevention of Cardiovascular Disease. Sports Medicine. 2001;31(2):101-14.
125. Sattelmair J, Pertman J, Ding EL, Kohl HW, Haskell W, Lee I-M. Dose response between physical activity and risk of coronary heart disease: a meta-analysis. Circulation. 2011;124(7):789–95.
126. Ciumărnean L, Milaciu MV, Negrean V, Orășan OH, Vesa SC, Sălăgean O, et al. Cardiovascular Risk Factors and Physical Activity for the Prevention of Cardiovascular Diseases in the Elderly. International Journal of Environmental Research and Public Health. 2021;19(1).
127. Hassen HY, Ndejjo R, Musunguzi G, Van Geertruyden JP, Abrams S, Bastiaens H. Effectiveness of community-based cardiovascular disease prevention interventions to improve physical activity: A systematic review and meta-regression. Preventive Medicine. 2021;153:106797.
128. Saw AE, Main LC, Gastin PB. Monitoring the athlete training response: subjective self-reported measures trump commonly used objective measures: a systematic review. British Journal of Sports Medicine. 2016;50(5):281-91.
129. Meeusen R, Duclos M, Foster C, Fry A, Gleeson M, Nieman D, et al. Prevention, diagnosis and treatment of the overtraining syndrome: Joint consensus statement of the European College of Sport Science (ECSS) and the American College of Sports Medicine (ACSM). European Journal of Sport Science. 2013;13(1):1-24.
130. Foster C, Boulosa D, McGuigan M, Fusco A, Cortis C, Arney BE, et al. 25 Years of Session Rating of Perceived Exertion: Historical Perspective and Development. International Journal of Sports Physiology and Performance. 2021;16(5):612-21.
131. Eston R. Use of Ratings of Perceived Exertion in Sports. International Journal of Sports Physiology and Performance. 2012;7(2):175-82.
132. Day ML, McGuigan MR, Brice G, Foster C. Monitoring exercise intensity during resistance training using the session RPE scale. Journal of Strength and Conditioning Research. 2004;18(2):353-8.
133. Focht BC. Perceived exertion and training load during self-selected and imposed-intensity resistance exercise in untrained women. Journal of Strength and Conditioning Research. 2007;21(1):183-7.
134. Chen MJ, Fan X, Moe ST. Criterion-related validity of the Borg ratings of perceived exertion scale in healthy individuals: a meta-analysis. Journal of Sports Sciences. 2002;20(11):873-99.
135. Enoka RM, Duchateau J. Translating fatigue to human performance. Medicine and science in sports and exercise. 2016;48(11):2228.
136. Impellizzeri FM, Marcora SM, Coutts AJ. Internal and External Training Load: 15 Years On. International Journal of Sports Physiology and Performance. 2019;14(2):270-3.
137. Borg G. Psychophysical bases of perceived exertion. Medicine & Science in Sports & Exercise. 1982;14(5):377-81.
138. Hitzschke B, Holst T, Ferrauti A, Meyer T, Pfeiffer M, Kellmann M. Entwicklung des Akutmaßes zur Erfassung von Erholung und Beanspruchung im Sport. Diagnostica. 2016;62(4):212-26.
139. Kölling S, Kellmann M. Current Considerations and Future Directions of Psychometric Training Monitoring of Recovery-Stress States. Deutsche Zeitschrift für Sportmedizin. 2020;Volum 71(No. 2):29-34.
140. Hitzschke B, Kölling S, Ferrauti A, Meyer T, Pfeiffer M, Kellmann M. Entwicklung der Kurzsкала zur Erfassung von Erholung und Beanspruchung im Sport (KEB). Zeitschrift für Sportpsychologie. 2015;22(4):146-62.
141. Borg G. Borg's perceived exertion and pain scales: Human kinetics; 1998.

142. Ciolac EG, Mantuani SS, Neiva CM, Verardi C, Pessôa-Filho DM, Pimenta L. Rating of perceived exertion as a tool for prescribing and self regulating interval training: a pilot study. *Biol Sport*. 2015;32(2):103-8.
143. Dunbar CC, Robertson RJ, Baun R, Blandin MF, Metz K, Burdett R, et al. The validity of regulating exercise intensity by ratings of perceived exertion. *Medicine and Science in Sports and Exercise*. 1992;24(1):94-9.
144. Bar-or O, Skinner JS, Buskirk ER, Borg GAV. Physiological and perceptual indicators of physical stress in 41-to 60-year-old men who vary in conditioning level and in body fatness. *Medicine and Science in Sports and Exercise*. 1972;4:96-100.
145. Eston R, Davies B, Williams J. Use of perceived effort ratings to control exercise intensity in young healthy adults. *European Journal of Applied Physiology and Occupational Physiology*. 1987;56:222-4.
146. Shigematsu R, Ueno LM, Nakagaichi M, Nho H, Tanaka K. Rate of Perceived Exertion as a Tool to Monitor Cycling Exercise Intensity in Older Adults. *Journal of Aging and Physical Activity*. 2004;12(1):3-9.
147. Shi Uk L, Tai Ryoan H. Study on Usefulness of RPE Scale for the Prescription of Exercise Intensity. *Journal of the Korean Academy of Rehabilitation Medicine*. 1997;21(6):1167-74.
148. Borg GA. Perceived exertion: a note on "history" and methods. *Medicine and Science in Sports and Exercise*. 1973;5(2):90-3.
149. Borg G, Dahlstrom H. A pilot study of perceived exertion and physical working capacity. *Acta Societatis Medicorum Upsaliensis*. 1962;67:21-7.
150. Fiuzza-Luces C, Garatachea N, Berger NA, Lucia A. Exercise is the real polypill. *Physiology (Bethesda)*. 2013;28(5):330-58.
151. Hinz A, Hübscher U, Brähler E, Berth H. Ist Gesundheit das höchste Gut? - Ergebnisse einer bevölkerungsrepräsentativen Umfrage zur subjektiven Bedeutung von Gesundheit. *Das Gesundheitswesen*. 2010;72(12):897-903.
152. Leicher M. Reisen 2030: Virtual Reality oder Back to the Roots? – Trends und Prognosen für die nahe Zukunft. In: Heise P, Axt-Gadermann M, editors. *Sport- und Gesundheitstourismus 2030*. Wiesbaden: Springer Fachmedien Wiesbaden; 2018. p. 51-68.
153. Kagelmann HJ, Kiefl W. *Gesundheitstourismus und Gesundheitsreisen: Grundlagen und Lexikon*. München: Profil; 2016. 317 p.
154. Cassens M. *Gesundheitstourismus und touristische Destinationsentwicklung: Ein Lehrbuch*. München: Oldenbourg Wissenschaftsverlag; 2013.
155. Böhm K. *Servicequalität im Gesundheitstourismus: Erfolgsfaktor für die deutschen Heilbäder und Kurorte*. neue Ausg ed. Saarbrücken: AV Akademikerverlag; 2012. Online-Ressource p.
156. Rulle M, Hoffmann W, Kraft K. *Erfolgsstrategien im Gesundheitstourismus: Analyse zur Erwartung und Zufriedenheit von Gästen*. Berlin: Erich Schmidt; 2010. 196 p.
157. Lohmann M, Schmücker D. Nachfrage nach gesundheitsorientierten Urlaubsformen in Deutschland. *Zeitschrift für Tourismuswissenschaft*. 2015;7.
158. Dörpinghaus S. *Medical Wellness: Zukunftsmarkt mit Hindernissen*. 2009.
159. Lanz Kaufmann E. *Wellness-Tourismus: Entscheidungsgrundlagen für Investitionen und Qualitätsverbesserungen*. [2. überarb. Aufl.] ed. Bern: Forschungsinst. für Freizeit und Tourismus (FIF) der Univ. Bern; 2002. 250 p.
160. PROJECT M GmbH, KECK MEDICAL GmbH. *Innovativer Gesundheitstourismus in Deutschland*. Berlin; 2011.
161. Adamer-König E, Illing K, Amort FM. Demographie und Epidemiologie als Determinanten des Gesundheitstourismus 2030. In: Heise P, Axt-Gadermann M, editors. *Sport- und Gesundheitstourismus 2030*. Wiesbaden: Springer Fachmedien Wiesbaden; 2018. p. 33-50.
162. Obier C. *Gesundheitswirtschaft und Tourismus – neue Wertschöpfung für Städte und Gemeinden*. Wirtschaftsfaktor Alter und Tourismus. Nr. 101. Eschborn: Deutscher Städte- und

Gemeindefbund in Kooperation mit dem Rationalisierungs- und Innovationszentrum der Deutschen Wirtschaft e. V.,; 2011. p. 21-3.

163. Mayr B, Beck M, Eisenberger L, Venek V, Kranzinger C, Menzl A, et al. Valorization of Natural Cardio Trekking Trails Through Open Innovation for the Promotion of Sustainable Cross-generational Health-Oriented Tourism in the Connect2Move Project: Protocol for a Cross-sectional Study. *JMIR Research Protocols* 2022;11(7):e39038.

164. Keys A, Fidanza F, Karvonen MJ, Kimura N, Taylor HL. Indices of relative weight and obesity. *J Chronic Dis.* 1972;25(6):329-43.

165. Bruce RA, Kusumi F, Hosmer D. Maximal oxygen intake and nomographic assessment of functional aerobic impairment in cardiovascular disease. *American Heart Journal.* 1973;85(4):546–62.

166. Borg GA. Psychophysical bases of perceived exertion. *Medicine & Science in Sports & Exercise.* 1982;14(5):377-81.

167. Borg G. Perceived exertion as an indicator of somatic stress. *Scandinavian Journal of Rehabilitation Medicine.* 1970;2(2):92-8.

168. Craig CL, Marshall AL, Sjoström M, Bauman AE, Booth ML, Ainsworth BE, et al. International physical activity questionnaire: 12-country reliability and validity. *Medicine & Science in Sports & Exercise.* 2003;35(8):1381-95.

169. Ware JE, Jr., Sherbourne CD. The MOS 36-item short-form health survey (SF-36). I. Conceptual framework and item selection. *Med Care.* 1992;30(6):473-83.

170. Riebe D, Ehrman JK, Liguori G, Magal M, editors. *ACSM's guidelines for exercise testing and prescription.* 10th edition ed. Philadelphia; Baltimore; New York: Wolters Kluwer; 2018.

171. World Health Organization. *Global recommendations on physical activity for health.* Geneva: World Health Organization; 2010.

172. Finger JD, Varnaccia G, Borrmann A, Lange C, Mensink G. *Körperliche Aktivität von Kindern und Jugendlichen in Deutschland – Querschnittergebnisse aus KiGGS Welle 2 und Trends.* Robert Koch-Institut, Epidemiologie und Gesundheitsberichterstattung; 2018.

173. Organization; WH. *Toolkit for developing a multisectoral action plan for noncommunicable diseases: module 1: conducting a comprehensive assessment.* Geneva: World Health Organization; 2022 2022.

174. Froböse I. *Der DKV-Report 2023. Wie gesund lebt Deutschland?* Froböse I, Wallmann-Sperlich B, Lendt C, editors. Düsseldorf: DKV Deutsche Krankenversicherung; 2023.

175. World Heart Federation. *World Heart Report 2023: Confronting the World's Number One Killer.* . Geneva, Switzerland: World Heart Federation,; 2023.

176. World Health Organization. *Noncommunicable diseases* Geneva: World Health Organization; 2022 [Available from: <https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/noncommunicable-diseases>].

177. Pucci GC, Rech CR, Fermio RC, Reis RS. Association between physical activity and quality of life in adults. *Revista de Saude Publica.* 2012;46(1):166-79.

178. Kyu HH, Bachman VF, Alexander LT, Mumford JE, Afshin A, Estep K, et al. Physical activity and risk of breast cancer, colon cancer, diabetes, ischemic heart disease, and ischemic stroke events: systematic review and dose-response meta-analysis for the Global Burden of Disease Study 2013. *BMJ.* 2016;354:i3857.

179. Stigsdotter UK, Ekholm O, Schipperijn J, Toftager M, Kamper-Jørgensen F, Randrup TB. Health promoting outdoor environments--associations between green space, and health, health-related quality of life and stress based on a Danish national representative survey. *Scandinavian Journal of Public Health.* 2010;38(4):411-7.

180. Yau KY, Law PS, Wong CN. Cardiac and Mental Benefits of Mediterranean-DASH Intervention for Neurodegenerative Delay (MIND) Diet plus Forest Bathing (FB) versus MIND Diet among Older Chinese Adults: A Randomized Controlled Pilot Study. *International Journal of Environmental Research and Public Health.* 2022;19(22).

181. Nguyen PY, Astell-Burt T, Rahimi-Ardabili H, Feng X. Effect of nature prescriptions on cardiometabolic and mental health, and physical activity: a systematic review. *Lancet Planet Health*. 2023;7(4):e313-e28.
182. Nejade RM, Grace D, Bowman LR. What is the impact of nature on human health? A scoping review of the literature. *Journal of Global Health*. 2022;12:04099.
183. Lippke S, Hessel A, Lippke S. Verhaltens-und Verhältnisinterventionen in der Prävention: Metaanalytische Befunde und Implikationen. *Prävention und Rehabilitation*. 2018;30:121-32.
184. Ham SA, Kruger J, Tudor-Locke C. Participation by US adults in sports, exercise, and recreational physical activities. *Journal of Physical Activity & Health*. 2009;6(1):6-14.
185. (CDC) CfDCaP. Vital signs: walking among adults--United States, 2005 and 2010. *MMWR Morbidity and Mortality Weekly Report*. 2012;61(31):595-601.
186. Oja P, Laukkanen R, Pasanen M, Tyry T, Vuori I. A 2-km walking test for assessing the cardiorespiratory fitness of healthy adults. *International Journal of Sports Medicine*. 1991;12(4):356-62.
187. Murtagh EM, Murphy MH, Boone-Heinonen J. Walking: the first steps in cardiovascular disease prevention. *Current Opinion in Cardiology*. 2010;25(5):490-6.
188. Boone-Heinonen J, Evenson KR, Taber DR, Gordon-Larsen P. Walking for prevention of cardiovascular disease in men and women: a systematic review of observational studies. *Obesity Reviews*. 2009;10(2):204-17.
189. Christian H, Bauman A, Epping JN, Levine GN, McCormack G, Rhodes RE, et al. Encouraging dog walking for health promotion and disease prevention. *American Journal of Lifestyle Medicine*. 2018;12(3):233-43.
190. Banach M, Lewek J, Surma S, Penson PE, Sahebkar A, Martin SS, et al. The association between daily step count and all-cause and cardiovascular mortality: a meta-analysis. *European Journal of Preventive Cardiology*. 2023.
191. Zheng H, Orsini N, Amin J, Wolk A, Nguyen VTT, Ehrlich F. Quantifying the dose-response of walking in reducing coronary heart disease risk: meta-analysis. *European Journal of Epidemiology*. 2009;24:181-92.
192. Myers J, Prakash M, Froelicher V, Do D, Partington S, Atwood JE. Exercise capacity and mortality among men referred for exercise testing. *The New England Journal of Medicine*. 2002;346(11):793-801.
193. Gulati M, Pandey DK, Arnsdorf MF, Lauderdale DS, Thisted RA, Wicklund RH, et al. Exercise capacity and the risk of death in women: the St James Women Take Heart Project. *Circulation*. 2003;108(13):1554-9.
194. Corrà U, Piepoli MF, Carré F, Heuschmann P, Hoffmann U, Verschuren M, et al. Secondary prevention through cardiac rehabilitation: physical activity counselling and exercise training: key components of the position paper from the Cardiac Rehabilitation Section of the European Association of Cardiovascular Prevention and Rehabilitation. *European Heart Journal*. 2010;31(16):1967-74.
195. Chiaranda G, Myers J, Mazzoni G, Terranova F, Bernardi E, Grossi G, et al. Peak oxygen uptake prediction from a moderate, perceptually regulated, 1-km treadmill walk in male cardiac patients. *Journal of Cardiopulmonary Rehabilitation and Prevention*. 2012;32(5):262-9.
196. Grazi G, Chiaranda G, Myers J, Pasanisi G, Lordi R, Conconi F, et al. Outdoor Reproducibility of a 1-km Treadmill Walking Test to Predict Peak Oxygen Uptake in Cardiac Patients. *Journal of Cardiopulmonary Rehabilitation and Prevention*. 2017;37(5):347-9.
197. Grazi G, Myers J, Bernardi E, Terranova F, Grossi G, Codecà L, et al. Association between VO₂ peak estimated by a 1-km treadmill walk and mortality. A 10-year follow-up study in patients with cardiovascular disease. *International Journal of Cardiology*. 2014;173(2):248-52.
198. Evans HJL, Ferrar KE, Smith AE, Parfitt G, Eston RG. A systematic review of methods to predict maximal oxygen uptake from submaximal, open circuit spirometry in healthy adults. *Journal of Science and Medicine in Sport*. 2015;18(2):183-8.

199. Kline GM, Porcari JP, Hintermeister R, Freedson PS, Ward A, McCarron RF, et al. Estimation of VO₂max from a one-mile track walk, gender, age, and body weight. *Medicine & Science in Sports & Exercise*. 1987;19(3):253-9.
200. Cao ZB, Miyatake N, Aoyama T, Higuchi M, Tabata I. Prediction of maximal oxygen uptake from a 3-minute walk based on gender, age, and body composition. *Journal of Physical Activity and Health*. 2013;10(2):280-7.
201. Peterson MJ, Pieper CF, MOREY MC. Accuracy of VO₂max prediction equations in older adults. *Medicine & Science in Sports & Exercise*. 2003;35(1):145-9.
202. Scherr J, Wolfarth B, Christle JW, Pressler A, Wagenpfeil S, Halle M. Associations between Borg's rating of perceived exertion and physiological measures of exercise intensity. *European Journal of Applied Physiology*. 2013;113(1):147-55.
203. Miller GD, Bell RD, Collis ML, Hoshizaki TB. The relationship between perceived exertion and heart rate of post 50 year-old volunteers in two different walking activities. *Journal of Human Movement Studies*. 1985;11(4):187-95.
204. Grant S. A comparison of physiological responses and rating of perceived exertion in two modes of aerobic exercise in men and women over 50 years of age. *British Journal of Sports Medicine*. 2002;36(4):276-81.
205. Flairty JE, Sheadler CM. Perceived and Heart Rate-based Intensities during Self-paced Walking: Magnitudes and Comparison. *Int J Exerc Sci*. 2020;13(5):677-88.
206. Hassmén P. Environmental effects on the ratings of perceived exertion in males and females. *Journal of Sport Behavior*. 1996;19:235+.
207. Ceci R, Hassmén P. Self-monitored exercise at three different RPE intensities in treadmill vs field running. *Medicine and Science in Sports and Exercise*. 1991;23(6):732-8.
208. Krinski K, Machado DGS, Lirani LS, DaSilva SG, Costa EC, Hardcastle SJ, et al. Let's Walk Outdoors! Self-Paced Walking Outdoors Improves Future Intention to Exercise in Women With Obesity. *Journal of Sport & Exercise Psychology*. 2017;39(2):145-57.
209. Dasilva SG, Guidetti L, Buzzachera CF, Elsangedy HM, Krinski K, De Campos W, et al. Psychophysiological responses to self-paced treadmill and overground exercise. *Medicine & Science in Sports & Exercise*. 2011;43(6):1114-24.
210. Gladwell VF, Brown DK, Wood C, Sandercock GR, Barton JL. The great outdoors: how a green exercise environment can benefit all. *Extreme Physiology & Medicine*. 2013;2(1):3.
211. Gondoni LA, Nibbio F, Caetani G, Augello G, Titon AM. What are we measuring? Considerations on subjective ratings of perceived exertion in obese patients for exercise prescription in cardiac rehabilitation programs. *International Journal of Cardiology*. 2010;140(2):236-8.
212. Travlos AK, Marisi DQ. Perceived Exertion during Physical Exercise among Individuals High and Low in Fitness. *Perceptual and Motor Skills*. 1996;82(2):419-24.
213. Lucini D, Pagani M. Exercise Prescription to Foster Health and Well-Being: A Behavioral Approach to Transform Barriers into Opportunities. *International Journal of Environmental Research and Public Health*. 2021;18(3):968.
214. Barton J, Griffin M, Pretty J. Exercise-, nature- and socially interactive-based initiatives improve mood and self-esteem in the clinical population. *Perspectives in Public Health*. 2012;132(2):89-96.
215. Pretty J, Peacock J, Sellens M, Griffin M. The mental and physical health outcomes of green exercise. *International Journal of Environmental Health Research*. 2005;15(5):319-37.
216. Maas J, Verheij RA, de Vries S, Spreeuwenberg P, Schellevis FG, Groenewegen PP. Morbidity is related to a green living environment. *Journal of Epidemiology and Community Health*. 2009;63(12):967-73.
217. Thompson Coon J, Boddy K, Stein K, Whear R, Barton J, Depledge MH. Does participating in physical activity in outdoor natural environments have a greater effect on physical and mental wellbeing than physical activity indoors? A systematic review. *Environmental Science & Technology*. 2011;45(5):1761-72.

218. Pretty J, Griffin M, Sellens M, Pretty C. Green Exercise: Complementary Roles of Nature, Exercise and Diet in Physical and Emotional Well-Being and. Essex: Centre for Environment and Society University of Essex. 2003.
219. Marsh AP, Katula JA, Pacchia CF, Johnson LC, Koury KL, Rejeski WJ. Effect of treadmill and overground walking on function and attitudes in older adults. *Medicine and Science in Sports and Exercise*. 2006;38(6):1157-64.
220. Parvataneni K, Ploeg L, Olney SJ, Brouwer B. Kinematic, kinetic and metabolic parameters of treadmill versus overground walking in healthy older adults. *Clinical Biomechanics (Bristol, Avon)*. 2009;24(1):95-100.
221. Pearce ME, Cunningham DA, Donner AP, Rechnitzer PA, Fullerton GM, Howard JH. Energy cost of treadmill and floor walking at self-selected paces. *European Journal of Applied Physiology and Occupational Physiology*. 1983;52(1):115-9.
222. Löllgen H, Ulmer H-V. Das „Gespräch“ während der Ergometrie: Die Borg-Skala. *Deutsches Aerzteblatt International*. 2004;101(15):A-1014.
223. Borg G. Anstrengungsempfinden und körperliche Aktivität. *Deutsches Aerzteblatt International*. 2004;101(15):A-1016.
224. United Nations, editor. The Sustainable Development Goals Report 2022. New York, United States of America: United Nations; 2022.
225. Organization WH. Global action plan on physical activity 2018-2030: more active people for a healthier world: World Health Organization; 2019.
226. Habermann-Horstmeier L, Lippke S. Grundlagen, Strategien und Ansätze der Gesundheitsförderung. In: Tiemann M, Mohokum M, editors. *Prävention und Gesundheitsförderung*. Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg; 2021. p. 65-75.
227. Popp J, Carl J, Grüne E, Semrau J, Gelius P, Pfeifer K. Physical activity promotion in German vocational education: does capacity building work? *Health Promotion International*. 2020;35(6):1577-89.
228. Meixner C, Baumann H, Fenger A, Wollesen B, editors. Gamification in health apps to increase physical activity within families. 2019 International Conference on Wireless and Mobile Computing, Networking and Communications (WiMob); 2019: IEEE.
229. Polka A. POLKA—ein Modellvorhaben zur Prävention in stationären Pflegeeinrichtungen. *B&G Bewegungstherapie und Gesundheitssport*. 2020;36(01):27-35.
230. Gawlik A, Streber R, Flachenecker P, Gusowski K, Geidl W, Tallner A. Konzept eines internetbasierten Programms zur Bewegungsförderung für Personen mit Multipler Sklerose. *Neurologie & Rehabilitation*. 2018;24(2):171-82.
231. Geidl W, Semrau J, Streber R, Leibert N, Wingart S, Tallner A, et al. Effects of a brief, pedometer-based behavioral intervention for individuals with COPD during inpatient pulmonary rehabilitation on 6-week and 6-month objectively measured physical activity: study protocol for a randomized controlled trial. *Trials*. 2017;18(1):396.
232. Durst J, Roesel I, Sudeck G, Sassenberg K, Krauss I. Effectiveness of Human Versus Computer-Based Instructions for Exercise on Physical Activity-Related Health Competence in Patients with Hip Osteoarthritis: Randomized Noninferiority Crossover Trial. *Journal of Medical Internet Research*. 2020;22(9):e18233.
233. Latteck Ä-D, Bruland D. Inclusion of people with intellectual disabilities in health literacy: Lessons learned from three participative projects for future initiatives. *International Journal of Environmental Research and Public Health*. 2020;17(7):2455.
234. Blaschke S, Carl J, Ellinger J, Birner U, Mess F. The Role of Physical Activity-Related Health Competence and Leisure-Time Physical Activity for Physical Health and Metabolic Syndrome: A Structural Equation Modeling Approach for German Office Workers. *International Journal of Environmental Research and Public Health*. 2021;18(19).

235. Koepfel M, Körbi C, Winkels RM, Schmitz KH, Wiskemann J. Relationship between cancer related fatigue, physical activity related health competence, and leisure time physical activity in cancer patients and survivors. *Frontiers in Sports and Active Living*. 2021;3:687365.
236. Rösel I, Bauer LL, Seiffer B, Deinhart C, Atrott B, Sudeck G, et al. The effect of exercise and affect regulation skills on mental health during the COVID-19 pandemic: A cross-sectional survey. *Psychiatry Research*. 2022;312:114559.
237. Carl J, Hartung V, Tallner A, Pfeifer K. The Relevance of Competences for a Healthy, Physically Active Lifestyle in Persons with Multiple Sclerosis: a Path Analytical Approach. *Behavioral Medicine*. 2022;48(4):331-41.
238. Carl J, Geidl W, Schultz K, Pfeifer K. Veränderungen in der bewegungsbezogenen Gesundheitskompetenz bei Personen mit COPD während einer pneumologischen Rehabilitation [Changes in Physical Activity-related Health Competence in persons with COPD during pulmonary rehabilitation]. *Praxis Klinische Verhaltensmedizin und Rehabilitation*. 2020;33:125-34.
239. Rhodes RE, McEwan D, Rebar AL. Theories of physical activity behaviour change: A history and synthesis of approaches. *Psychology of Sport and Exercise*. 2019;42:100-9.
240. Schaeffer D, Vogt D, Berens E-M, Hurrelmann K. Gesundheitskompetenz der Bevölkerung in Deutschland: Ergebnisbericht Bielefeld: Universität Bielefeld, Fakultät für Gesundheitswissenschaften; 2016 [Available from: https://pub.uni-bielefeld.de/download/2908111/2908198/Ergebnisbericht_HLS-GER.pdf].
241. Visscher BB, Steunenberg B, Heijmans M, Hofstede JM, Devillé W, van der Heide I, et al. Evidence on the effectiveness of health literacy interventions in the EU: a systematic review. *BMC Public Health*. 2018;18(1):1414.
242. Schaeffer D, Berens E-M, Weishaar H, Vogt D. Gesundheitskompetenz in Deutschland – Nationaler Aktionsplan. *Public Health Forum*. 2017;25(1):13-5.
243. Schaeffer D, Hurrelmann K, Bauer U, Kolpatzik K, Gille S, Vogt D. Der Nationale Aktionsplan Gesundheitskompetenz–Notwendigkeit, Ziel und Inhalt. *Das Gesundheitswesen*. 2019;81(06):465-70.
244. Gesundheitstourismus 4.0 –Leitfaden zur innovativen Weiterentwicklung und Optimierung der gesundheitstouristischen Angebote in Nordrhein-Westfalen [Internet]. Tourismus NRW e. V. . 2018 [cited 06.12.2022]. Available from: https://www.gesundheitsagentur-nrw.de/wp-content/uploads/2019/02/NRW_Leitfaden_Gesundheitstourismus_4_0_WEB.pdf.
245. Stummer H, Katzdobler S, Hecker A, Nöhammer E. Herausforderungen an eine zukünftige medizinische Gesundheitsversorgung im Alpenraum und die Chancen für den Gesundheitstourismus. Die Alpenkonvention und die Region der niederösterreichischen Randalpen: Möglichkeiten der nachhaltigen Regionalentwicklung. 2016:68-72.
246. Wolf H-D. Gesundheitskompetenz als Chance: Die Gesundheitsregion Würzburg – Bäderland Bayerische Rhön. In: Bachinger M, Pechlaner H, Widuckel W, editors. *Regionen und Netzwerke: Kooperationsmodelle zur branchenübergreifenden Kompetenzentwicklung*. Wiesbaden: Gabler Verlag; 2011. p. 335-43.
247. Richter M. Gesundheitsprävention und Tourismus. *medical+wellness*. 02/2007:40–1.
248. Gross MS. *Gesundheitstourismus*. Konstanz ; München: UVK Verlagsgesellschaft mbH mit UVK/Lucius; 2017.
249. Heise P, Axt-Gadermann M, editors. *Sport- und Gesundheitstourismus 2030*. Wiesbaden: Springer Fachmedien Wiesbaden; 2018.
250. Wieser A, Cassens M. Von Wellness zu Healthness? Prävention und Gesundheitsförderung. 2014;9(4):321-4.
251. Huber T, editor. *Healthness: Die nächste Stufe des Megatrends Gesundheit ; Lebensenergie, Körper, Gesundheit*. Kelkheim (Taunus): Zukunftsinstitut; 2012.
252. Gnahs D. Informelles Lernen in der Erwachsenenbildung/Weiterbildung. In: Rohs M, editor. *Handbuch Informelles Lernen*. Wiesbaden: Springer Fachmedien Wiesbaden; 2016. p. 107-22.
253. Harring M, Witte MD, Burger T. *Handbuch informelles Lernen. Interdisziplinäre und internationale Perspektiven* Basel: Beltz Juventa. 2016.

254. Hamacher W, Eickholt C, Lenartz N, Blanco S. Sicherheits-und Gesundheitskompetenz durch informelles Lernen im Prozess der Arbeit: Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin; 2012.
255. Bollweg TM, Okan O. Gesundheitskompetenz messen bei Kindern: aktuelle Ansätze und Herausforderungen. In: Bollweg TM, Bröder J, Pinheiro P, editors. Health Literacy im Kindes- und Jugendalter: Ein- und Ausblicke. Wiesbaden: Springer Fachmedien Wiesbaden; 2020. p. 73-98.
256. Baker DW. The meaning and the measure of health literacy. *Journal of General Internal Medicine*. 2006;21:878-83.
257. Parker R, Ratzan SC. Health literacy: a second decade of distinction for Americans. *Journal of Health Communication*. 2010;15(S2):20-33.
258. Schaeffer D, Gille S. Gesundheitskompetenz im Zeitalter der Digitalisierung. *Prävention und Gesundheitsförderung*. 2022;17(2):147-55.
259. Eisenberger L, Hollauf E, Hornung-Prähauser V, Wieden-Bischof D, Böhm B. Bausteine für ein neues Gesundheitsangebot. In: Böhm B, Eisenberger L, Hofbauer K, Hollauf E, Hornung-Prähauser V, Kranzinger C, et al., editors. Wandern fürs Herz: Implementierung eines innovativen, wissenschaftlich geprüften Angebots im Gesundheitstourismus. 1. Auflage ed. Norderstedt: BoD - Books on Demand; 2022. p. 18-29.
260. Eisenberger L, Mayr B, Beck M, Venek V, Kranzinger C, Menzl A, et al. Development and validation of a 1-km cardio-trekking test to estimate cardiorespiratory fitness in healthy adults. *Preventive Medicine Reports*. 2022;30:102039.
261. Albrecht U-V, Von Jan U. Apps in der digitalen Prävention und Gesundheitsförderung. In: Haring R, editor. Gesundheitswissenschaften. Springer Reference Pflege – Therapie – Gesundheit. Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg; 2019. p. 433–41.
262. Bhavnani SP, Narula J, Sengupta PP. Mobile technology and the digitization of healthcare. *European Heart Journal*. 2016;37(18):1428-38.
263. Knöppler K, T., Neisecke T, Nölke L. Digital-Health- Anwendungen für Bürger. Kontext, Typologie und Relevanz aus Public-Health-Perspektive. Entwicklung und Erprobung eines Klassifikationsverfahrens. 2016 02.10.2022. Available from: https://www.bertelsmannstiftung.de/fileadmin/files/BSt/Publikationen/GrauePublikationen/Studie_VV_Digital-Health-Anwendungen_2016.pdf.
264. Albrecht U-V, Amelung V, Aumann I, Breil B, Broenner M, Dierks M-L, et al. Chancen und Risiken von Gesundheits-Apps (CHARISMHA) Medizinische Hochschule Hannover, editor. Hannover Medizinische Hochschule Hannover; 2016.
265. Roth GA, Mensah GA, Johnson CO, Addolorato G, Ammirati E, Baddour LM, et al. Global Burden of Cardiovascular Diseases and Risk Factors, 1990–2019: Update From the GBD 2019 Study. *Journal of the American College of Cardiology*. 2020;76(25):2982-3021.
266. Debus ES, Torsello G, Schmitz-Rixen T, Flessenkämper I, Storck M, Wenk H, et al. Ursachen und Risikofaktoren der Arteriosklerose. *Gefäßchirurgie*. 2013;18(6):544–50.
267. Fletcher GF, Landolfo C, Niebauer J, Ozemek C, Arena R, Lavie CJ. Promoting Physical Activity and Exercise. *Journal of the American College of Cardiology*. 2018;72(14):1622-39.
268. Harber MP, Kaminsky LA, Arena R, Blair SN, Franklin BA, Myers J, et al. Impact of Cardiorespiratory Fitness on All-Cause and Disease-Specific Mortality: Advances Since 2009. *Progress in Cardiovascular Diseases*. 2017;60(1):11-20.
269. Niebauer J. *Sportkardiologie*. Berlin/Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg; 2015. 344 p.
270. Morris JN, Heady JA, Raffle PA, Roberts CG, Parks JW. Coronary heart-disease and physical activity of work. *Lancet*. 1953;262(6795):1053-7.
271. Smith Jr SC, Collins A, Ferrari R, Holmes Jr DR, Logstrup S, McGhie DV, et al. Our time: a call to save preventable death from cardiovascular disease (heart disease and stroke). *Circulation*. 2012;126(23):2769-75.
272. Organization WH. World Health Organization Sixty-sixth World Health Assembly. 2013. 2013.

273. Smith SC, Jr., Chen D, Collins A, Harold JG, Jessup M, Josephson S, et al. Moving from political declaration to action on reducing the global burden of cardiovascular diseases: a statement from the global cardiovascular disease taskforce. *Circulation*. 2013;128(23):2546-8.
274. World Health Organization. Physical activity Geneva: World Health Organization; 2022 [Available from: <https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/physical-activity>].
275. Brown DR, Soares J, Epping JM, Lankford TJ, Wallace JS, Hopkins D, et al. Stand-alone mass media campaigns to increase physical activity: a Community Guide updated review. *Am J Prev Med*. 2012;43(5):551-61.
276. Warburton DER, Charlesworth S, Ivey A, Nettlefold L, Bredin SSD. A systematic review of the evidence for Canada's Physical Activity Guidelines for Adults. *International Journal of Behavioral Nutrition and Physical Activity*. 2010;7(1):39.
277. Brown WJ, Bauman AE, Bull FC, Burton NW, editors. Development of evidence-based physical activity recommendations for adults (18-64 years): report prepared for the Australian Government Department of Health, August 2012/2013.
278. Hollstein T. Sport als Prävention: Fakten und Zahlen für das individuelle Maß an Bewegung. *Dtsch Arztebl International*. 2019;116(35-36):A-1544.
279. Schuler G. Primäre und sekundäre Prävention: Körperliche Aktivität. *Zeitschrift für Kardiologie*. 2002;91(2):II30-II9.
280. Löllgen H, Löllgen D. Risikoreduktion kardiovaskulärer Erkrankungen durch körperliche Aktivität. *Der Internist*. 2012;53(1):20-9.
281. Löllgen H, Leyk D. Prävention durch Bewegung. Bedeutung der körperlichen Leistungsfähigkeit. *Der Internist*. 2012;53(6):663-70.
282. Löllgen H. Gesundheit, Bewegung und körperliche Aktivität. *Deutsche Zeitschrift für Sportmedizin*. 2015;2015(06):139-40.
283. Lawton E, Brymer E, Clough P, Denovan A. The Relationship between the Physical Activity Environment, Nature Relatedness, Anxiety, and the Psychological Well-being Benefits of Regular Exercisers. *Front Psychol*. 2017;8:1058-.
284. Brymer E, Davids K, Mallabon L. Understanding the psychological health and well-being benefits of physical activity in nature: An ecological dynamics analysis. *Ecopsychology*. 2014;6(3):189-97.
285. Shanahan DF, Franco L, Lin BB, Gaston KJ, Fuller RA. The benefits of natural environments for physical activity. *Sports Medicine*. 2016;46(7):989-95.
286. Yeh H-P, Stone JA, Churchill SM, Wheat JS, Brymer E, Davids K. Physical, psychological and emotional benefits of green physical activity: An ecological dynamics perspective. *Sports Medicine*. 2016;46(7):947-53.
287. Fredman P, Tyrväinen L. *Frontiers in nature-based tourism*. *Scandinavian Journal of Hospitality and Tourism*. 2010;10(3):177-89.
288. Bös K. *Handbuch Gesundheitssport*. 2., vollst. neu bearb. ed. Bös K, Brehm W, editors. Schorndorf: Hofmann; 2006.
289. Brehm W. *Gesund durch Gesundheitssport : zielgruppenorientierte Konzeption, Durchführung und Evaluation von Gesundheitssportprogrammen*. Brehm W, Janke A, Sygusch R, Wagner P, Gradel C, editors. Weinheim: Juventa-Verl.; 2006.
290. Tiemann M, Brehm W. *Qualitätsmanagement im Gesundheitssport. Prävention und Gesundheitsförderung*. 2006;1:262-8.
291. Brehm W, editor *Gesundheitssport — Kernziele, Programme, Evidenzen* 2006; Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg.
292. Tiemann M. *Bewegungsförderung im Sportverein*. In: Geuter G, Holleder A, editors. *Handbuch Bewegungsförderung und Gesundheit*. 1. Aufl. ed. Bern: Huber; 2012. p. 271-86.
293. Brehm W. *Gesundheitssport — Kernziele, Programme, Evidenzen*. In: Kirch W, Badura B, editors. *Prävention*. Heidelberg: Springer Medizin Verlag; 2005. p. 243-65.

294. Berg A, König D. Inaktivität als Risikofaktor. *B&G Bewegungstherapie und Gesundheitssport*. 2005;21(03):104-8.
295. Wandern macht das Herz stark Frankfurt am Main: Deutsche Herzstiftung e.V.; [Available from: <https://www.herzstiftung.de/ihre-herzgesundheit/gesund-bleiben/sport-und-bewegungsmangel/wandern>].
296. Mitten D, Overholt JR, Haynes FI, D'Amore CC, Ady JC. Hiking: A Low-Cost, Accessible Intervention to Promote Health Benefits. *American Journal of Lifestyle Medicine*. 2018;12(4):302–10.
297. Lloyd-Jones D, Adams R, Brown T. Health benefits of hiking. *Circulation*. 2010;121:1–170.
298. Hartig T, Mitchell R, Vries Sd, Frumkin H. Nature and health. *Annual review of public health*. 2014;35:207–28.
299. Bowler DE, Buyung-Ali LM, Knight TM, Pullin AS. A systematic review of evidence for the added benefits to health of exposure to natural environments. *BMC public health*. 2010;10:456.
300. Maller C, Townsend M, Pryor A, Brown P, St Leger L. Healthy nature healthy people: 'contact with nature' as an upstream health promotion intervention for populations. *Health promotion international*. 2006;21(1):45–54.
301. Schobersberger W, Leichtfried V, Mueck-Weymann M, Humpeler E. Austrian Moderate Altitude Studies (AMAS): benefits of exposure to moderate altitudes (1,500-2,500 m). *Sleep Breath*. 2010;14(3):201-7.
302. Nordbø I, Prebensen NK. Hiking as Mental and Physical Experience. In: Chen JS, editor. *Advances in Hospitality and Leisure*. Advances in hospitality and leisure. 11: Emerald Group Publishing Limited; 2015. p. 169–86.
303. Morris JN, Hardman AE. Walking to health. *Sports Med*. 1997;23(5):306-32.
304. Baum M, Liesen H. Sport und Immunsystem. *Dtsch Arztebl International*. März 1998;95(10):538-41.
305. Li Q, Nakadai A, Matsushima H, Miyazaki Y, Krensky AM, Kawada T, et al. Phytoncides (wood essential oils) induce human natural killer cell activity. *Immunopharmacol Immunotoxicol*. 2006;28(2):319-33.
306. Li Q, Morimoto K, Kobayashi M, Inagaki H, Katsumata M, Hirata Y, et al. Visiting a forest, but not a city, increases human natural killer activity and expression of anti-cancer proteins. *Int J Immunopathol Pharmacol*. 2008;21(1):117-27.
307. Nieß A, Thiel A. Körperliche Aktivität und Sport bei Typ-2-Diabetes. *Diabetologie und Stoffwechsel*. 2017;12:112-26.
308. Park BJ, Tsunetsugu Y, Kasetani T, Kagawa T, Miyazaki Y. The physiological effects of Shinrin-yoku (taking in the forest atmosphere or forest bathing): evidence from field experiments in 24 forests across Japan. *Environmental Health and Preventive Medicine*. 2009;15(1):18.
309. Li Q, Otsuka T, Kobayashi M, Wakayama Y, Inagaki H, Katsumata M, et al. Acute effects of walking in forest environments on cardiovascular and metabolic parameters. *European Journal of Applied Physiology*. 2011;111(11):2845-53.
310. Menai M, Charreire H, Galan P, Simon C, Nazare JA, Perchoux C, et al. Differential Associations of Walking and Cycling with Body Weight, Body Fat and Fat Distribution - the ACTI-Cités Project. *Obesity Facts*. 2018;11(3):221-31.
311. Axt-Gadermann M, Berger MM, Boeselt T, Conze MP, Donner S, Edel K, et al. *Praktische Sportmedizin*. Stuttgart; New York: Georg Thieme Verlag; 2016. p. 326.
312. Randelzhofer P. DAV-Bergunfallstatistik 2018 - 2019. *Bergunfallstatistik 2018/2019*. 2020.
313. Brugger M, Janotte J, Krückels R, Schwiersch M, Streicher B, Winter S. Beinahe schiefgegangen: Das Unfallpotenzial beim Bergwandern. *bergundsteigen*. 2022:32-42.
314. Ross R, Blair SN, Arena R, Church TS, Després JP, Franklin BA, et al. Importance of Assessing Cardiorespiratory Fitness in Clinical Practice: A Case for Fitness as a Clinical Vital Sign: A Scientific Statement From the American Heart Association. *Circulation*. 2016;134(24):e653-e99.
315. Deutscher Alpenverein e.V. (Beinahe) schief gegangen - Studie zum Unfallpotenzial beim Bergwandern. *DAV Panorama*. 4/2022:42-6.

316. Hettiarachchi IT, Hanoun S, Nahavandi D, Nahavandi S. Validation of Polar OH1 optical heart rate sensor for moderate and high intensity physical activities. *PLoS One*. 2019;14(5):e0217288.
317. Parak J, Salonen M, Myllymäki T, Korhonen I. Comparison of Heart Rate Monitoring Accuracy between Chest Strap and Vest during Physical Training and Implications on Training Decisions. *Sensors (Basel, Switzerland)*. 2021;21(24).
318. Sartor F, Gelissen J, van Dinther R, Roovers D, Papini GB, Coppola G. Wrist-worn optical and chest strap heart rate comparison in a heterogeneous sample of healthy individuals and in coronary artery disease patients. *BMC Sports Science, Medicine and Rehabilitation*. 2018;10(1):10.
319. Hajj-Boutros G, Landry-Duval MA, Comtois AS, Gouspillou G, Karelis AD. Wrist-worn devices for the measurement of heart rate and energy expenditure: A validation study for the Apple Watch 6, Polar Vantage V and Fitbit Sense. *European Journal of Sport Science*. 2022:1-13.
320. Pasadyn SR, Soudan M, Gillinov M, Houghtaling P, Phelan D, Gillinov N, et al. Accuracy of commercially available heart rate monitors in athletes: a prospective study. *Cardiovascular Diagnosis and Therapy*. 2019;9(4):379-85.
321. Noble BJ. Clinical applications of perceived exertion. *Medicine and Science in Sports and Exercise*. 1982;14(5):406-11.

10 Appendix

10.1 Methodenpaper

Titel: Valorization of Natural Cardio Trekking Trails Through Open Innovation for the Promotion of Sustainable Cross-generational Health-Oriented Tourism in the Connect2Move Project: Protocol for a Cross-sectional Study

Journal: JMIR Research Protocols

DOI: 10.2196/39038

Impact Factor: 1,85

Autoren: Barbara Mayr^{1,2}, BSc, MSc, PhD; Maximilian Beck², MSc; Laura Eisenberger³, MSc; Verena Venek⁴, BSc, DI; Christina Kranzinger⁴, BStat, Mag, MSc; Andrea Menzl⁵, MD; Bernhard Reich¹, PhD; Veronika Hornung-Prähauser⁴, Mag, MAS, PhD; Renate Oberhoffer-Fritz³, MD, Prof Dr; Birgit Böhm³, PhD; Josef Niebauer^{1,2}, MBA, MD, PhD

Organisationen:

¹Universitätsinstitut für Präventive und Rehabilitative Sportmedizin und Forschungsinstitut für molekulare Sport- und Rehabilitationsmedizin, Paracelsus Medizinische Universität, Salzburg, Österreich

²Ludwig Boltzmann Institut für Digitale Gesundheit und Prävention, Salzburg, Österreich

³Lehrstuhl für Präventive Pädiatrie, Fakultät für Sport- und Gesundheitswissenschaften, Technische Universität München, München, Deutschland

⁴Salzburg Research Forschungsgesellschaft mbH, Salzburg, Österreich

⁵St. Irmingard Klinik Prien, Klinik für Kardiologie, Prien am Chiemsee, Deutschland

Individueller Leistungsbeitrag:

- **Konzeptualisierung:** Die Doktorandin war an der Formulierung und Entwicklung übergreifender Forschungsziele beteiligt. Darüber hinaus sind ihre Ideen in die Konzeptualisierung der Studie eingeflossen.
- **Methodik:** Gemeinsam im Studienteam erarbeitete die Doktorandin die methodische Vorgehensweise der Studie.
- **Schreiben – Überprüfung und Bearbeitung:** Die Doktorandin war an der Überprüfung und Bearbeitung des Manuskripts beteiligt.

Protocol

Valorization of Natural Cardio Trekking Trails Through Open Innovation for the Promotion of Sustainable Cross-generational Health-Oriented Tourism in the Connect2Move Project: Protocol for a Cross-sectional Study

Barbara Mayr^{1,2}, BSc, MSc, PhD; Maximilian Beck², MSc; Laura Eisenberger³, MSc; Verena Venek⁴, BSc, DI; Christina Kranzinger⁴, BStat, Mag, MSc; Andrea Menzl⁵, MD; Bernhard Reich¹, PhD; Veronika Hornung-Prähauser⁴, Mag, MAS, PhD; Renate Oberhoffer-Fritz³, MD, Prof Dr; Birgit Böhm³, PhD; Josef Niebauer^{1,2}, MBA, MD, PhD

¹Institute of Sports Medicine, Prevention and Rehabilitation and Research Institute of Molecular Sports Medicine and Rehabilitation, Paracelsus Medical University, Salzburg, Austria

²Ludwig Boltzmann Institute for Digital Health and Prevention, Salzburg, Austria

³Institute of Preventive Pediatrics, Faculty of Sport and Health Sciences, Technical University of Munich, Munich, Germany

⁴Salzburg Research Forschungsgesellschaft mbH, Salzburg, Austria

⁵St. Irmingard Klinik Prien, Clinic for Cardiology, Prien am Chiemsee, Germany

Corresponding Author:

Barbara Mayr, BSc, MSc, PhD

Institute of Sports Medicine, Prevention and Rehabilitation and Research Institute of Molecular Sports Medicine and Rehabilitation
Paracelsus Medical University

Lindhofstraße 20

Salzburg, 5020

Austria

Phone: 43 5 725523200

Email: ba.mayr@salk.at

Abstract

Background: Hiking is one of the most popular forms of exercise in the alpine region. However, besides its health benefits, hiking is the alpine activity with the highest incidence of cardiac events. Most incidents occur due to overexertion or underestimation of the physiological strain of hiking.

Objective: This project will establish a standardized cardio trekking test trail to evaluate the exercise capacity of tourists within hiking areas and deliver a tool for the prevention of hiking-associated cardiac incidents. Further, individual exercise intensity for a hiking tour will be predicted and visualized in digital maps.

Methods: This cooperation study between Austria and Germany will first validate a 1-km outdoor cardio trekking test trail at 2 different study sites. Then, exercise intensity measures on 8-km hiking trails will be evaluated during hiking to estimate overall hiking intensity. A total of 144 healthy adults (aged >45 years) will perform a treadmill test in the laboratory and a 1-km hiking test outdoors. They will wear a portable spirometry device that measures gas exchange, as well as heart rate, walking speed, ventilation, GPS location, and altitude throughout the tests. Estimation models for exercise capacity based on measured parameters will be calculated.

Results: The project “Connect2Move” was funded in December 2019 by the European Regional Development Fund (INTERREG V-A Programme Austria-Bavaria – 2014-2020; Project Number AB296). “Connect2Move” started in January 2020 and runs until the end of June 2022. By the end of April 2022, 162 participants were tested in the laboratory, and of these, 144 were tested outdoors. The data analysis will be completed by the end of June 2022, and results are expected to be published by the end of 2022.

Conclusions: Individual prediction of exercise capacity in healthy individuals with interest in hiking aims at the prevention of hiking-associated cardiovascular events caused by overexertion. Integration of a mathematical equation into existing hiking apps will allow individual hiking route recommendations derived from individual performance on a standardized cardio trekking test trail.

Trial Registration: ClinicalTrials.gov NCT05226806; <https://clinicaltrials.gov/ct2/show/NCT05226806>

International Registered Report Identifier (IRRID): DERR1-10.2196/39038

(*JMIR Res Protoc* 2022;11(7):e39038) doi: [10.2196/39038](https://doi.org/10.2196/39038)

KEYWORDS

cardiorespiratory fitness; exercise; field test; hiking safety

Introduction

Regular physical activity improves exercise capacity [1,2] and reduces the risk of developing cardiovascular diseases [3]. Endurance and strength training have the highest levels of evidence in current national and international guidelines as therapeutic components for the prevention and rehabilitation of cardiovascular diseases [4]. Hiking is a popular mode of exercise in mountainous regions worldwide and is being performed by millions of people, including those with an increased cardiovascular risk [5]. Despite its well-known beneficial effects on the cardiovascular system, intensive and exhaustive physical activities can lead to cardiac events, especially in untrained individuals. As a result, hiking is the alpine activity with the highest incidence of cardiac events, including sudden cardiac death [6-8]. These critical incidents occur mostly due to overestimating personal fitness and choosing overly demanding hiking routes or neglecting weather conditions (temperature, wind, rainfall, snow, etc). In few cases, hikers know about their higher risk and prevent incidents during hikes through medical prevention check-ups beforehand. Such a check-up for heart health and an evaluation of the exercise capacity during standard conditions could ideally be done by a simple ergometry test. Based on its results, training and hiking recommendations could be given by an expert. To further enhance the safety of hiking as a means of preventing cardiovascular disease and helping prevent cardiac incidents, this study aims to develop and validate a standardized 1-km cardio trekking test trail (CTTT) that can be set up in mountainous areas to determine individual physical fitness levels and personalize categories of exercise intensities during walking and hiking. Additionally, we will perform scientific mapping of 2 cardio trekking trails based on several performance parameters, such as heart rate and gas exchange. The realization of those study aims should not substitute the medical prevention examination but rather provide an additional prevention method to predict cardiovascular demand in individual hikers.

This study is part of a larger project that aims to appreciate natural and evidence-based cardio trekking trails through open innovation methods for the sustainable promotion of

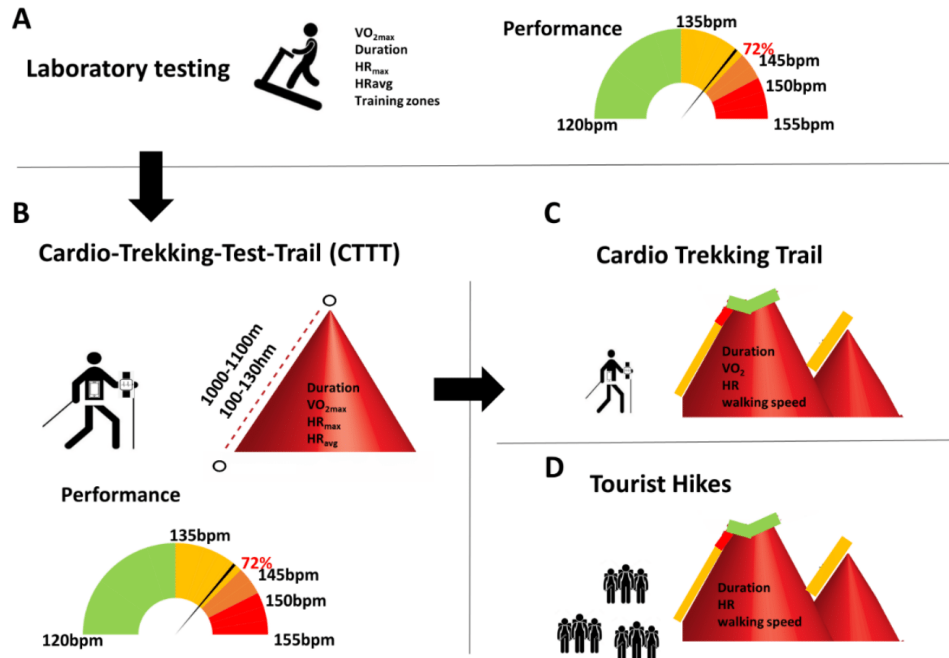
cross-generational health-oriented tourism, called "Connect2Move." The project has been funded by the European Regional Development Fund (INTERREG V-A Programme Austria-Bavaria – 2014-2020; Project Number AB296). This project aims to redesign existing hiking routes into themed trails and digitally redesign those trails. Expected cardiovascular load based on individual cardiorespiratory fitness will be visualized in digital maps, in addition to the usual description of the length, altitude, path condition, and duration. For valorization and implementation in the participating communities, an open innovation approach is chosen, which involves regional stakeholders and the target population early in the development process, and is scientifically and medically supervised. Two cross-border, climate-friendly, biological concepts for physical activity promotion/cardio trekking in the Alps will be developed. The ideas can increase year-round gentle health tourism and promote individual health literacy for tourists and locals.

Methods

Study Design

This cross-sectional study to reduce the risk of cardiac events in hiking consists of 3 work packages. It will be conducted in Salzburg and Werfenweng, Austria, as well as in Prien am Chiemsee and Aschau im Chiemgau, Germany. The first work package establishes and validates a 1-km CTTT. The second work package analyzes the physiological aspects of an 8-km trekking trail (Figure 1). In the third work package, developing an algorithm to calculate exercise intensity based on the results of the CTTT is the main task. This work package includes the cartography of intensities over the 8-km trekking trail. The first and second work packages will be performed by the Ludwig Boltzmann Institute for Digital Health and Prevention Salzburg and the Technical University Munich, and the third work package will be performed by Salzburg Research. The laboratory testing and medical assessment of the Austrian participants will be performed at the University Institute of Sports Medicine, Prevention and Rehabilitation, Paracelsus Medical University Salzburg, Austria, and the testing and assessment of the German participants will be performed at St. Irmingard Klinik in Prien am Chiemsee, Germany.

Figure 1. From laboratory testing to tourist hikes. (A) Laboratory treadmill test. Evaluation of maximal exercise capacity and training zones. (B) 1-km cardio trekking test trail. Evaluation of exercise capacity in a standardized outdoor setting. (C) 8-km cardio trekking trail. Guided hikes with study participants, with measurement of exercise capacity and heart rate during the hike. (D) Cartography of the 8-km cardio trekking trail with the help of guided tourist hikes. bpm: beats per minute; HR: heart rate; HR_{avg}: average heart rate; HR_{max}: maximal heart rate; VO₂: oxygen uptake; VO_{2max}: maximal oxygen uptake.



Ethics Approval

Inclusion and exclusion criteria are described in [Textbox 1](#). Participants will have to provide written informed consent before participating in the study. The Ethics Committee of the State of Salzburg (EK-Nr.: 1090/2020) and the Ethics Committee of

the Medical Faculty of the Technical University of Munich (527/20S) have approved this study. Further, the study has been registered at [ClinicalTrials.gov](https://clinicaltrials.gov) (NCT05226806). The study will be conducted following the ethical guidelines of the Declaration of Helsinki.

Textbox 1. Inclusion and exclusion criteria.

<p>Inclusion criteria</p> <ul style="list-style-type: none"> • Age >45 years • Any sex • Signed informed consent • No relevant pathologies found during initial laboratory testing <p>Exclusion criteria</p> <ul style="list-style-type: none"> • Acute or chronic cardiovascular diseases, including untreated or insufficiently treated arterial hypertension (systolic blood pressure ≥ 140 mmHg or diastolic blood pressure ≥ 90 mmHg) • Acute or chronic lung diseases • Liver diseases • Kidney diseases • Diabetes mellitus • Alcohol (>30 g/day) or drug abuse • BMI >35 • Orthopedic restriction precluding physical activities performed during the study • Pregnancy

Recruitment Process and Measurement Process

The recruitment of participants will be conducted using the different information channels of the included institutes via the project website, recruitment flyers, and word-of-mouth advertising. If potential participants are >45 years of age, they will be informed about the study objectives, evaluation protocol, and procedures. On agreeing to participate, they will be invited to the initial laboratory testing at 1 of the 2 testing sites. At the beginning of the initial testing, researchers will provide detailed information about the study again, and the participants will be asked to read and sign written informed consent.

Participants will have to perform 3 different exercise testing procedures to complete the study, including 1 laboratory test on a treadmill and 2 field tests (1-km CTTT and 8-km hikes) in Werfenweng, Austria, or Aschau im Chiemgau, Germany. There will be at least 1 full day of rest between the laboratory test and the first field test. The 1-km CTTT and 8-km hikes will be performed on 2 days. If the scheduling of 2 days is not possible, the 1-km CTTT and 8-km hikes will be conducted on the same day with at least 1 hour of rest in between. Half of the study population will participate in Austria, and the other half will participate in Germany.

Laboratory Testing

The baseline testing will start with a detailed examination by a specialist in internal medicine. Measurements will include anthropometrics (weight, height, and BMI), pulmonary function testing (spirometry), resting electrocardiography (ECG), blood pressure, patient history, echocardiography, and blood testing (lipids, electrolytes, markers of kidney and liver function, thyroid hormones, glucose, and blood count), as well as risk scores for cardiac events in the next 10 years, including the prospective cardiovascular Münster study (PROCAM) Score [9], Framingham Score [10], and European Society of

Cardiology (ESC) Score [11]. Other health information will be collected via a face-to-face interview by trained staff. It will include personal questions regarding smoking and alcohol consumption, and sociodemographic data (education, employment status, and marital status). Participants will be asked to fill out standardized questionnaires on physical activity (International Physical Activity Questionnaire [IPAQ] short form [12]) and health (Health Survey Questionnaire: 36-Item Short Form Health Survey [SF-36] [13]). Before exercise capacity is measured, it will be estimated based on a resting test protocol called the Polar Fitness Test, using the Polar beat app and a chest-strap ECG-based heart rate monitor (Polar Electro). The last part of the baseline testing will be an all-out spirometry test on a treadmill. The participants will wear the portable spirometry device K5 (Cosmed) to measure respiratory gas exchange throughout the test. The gas analysis will occur in the K5's dynamic mixing chamber (DMC) mode. Heart rate will be measured using a Garmin chest strap. In addition, the participants will wear a 12-lead ECG device (Amedtec Medizintechnik Aue GmbH) for evaluation of exercise-dependent ECG changes, as well as a Garmin Vivoactive 4 smartwatch, which will measure wrist-based heart rate values from an optical sensor throughout the treadmill test. All 3 measurement methods for heart rate will be started simultaneously. The modified Bruce protocol [14] will be used as the treadmill test protocol and will start with 3 min at 2.4 km/h and 0% incline, followed by 3 min at 2.4 km/h and 5% incline. After the first 2 stages, the traditional Bruce protocol will be followed. The test will be stopped if participants reach maximal exhaustion or start running. At the end of each stage, the participants will be asked to indicate their rate of perceived exertion (RPE) on a printed 6-20 Borg scale [15], including a maximum value at test termination. Based on the spirometry results measured via the K5 device, ventilatory thresholds for each participant will be determined by the V-slope method [16].

Exercise recommendations (heart rate zones) for the 8-km hike will be made based on these thresholds.

Environmental Factors During Field Tests

To keep the temperature difference between the field tests and the spiroergometry in the laboratory as little as possible, the laboratory test will be carried out at a standardized room temperature of 20°C, which corresponds with the expected average daily temperature of the study months in the test regions. Should temperatures exceed 26°C, the tests will be postponed since a relevant impact on the heart rate response would be expected [17]. Moreover, humidity will be recorded.

CTTT (1 km)

The CTTT will be implemented outdoors in Werfenweng, Austria, and Aschau im Chiemgau, Germany. The maps and height profiles of the chosen trails for the CTTT are shown in Figure 2. The CTTT includes an easily accessible path with a length of 1000 (SD 100) meters and an elevation of 100 (SD 30) vertical meters, as well as a gradient of up to 26%.

After completing the laboratory test, all participants who have passed the baseline examination (no relevant heart diseases

found during testing) will be invited for the field testing. This submaximal cardiorespiratory fitness test will be performed on the 1-km CTTT by each participant alone, with a researcher walking beside the participant. After an explanation of the route, as well as how to walk the track, the participants will get equipped with the measuring devices using the same setup as that during the treadmill test, except for the 12-lead ECG device. They will be wearing the portable K5 device operating in DMC mode, the Garmin chest strap, which will send their heart rate to the K5 device, and the Garmin Vivoactive 4 smartwatch set for wrist-based heart rate measurement. The outdoor exercise test should not be an all-out assessment but rather a submaximal assessment. A researcher will individually accompany participants (walk by their side) and guide their intensity via the Borg scale. Participants will be instructed to hike at a brisk pace and adjust their walking speed according to the trail's steepness. They will be further required not to reach >15 RPE on the Borg scale. Individual Borg values will be assessed at multiple stages of the CTTT, and the pace will be adjusted accordingly if the RPE value exceeds 15 or falls below 11.

Figure 2. Cardio trekking test trail profiles. (A) Map of the cardio trekking test trail in Werfenweng, Austria. (B) Map of the cardio trekking test trail in Aschau im Chiemgau, Germany. (C) Profile of the Austrian trail. (D) Profile of the German trail.



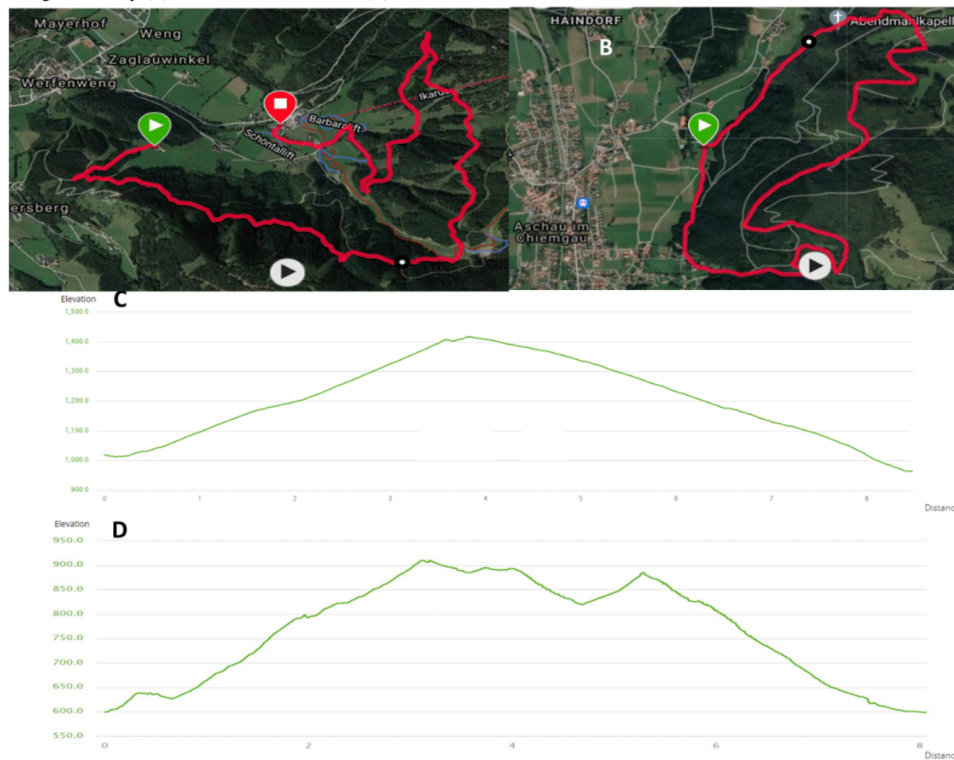
Field Test Involving 8-km Hikes

The 8-km hikes were selected based on touristic, sport scientific, and medical aspects like accessibility, visitor frequency, difficulty, soil texture, important landmarks for sightseeing, etc. Moreover, proximity to the selected CTTT plays an essential role in choosing the tracks. The maps and height profiles of the chosen trails for the long hikes are shown in Figure 3. The selected course in Austria has a length of approximately 8400 m, with 402 vertical meters uphill and 461 vertical meters downhill, and the steepest passage has a 37% gradient. The German trail has a length of approximately 8200 m, with 415 vertical meters uphill and 410 vertical meters downhill, and the steepest passage has a 26% gradient.

For the clinical study, we plan for at least one-third of all participants to hike the 8-km trail wearing the portable K5

device in the DMC mode. The Garmin chest strap sends heart rate data to the K5 device, and the Garmin Vivoactive 4 smartwatch is set for wrist-based heart rate measurement. All participants, who will hike the long trail without the K5 device, will track their hike using a Garmin chest strap connected to the Garmin Vivoactive 4 smartwatch. The groups for the long hike will vary in group size from 2 (1 researcher and 1 participant) to 6 (1 researcher and up to 5 participants). Intensity on the 8-km hike will be moderate. The participants will get individual heart rate ranges based on their ventilatory thresholds assessed during the laboratory treadmill test. Throughout the hike, the heart rate should remain in that range. In addition, the researcher will determine RPE occasionally, which should not exceed a value of 15 on the Borg scale.

Figure 3. Cardio trekking trail profiles. (A) Map of the cardio trekking trail in Werfenweng, Austria. (B) Map of the cardio trekking trail in Aschau im Chiemgau, Germany. (C) Profile of the Austrian trail. (D) Profile of the German trail.



Cartography of the 8-km Cardio Trekking Trails

Subsequent to the 8-km hikes with the study participants, we will perform additional “cardio hikes” for tourists to gain further data for georeferencing and cartography of the selected hikes. We aim to complete guided hikes for 250 willing participants in both countries. All participants will be outfitted with heart rate sensors (Polar Verity Sense arm strap or Garmin Vivoactive 4 smartwatch) for tracking their heart rate, speed, etc, during

the hikes. The selected 8-km cardio hikes in Austria and Germany will be newly mapped based on the data from our study participants. This part of the project will aim to tone the hike sections according to heart rate.

<https://www.researchprotocols.org/2022/7/e39038>

JMIR Res Protoc 2022 | vol. 11 | iss. 7 | e39038 | p. 6
(page number not for citation purposes)

Primary and Secondary Outcomes

Primary Outcome

The primary outcome is estimating the exercise capacity based on physiological features, subjective performance parameters, and route characteristics collected for 2 cardio trekking test routes in Werfenweng, Austria, and Aschau im Chiemgau, Germany. The 2 test routes have a length of approximately 1 km and a gradient of up to 26%. Participants will hike 1 of the 2 test routes shortly after the laboratory measurement. Based on these data and in combination with the capacity of maximal oxygen uptake (VO_{2max}) derived in the laboratory setting, a statistical model for the prediction of VO_{2max} will be developed.

Secondary Outcome

During the 8-km hiking tour, the cardiovascular load will be measured on defined hiking sections (ascents, descent, and plain levels). Based on the individually predicted VO_{2max} on the 1-km CTTT, the estimated cardiovascular load (heart rate or oxygen cost) will be defined and visualized in a digital map using 3 different intensity levels (low, moderate, and high intensity).

Accuracy of Heart Rate Measurements

Each participant's heart rate will be measured simultaneously from at least two different sources during every part of the study. We aim to evaluate the accuracy of the wrist-based Garmin Vivoactive 4 smartwatch data and Garmin chest strap data considering the gold standard 12-lead ECG data measured during the treadmill test. Further, the wrist-based measurement accuracy during the field tests will be compared with the chest strap measurement accuracy.

Comparison of Resting Evaluation Versus Exercise Test for Exercise Capacity

We will measure the maximal exercise capacity (VO_{2max}) during the use of the modified Bruce protocol on the treadmill. As we will use the portable spirometry device K5 from Cosmed, we will be able to use the DMC method instead of the breath-by-breath measurement.

As we will obtain measured VO_{2max} values, we will be able to compare those results with estimations for this parameter, which we will obtain with the Polar Fitness Test. This test is a 5-min resting evaluation performed with a chest strap and the Polar beat app. Based on the measured heart rate variability and added data like age, gender, weight, height, and fitness classification, the app will estimate the individual's VO_{2max} .

In addition, we will obtain VO_{2max} estimation based on the outdoor hikes that involve recording with the Garmin Vivoactive 4 smartwatch.

We aim to evaluate the validity of the 2 VO_{2max} estimations.

Physical Activity and Quality of Life

We will use the IPAQ short form to assess participants' physical activity levels. The questionnaire captures vigorous, moderate, and walking activities and sitting times of the previous 7 days.

The SF-36 will be used to assess health-related quality of life. It contains 36 items grouped into the following 8 dimensions:

physical functioning, physical role, body pain, general health, vitality, social functioning, emotional function, and mental health.

Statistical Analysis

Sample Size Calculation

The sample size calculation was done with G*Power Software (Version 3.1.9.7; Heinrich-Heine University) [18,19]. With $\alpha=.05$, $\beta=.1$, and a middle effect size of $f^2=0.15$, a strong model should be created. The calculation of maximal oxygen uptake could be performed using a linear multiple regression model with 6 predictors. For a model power of 0.90, 123 participants would be required to finish the study. To make sure we reach the number we chose, we added a 15% dropout rate and set the target sample size to 144 participants, with a balanced distribution in Austria and Germany.

Descriptive and Statistical Significance

Statistical evaluations of the hikes (per region or participant) will be performed. Since this study aims to develop a model for calculating exercise capacity during a hiking field test, the statistical analysis will be performed on a per protocol basis, thus including only participants who complete the lab test, the 1-km CTTT, and the 8-km hike. Statistical analyses will be performed using SPSS version 24.0 (SPSS Inc) and R version 4.1.0 (The R Project for Statistical Computing).

Visualization of Exercise Capacity on Hiking Trails

To visualize the analysis results, the collected data on the 8-km hiking trails in Austria and Germany will be used to determine the average exercise capacity for defined hiking trail sections. Therefore, accumulated heart rate and maximal oxygen uptake will be map matched on the hiking trail sections representing different intensities during the hike.

Algorithm Development

Algorithm development is based on the objectives of the analyses, which are as follows: (1) The implementation of an estimation model for exercise capacity; (2) The definition of the hiking trail sections; and (3) The recommendation of intensity ranges via visualization of the hiking trail sections of the 8-km hike based on the capacity estimation of the 1-km CTTT.

Estimation Model for Exercise Capacity

As the first step in model development, the data collected in the laboratory and the results from the 1-km CTTT and 8-km hike will be analyzed descriptively to identify anomalies in the data, such as outliers or data loss due to possible device crashes. Based on these analyses, the data for Austria and Germany will be cleaned.

Following the principle "from the lab to the field," the first estimation model will be developed based on features collected in the laboratory to verify how accurate and reliable VO_{2max} can be estimated. When the proof of concept works on the laboratory data, an in-field estimation model will be created based on the CTTT measurements to see if VO_{2max} from the laboratory can be determined based on the data collected on the

CTTT. The derived estimation models will be validated with cross-validation and evaluation metrics (eg, adjusted R-squared and mean absolute error).

Definition of Hiking Trail Sections

The definition of hiking trail sections will be a combination of expert-based labeling and a data-driven approach. Sports scientists will mark relevant waypoints due to their expected change in intensity. The data-driven approach will use data from some participants on the 8-km hikes to determine the remarkable difference in intensities. The final definition will combine both approaches and will determine the section points.

Visualization of Hiking Trail Sections With Recommended Intensity

For each 8-km hike, the recommendations will include the impersonalized visualization of expected intensities and the personalized recommended intensity. The collected study data will determine the expected intensities and will be georeferenced to the hiking trail sections. The recommended intensity ranges for each hiking trail section of the 8-km hikes will be determined based on the capacity estimation of the CTTT.

Results

The project “Connect2Move” was funded in December 2019 by the European Regional Development Fund (INTERREG V-A Programme Austria-Bavaria – 2014-2020; Project Number AB296). “Connect2Move” started in January 2020 and runs until the end of June 2022. By the end of April 2022, 162 participants were tested in the laboratory, and of these, 144 were tested outdoors. The data analysis will be completed by the end of June 2022, and results are expected to be published by the end of 2022.

Discussion

This paper describes a protocol created by a multidisciplinary team of physicians, sports scientists, data scientists, and tourist experts to develop a standardized CTTT, which can evaluate the hiking-specific exercise capacity and hence the fitness level of hikers. This project focuses on hiking, as it is one of the most common outdoor activities in the alpine region and can be performed throughout the year. This outdoor activity encourages people to be physically active while spending time in nature. Besides greater physical fitness, hikers may also experience benefits from spending time in a natural environment, such as decreased blood pressure and stress levels, enhanced immune

system, restored mental and emotional well-being, and improved general well-being [20,21]. To further promote this form of outdoor activity and raise awareness of the prevention of the overestimation of one’s fitness level, this study aims to develop an easy-to-performance fitness test located directly in popular hiking areas. Why should a new physical fitness test be developed when the literature reports several test protocols for field tests to evaluate physical fitness or exercise capacity (VO_{2max})? Tests like the 6-min walking test [22,23] and the Urho Kaleva Kekkonen (UKK) walking test [24] are regularly used by numerous professionals (physicians, sports scientists, coaches, etc) and are well established in the clinical setting. However, these tests are used mainly for patients with underlying diseases like cardiovascular or pulmonary diseases. Existing walking tests are usually performed on flat surfaces (eg, athletic tracks) and not on an inclined slope, making it hard to give recommendations for hiking exercises, since hiking track profiles range from plain surfaces to inclining and declining surfaces. Furthermore, most popular hiking areas cannot provide long enough flat tracks to perform such tests. Therefore, this study aims to develop a hiking-specific CTTT, which will be validated with a standardized laboratory exercise test.

Similar to our study, Chiaranda et al [25] developed an equation for a 1-km submaximal treadmill test for patients with cardiovascular diseases. They recommend it as a possible substitute for maximal exercise testing at laboratories in rehabilitation and health and fitness facilities where expense, space, time, and personnel needed to carry out these cardiopulmonary tests are limited. They also tried to reproduce this 1-km flat submaximal walking test in an outdoor setting with similar results [26]. However, their equations only apply to cardiac patients. We set out to develop an equation for healthy individuals interested in hiking, which is one of the most common leisure activities in mountainous areas. We aim a step further as we hope to integrate this equation into existing hiking apps to deliver individual recommendations based on the performance at a standardized CTTT. In addition, the Connect2Move project hopes to disseminate the characteristics of the developed equation and CTTT throughout interested mountainous areas.

As the interest in green tourism and holidays focusing on health increases, we aim to deliver cost-effective easily accessible tools that facilitate individual recommendations for hiking tours and help avoid overexertion, resulting in fewer cardiovascular events while hiking.

Acknowledgments

We would like to thank all subjects for their enthusiasm and their time dedicated to the study.

Conflicts of Interest

None declared.

Multimedia Appendix 1

External peer-review report from the ESI Funds 2014-2020, INTERREG V-A Austria-Germany/Bavaria 2014-2020 (Munich, Germany).

<https://www.researchprotocols.org/2022/7/e39038>

JMIR Res Protoc 2022 | vol. 11 | iss. 7 | e39038 | p. 8
(page number not for citation purposes)

[\[PDF File \(Adobe PDF File\), 55 KB-Multimedia Appendix 1\]](#)

Multimedia Appendix 2

Machine translation (by Google) of the external peer-review report.

[\[PDF File \(Adobe PDF File\), 315 KB-Multimedia Appendix 2\]](#)

References

- Niebauer J, Hambrecht R, Velich T, Hauer K, Marburger C, Kälberer B, et al. Attenuated progression of coronary artery disease after 6 years of multifactorial risk intervention: role of physical exercise. *Circulation* 1997 Oct 21;96(8):2534-2541. [doi: [10.1161/01.cir.96.8.2534](https://doi.org/10.1161/01.cir.96.8.2534)] [Medline: [9355890](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/9355890/)]
- Tschentscher M, Eichinger J, Egger A, Droese S, Schönfelder M, Niebauer J. High-intensity interval training is not superior to other forms of endurance training during cardiac rehabilitation. *Eur J Prev Cardiol* 2016 Jan;23(1):14-20. [doi: [10.1177/2047487314560100](https://doi.org/10.1177/2047487314560100)] [Medline: [25404752](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/25404752/)]
- Sixt S, Beer S, Blüher M, Korff N, Peschel T, Sonnabend M, et al. Long- but not short-term multifactorial intervention with focus on exercise training improves coronary endothelial dysfunction in diabetes mellitus type 2 and coronary artery disease. *Eur Heart J* 2010 Jan;31(1):112-119. [doi: [10.1093/eurheartj/ehp398](https://doi.org/10.1093/eurheartj/ehp398)] [Medline: [19793768](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/19793768/)]
- Reich B, Schönfelder M, Lampf K, Mueller EE, Egger A, Niebauer J. Comparable anti-glycaemic effects of hypertrophy versus endurance resistance training in type 2 diabetes mellitus. *Eur J Prev Cardiol* 2020 Sep;27(14):1564-1565. [doi: [10.1177/2047487319859971](https://doi.org/10.1177/2047487319859971)] [Medline: [31219701](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/31219701/)]
- Strauss-Blasche G, Riedmann B, Schobersberger W, Ekmekcioglu C, Riedmann G, Waanders R, et al. Vacation at moderate and low altitude improves perceived health in individuals with metabolic syndrome. *J Travel Med* 2004;11(5):300-304 [FREE Full text] [doi: [10.2310/7060.2004.19106](https://doi.org/10.2310/7060.2004.19106)] [Medline: [15544714](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/15544714/)]
- Burtscher M. Risk of cardiovascular events during mountain activities. *Adv Exp Med Biol* 2007;618:1-11. [doi: [10.1007/978-0-387-75434-5_1](https://doi.org/10.1007/978-0-387-75434-5_1)] [Medline: [18269184](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/18269184/)]
- Willich SN, Lewis M, Löwel H, Arntz HR, Schubert F, Schröder R. Physical exertion as a trigger of acute myocardial infarction. Triggers and Mechanisms of Myocardial Infarction Study Group. *N Engl J Med* 1993 Dec 02;329(23):1684-1690. [doi: [10.1056/NEJM199312023292302](https://doi.org/10.1056/NEJM199312023292302)] [Medline: [8232457](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/8232457/)]
- Mittleman MA, Maclure M, Tofler GH, Sherwood JB, Goldberg RJ, Muller JE. Triggering of acute myocardial infarction by heavy physical exertion. Protection against triggering by regular exertion. Determinants of Myocardial Infarction Onset Study Investigators. *N Engl J Med* 1993 Dec 02;329(23):1677-1683. [doi: [10.1056/NEJM199312023292301](https://doi.org/10.1056/NEJM199312023292301)] [Medline: [8232456](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/8232456/)]
- Assmann G, Cullen P, Schulte H. Simple scoring scheme for calculating the risk of acute coronary events based on the 10-year follow-up of the prospective cardiovascular Münster (PROCAM) study. *Circulation* 2002 Jan 22;105(3):310-315. [doi: [10.1161/hc0302.102575](https://doi.org/10.1161/hc0302.102575)] [Medline: [11804985](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/11804985/)]
- Expert Panel on Detection, Evaluation, and Treatment of High Blood Cholesterol in Adults. Executive summary of the third report of the National Cholesterol Education Program (NCEP) Expert Panel on Detection, Evaluation, and Treatment of High Blood Cholesterol in Adults (Adult Treatment Panel III). *JAMA* 2001 May 16;285(19):2486-2497. [doi: [10.1001/jama.285.19.2486](https://doi.org/10.1001/jama.285.19.2486)] [Medline: [11368702](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/11368702/)]
- Perk J, De Backer G, Gohlke H, Graham I, Reiner Z, Verschuren M, ESC Committee for Practice Guidelines (CPG). European Guidelines on cardiovascular disease prevention in clinical practice (version 2012). The Fifth Joint Task Force of the European Society of Cardiology and Other Societies on Cardiovascular Disease Prevention in Clinical Practice (constituted by representatives of nine societies and by invited experts). *Eur Heart J* 2012 Jul;33(13):1635-1701 [FREE Full text] [doi: [10.1093/eurheartj/ehs092](https://doi.org/10.1093/eurheartj/ehs092)] [Medline: [22555213](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/22555213/)]
- Craig CL, Marshall AL, Sjöström M, Bauman AE, Booth ML, Ainsworth BE, et al. International physical activity questionnaire: 12-country reliability and validity. *Med Sci Sports Exerc* 2003 Aug;35(8):1381-1395. [doi: [10.1249/01.MSS.0000078924.61453.FB](https://doi.org/10.1249/01.MSS.0000078924.61453.FB)] [Medline: [12900694](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/12900694/)]
- Bullinger M. German translation and psychometric testing of the SF-36 Health Survey: Preliminary results from the IQOLA project. *Social Science & Medicine* 1995 Nov;41(10):1359-1366. [doi: [10.1016/0277-9536\(95\)00115-N](https://doi.org/10.1016/0277-9536(95)00115-N)]
- Bruce RA, Kusumi F, Hosmer D. Maximal oxygen intake and nomographic assessment of functional aerobic impairment in cardiovascular disease. *Am Heart J* 1973 Apr;85(4):546-562. [doi: [10.1016/0002-8703\(73\)90502-4](https://doi.org/10.1016/0002-8703(73)90502-4)] [Medline: [4632004](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/4632004/)]
- Borg GA. Psychophysical bases of perceived exertion. *Med Sci Sports Exerc* 1982;14(5):377-381. [Medline: [7154893](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/7154893/)]
- Schneider DA, Phillips SE, Stoffolano S. The simplified V-slope method of detecting the gas exchange threshold. *Med Sci Sports Exerc* 1993 Oct;25(10):1180-1184. [Medline: [8231764](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/8231764/)]
- American College of Sports Medicine, Armstrong LE, Casa DJ, Millard-Stafford M, Moran DS, Pyne SW, et al. American College of Sports Medicine position stand. Exertional heat illness during training and competition. *Med Sci Sports Exerc* 2007 Mar;39(3):556-572. [doi: [10.1249/MSS.0b013e31802fa199](https://doi.org/10.1249/MSS.0b013e31802fa199)] [Medline: [17473783](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/17473783/)]
- Faul F, Erdfelder E, Buchner A, Lang A. Statistical power analyses using G*Power 3.1: tests for correlation and regression analyses. *Behav Res Methods* 2009 Nov;41(4):1149-1160. [doi: [10.3758/BRM.41.4.1149](https://doi.org/10.3758/BRM.41.4.1149)] [Medline: [19897823](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/19897823/)]

19. Faul F, Erdfelder E, Lang A, Buchner A. G*Power 3: a flexible statistical power analysis program for the social, behavioral, and biomedical sciences. *Behav Res Methods* 2007 May;39(2):175-191. [doi: [10.3758/bf03193146](https://doi.org/10.3758/bf03193146)] [Medline: [17695343](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/17695343/)]
20. Mitten D, Overholt JR, Haynes FI, D'Amore CC, Ady JC. Hiking: a low-cost, accessible intervention to promote health benefits. *Am J Lifestyle Med* 2018;12(4):302-310 [FREE Full text] [doi: [10.1177/1559827616658229](https://doi.org/10.1177/1559827616658229)] [Medline: [32063815](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/32063815/)]
21. Neunhuserer D, Sturm J, Baumgartlinger MM, Niederseer D, Ledl-Kurkowski E, Steidle E, et al. Hiking in suicidal patients: neutral effects on markers of suicidality. *Am J Med* 2013 Oct;126(10):927-930. [doi: [10.1016/j.amjmed.2013.05.008](https://doi.org/10.1016/j.amjmed.2013.05.008)] [Medline: [23953873](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/23953873/)]
22. Ross RM, Murthy JN, Wollak ID, Jackson AS. The six minute walk test accurately estimates mean peak oxygen uptake. *BMC Pulm Med* 2010 May 26;10:31 [FREE Full text] [doi: [10.1186/1471-2466-10-31](https://doi.org/10.1186/1471-2466-10-31)] [Medline: [20504351](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/20504351/)]
23. Casanova C, Celli BR, Barria P, Casas A, Cote C, de Torres JP, Six Minute Walk Distance Project (ALAT). The 6-min walk distance in healthy subjects: reference standards from seven countries. *Eur Respir J* 2011 Jan;37(1):150-156 [FREE Full text] [doi: [10.1183/09031936.00194909](https://doi.org/10.1183/09031936.00194909)] [Medline: [20525717](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/20525717/)]
24. Oja P, Laukkanen R, Pasanen M, Tyry T, Vuori I. A 2-km walking test for assessing the cardiorespiratory fitness of healthy adults. *Int J Sports Med* 1991 Aug 14;12(4):356-362. [doi: [10.1055/s-2007-1024694](https://doi.org/10.1055/s-2007-1024694)] [Medline: [1917218](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/1917218/)]
25. Chiaranda G, Myers J, Mazzoni G, Terranova F, Bernardi E, Grossi G, et al. Peak oxygen uptake prediction from a moderate, perceptually regulated, 1-km treadmill walk in male cardiac patients. *J Cardiopulm Rehabil Prev* 2012;32(5):262-269. [doi: [10.1097/HCR.0b013e3182663507](https://doi.org/10.1097/HCR.0b013e3182663507)] [Medline: [22936157](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/22936157/)]
26. Grazzi G, Chiaranda G, Myers J, Pasanisi G, Lordi R, Conconi F, et al. Outdoor Reproducibility of a 1-km Treadmill Walking Test to Predict Peak Oxygen Uptake in Cardiac Patients. *J Cardiopulm Rehabil Prev* 2017 Sep;37(5):347-349. [doi: [10.1097/HCR.000000000000266](https://doi.org/10.1097/HCR.000000000000266)] [Medline: [28671933](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/28671933/)]

Abbreviations

- CTTT:** cardio trekking test trail
DMC: dynamic mixing chamber
ECG: electrocardiography
IPAQ: International Physical Activity Questionnaire
RPE: rate of perceived exertion
SF-36: 36-Item Short Form Health Survey

Edited by T Leung; This paper was peer reviewed by the ESI Funds 2014-2020, INTERREG V-A Austria-Germany/Bavaria 2014-2020 (Munich, Germany). See the Multimedia Appendix for the peer-review report; Submitted 28.04.22; accepted 24.05.22; published 13.07.22.

Please cite as:

Mayr B, Beck M, Eisenberger L, Venek V, Kranzinger C, Menzl A, Reich B, Hornung-Prauser V, Oberhoffer-Fritz R, Bohm B, Niebauer J

Valorization of Natural Cardio Trekking Trails Through Open Innovation for the Promotion of Sustainable Cross-generational Health-Oriented Tourism in the Connect2Move Project: Protocol for a Cross-sectional Study
JMIR Res Protoc 2022;11(7):e39038

URL: <https://www.researchprotocols.org/2022/7/e39038>

doi: [10.2196/39038](https://doi.org/10.2196/39038)

PMID:

©Barbara Mayr, Maximilian Beck, Laura Eisenberger, Verena Venek, Christina Kranzinger, Andrea Menzl, Bernhard Reich, Veronika Hornung-Prauser, Renate Oberhoffer-Fritz, Birgit Bohm, Josef Niebauer. Originally published in JMIR Research Protocols (<https://www.researchprotocols.org/>), 13.07.2022. This is an open-access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution License (<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>), which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work, first published in JMIR Research Protocols, is properly cited. The complete bibliographic information, a link to the original publication on <https://www.researchprotocols.org/>, as well as this copyright and license information must be included.

10.2 Berechtigungen zur Verwendung der Publikationen

Publikation 1:



ELSEVIER


ELSEVIER SHARING POLICY

Researchers can share their research at each stage of the publication process:

PRESUBMISSION | **AFTER ACCEPTANCE** | **AFTER PUBLICATION** | **AFTER EMBARGO**

<p>Preprints can be shared anywhere at any time.</p> <p><small>PLEASE NOTE: Cell Press, The Lancet, and some society-owned titles have different preprint policies. Information on these is available on the journal homepage.</small></p>	<p>Author manuscripts can be shared:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Privately with students or colleagues for their personal use • Privately on institutional repositories • On personal websites or blogs • To refresh preprints on arXiv and RePEc • Privately on commercial partner sites 	<p>Gold open access articles can be shared:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Anytime anywhere on non-commercial platforms • Via commercial platforms if the author has chosen a CC-BY license, or the platform has an agreement with us <p>Subscription articles can be shared:</p> <ul style="list-style-type: none"> • As a link anywhere at any time • Privately with students or colleagues for their personal use • Privately on commercial partner sites 	<p>Author manuscripts can be shared:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Publicly on non-commercial platforms • Publicly on commercial partner sites 	<p>SHARE</p>
<p>In all cases:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Preprints and accepted manuscripts shouldn't be added to or enhanced in any way to appear more like, or to substitute for, the final published journal article • All posted articles should link to the final version via the Digital Object Identifier (DOI) • Posted author manuscripts need to have a CC-BY-NC-ND user license 				

Publikation 2:



[Journals](#)
[Topics](#)
[Information](#)
[Author Services](#)
[Initiatives](#)
[About](#)

Search for Articles:

Information

- [For Authors](#)
- [For Reviewers](#)
- [For Editors](#)
- [For Librarians](#)
- [For Publishers](#)
- [For Societies](#)
- [For Conference Organizers](#)

Open Access Policy

MDPI Open Access Information and Policy

All articles published by MDPI are made immediately available worldwide under an open access license. This means:

- everyone has free and unlimited access to the full-text of *all* articles published in MDPI journals;
- everyone is free to re-use the published material if proper accreditation/citation of the original publication is given;
- open access publication is supported by the authors' institutes or research funding agencies by payment of a comparatively low Article Processing Charge (APC) for accepted articles.

Permissions

No special permission is required to reuse all or part of article published by MDPI, including figures and tables. For articles published under an open access Creative Commons CC BY license, any part of the article may be reused without permission provided that the original article is clearly cited. Reuse of an article does not imply endorsement by the authors or MDPI.

Methodenpaper:

JMIR Publications
Advancing Digital Health & e-Health Science

Articles ▾ Search articles

Resource Center ▾ Login Register

Journal Information ▾ Browse Journal ▾ Submit Article

Publishing Policies

About the Journal

- Focus and Scope
- Editorial Board
- Publication Frequency
- About the Publisher
- Indexing and Impact Factor

Author Information

- Instructions for Authors
- Submissions
 - Online Submissions
 - Submission Preparation Checklist
- Peer Review Process
- Publication Ethics and Malpractice
- Author Self-Archiving

Publishing Policies

Copyright Notice

Unless stated otherwise, all articles are open-access and distributed under the terms of the Creative Commons Attribution License which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work (e.g., first published in the Journal of Medical Internet Research) is properly cited with the original URL and bibliographic citation information. The complete bibliographic information, a link to the original publication on jmir.org as well as the copyright and license information must be included.

Support

10.3 Probandeninformation und Einverständniserklärung

Probandeninformation und Einwilligungserklärung zum Forschungsvorhaben: Connect2Move - Inwertsetzung von natürlichen Cardio-Trekking-Wanderwegen durch Open Innovation zur nachhaltigen Förderung des generationsübergreifenden, gesundheitsorientierten Tourismus

Probandeninformation

Sehr geehrte Teilnehmerin, sehr geehrter Teilnehmer,

wir bitten Sie, an einer wissenschaftlichen Studie teilzunehmen. In dieser Probandeninformation finden Sie alles Wesentliche zu der Studie in Deutschland.

Bitte lesen Sie diese Information sorgfältig durch. Die Ärztin/der Arzt/die Wissenschaftlerin/der Wissenschaftler, der die Studie durchführt, wird mit Ihnen über die Studie sprechen und Ihre Fragen beantworten.

Es werden 144 Teilnehmer an zwei Studienstandorten (Deutschland und Österreich) eingeschlossen. Bei uns in Deutschland sollen 72 Personen an der Studie teilnehmen.

Die Studie wurde von Technische Universität München, Lehrstuhl für Präventive Pädiatrie, Fakultät für Sport- und Gesundheitswissenschaften geplant und wird in Kooperation mit der Klinik St. Irmingard, Prien am Chiemsee, der Abteilung Kardiologie und der Technischen Universität München sowie dem Lehrstuhl für Sportbiologie, Fakultät für Sport - und Gesundheitswissenschaften durchgeführt.

Auf österreichischer Seite sind die Kooperationspartner das Universitätsinstitut für Präventive und Rehabilitative Sportmedizin – Paracelsus Medizinische Privatuniversität Salzburg; Ludwig Boltzmann Institut für digitale Gesundheit und Prävention Salzburg, Salzburg Research Forschungsgesellschaft mbH.

Sie wird durch öffentliche Mittel (INTERREG Programm Bayern Österreich 2014-2020, EU, Europäischer Fond für regionale Entwicklung) gefördert.

Die Studie wird in Österreich nach dem gleichen Studienprotokoll durchgeführt.

Eine unabhängige Ethikkommission hat die Studie in Österreich und in Deutschland geprüft und im Rahmen der Beratung keine Einwände gegen die Durchführung erhoben.

Die Teilnahme an der Studie ist freiwillig. Wenn Sie nicht teilnehmen wollen oder wenn Sie später Ihre Einwilligung widerrufen, werden Ihnen daraus keine Nachteile entstehen.

Warum wird diese Studie durchgeführt?

Regelmäßiges körperliches Training verbessert die Leistungsfähigkeit und reduziert das Risiko Herz- und Gefäßerkrankungen zu erleiden. Durch Wandern wird nicht nur das Herz-Kreislaufsystem trainiert, sondern durch die Bewegung in der Natur werden weitere gesundheitsfördernde Effekte erzielt. Intensive körperliche Aktivität kann jedoch, insbesondere bei weniger trainierten Personen, zu einer Überanstrengung führen. Zusätzlich zur Fehleinschätzung der körperlichen Leistungsfähigkeit werden häufig auch Witterungsverhältnisse (Temperatur, Wind, Niederschlag) nicht in die Planung mit einbezogen, was in Kombination die Gefahr von Unfällen erhöht. Häufig ist es im Gebirge schwer abzuschätzen, wie anstrengend eine Wanderung tatsächlich ist. Denn die Wanderkarten geben nur die Strecke, Dauer und das Höhenprofil an. Nur selten kennen Menschen Ihre persönliche Herzfrequenz beim Gehen und Wandern. Durch eine kardiologische Untersuchung, bei der auch ein Belastungstest beim Gehen auf dem Laufband durchgeführt wird, kann die Herzfrequenz und auch die Sauerstoffaufnahme und -abgabe gemessen werden, und persönliche Trainingsempfehlungen können gegeben werden.

Um den Wandersport gezielt zur Prävention kardiovaskulärer Erkrankungen zu nutzen und das Risiko von Wanderunfällen zu reduzieren setzt sich diese Studie folgende Ziele:

1. Wissenschaftliche Entwicklung und Verbreitung eines standardisierten 1km Cardio-Trekking-Testweges zur Erfassung der individuellen körperlichen Ausdauerleistungsfähigkeit (=Cardio-Profil), mit dem Ziel der persönlichen Bestimmung der Belastungsintensität beim Gehen und Wandern auf mittleren Wander- und Almwegen.
2. Wissenschaftliche Neu-Kartographierung eines 8 km langen Herzweges in Aschau im Chiemgau. Farblich sollen die einzelnen Abschnitte des Herzweges markiert werden, um dem Wanderer den Anstrengungsgrad zu signalisieren.

Wie ist der Ablauf der Studie?

Die Studie wird für jeden Teilnehmer voraussichtlich 3 Tage innerhalb von 2 Wochen dauern.

Der Tag 1 beinhaltet die Eingangsuntersuchung in der St. Irmingard Klinik in Prien a. Chiemsee. Der Zeitaufwand beträgt für Sie ca. 1.5 Std.

Zu Beginn erfolgt das **ärztliche Anamnesegespräch**, in dem Fragen zu Ihrem allgemeinen Gesundheitszustand gestellt werden. Auch mögliche familiäre Erkrankungen werden angesprochen, z.B. ob Ihr Vater oder Ihrer Mutter z.B. an einer Herz-Erkrankung oder Bluthochdruck leiden oder erkrankt waren. Ihre **Größe, Gewicht und Ihr Blutdruck** werden gemessen. Ein **Ruhe-EKG wird** durchgeführt. Eine **Blutabnahme** zur Bestimmung der Blutfettwerte, des Blutzuckers und ein großes Blutbild werden gemacht, um akute Infektionen auszuschließen. Wir bitten Sie nüchtern zu diesem Termin zu kommen und sich eine kleine Brotzeit oder einen Müsliriegel oder Banane mitzubringen, die Sie vor dem Belastungstest essen können.

Nach der ärztlichen Anamnese erfolgt eine **Ultraschalluntersuchung Ihres Herzens** (Echokardiographie) in Ruhe. Hierbei werden mögliche Erkrankungen des Herzens ausgeschlossen und die Herzgesundheit untersucht. Die Ultraschallmethode hat keine Nebenwirkungen und birgt kein gesundheitliches Risiko. Mittels der Schallwellen wird Gewebe im Körper sichtbar, so dass die Herzklappen untersucht werden können. Auch der Blutfluss im Herz und die Pumpfunktion des Herzens werden untersucht.

Im Anschluss daran folgt die **sportliche Belastungsuntersuchung**. Diese wird auf dem Laufband im Gehen durchgeführt. Das Laufband gibt Ihnen die Gehgeschwindigkeit vor. Sie können sich zu Beginn bei sehr langsamen Gehen auf dem Laufband ein paar Minuten eingewöhnen. Alle 3 Minuten steigert sich entweder die Gehgeschwindigkeit und/oder der Anstieg des Laufbandes. Das bedeutet, dass Sie mit zunehmender Dauer des Tests schneller gehen und zusätzlich bergauf gehen, da sich in den einzelnen Stufen der Untersuchung das Laufband leicht schräg nach oben stellt. Sie bestimmen dabei anhand einer Skala, wie anstrengend sich der Test für Sie in den einzelnen Stufen anfühlt. Wir Sportwissenschaftler und Ärzte messen zeitgleich Ihre Herzfrequenz mit Hilfe eines Brustgurtes und einer Uhr am Handgelenk. Mittels einer mobilen Spiroergometrie messen wir auch die Sauerstoffaufnahme und die Kohlendioxidausatmung. Somit kontrollieren wir die sportliche Belastung für Sie beim Gehen und brechen den Test ab, bevor Sie sich überanstrengen. Sie selbst können den Test auch jederzeit beenden, wenn es für Sie zu anstrengend wird. Im besten Fall führen Sie 5 (bis 6) Belastungsstufen durch. Somit dauert der Test an sich maximal 20 Minuten (Gewöhnungszeit und max. 15 Minuten sportliche Belastung durch schnelles Gehen bergauf). Nach Auswertung Ihrer Ergebnisse, kennen Sie dann Ihre maximale Herzfrequenz und wir können Ihre persönlichen Herzfrequenzbereiche bestimmen, die für Sie dann eine leichte, mittlere oder intensive Anstrengungen beim Wandern bedeuten.

Der Tag 2 findet in Aschau im Chiemgau statt. Auf einem ausgewählten **1 km langen Herz-Testweg** führen wir einen submaximalen Test, ähnlich wie auf dem Laufband nur ohne vollständige Ausbelastung, in der Natur durch. Auch hierbei messen wir, wie im Labortest auf dem Laufband, Ihre **Herzfrequenz** durch einen Brustgurt und zusätzlich mit einer Uhr am Handgelenk (ggf. durch einen kleinen Ohrsensor). Gleichzeitig wird, wie im Labor, auch die **Sauerstoffaufnahme und die Kohlendioxidausatmung** mittels einer **mobilen Spiroergometrie** gemessen. Sie gehen mit uns in Begleitung den 1 km Testweg bergauf. Sie beginnen langsam, steigern sich kontinuierlich und gehen nach Möglichkeit zügig, aber auf keinen Fall mit maximaler Geschwindigkeit, ins Ziel. Wir möchten hier den Test aus dem Labor in der Natur nacharmen und die Ergebnisse wissenschaftlich vergleichen.

An Tag 3 werden wir mit Ihnen in Aschau im Chiemgau den **8 km Herzweg** wandern. Der Zeitaufwand beträgt hier ca. 2,5 Stunden. Auch auf dieser Strecke werden wir Ihre Herzfrequenz messen. Gleichzeitig misst die Smartwatch am Handgelenk mittels GPS die Position. Somit können wir den Anstrengungsgrad auf dem Weg bestimmen. Der Weg hat eine Höhendifferenz von 440m und führt bis maximal 950m hinauf. Über alle Studienteilnehmer gemittelt kann dann am Ende der Studie farblich der Anstrengungsgrad im Durchschnitt in eine (digitale) Wanderkarte eingezeichnet werden.

Seite 3 von 9 (V1) Connect2Move

Wir werden Ihnen eine persönliche Auswertung und auch Trainingsempfehlungen bzw. die optimale Herzfrequenz beim Gehen und Wandern mitteilen.

Was passiert, wenn zufällig Auffälligkeiten gefunden werden, die auf eine Krankheit hindeuten können?

Es ist möglich, dass bei der Untersuchung Zufallsbefunde erhoben werden. Zufallsbefunde können z.B. Bluthochdruck sein oder eine beginnende Arteriosklerose (Gefäßverkalkung). Die Arteriosklerose ist eine "stille" Erkrankung. Sie spüren die Gefäßverkalkung nicht. Im Herz-Ultraschall können Ablagerungen in den Arterien und Herz-Kranzgefäßen sichtbar sein. Auch die Gesundheit und Funktionsfähigkeit der Herzklappen wird untersucht. Die Untersuchungen werden durch Kardiologen durchgeführt, die Sie in einem solchen Fall umfassend medizinisch beraten und falls notwendig, die Behandlung mit Ihnen durchsprechen können. Sie können nur im gesunden Zustand die folgenden sportlichen Untersuchungen auf dem Laufband durchführen und an den Wanderungen teilnehmen.

Gibt es einen persönlichen Nutzen durch die Teilnahme an der Studie?

Sie bekommen eine umfangreiche kardiologische Untersuchung, die eine Ultraschalluntersuchung Ihres Herzens beinhaltet. Sie erhalten zudem eine sportmedizinische Untersuchung auf dem Laufband, nachdem Sie Ihre Herzfrequenzbereiche für eine leichte, mittlere und anstrengende Belastung kennen. Wir geben Ihnen zusätzlich Trainingsempfehlungen, wie Sie Ihre Herz-Kreislaufgesundheit erhalten und verbessern können. Sie erhalten auch Auskunft über die allgemeine Gesundheit, die aus den Blutwerten abgelesen werden kann.

Es ist allerdings möglich, dass Sie durch Ihre Teilnahme keinen direkten Nutzen haben. Die Ergebnisse der Studie können jedoch in Zukunft anderen Menschen helfen.

Welche Risiken sind mit einer Teilnahme an der Studie verbunden?

Die Teilnahme an der Studie ist mit keinen Risiken verbunden.

Im Rahmen der Studie erfolgen die Untersuchungen an 3 verschiedenen Tagen, innerhalb von 2 Wochen. Bei der Routineuntersuchung der Spiroergometrie, bei der die Einatmung von Sauerstoff und die Ausatmung von Kohlendioxid gemessen wird, atmen Sie durch eine Maske über Mund und Nase. Das kann zu Beginn etwas ungewohnt sein. Auch auf der 1 km Wanderung bergauf, tragen Sie diese mobile Spiroergometrie. Unbeteiligte Personen können Blicke auf Sie werfen und Nachfragen stellen. Sie sind im Feld auf dem Wanderweg, im freien Raum. Wir begleiten Sie unterwegs und werden bei möglichen Fragen von Unbeteiligten entsprechend aufklären. Bei dem ansteigenden Wandern, kommen Sie eventuell an Ihre persönliche Belastungsgrenze. Da kann es sein, dass Ihnen vielleicht schwindelig wird. Wir werden auf

ausreichende Flüssigkeitszufuhr achten. Bei Temperaturen über 26 °C werden wir nicht wandern gehen, auch nicht bei einem Anzeichen von Gewitter oder Unwetter.

Wer darf an der Studie nicht teilnehmen?

Sie dürfen **NICHT** an der Studie teilnehmen wenn Sie eine der folgenden Punkte mit "ja" beantworten können:

Leiden Sie an:

- einer akut und chronische Herz-Kreislaufkrankungen außer arterielle Hypertonie (systolischer Blutdruck ≥ 140 mmHg und diastolischer Blutdruck ≥ 90 mmHg in unbehandelten und medikamentös behandelten Teilnehmern) und geringgradige Klappeninsuffizienzen?
- einer akuten und chronischen Lungenerkrankung?
- Leber- und Nierenerkrankungen?
- Diabetes mellitus?
- Alkohol- (>30g/Tag) oder Drogenabusus?
- Adipositas ab Grad 2/Fettsucht (Body Mass Index >35 kg/m²)?
- einer orthopädische Erkrankungen mit Einschränkung der körperlichen Leistungsfähigkeit?

Bei einer bestehende Schwangerschaft dürfen Sie ebenfalls nicht teilnehmen.

Entstehen zusätzliche Kosten?

Durch die Teilnahme an der Studie entstehen weder Ihnen noch der Krankenkasse zusätzliche Kosten.

Wurde für diese Studie eine Versicherung abgeschlossen?

Eine Probandenversicherung, inklusive einer Wegeversicherung wurde bei der HDI Global Versicherung abgeschlossen.

Werden neue Erkenntnisse mitgeteilt?

Falls im Verlauf der Studie wichtige neue Erkenntnisse bekannt werden, die sich auf Ihre Entscheidung über die weitere Teilnahme an dieser Studie auswirken könnten, werden Sie darüber umgehend informiert.

Ist es möglich, im Verlauf aus der Studie auszuscheiden?

Ihre Teilnahme an dieser Studie ist freiwillig. Sie können jederzeit die Teilnahme beenden. Sie müssen dies nicht begründen. Es entstehen für Sie dadurch auch keine Nachteile.

Seite 5 von 9 (V1) Connect2Move

Ihre Daten werden pseudonymisiert erhoben. Das bedeutet, dass alle Daten, durch die Sie unmittelbar identifiziert werden können durch einen Code verschlüsselt ersetzt werden. Dieser Code bzw. der "Schlüssel" zu dem Code ist nur der Studienleitung bekannt. Diese kann zuordnen, zu wem die Daten gehören. Unbefugten ist es fast unmöglich, Sie zu identifizieren. Bei Widerruf der Studienteilnahme werden alle erhobenen Daten gelöscht.

Ein Ausschluss aus der Studie ist möglich, wenn dies medizinische oder organisatorische Gründe notwendig machen.

Information zum Datenschutz

In dieser Studie ist die Fakultät für Sport- und Gesundheitswissenschaften vertreten durch die Dekanin Prof. Dr. med. Renate Oberhoffer-Fritz, Leiterin des Lehrstuhls für Präventive Pädiatrie, Georg-Brauchle Ring 60/62, 80992 München für die Datenverarbeitung verantwortlich. Rechtsgrundlage für die Verarbeitung ist die persönliche Einwilligung (Art. 6 Abs. 1, Art. 9 Abs. 2 DSGVO).

Die Daten werden ausschließlich zum Zweck dieser Studie erhoben und nur in diesem Rahmen verwendet. Die erfassten Daten beinhalten auch personenidentifizierende Daten wie Geburtsdatum. Alle Daten, durch die Sie unmittelbar identifiziert werden könnten, z.B. Ihr Name oder Ihr Geburtsdatum, werden durch einen Identifizierungscode ersetzt (pseudonymisiert). Damit ist es Unbefugten fast unmöglich, Sie zu identifizieren.

Die Daten werden auf dem medizinischen Server des Lehrstuhls für Präventive Pädiatrie, Fakultät für Sport- und Gesundheitswissenschaften, Technische Universität München gespeichert. Wir bewahren die personenbezogenen Daten nur solange auf, wie dies für den oben genannten Zweck erforderlich ist. Die Daten werden nach Ablauf von 30 Monaten gelöscht.

Wir übermitteln die personenbezogenen Daten nur dann an Dritte, wenn dies gesetzlich erlaubt ist und Sie Ihre Einwilligung dazu gegeben haben.

Empfänger ist Salzburg Research mbH, Salzburg, Österreich in Österreich.

Der Kooperationspartner, die Salzburg Research mbH, koordiniert in Abstimmung mit den Kardiologen und Sportwissenschaftlern die Organisation von zusätzlichen Daten, z.B. Höhen- und Geodaten, Wanderkarten. Sie berechnen Standardalgorithmen zur Analyse der Herzfrequenzen auf den Wanderungen in Verbindung zu den GPS Positionsdaten. Daraus erfolgt die gemeinsame Entwicklung von möglichen Indexwerten zur Bewertung von Wanderwegen. Die Herzfrequenzwerte werden mit den Geodaten in Zusammenhang gebracht und visualisiert. Die Daten werden nach Abschluss der Prüffrist durch die INTERREG Behörde in Linz 6 Monate nach Projektende am 31.12.2022 gelöscht.

Die Einwilligung zur Verarbeitung Ihrer Daten ist freiwillig. Sie können jederzeit die Einwilligung ohne Angabe von Gründen und ohne Nachteile für Sie widerrufen.

Appendix

Sie haben das Recht, Auskunft über die Daten zu erhalten, auch in Form einer unentgeltlichen Kopie. Darüber hinaus können Sie die Berichtigung, Sperrung oder Löschung der Daten verlangen. Die Rechtmäßigkeit der aufgrund der Einwilligung bis zum Widerruf erfolgten Verarbeitung wird hiervon nicht berührt.

Wenden Sie sich in diesen Fällen an:

Prof. Dr. med. Renate Oberhoffer-Fritz
Dr. Birgit Böhm
Lehrstuhl für Präventive Pädiatrie
Fakultät für Sport- und Gesundheitswissenschaften
Georg-Brauchle-Ring 60/62
80992 München
Tel.: 089.289.24571
Email: birgit.boehm@tum.de oder
renate.oberhoffer@tum.de

Bei Rückfragen zum Datenschutz können Sie den Datenschutzbeauftragten kontaktieren.

Wenden Sie sich an:

Datenschutzbeauftragter des Klinikums rechts der Isar
Postanschrift: Ismaninger Straße 22, 81675 München
Telefon: 089/4140-0
E-Mail: datenschutz@mri.tum.de

Behördlicher Datenschutzbeauftragter der Technischen Universität München

Postanschrift: Arcisstr. 21, 80333 München
Telefon: 089/289-17052
E-Mail: beauftragter@datenschutz.tum.de

Dr. rer. nat. Daniel Gärtner
Datenschutzbeauftragter der Fakultät für Sport- und Gesundheitswissenschaften
Technische Universität München
Georg-Brauchle Ring 60/62
80992 München
Tel.: 089.289.24610
Email: daniel.gaertner@tum.de

Sie haben ebenfalls das Recht, sich bei der Aufsichtsbehörde zu beschweren. Wenden Sie sich an:

Bayerischer Landesbeauftragter für den Datenschutz
Postanschrift: Postfach 22 12 19, 80502 München
Hausanschrift: Wagnmüllerstraße 18, 80538 München
E-Mail: poststelle@datenschutz-bayern.de

Seite 7 von 9 (V1) Connect2Move

**Probandeninformation und Einwilligungserklärung zum Forschungsvorhaben:
Connect2Move - Inwertsetzung von natürlichen Cardio-Trekking-Wanderwegen durch Open Innovation zur nachhaltigen Förderung des generationsübergreifenden, gesundheitsorientierten Tourismus**
Einwilligungserklärung

Einwilligung zur Teilnahme

Ich wurde von _____ (Dr. Birgit Böhm / Laura Eisenberger) über die Studie informiert. Ich habe die schriftliche Information und Einwilligungserklärung zu der oben genannten Studie erhalten und gelesen. Ich wurde ausführlich schriftlich und mündlich über den Zweck und den Verlauf der Studie, die Chancen und Risiken der Teilnahme und meine Rechte und Pflichten, sowie den mir zustehenden Versicherungsschutz aufgeklärt. Ich hatte Gelegenheit Fragen zu stellen. Diese wurden zufriedenstellend und vollständig beantwortet. Zusätzlich zur schriftlichen Information wurden folgende Punkte besprochen:

Ich wurde darauf hingewiesen, dass meine Teilnahme freiwillig ist und ich das Recht habe, meine Einwilligung jederzeit ohne Angabe von Gründen zu widerrufen, ohne dass mir dadurch Nachteile entstehen.

Ich habe eine Kopie der Versicherungspolice erhalten.

Ich bin darüber informiert, dass zufällige Befunde entstehen können, die Konsequenzen für die Gesundheit und das Leben haben können. Diese Befunde werden, wenn nötig mit Experten besprochen, die dazu Zugang zu den notwendigen persönlichen Daten erhalten.

- Ich willige ein, über alle Zufallsbefunde informiert zu werden.
- Ich willige ein, nur über Zufallsbefunde informiert zu werden möchten, bei denen die Möglichkeit der Verhinderung der Erkrankung oder eine frühzeitige Behandlung besteht.
- Ich willige nicht ein, über Zufallsbefunde informiert zu werden.
- Ich willige ein, dass Zufallsbefunde mitbehandelnden Ärzten berichtet werden.
- Ich willige hiermit in die Teilnahme an der oben genannten Studie ein.

Ort, Datum

Name des Teilnehmers

Unterschrift des Teilnehmers

Ort, Datum

Name des aufklärenden Arztes

Unterschrift d. aufklärenden Arztes

Einwilligung zur Datenverarbeitung

Die Verarbeitung und Nutzung der persönlichen Daten für die oben genannte Studie erfolgt ausschließlich wie in der Information zur Studie beschrieben.

Ich willige hiermit in die beschriebene Verarbeitung meiner personenbezogenen Daten ein.

Ort, Datum

Name des Teilnehmers

Unterschrift des Teilnehmers

Ort, Datum

Name des aufklärenden Arztes

Unterschrift d. aufklärenden Arztes

10.4 Laufzettel (Deutschland)



CASE REPORT FORM

Connect2Move:
Untersuchungsplan

Studien ID: C2MD_____

1. Klinik St. Irmingard Prien a. Chiemsee : **Eingangsuntersuchung**

ja nein

Datum: _____._____.2021

Mo Di Mi Do Fr Sa

2. Aschau i. Chiemgau : **1 km – CTTT** (Cardio-Trekking-Test-Trail)

ja nein

Datum: _____._____.2021

Mo Di Mi Do Fr Sa

3. Aschau i. Chiemgau : **8 km – CTTT** (Cardio-Trekking-Test-Trail)

ja nein

Datum: _____._____.2021

Mo Di Mi Do Fr Sa



Appendix

Datum:	Teilnehmer ID: C2MD _____	
---------------	----------------------------------	--

UNTERSCHRIFT EINVERSTÄNDNISERKLÄRUNG

ja nein

Ausschlusskriterien Checkliste	Ja	Nein
Akute und chronische Herz-Kreislaufkrankungen, <u>außer</u> arterieller Hypertonie (sys. ≥ 140 mmHg, dias. ≥ 90 mmHg in unbehandelten und medikamentös behandelten Teilnehmern) und geringgradige Klappeninsuffizienzen	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Akute und chronische Lungenerkrankungen	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Leber- und Nierenerkrankungen	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Diabetes mellitus	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Alkohol – (> 30g/Tag) oder Drogenabusus	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
BMI > 35 kg/m ²	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Orthopädische Erkrankungen mit Einschränkung der körperlichen Leistungsfähigkeit	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Trittsicherheit ohne Wanderstöcke	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Mögliche Schwangerschaft im gebärfähigen Alter	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

ALLGEMEIN

Geburtsdatum: _____ **Alter:** _____

Geschlecht: männlich weiblich

Schulbildung: Ohne Abschluss Hauptschulabschluss Mittlerer Abschluss Hochschulreife

Berufliche Bildung: Ohne Abschluss Lehre/Ausbildung Fachschule Hochschule/Universität

Berufsstatus: Angestellt Selbstständig Ruhestand Arbeitssuchend

Raucher: ja ehem. Raucher nein

Datum:	Teilnehmer ID: C2MD_____	
--------	--------------------------	--

ÄRZTLICHE UNTERSUCHUNG

Kardiale Anamnese

Atemnot (Ruhe)	<input type="checkbox"/> ja	<input type="checkbox"/> nein	
Atemnot (Belastung)	<input type="checkbox"/> ja	<input type="checkbox"/> nein	
Angina Pectoris	<input type="checkbox"/> ja	<input type="checkbox"/> nein	
Herzrhythmusstörungen	<input type="checkbox"/> ja	<input type="checkbox"/> nein	
Synkopen	<input type="checkbox"/> ja	<input type="checkbox"/> nein	
häufige Nykturie	<input type="checkbox"/> ja	<input type="checkbox"/> nein	
Diabetes mellitus	<input type="checkbox"/> ja	<input type="checkbox"/> nein	
Bluthochdruck	<input type="checkbox"/> ja	<input type="checkbox"/> nein	
Hypercholesterinämie	<input type="checkbox"/> ja	<input type="checkbox"/> nein	
Rauchen	<input type="checkbox"/> ja	<input type="checkbox"/> nein	
kardiale Vorerkrankungen	<input type="checkbox"/> ja	<input type="checkbox"/> nein	
PROCAM-Score	<input type="checkbox"/> ja	<input type="checkbox"/> nein	Wert _____
ESC-Score	<input type="checkbox"/> ja	<input type="checkbox"/> nein	Wert _____
Framingham-Score	<input type="checkbox"/> ja	<input type="checkbox"/> nein	Wert _____
Regelmäßige Medikation	<input type="checkbox"/> ja	<input type="checkbox"/> nein	_____

Familienanamnese: _____

KÖRPERLICHE UNTERSUCHUNG

Herz	<input type="checkbox"/> auffällig	<input type="checkbox"/> unauffällig
Lunge	<input type="checkbox"/> auffällig	<input type="checkbox"/> unauffällig
Pulsstatus	<input type="checkbox"/> auffällig	<input type="checkbox"/> unauffällig

Kommentar: _____

BLUTDRUCK

Systolischer Wert: _____ mmHg

Diastolischer Wert: _____ mmHg

Appendix

Datum:	Teilnehmer ID: C2MD_____	
--------	--------------------------	--

ECHOKARDIOGRAPHIE

Ventrikel Funktion rechts	<input type="checkbox"/> nicht normal	<input type="checkbox"/> normal	_____
Ventrikel Funktion links	<input type="checkbox"/> nicht normal	<input type="checkbox"/> normal	_____
relevante Klappenfehler	<input type="checkbox"/> ja	<input type="checkbox"/> nein	_____
Wandbewegungsstörung	<input type="checkbox"/> ja	<input type="checkbox"/> nein	_____

LUNGENFUNKTIONSTEST

ja nein FEV1: _____

RUHE-EKG

ja nein auffällig unauffällig

Wenn **auffällig**, was? _____

POLAR HERZRATENVARIABILITÄT

ja nein VO_{2max} _____ Ø HF _____ S/min

ANTHROPOMETRIE

Körpergewicht: _____ kg (auf das nächste 0.1 kg)

Größe: _____ cm (auf den nächsten 0.1 cm)

BMI: _____ kg/m²

EINWEISUNG SMART PA/UHR

ja nein

Datum: _____	Teilnehmer ID: C2MD _____	
--------------	----------------------------------	--

SPIROERGOMETRIE (mod. BRUCE PROTOKOLL)

Startzeit Ergometrie: _____ Tester: Birgit B. Laura E. _____

VO_{2max} _____ ml/min/kg Ø VO₂ _____ ml/min/kg V_{max} _____ km/h^{*}

VO_{2max} _____ l/min Ø VO₂ _____ l/min

RQ_{max} _____ Ø RQ _____

HF_{max} _____ S/min Ø HF _____ S/min

Höchste Stufe _____ Zeit in letzter Stufe _____ sec max. BORG: _____

VT1 (Zeit): _____ VT2 (Zeit): _____

VT1 (VO₂): _____ ml/min/kg VT2 (VO₂): _____ ml/min/kg

VT1 (VO₂): _____ l/min VT2 (VO₂): _____ l/min

VT1 (HF) : _____ S/min VT2 (HF): _____ S/min

*Inkrement der letzten Stufensteigerung (z. B. von Stufe 5 auf Stufe 6 = 1,3 km/h) dividiert durch die Dauer der Stufe in Sekunden, multipliziert mit der Zeit, die in der letzten Stufe absolviert wurde. Addiert auf die letzte vollständig absolvierte Stufe (z. B. Stufe 5 = 5,4 km/h). Bsp. (1,3 km/h : 180 sec) x 60 sec + 5,4 km/h = 5,8 km/h

Steigung_{max} _____ %^{}**

**Berechnung: Inkrement der letzten Stufensteigerung (z.B. von Stufe 5 auf 6 = 2%) dividiert durch die Dauer der Stufe in Sekunden, multipliziert mit der Zeit, die in der letzten Stufe absolviert wurde. Addiert auf die letzte vollständig absolvierte Stufe (z. B. Stufe 5 = 14%). Bsp. (2% : 180 sec) x 60 sec + 14% = 14,7%

Kommentar: _____

Mod. BRUCE Test: BORG Wert am Ende jeder Stufe

Stufe 1: _____ (6-20) 2,7km/h 0% Zeit: _____

Stufe 2: _____ (6-20) 2,7km/h 5% Zeit: _____

Stufe 3: _____ (6-20) 2,7km/h 10% Zeit: _____

Stufe 4: _____ (6-20) 4,0km/h 12% Zeit: _____

Stufe 5: _____ (6-20) 5,4km/h 14% Zeit: _____

Stufe 6: _____ (6-20) 6,7km/h 16% Zeit: _____

Stufe 7: _____ (6-20) 8,0km/h 18% Zeit: _____

Stufe 8: _____ (6-20) 8,8km/h 20% Zeit: _____

VALIDIERUNG UHR IM LABOR

Model: _____ Positionierung Uhr (nicht-dom. Hand): re li

Maskengröße XS S M

Werte vollständig ja nein Kommentar: _____

Werte plausibel ja nein Kommentar: _____

Appendix

Datum:	Teilnehmer ID: C2MD_____	
---------------	---------------------------------	--

IPAQ

ja nein

MET/Woche	
KCAL/Woche	
MET Walking	
MET Moderate	
MET Vigorous	
Sitting time	

SF-36

ja nein

Allgemeine Gesundheitswahrnehmung	
Physische Gesundheit	
Eingeschränkte physisch-bedingte Rollenfunktion	
Körperliche Schmerzen	
Vitalität	
Mentale Gesundheit	
Eingeschränkte emotional-bedingte Rollenfunktion	
Soziale Funktionsfähigkeit	

Appendix

Datum: _____	Teilnehmer ID: C2MD _____	
---------------------	----------------------------------	--

1 km – CTTT

Geburtsdatum: _____	Körpergewicht: _____ kg
Größe: _____ cm	Geschlecht: <input type="checkbox"/> männlich <input type="checkbox"/> weiblich
Maskengröße	<input type="checkbox"/> XS <input type="checkbox"/> S <input type="checkbox"/> M
Tester/Guide:	<input type="checkbox"/> Birgit B. <input type="checkbox"/> Laura E. <input type="checkbox"/> _____
Positionierung Uhr (nicht-dominante Hand):	<input type="checkbox"/> rechts <input type="checkbox"/> links

Datum: _____, _____, 2021	Uhrzeit: _____
Nr. Uhr: _____	Dauer: _____
Wetter: _____	Temperatur: _____ °C
	Ø Temperatur: _____ °C

Pos. Höhenmeter: _____ m	Neg. Höhenmeter: _____ m
%Steigung: _____	Distanz: _____ m = 1. Wert vor Marker

V _{peak} : _____ km/h	V _{Durchschnitt} : _____ km/h
--------------------------------	--

BORG _{maximal} : _____	BORG _{Durchschnitt} : _____
---------------------------------	--------------------------------------

VO _{2peak} : _____ ml/kg/min	Ø VO ₂ : _____ ml/kg/min
---------------------------------------	-------------------------------------

VO _{2peak} : _____ l/min	Ø VO ₂ : _____ l/min
-----------------------------------	---------------------------------

HR _{peak} : _____ S/min	ØHR: _____ S/min
----------------------------------	------------------

RQ _{peak} : _____	ØRQ: _____
----------------------------	------------

Werte vollständig ja nein Kommentar: _____

Werte plausibel ja nein Kommentar: _____

Appendix

Datum:	Teilnehmer ID: C2MD _____	
---------------	----------------------------------	--

8 km – CTTT

Tester/Guide:	<input type="checkbox"/> Birgit B.	<input type="checkbox"/> Laura E.	<input type="checkbox"/> _____
Spiroergometrie:	<input type="checkbox"/> ja	<input type="checkbox"/> nein	
Positionierung Uhr (nicht-dominante Hand):	<input type="checkbox"/> rechts	<input type="checkbox"/> links	

Datum: _____, _____, 2021	Uhrzeit: _____
Nr. Uhr: _____	Dauer: _____
Wetter: _____	Temperatur: _____ °C
	Ø Temperatur: _____ °C

Pos. Höhenmeter: _____ m	Neg. Höhenmeter: _____ m
%Steigung: _____	Distanz: _____ m

V _{peak} : _____ km/h	V _{Durchschnitt} : _____ km/h
--------------------------------	--

BORG _{maximal} : _____	BORG _{Durchschnitt} : _____
---------------------------------	--------------------------------------

VO _{2peak} : _____ ml/kg/min	Ø VO ₂ : _____ ml/kg/min
---------------------------------------	-------------------------------------

VO _{2peak} : _____ l/min	Ø VO ₂ : _____ l/min
-----------------------------------	---------------------------------

HR _{peak} : _____ S/min	ØHR: _____ S/min
----------------------------------	------------------

RQ _{peak} : _____	ØRQ: _____
----------------------------	------------

Werte vollständig ja nein Kommentar: _____

Werte plausibel ja nein Kommentar: _____

Appendix

Datum: _____	Teilnehmer ID: C2MD _____	
---------------------	----------------------------------	--

Smartwatch Daten

Modell:

- | | |
|--|--|
| <input type="checkbox"/> Vivoactive 4 5ZJ054812 (TUM001)
<input type="checkbox"/> Vivoactive 4 5ZJ054817 (TUM003)
<input type="checkbox"/> Vivoactive 4 5ZJ060868 (TUM005) | <input type="checkbox"/> Vivoactive 4 5ZJ054803 (TUM002)
<input type="checkbox"/> Vivoactive 4 5ZJ054793 (TUM004)
<input type="checkbox"/> _____ |
|--|--|

Labor (Handgelenksmessung)

HF_{max}: _____ S/min ØHF: _____ S/min

Distanz: _____ m

Werte vollständig ja nein Kommentar: _____

Werte plausibel ja nein Kommentar: _____

1km CTTT

Dauer: _____ sec VO_{2max}: _____ ml/min/kg

HF_{max}: _____ S/min Ø HF: _____ S/min

V_{max}: _____ km/h Ø v: _____ km/h

Positive HM: _____ m Negative HM: _____ m

Slope_{max}: _____ % Ø Slope: _____ %

Distanz: _____ m

Werte vollständig ja nein Kommentar: _____

Werte plausibel ja nein Kommentar: _____

8km CTTT

Dauer: _____ sec VO_{2max}: _____ ml/min/kg

HF_{max}: _____ S/min Ø HF: _____ S/min

V_{max}: _____ km/h Ø V_{inBewegung}: _____ km/h

Temperatur: _____ °C Ø V_{inklusivePause}: _____ km/h

Positive HM: _____ m Negative HM: _____ m

Slope_{max}: _____ % Distanz: _____ m

Werte vollständig ja nein Kommentar: _____

Werte plausibel ja nein Kommentar: _____

Appendix

Datum:	Teilnehmer ID: C2MD_____	
--------	--------------------------	--

BLUTABNAHME

Name: _____

Vorname: _____

Geburtsdatum: _____

Uhrzeit der Abnahme: _____

Kleines Blutbild:

auffällig unauffällig

Wenn **auffällig**, was? _____

-
- | | | | |
|----------------------------------|-----------------------------|-------------------------------|------------|
| Blutsenkung | <input type="checkbox"/> ja | <input type="checkbox"/> nein | |
| Natrium | <input type="checkbox"/> ja | <input type="checkbox"/> nein | Wert _____ |
| Kalium | <input type="checkbox"/> ja | <input type="checkbox"/> nein | Wert _____ |
| Calcium | <input type="checkbox"/> ja | <input type="checkbox"/> nein | Wert _____ |
| Glutamat-Pyruvat-Transaminase | <input type="checkbox"/> ja | <input type="checkbox"/> nein | Wert _____ |
| Gamma-Glutamyltransferase | <input type="checkbox"/> ja | <input type="checkbox"/> nein | Wert _____ |
| Laktatdehydrogenase | <input type="checkbox"/> ja | <input type="checkbox"/> nein | Wert _____ |
| Kreatinin | <input type="checkbox"/> ja | <input type="checkbox"/> nein | Wert _____ |
| Harnsäure | <input type="checkbox"/> ja | <input type="checkbox"/> nein | Wert _____ |
| Creatinkinase | <input type="checkbox"/> ja | <input type="checkbox"/> nein | Wert _____ |
| Cholesterin | <input type="checkbox"/> ja | <input type="checkbox"/> nein | Wert _____ |
| Triglyceride | <input type="checkbox"/> ja | <input type="checkbox"/> nein | Wert _____ |
| HDL | <input type="checkbox"/> ja | <input type="checkbox"/> nein | Wert _____ |
| LDL | <input type="checkbox"/> ja | <input type="checkbox"/> nein | Wert _____ |
| Thyreoidea-stimulierendes Hormon | <input type="checkbox"/> ja | <input type="checkbox"/> nein | Wert _____ |
| Glukose (nüchtern) | <input type="checkbox"/> ja | <input type="checkbox"/> nein | Wert _____ |

Appendix

Datum:	Teilnehmer ID: C2MD_____	
--------	--------------------------	--

BLUTABNAHME

Name: _____ Vorname: _____
Geburtsdatum: _____ Uhrzeit der Abnahme: _____
Kleines Blutbild auffällig unauffällig
Wenn **auffällig**, was? _____

Blutsenkung	<input type="checkbox"/> ja	<input type="checkbox"/> nein	
Natrium	<input type="checkbox"/> ja	<input type="checkbox"/> nein	Wert _____
Kalium	<input type="checkbox"/> ja	<input type="checkbox"/> nein	Wert _____
Calcium	<input type="checkbox"/> ja	<input type="checkbox"/> nein	Wert _____
Glutamat-Pyruvat-Transaminase	<input type="checkbox"/> ja	<input type="checkbox"/> nein	Wert _____
Gamma-Glutamyltransferase	<input type="checkbox"/> ja	<input type="checkbox"/> nein	Wert _____
Laktatdehydrogenase	<input type="checkbox"/> ja	<input type="checkbox"/> nein	Wert _____
Kreatinin	<input type="checkbox"/> ja	<input type="checkbox"/> nein	Wert _____
Harnsäure	<input type="checkbox"/> ja	<input type="checkbox"/> nein	Wert _____
Creatinkinase	<input type="checkbox"/> ja	<input type="checkbox"/> nein	Wert _____
Cholesterin	<input type="checkbox"/> ja	<input type="checkbox"/> nein	Wert _____
Triglyceride	<input type="checkbox"/> ja	<input type="checkbox"/> nein	Wert _____
HDL	<input type="checkbox"/> ja	<input type="checkbox"/> nein	Wert _____
LDL	<input type="checkbox"/> ja	<input type="checkbox"/> nein	Wert _____
Thyreoidea-stimulierendes Hormon	<input type="checkbox"/> ja	<input type="checkbox"/> nein	Wert _____
Glukose (nüchtern)	<input type="checkbox"/> ja	<input type="checkbox"/> nein	Wert _____

10.5 Einverständniserklärung COVID-19 Testung (Deutschland)



Einverständniserklärung zur Durchführung eines COVID-19-Schnelltests

Hiermit willige ich ein, dass ich im Rahmen meiner Teilnahme an der Studie Connect2Move an freiwilligen und kostenlosen Selbsttests zur Erkennung einer SARS-CoV-2-Infektion teilnehme. Ich willige ein, dass dabei ausschließlich zum Zweck der Erkennung bzw. des Ausschlusses einer SARS-CoV-2-Infektion ggf. auch Gesundheitsdaten im Sinne von Art. 9 Abs. 2 Buchst. a DSGVO verarbeitet werden (negatives oder positives SARS-CoV-2-Testergebnis).

Das Studienteam übermittelt bekannt gewordene positive Testergebnisse nicht an das örtlich zuständige Gesundheitsamt. Erhält ein/e Proband/in ein positives Ergebnis, sollte sich die betroffene Person sofort absondern, d. h. alle Kontakte so weit wie möglich reduzieren und sich damit in Quarantäne begeben. Die Studienteilnahme kann zunächst nicht weiter fortgesetzt werden. Die betroffene Person sollte umgehend das Gesundheitsamt über den positiven Schnelltest unterrichten. Das örtlich zuständige Gesundheitsamt ordnet bei Kenntnis eines positiven Testergebnisses regelmäßig eine PCR-Testung sowie eine Absonderungspflicht für die positiv getestete Person und ggf. weitere Kontaktpersonen an.

Vor- und Nachname

Ort und Datum

Unterschrift

Verantwortlich für die Datenerhebung ist das Studienteam von Connect2Move
Projektleitung Frau Dr. Birgit Böhm
Technische Universität München
Lehrstuhl für Präventive Pädiatrie
Georg-Brauchle-Ring 60/62
80992 München
birgit.boehm@tum.de

Zwecke und Rechtsgrundlagen für die Verarbeitung Ihrer Daten: Ihre personenbezogenen Daten werden von dem Studienteam zum Zweck der Erkennung bzw. des Ausschlusses einer SARS-CoV-2-Infektion und aufgrund der Ihrerseits dafür explizit erteilten Einwilligungserklärung verarbeitet (Art. 6 Abs. 1 UAbs. 1 Buchst. a DSGVO).

Empfänger von personenbezogenen Daten: Auch, wenn das Studienteam von positiven Testergebnissen Kenntnis erlangen sollte, übermittelt sie diese Testergebnisse nicht an Dritte.

Dauer der Speicherung der personenbezogenen Daten: In denjenigen Fällen, in denen das Studienteam von positiven Testergebnissen Kenntnis erlangt, führt das Testergebnis lediglich zum vorzeitigen Abbruch der Studienteilnahme. Das Ergebnis wird nach spätestens 72 Stunden vernichtet. Die Einwilligungserklärungen werden bis zur Erteilung des Widerrufs, längstens jedoch bis zum Projektende, aufbewahrt.

Ihre Rechte: Als Betroffener einer Datenverarbeitung haben Sie bei Vorliegen der gesetzlichen Voraussetzungen die folgenden Rechte, die Sie gegenüber der Projektleitung ausüben können:

Recht auf Auskunft über die zu Ihrer Person gespeicherten Daten (Art. 15 DSGVO); Recht auf Berichtigung (Art. 16 DSGVO); Recht auf Löschung oder Einschränkung der Verarbeitung (Art. 17 und 18 DSGVO); Recht auf Datenübertragbarkeit (Art. 20 DSGVO); Recht, ihre Einwilligung jederzeit zu widerrufen; Widerspruchsrecht (Art. 21 Abs. 1 Satz 1 DSGVO).

10.6 Checkliste für Probanden (Deutschland)



Connect2Move: Checkliste Studienteilnehmer/in



Liebe/r Studienteilnehmer/in,
wir freuen uns, dass Sie an der Studie **Connect2Move – Wandern fürs Herz** teilnehmen!
Um den Ablauf möglichst reibungslos und für Sie so angenehm wie möglich zu gestalten, bitten wir Sie, die nachfolgenden Punkte auf der Checkliste zu beachten.

Bei Fragen stehen wir Ihnen gerne zur Verfügung!

Sie erreichen uns unter:
Dr. Birgit Böhm (Studienleitung)
Mail: birgit.boehm@tum.de
Tel. +49.176.25290950

Laura Eisenberger
Mail: laura.eisenberger@tum.de
Tel. +49.176.75922426

Hinweis: An Untersuchungstagen sind wir telefonisch schlecht erreichbar. Sprechen Sie uns in dringenden Fällen oder bei größeren Verspätungen bitte auf die Mailbox bzw. senden Sie uns eine Textnachricht.

Anfahrt

1. Termin in der



St. Irmingard Klinik in Prien a. Chiemsee
Osternacher Str. 103
83209 Prien am Chiemsee

Treffpunkt für den 2. & 3. Termin am



Badeplatz Aschau
Bernauer Str. 44
83229 Aschau im Chiemgau

Connect2Move - Studienteilnahme

Checkliste Connect2Move

1) **Einschlussuntersuchung in der St. Irmingard Klinik**

Bitte beachten Sie: In der Klinik gilt eine **FFP2-Maskenpflicht** ! Nach Betreten der Klinik erfolgt zunächst eine kurze Anmeldung (inkl. Fieber messen) am Empfang. Teilen Sie den Mitarbeiterinnen der Klinik einfach mit, dass Sie Studienteilnehmer/in sind. Unser Studien-Team begrüßt Sie im Anschluss und erklärt Ihnen den genauen Ablauf. Nehmen Sie gerne im Wartebereich Platz bis wir Sie abholen.

- ➔ Bitte nehmen Sie vor den Untersuchungen Ihre eigene Sportuhr ab. Sie erhalten von uns für die Aufzeichnung Ihrer Herzfrequenz auf dem Laufband und beim Wandern einen Brustgurt sowie eine Uhr!

Bitte mitbringen:

- (Unterschriebene) **Einverständniserklärung**
- Sportklamotten** (Sie dürfen gerne direkt in Sportklamotten kommen, Umkleide vor Ort)
- Saubere **Turn- bzw. Wanderschuhe mit Profil** (Wir empfehlen Ihnen Halbschuhe mit Profil, mit denen Sie auch in Ihrer Freizeit auf einfachen Wanderwege gehen. Eine glatte Schuhsohle eignet sich weniger für das Laufband!)
- Wechselklamotten**
- Handtuch** (aufgrund der Corona-Bestimmungen, ist das Duschen vor Ort derzeit nicht möglich)
- Trinken**
- Kleines **Frühstück** (Obst/Nüsse/kl. Stück Breze/Müsliriegel)

Wichtig: Wenn Ihre Einschlussuntersuchung am **Vormittag** stattfindet, kommen Sie unbedingt **nüchtern** zur Untersuchung (kein Frühstück, Wasser erlaubt), da die Blutwerte bestimmt werden! Wenn Ihre Einschlussuntersuchung erst **nach Mittag** durchgeführt wird, achten Sie bitte darauf, dass Sie **mind. 5 – 6 Std. nüchtern** sind (z.B. kleines Frühstück um ca. 8 Uhr & Untersuchung um 14 Uhr). Nach der Blutabnahme und dem ärztlichen Check-Up dürfen Sie vor dem Laufbandtest bei Bedarf gerne noch eine Kleinigkeit essen.

2) **1 km–Test–Trail am Badeplatz in Aschau im Chiemgau**

Hinweis : Der Test findet nur bei überwiegend trockener Witterung und einer max. Temperatur von 26°C statt!
Wir besprechen die Folgetermine nochmals bei der Einschlussuntersuchung.

Bitte mitbringen:

- Trinken**
- Sportklamotten** (Am besten kommen Sie direkt in Ihren Sportklamotten)
- Wanderschuhe** (Feste Halbschuhe mit gutem Profil)
- Fragebögen** (Die Fragebögen erhalten Sie von uns bei der Einschlussuntersuchung)

3) **8 km Wanderung am Badeplatz in Aschau im Chiemgau**

Hinweis : Der Test findet nur bei überwiegend trockener Witterung und einer max. Temperatur von 26°C statt!

Bitte mitbringen:

- Trinken** (im kl. Rucksack oder Trinkgurt)
Wichtig : Wenn Sie auf der 8km Wanderung mit Spiroergometrie wandern (Absprache beim 1. Termin), bitten wir Sie, vorab ausreichend zu trinken, da wir versuchen, die Wanderung ohne Pausen durchzugehen (Dauer ca. 1 :45h)
- Sportklamotten** (Am besten kommen Sie direkt in Ihren Sportklamotten!)
- Wanderschuhe** (Feste Halbschuhe mit gutem Profil oder Wanderschuhe)
- Bei Bedarf Sonnenbrille/Kopfbedeckung

10.7 IPAQ Fragebogen

INTERNATIONAL PHYSICAL ACTIVITY QUESTIONNAIRE

SHORT LAST 7 DAYS SELF-ADMINISTERED FORMAT- German Version

Wir sind daran interessiert herauszufinden, welche Arten von körperlichen Aktivitäten Menschen in ihrem alltäglichen Leben vollziehen. Die Befragung bezieht sich auf die Zeit die Sie während der **letzten 7 Tage** in körperlicher Aktivität verbracht haben. Bitte beantworten Sie alle Fragen (auch wenn Sie sich selbst nicht als aktive Person ansehen). Bitte berücksichtigen Sie die Aktivitäten im Rahmen Ihrer Arbeit, in Haus und Garten, um von einem Ort zum anderen zu kommen und in Ihrer Freizeit für Erholung, Leibesübungen und Sport.

Denken Sie an all Ihre **anstrengenden** und **moderaten** Aktivitäten in den **vergangenen 7 Tagen**. **Anstrengende** Aktivitäten bezeichnen Aktivitäten, die starke körperliche Anstrengungen erfordern und bei denen Sie deutlich stärker atmen als normal. **Moderate** Aktivitäten bezeichnen Aktivitäten mit moderater körperlicher Anstrengung bei denen Sie ein wenig stärker atmen als normal.

1. Denken sie nur an die körperlichen Aktivitäten die Sie für *mindestens 10 Minuten* ohne Unterbrechung verrichtet haben. An wie vielen der **vergangenen 7 Tage** haben Sie **anstrengende** körperliche Aktivitäten wie Aerobic, Laufen, schnelles Fahrradfahren oder schnelles Schwimmen verrichtet?

_____ **Tage pro Woche** **Keine anstrengende Aktivität (↔ Frage 3)**

2. Wie viel Zeit haben Sie für gewöhnlich an *einem* dieser Tage mit **anstrengender** körperlicher Aktivität verbracht?

_____ **Stunden pro Tag** _____ **Minuten pro Tag**

Ich weiß nicht/ bin nicht sicher

3. Denken Sie erneut nur an die körperlichen Aktivitäten die Sie für *mindestens 10 Minuten* ohne Unterbrechung verrichtet haben. An wie vielen der **vergangenen 7 Tage** haben sie **moderate** körperliche Aktivitäten, wie das Tragen leichter Lasten, Fahrradfahren bei gewöhnlicher Geschwindigkeit oder Schwimmen bei gewöhnlicher Geschwindigkeit verrichtet? Hierzu zählt nicht zu Fuß gehen.

_____ **Tage pro Woche** **Keine moderate Aktivität (↔ Frage 5)**

4. Wie viel Zeit haben Sie für gewöhnlich an *einem* dieser Tage mit **moderater** körperlicher Aktivität verbracht?

_____ **Stunden pro Tag** _____ **Minuten pro Tag**

Ich weiß nicht/ bin nicht sicher

5. An wie vielen der **vergangenen 7 Tage** sind Sie *mindestens 10 Minuten* ohne Unterbrechung **zu Fuß** gegangen? Dieses beinhaltet Gehstrecken daheim oder in der Arbeit, gehen um von einem Ort zu einem anderen zu gelangen, sowie alles andere Gehen zur Erholung, Bewegung oder Freizeit.

_____ **Tage pro Woche** **Keine entsprechenden Wege zu Fuß (⇒ Frage 7)**

6. Wie viel Zeit haben Sie für gewöhnlich an *einem* dieser Tage mit **Gehen** verbracht?

_____ **Stunden pro Tag** _____ **Minuten pro Tag**

Ich weiß nicht/ bin nicht sicher

7. Wie viel Zeit haben Sie in den **vergangenen 7 Tagen** an **einem Wochentag** mit **Sitzen** verbracht? Dies kann Zeit beinhalten wie Sitzen am Schreibtisch, Besuchen von Freunden, vor dem Fernseher sitzen oder liegen und auch sitzen in einem öffentlichen Verkehrsmittel.

_____ **Stunden pro Tag** _____ **Minuten pro Tag**

Ich weiß nicht/ bin nicht sicher

Das ist das Ende der Befragung, danke für Ihre Teilnahme.

10.8 SF-36 Fragebogen

Fragebogen zum Gesundheitszustand SF-36

In diesem Fragebogen geht es um Ihre Beurteilung Ihres Gesundheitszustandes. Der Bogen ermöglicht es, im Zeitverlauf nachzuvollziehen, wie Sie sich fühlen und wie Sie im Alltag zurechtkommen.

1. Wie würden Sie Ihren Gesundheitszustand im Allgemeinen beschreiben?
 - 1 – Ausgezeichnet
 - 2 – Sehr gut
 - 3 – Gut
 - 4 – Weniger gut
 - 5 – Schlecht

2. Im Vergleich zum vergangenen Jahr, wie würden Sie Ihren derzeitigen Gesundheitszustand beschreiben?
 - 1 – Derzeit viel besser als vor einem Jahr
 - 2 – Derzeit etwas besser als vor einem Jahr
 - 3 – Etwa so wie vor einem Jahr
 - 4 – Derzeit etwas schlechter als vor einem Jahr
 - 5 – Derzeit viel schlechter als vor einem Jahr

Im Folgenden sind einige Tätigkeiten beschrieben, die Sie vielleicht an einem normalen Tag ausüben. Sind Sie durch Ihren derzeitigen Gesundheitszustand bei diesen Tätigkeiten eingeschränkt? Wenn ja, wie stark?

TÄTIGKEITEN	Ja, stark eingeschränkt	Ja, etwas eingeschränkt	Nein, überhaupt nicht eingeschränkt
3. Anstrengende Tätigkeiten, z.B. schnell laufen, schwere Gegenstände heben, anstrengenden Sport treiben	1	2	3
4. Mittelschwere Tätigkeiten, z.B. einen Tisch verschieben, staubsaugen, kegeln, Golf spielen	1	2	3
5. Einkaufstaschen heben oder tragen	1	2	3
6. Mehrere Treppenabsätze steigen	1	2	3
7. Einen Treppenabsatz steigen	1	2	3
8. Sich beugen, knien, bücken	1	2	3
9. Mehr als 1 Kilometer zu Fuß gehen	1	2	3
10. Mehrere Straßenkreuzungen weit zu Fuß gehen	1	2	3
11. Eine Straßenkreuzung weit zu Fuß gehen	1	2	3
12. Sich baden oder anziehen	1	2	3

Appendix

Hatten Sie in den vergangenen 4 Wochen aufgrund Ihrer körperlichen Gesundheit irgendwelche Schwierigkeiten bei der Arbeit oder anderen alltäglichen Tätigkeiten im Beruf bzw. zu Hause?

SCHWIERIGKEITEN	JA	NEIN
13. Ich konnte nicht so lange wie üblich tätig sein	1	2
14. Ich habe weniger geschafft als ich wollte	1	2
15. Ich konnte nur bestimmte Dinge tun	1	2
16. Ich hatte Schwierigkeiten bei der Ausführung (z.B. ich musste mich besonders anstrengen)	1	2

Hatten Sie in den vergangenen 4 Wochen aufgrund seelischer Probleme irgendwelche Schwierigkeiten bei der Arbeit oder anderen alltäglichen Tätigkeiten im Beruf bzw. zu Hause (z.B. weil Sie sich niedergeschlagen oder ängstlich fühlten)?

SCHWIERIGKEITEN	JA	NEIN
17. Ich konnte nicht so lange wie üblich tätig sein	1	2
18. Ich habe weniger geschafft als ich wollte	1	2
19. Ich konnte nicht so sorgfältig wie üblich arbeiten	1	2

20. Wie sehr haben Ihre körperliche Gesundheit oder seelischen Probleme in den vergangenen 4 Wochen Ihre normalen Kontakte zu Familienangehörigen, Freunden, Nachbarn oder zum Bekanntenkreis beeinträchtigt?

- 1 – Überhaupt nicht
- 2 – Etwas
- 3 – Mäßig
- 4 – Ziemlich
- 5 – Sehr

21. Wie stark waren Ihre Schmerzen in den vergangenen 4 Wochen?

- 1 – Ich hatte keine Schmerzen
- 2 – Sehr leicht
- 3 – Leicht
- 4 – Mäßig
- 5 – Stark
- 6 – Sehr stark

22. Inwieweit haben die Schmerzen Sie in den vergangenen 4 Wochen bei der Ausübung Ihrer Alltagsaktivitäten zu Hause und im Beruf behindert?

- 1 – Überhaupt nicht
- 2 – Ein bisschen
- 3 – Mäßig
- 4 – Ziemlich
- 5 – Sehr

Appendix

In diesen Fragen geht es nun darum, wie Sie sich fühlen und wie es Ihnen in den vergangenen 4 Wochen gegangen ist. (Bitte kreuzen Sie in jeder Zeile die Zahl an, die Ihrem Befinden am ehesten entspricht)
Wie oft waren Sie in den vergangenen 4 Wochen...

BEFINDEN	Immer	Meistens	Ziemlich oft	Manchmal	Selten	Nie
23. ..voller Schwung	1	2	3	4	5	6
24. ..sehr nervös	1	2	3	4	5	6
25. ..so niedergeschlagen, dass Sie nichts aufheitern konnte	1	2	3	4	5	6
26. ..ruhig und gelassen	1	2	3	4	5	6
27. ..voller Energie	1	2	3	4	5	6
28. ..entmutigt und traurig	1	2	3	4	5	6
29. ..erschöpft	1	2	3	4	5	6
30. ..glücklich	1	2	3	4	5	6
31. ..müde	1	2	3	4	5	6

32. Wie häufig haben Ihre körperliche Gesundheit oder seelischen Probleme in den vergangenen 4 Wochen Ihre Kontakte zu anderen Menschen (Besuche bei Freunden, Verwandten usw.) beeinträchtigt?

- 1 – Immer
- 2 – Meistens
- 3 – Manchmal
- 4 – Selten
- 5 – Nie

Inwieweit trifft jede der folgenden Aussagen auf Sie zu?

AUSSAGEN	Trifft ganz zu	Trifft weitgehend zu	Weiß nicht	Trifft weitgehend nicht zu	Trifft überhaupt nicht zu
33. Ich scheine etwas leichter als andere krank zu werden	1	2	3	4	5
34. Ich bin genauso gesund wie alle anderen, die ich kenne	1	2	3	4	5
35. Ich erwarte, dass meine Gesundheit nachlässt	1	2	3	4	5
36. Ich erfreue mich mit ausgezeichneter Gesundheit	1	2	3	4	5

10.9 Schulungskonzept Connect2Move „Wander-Buddy“

In den folgenden Unterkapiteln wird das Schulungskonzept (Theorie und Praxis) detailliert beschrieben.

10.9.1 Theorie: Hintergründe zu kardiovaskulären Erkrankungen (1 UE)

Laut der WHO gab es im Jahr 2019 fast 18 Millionen Todesfälle, die auf Herz-Kreislauf-Erkrankungen zurückzuführen sind. Damit stellen sie die häufigste Todesursache weltweit dar (265). Herz-Kreislauf-Erkrankungen entsprechen 32 % aller weltweiten Todesfälle. In 85 % der Fälle wird der Tod durch einen Herzinfarkt oder Schlaganfall ausgelöst. Mehr als drei Viertel der Todesfälle ereignen sich in Ländern mit niedrigem und mittlerem Einkommen. Etwa 17 Millionen vorzeitige Todesfälle, sprich vor dem 70. Lebensjahr, sind zu verzeichnen. Im Jahr 2019 wurden hiervon 38 % durch Herz-Kreislauf-Erkrankungen verursacht (83). Hintergrund sind die arteriosklerotischen Veränderungen der Gefäße – die Gefäßverkalkung – die einen normalen Alterungsprozess darstellt, aber durch Risikofaktoren wie Übergewicht, Rauchen, Bluthochdruck, Diabetes Typ II oder Fettstoffwechselerkrankungen beschleunigt werden kann (266). Regelmäßige Bewegung dient der Prävention von Herz-Kreislauf-Erkrankungen und der Arteriosklerose (267-269). Erste Studien, die den positiven Zusammenhang zwischen der Bewegung und der Reduktion von Herz-Kreislauf-Erkrankungen wissenschaftlich belegen, wurden bereits in den 1950er Jahren in London (England) durchgeführt. Hauptbestandteil der Untersuchungen waren die Busfahrer sowie Schaffner in den typisch englischen Doppeldecker-Bussen. Hierbei wurde die Herzgesundheit der beteiligten Personen untersucht. Unterschiede zeigten sich bei den männlichen Studienteilnehmern hinsichtlich der Bewegungsaktivität. Die Schaffner stiegen zur Kontrolle der Tickets mindestens 600 Stufen/Tag, während die Busfahrer 90 % des Tages sitzend verbrachten. Die Ergebnisse zur Herzgesundheit zeigten, dass die Inzidenz, an einem Herzinfarkt zu erkranken, bei den Busfahrern drei- bis viermal höher war als bei den Schaffnern (270).

Es ist von großer Bedeutung, Herz-Kreislauf-Erkrankungen so früh wie möglich zu erkennen, um die entsprechende Behandlung rechtzeitig beginnen zu können. Die WHO unterstützt dabei die Regierungen durch die Entwicklung globaler Strategien. Diese umfassen u. a. die Verringerung von Risikofaktoren, die Entwicklung von Versorgungsstandards sowie die Überwachung von Krankheitsmustern (83).

Die *World Heart Federation* und ihre Mitglieder forderten zusammen mit anderen Kollegen die Weltgesundheitsorganisation und die Mitgliedstaaten auf, sich sowohl greifbaren als auch erreichbaren Zielen zu verpflichten (271). Im Jahr 2012 wurde ein globales Ziel zur Reduzierung der vorzeitigen Sterblichkeit von NCDs von 25 % bis 2025 angenommen. Dieser Aktionsplan der *World Heart Federation* lautet „25by25“ (siehe Abbildung 34) (272). Herz-Kreislauf-Erkrankungen sind für die meisten Todesfälle durch NCDs verantwortlich (176).

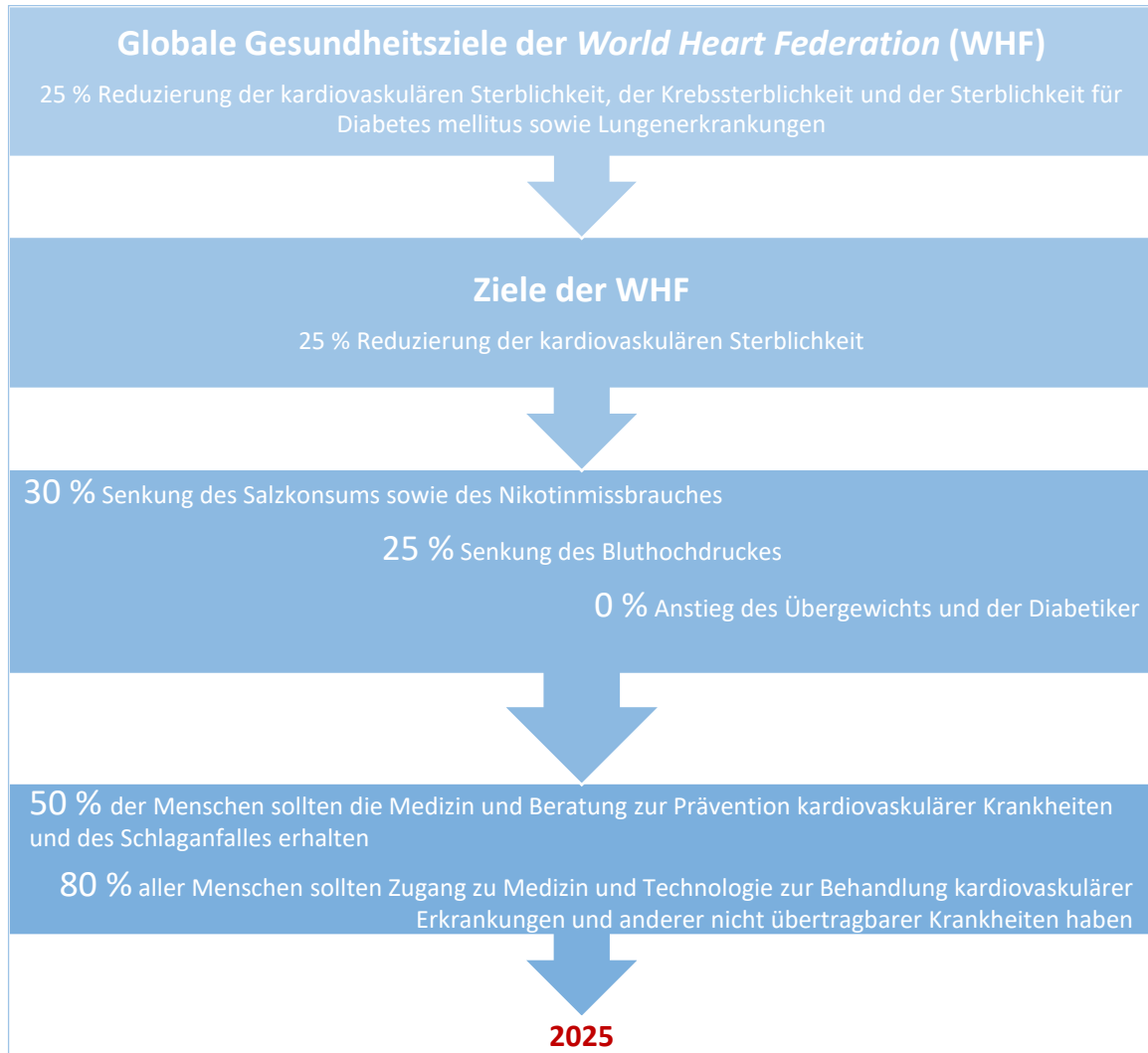


Abbildung 34: Reduzierung von Herz-Kreislauf-Erkrankungen durch ein globales Ziel der *World Heart Federation* von 25 % bis 2025 (modifizierte Darstellung in Anlehnung an Smith et al., 2013 (273))

10.9.2 Theorie: Körperliche Aktivität (1 UE)

Die WHO empfiehlt Erwachsenen mindestens 150 bis 300 Minuten moderate bzw. 75 – 150 Minuten intensive körperliche Aktivität pro Woche (72). Dabei beinhaltet körperliche Aktivität laut WHO jede durch die Skelettmuskulatur hervorgebrachte Bewegung, die den Energieverbrauch erkennbar ansteigen lässt. Moderat bedeutet, dass man bei der Ausübung leicht ins Schwitzen kommt und die Atemfrequenz dabei ansteigt. Regelmäßige körperliche Aktivität ermöglicht eine Vielzahl positiver Effekte auf die Gesundheit, dennoch erreicht weltweit jeder vierte Erwachsene nicht das weltweit empfohlene Maß an körperlicher Aktivität (274).

Regelmäßige Bewegung ist ein wesentlicher Bestandteil bei der Prävention von Risikofaktoren und Erkrankungen und trägt zu einer erheblichen Senkung vorzeitiger Mortalität bei. In epidemiologischen Studien wurden hierzu die körperlich aktivsten Gruppen mit den inaktivsten Gruppen verglichen. Nach derzeitigem Forschungsstand haben Aktive im Vergleich zu inaktiven Personen ein um ca. 30 % niedrigeres Gesamtsterblichkeitsrisiko (275-277). Abbildung 35 zeigt den Zusammenhang zwischen der Dauer von körperlicher Aktivität pro Tag und der damit verbundenen Reduktion der Gesamtsterblichkeit. Bei einer moderaten Aktivität von 60 Minuten täglich kann das Sterberisiko bereits um fast 30 % gesenkt werden. Insbesondere beim Auftreten von Herz-Kreislauf-Erkrankungen bewirkt regelmäßige körperliche Aktivität eine erhebliche Risikoreduktion von 20 bis 33 % (88, 275). Regelmäßige körperliche Aktivität, nach den Empfehlungen der WHO, unterstreicht somit die kardioprotektiven Effekte (76).

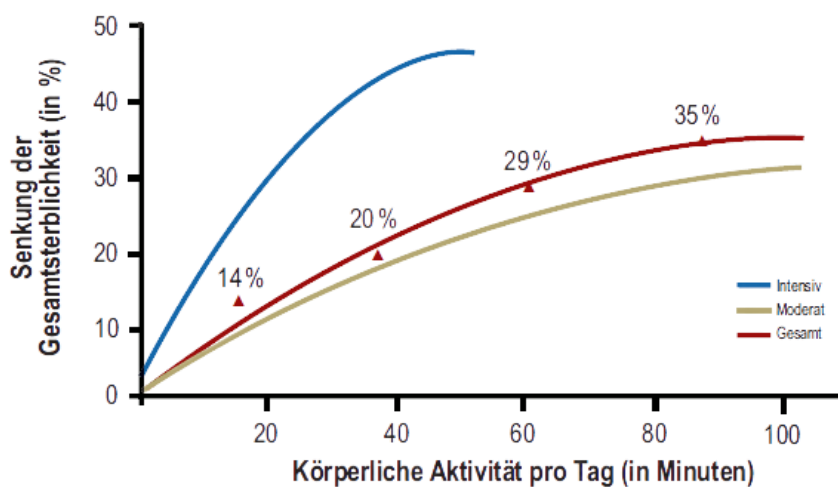


Abbildung 35: Zusammenhang zwischen der Dauer von täglicher körperlicher Aktivität und der Verringerung der Gesamtsterblichkeit nach Wen et al. 2011 (77) (modifizierte Darstellung von Hollstein, 2019 (278))

Die positiven Effekte körperlicher Aktivität, insbesondere die Reduktion von Herz-Kreislauf-Erkrankungen, wurden in der Wissenschaft bereits häufig bestätigt (64, 77, 279-282). Neben der Prävention kardiovaskulärer Erkrankungen profitiert man durch regelmäßige körperliche Bewegung, speziell in der Natur, von weiteren Vorteilen für die Gesundheit (283-286):

- Positive Auswirkungen auf die körperliche & seelische Gesundheit
- Positive Effekte der Natur auf das Wohlbefinden & die Motivation zur Bewegung
- Stärkung des Immunsystems
- Stressreduktion

10.9.3 Theorie: Das Wandern (1 UE)

Das Wandern – eine sehr beliebte Freizeitbeschäftigung (287) – kann in den Gesundheitssport eingeordnet werden (288). Gesundheitssport bezeichnet eine aktive, regelmäßige und systematische körperliche Belastung mit dem Ziel, die Gesundheit in all ihren Teilbereichen (körperlich sowie psychosozial) zu fördern, zu erhalten oder wiederherzustellen. Der Gesundheitssport befasst sich mit gesundheitsförderlichen Angeboten aus dem Bereich Präventions- und Rehabilitationssport (289, 290). Programme des Gesundheitssports fokussieren sich insbesondere auf Gesundheits-, Verhaltens- und Verhältniseffekte (291, 292). Für den Gesundheitssport wurden diese drei Kernaspekte der Gesundheitsförderung weiter ausdifferenziert und auf sechs spezifische Ziele ausgeweitet.

Die Kernziele 1–4 des Gesundheitssports umfassen nach Brehm (2005) (293) dabei allgemein die salutogenetischen und präventiven Gesundheitsdimensionen. Diese Kernziele sind:

1. **Stärkung physischer Ressourcen:** Ausdauer-, Kraft-, Dehn-, Koordinations- und Entscheidungsfähigkeit
2. **Prävention von Risikofaktoren:** v.a. das Muskel-Skelett-, Herz-Kreislauf- und Stoffwechsel-System
3. **Stärkung psychosozialer Ressourcen:** Wissen, Körperkonzept, Stimmung, soziale Kompetenz, Selbstwirksamkeit
4. **Bewältigung von Beschwerden und Missempfindung:** v. a. im Bereich des Muskel-Skelett-, Herz-Kreislauf- und Stoffwechsel-Systems und im psychosomatischen Bereich

Die Kernziele 5 und 6 betonen die Verhaltens- sowie Verhältnisdimensionen von Gesundheit. Diese lauten wie folgt:

5. **Aufbau und Bindung an ein gesundheitssportliches Verhalten:** Verringerung von Teilnahmebarrieren, Förderung von Motivation sowie Volition
6. **Schaffung und Optimierung unterstützender Settings** (gesundheitsförderliche Verhältnisse): passende Räumlichkeiten, Qualitätsmanagement

Die theoretische Vermittlung umfasst in diesem Zusammenhang insbesondere die grundlegenden Kenntnisse zu den Themen Gesundheits- und Ausdauersport und im Speziellen den Wandersport. Die Merkmale davon sind:

- Sanftes Ausdauertraining: Ökonomisierung des Herz-Kreislauf-Systems
- Kräftigung der Bein- und Rumpfmuskulatur
- Entspannung für Geist und Seele
- Einseitige muskuläre Beanspruchung: Unbemerkte Überlastungsgefahr
- Stolpern, Ausrutschen und Absturzgefahr

Das große Ziel des Gesundheitssports ist die Vermeidung von Inaktivität sowie der Erhalt der körperlichen Gesundheit, aber auch der Erhalt der Selbständigkeit des Menschen (294). Darüber hinaus zeigt das Wandern einen positiven Einfluss auf das Herz-Kreislaufsystem (295-297), vor allem durch den Beanspruchungswechsel beim Auf- und Abstieg. Dadurch ergibt sich automatisch ein attraktives Intervalltraining mit abwechselnden Belastungsstufen (Belastung versus Erholung) in der Natur, das sich günstig auf die Gesundheit auswirkt. Zudem spielt die Umgebung beim Wandern eine sehr große Rolle, da die natürliche Umgebung auch einen positiven Einfluss auf die Gesundheit der Menschen hat (296, 298-300). Schobersberger et al. (2010) (301) haben gezeigt, dass sich das Wandern auf mittlerer Höhe (1500 – 2500 m) über eine bis drei Wochen positiv auf die Gesundheit von Personen mit metabolischen Syndrom und von gesunden Menschen auswirkt. Eine Untersuchung in Norwegen bestätigt den positiven Effekt von Wanderungen auf die körperliche und mentale Gesundheit (302).

Durch das Wandern werden verschiedene Bereiche des Körpers aktiviert und gestärkt. Die physischen und gesundheitsfördernden Effekte finden sich in folgenden Themen wieder:

1. **Bewegungsapparat:** Knochen, Gelenke, Sehnen und Bänder werden durch das Wandern stabilisiert. Durch eine daraus entstehende Entlastung von Knie und Hüftgelenk wird die gesamte Körperhaltung verbessert. Daraus resultiert ein vermindertes Verletzungsrisiko (303).
2. **Atemvolumen:** Ein regelmäßiges Training führt zur Vergrößerung des Atemzugvolumens und der Lungenvitalkapazität. Daraus resultieren eine tiefere sowie regelmäßige Atmung, eine geringere Atemfrequenz und eine bessere Durchblutung der Lunge (303). Der Normalwert des Atemvolumens liegt bei 6 bis 8 L·min⁻¹ und kann beim Bergwandern im Dauerleistungsbereich auf 25 bis 30 L·min⁻¹ ansteigen (119, 122).
3. **Immunsystem:** Bei moderater körperlicher Bewegung wie dem Wandern werden sogenannte Killerzellen gebildet, die das Immunsystem aktivieren. Außerdem wird das Stresshormon Cortisol abgebaut, das das Immunsystem hemmt (304-306).
4. **Diabetes:** Regelmäßige körperliche Aktivität dient zur Prävention von Diabetes mellitus Typ 2 (307).
5. **Nervensystem:** Die natürliche Umgebung beim Wandern führt zu einer Stressreduzierung, indem eine höhere parasympathische sowie niedrigere sympathische Nervenaktivität hervorgerufen wird (308).
6. **Hormone:** Der Aufenthalt in der Natur bzw. im Wald reduziert nachweislich Stresshormone (309)
7. **Sauerstoff:** In Ruhe beträgt der Sauerstoffverbrauch etwa 3 mL·min⁻¹·kg⁻¹. Im mittel-steilen Gelände kann er auf das Sechsfache, in steilem Gelände auch auf das Zehnfache ansteigen (119)
8. **Energieverbrauch:** Der Energieverbrauch wird beim Wandern gesteigert (bergauf ca. 500 bis 600 kcal/h). Bei gleicher Geschwindigkeit ist der Energieverbrauch bergauf etwa doppelt so hoch wie bergab (310).
9. **Herzleistung:** Das Herz pumpt in Ruhe etwa 4,5 bis 5 L·min⁻¹ Blut durch den Körper (119). Beim Wandern steigt die Leistung auf 8 bis 15 L·min⁻¹ (311).
10. **Beinmuskulatur:** Die Muskeln werden sowohl konzentrisch (bergauf) als auch exzentrisch (bergab) aktiviert. Die Muskelfasern verkürzen und verlängern sich somit während einer Wanderung und führen zu einer unterschiedlichen Muskelarbeit (110).

10.9.4 Theorie: Risiken am Berg (1 UE)

Die Unfallstatistik des Deutschen Alpenvereins zeigt, dass beim Wandern, das als das „Begehen von markierten Wegen und Steigen“ (Randelzhofer, 2020, S. 12 (312)) bezeichnet wird, pro 100 Tourentage ca. 0,0025 Unfälle der Versicherung gemeldet werden (siehe Abbildung 36). Hierzu zählen alle Unfälle sowie Notlagen ohne Verletzungen inkl. Bergrettungseinsatz. Damit wird das Wandern, im Vergleich zu anderen Bergsportarten, mit einem geringen Risiko beschrieben. Dennoch werden hier nur gemeldete Ereignisse in Betracht gezogen, die Höhe der Dunkelziffer ist unklar (313).

Neben Verletzungen beim Wandern kann es auch zu schwerwiegenderen Risiken wie dem plötzlichen Herztod (PHT) kommen. Auch wenn die Wahrscheinlichkeit für einen PHT bei Aktivitäten wie Wandern, Trekking oder Skitouren gehen in den Bergen relativ gering ist, zählt man dennoch einen PHT pro einer Millionen Aktivitätstage. Etwa ein Drittel aller Todesfälle bei der Bergsportausübung sind Fälle eines PHTs. Bei Männern steigt das Risiko eines PHT ab 34 Jahren deutlich an. Ein erhöhtes Risiko für Herz-Kreislauf-Erkrankungen sowie ein vorangegangener Myokardinfarkt beschreiben die zwei bedeutsamsten Risikofaktoren für einen PHT am Berg. Bei bereits erlittenem Herzinfarkt besteht ein circa zehnfach erhöhtes Risiko einen PHT zu erleiden (98, 101). Aus diesem Grund sind die nachfolgenden präventiven Maßnahmen von großer Bedeutung (105-107):

- Sportmedizinische Vorsorgeuntersuchungen u. a. zur Identifizierung von Personen mit Risikofaktoren (z. B. Hypertonie, Hypercholesterinämie oder Diabetes)
- Evidenzbasierte Therapie behandelbarer Risikofaktoren
- Angemessene sowie individuelle Tourenvorbereitung durch regelmäßiges, körperliches Training
- Regelmäßige Pausen beim Wandern zur Vermeidung von Überanstrengung

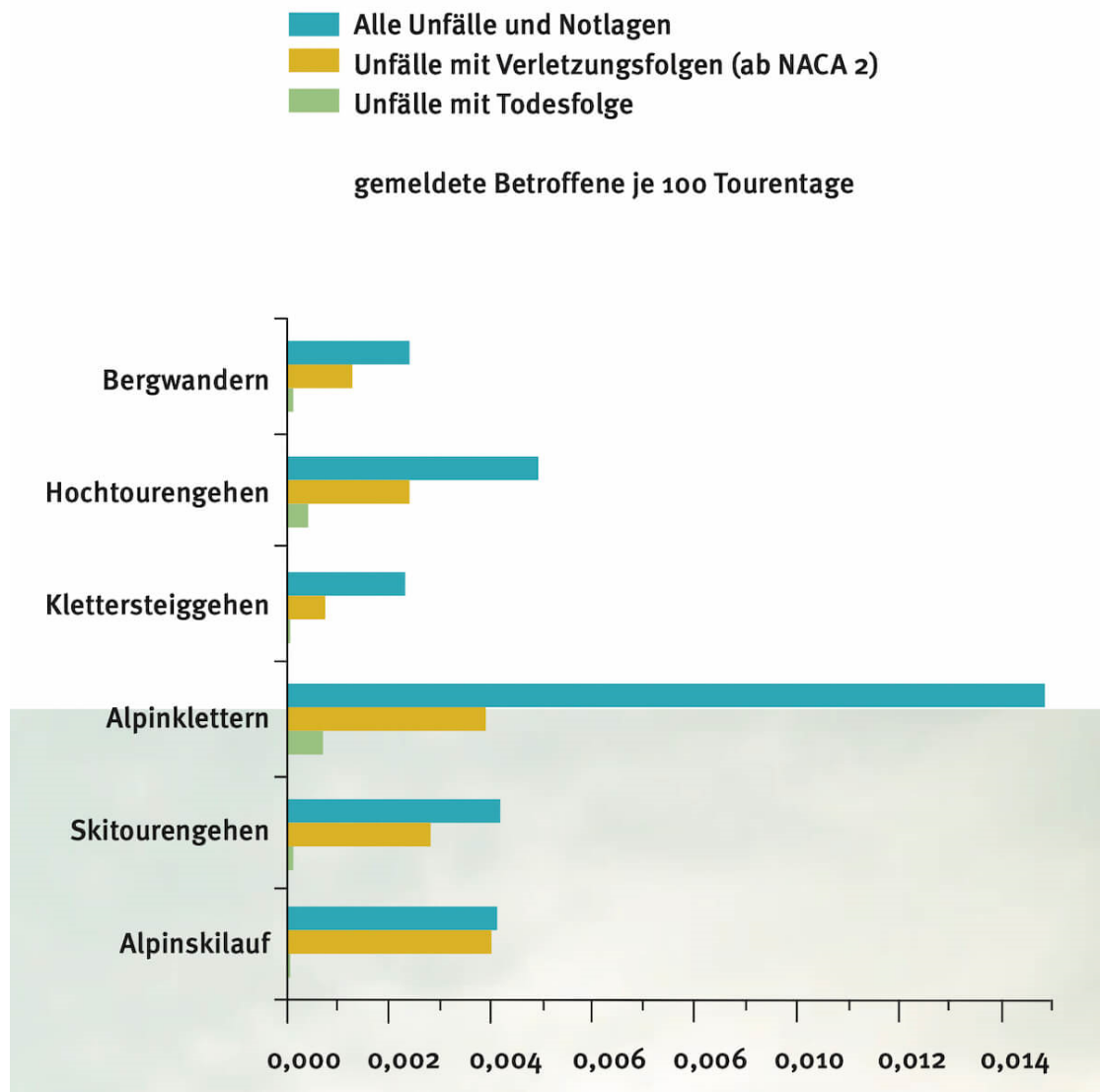


Abbildung 36: Risikobewertung Bergwandern (Darstellung von Brugger et al., 2022 (313) nach Randelzhofer, 2020 (312))

Eine ungewohnte körperliche Belastung an den ersten Tagen des Aufenthaltes in den Bergen scheint oftmals der Auslöser für einen PHT sein. Etwa 50 % aller Herztodesfälle ereignen sich am ersten Urlaubstag (98, 101, 108). Zusätzlich stellen die physischen und psychischen Belastungen beim Wandern eine ungewohnte Anstrengung für den Körper dar. Zur subjektiven Kontrolle der Belastung beim Wandern kann die Borg 6–20 Skala (166) verwendet werden. Mit der Borg Skala kann das subjektive Belastungsempfinden während des Wanderns regelmäßig abgeschätzt, überprüft und entsprechend angepasst werden. Die Belastung sollte durchschnittlich im moderaten Bereich liegen, das bedeutet auf der Skala der Bereich zwischen 11 (relativ leicht) und 15 (anstrengend). In diesem Bereich ist eine Unterhaltung noch gut möglich. Ab einem Wert von 15 und höher kommt man deutlich mehr ins Schwitzen, eine Unterhaltung wird durch die höhere Atemfrequenz immer schwieriger.

Auslöser für gesundheitliche Komplikationen am Berg kann die andauernde Belastung in einem zu hohen Bereich sein. Eine regelmäßige Kontrolle der eigenen Belastung sollte, vor allem bei ungeübten Wanderern, regelmäßig erfolgen.

Tabelle 7: Borg 6–20 Skala zur subjektiven Einschätzung der Belastung (modifizierte Tabelle nach Borg, 1970 (167))

6	
7	Sehr, sehr leicht
8	
9	Sehr leicht
10	
11	Leicht
12	
13	Etwas schwer
14	
15	Schwer
16	
17	Sehr schwer
18	
19	Sehr, sehr schwer
20	

Eine sportmedizinische Vorsorgeuntersuchung ist generell für inaktive Menschen zu empfehlen, die mit der Ausübung körperlicher Aktivität beginnen. Besonders gilt die Empfehlung für Männer ab 34 Jahren mit vorhandenen Risikofaktoren oder körperlichen Beschwerden. In der Regel dient diese Untersuchung dazu, potentiell existierende Risiken für Herz-Kreislauf-Ereignisse aufzudecken. Darüber hinaus kann der Fitnesszustand ermittelt und entsprechende Trainingsempfehlungen gegeben werden (110, 314). Die Ermittlung des Fitnessgrades kann nach Abklärung mit dem Arzt auch über eine der *Connect2Move* Teststrecken (1 km CTT) erfolgen. Diese bieten die Vorteile einer gewohnten Umgebung in der Natur sowie einer möglicherweise niedrigeren Hemmschwelle. Bei einer spezifischen Trainingsvorbereitung geht es zunächst um eine Verbesserung der allgemeinen Ausdauerleistungsfähigkeit.

Im nächsten Schritt gilt es, auf die Entwicklung einer sportartspezifischen Belastungstoleranz zu achten. Um den konditionellen Anforderungen beim Wandern gerecht zu werden, sollte man sich am ungefähren Richtwert von $25 \text{ mL} \cdot \text{min}^{-1} \cdot \text{kg}^{-1}$ für die maximale Sauerstoffaufnahme orientieren (110).

Zur richtigen Tourenvorbereitung gehören u. a. das genaue Prüfen der Wettervorhersage, um eine Notsituation durch plötzliche Wetterumschwünge, die ein immenses Sicherheitsrisiko darstellen, zu vermeiden. Neben einer richtigen Ausrüstung gehören auch Informationen zur Tourenlänge und zum Schwierigkeitsgrad der Wanderung zur richtigen Vorbereitung. Nicht selten kommt es in den Bergen zu Überlastungen durch eine Fehleinschätzung der eigenen körperlichen Leistung oder Unterschätzung der Tour. Der Deutschen Alpenverein (DAV) hat mit seiner Studie zum Unfallpotenzial beim Bergwandern gezeigt, dass trotz jahrelanger Erfahrung beim Wandern eine Vielzahl an Bergunfällen passieren kann und die Wanderer häufig in Bedrängnisse (siehe Abbildung 37) geraten (315). Die eigene Überforderung und daraus resultierende Überlastung am Berg gehört zu den zehn häufigsten Bedrängnissituationen der DAV-Studie aus dem Jahr 2021. Darüber hinaus spielten die Aspekte Wetter oder fehlende Toureninformationen bzw. Kenntnisse über die Schwierigkeiten oder Länge der Strecke eine Rolle.

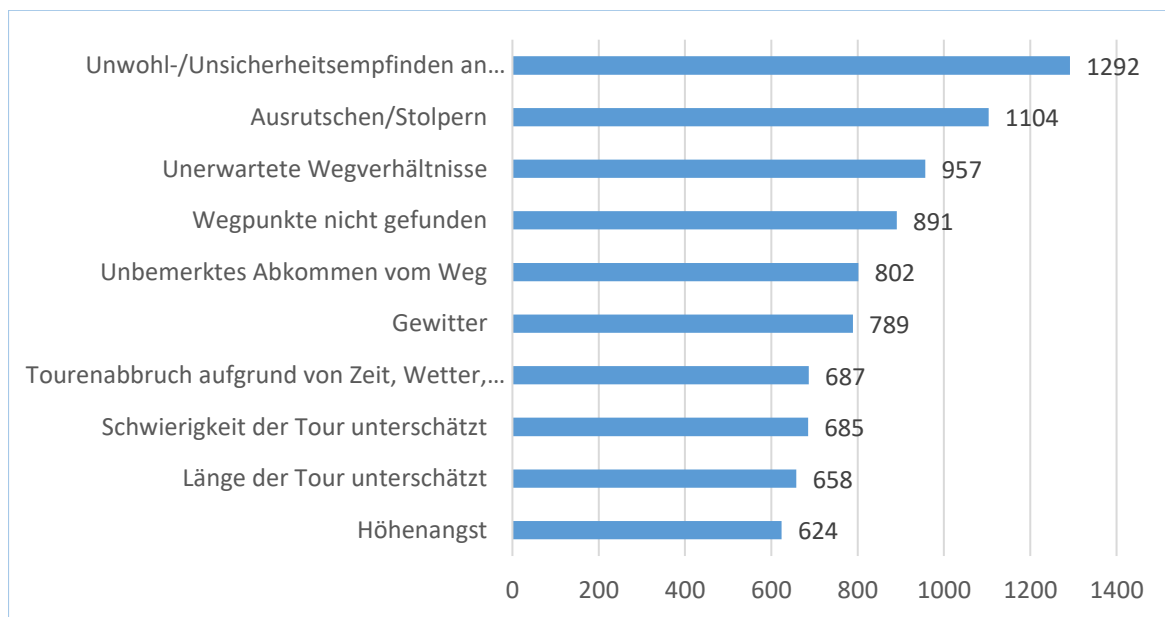


Abbildung 37: Die zehn am häufigsten genannten Bedrängnisse (eigene Darstellung nach Deutscher Alpenverein e.V., 2022 (315))

Präventionscheckliste für Wanderungen in den Bergen:

1. Abklärung vorhandener Risikofaktoren inkl. ärztliche Belastungsuntersuchung (105, 110)
2. 1 km CTT zur Bestimmung der Ausdauerleistungsfähigkeit beim Wandern (260)
3. Individuelles Aufbautraining (105, 110)
4. Richtige Verhaltensweise beim Sport (Berücksichtigung von Pausen, Intensität, Uhrzeit, Temperaturen etc.) (105, 110)

10.9.5 Theorie: *Connect2Move* – Der Mehrwert für jede Region (1 UE)

Das Hauptergebnis der Studie *Connect2Move* ist der innovative 1 km CTT – ein Fitnesstest am Berg – der eine sportwissenschaftliche und digital unterstützte Methode zur selbständigen Messung der eigenen Fitness beim Wandern darstellt. Der 1 km CTT bietet für jede Region einen besonderen gesundheitsförderlichen Mehrwert – sowohl für Einheimische als auch für Touristen. Mit fünf einfachen Kriterien kann der 1 km CTT in jede Region sowie auf bereits vorhandene Wege übertragen werden (260):

1. Streckenlänge: 1000 ± 100 m
2. Mittlere Höhenlage (800–2000 m)
3. Differenz der Höhenmeter: 90–130 m, nach Möglichkeit zu Beginn flacher mit anschließend stetigem Anstieg
4. Sicherer und gut begehbarer Forstweg (Wald- oder Kiesweg)
5. Maximale (lokale) Steigung: 26 %

Im Anschluss an die Theorieschulung findet die Vermittlung der Praxisinhalte statt. Die Schulungen sollten in kurzem zeitlichen Abstand stattfinden. Im Fokus des praktischen Teils der Schulung steht die Durchführung des 1 km CTTs (siehe Kapitel 1 und 2) sowie eine Wanderung auf dem *Connect2Move* Herzweg, der jedoch kein Bestandteil dieses Dissertationsprojektes ist. In Kapitel 7 wurde kurz über das Ziel einer zukünftigen individuellen Belastungssteuerung auf Wanderwegen (Herzwegen) gesprochen. Diese Steuerung soll individuell auf Grundlage des 1 km CTTs erfolgen können. Die wissenschaftliche Ausarbeitung dieses Themas steht zum Zeitpunkt der Erstellung der Dissertation noch aus, weshalb der Fokus in der Praxis auf den ersten Tag der Schulung und damit dem wissenschaftlich validierten 1 km CTT liegt. Die Herzwanderung am zweiten Tag stellt zum aktuellen Zeitpunkt noch eine Option innerhalb der Schulung dar. Die Praxisschulung gliedert sich in insgesamt sieben Themen- und Anforderungsbereiche:

Tag 1

1. Herzfrequenzmessung (1 UE)
2. Der 1 km CTT – Anleitung (1 UE)
3. Der 1 km CTT –Praktische Durchführung (4 UE)
4. Auswertung und Interpretation (2 UE)
5. Lehrprobe (2 UE)

Tag 2 (optional)

6. Herzwanderung (5 UE)
7. Nachbesprechung und Feedback (2 UE)

Die Schulung kann in jeder beliebigen Region mit vorhandenem 1 km CTT durchgeführt werden. Die Voraussetzungen für diese Strecken wurden in Kapitel 10.9.5 definiert sowie in Eisenberger et al. (2022) (260) publiziert. Derzeit befinden sich zwei Teststrecken in den Pilotregionen Aschau i.Ch. (Deutschland) und Werfenweng (Österreich). Der zweite Schulungstag kann optional gestrichen werden, falls eine Region lediglich eine 1 km Teststrecke, jedoch keinen Herzweg zur Verfügung hat. Somit würde die Schulung auf einen Praxistag mit zehn UE verkürzt werden.

Die einzelnen Inhalte der Praxisschulung werden in den folgenden Unterkapiteln näher beschrieben.

10.9.6 Praxis: Herzfrequenzmessung (1 UE)

Zu Beginn werden den Teilnehmern kurz die unterschiedlichen Methoden zur Erfassung der Herzfrequenz beim Wandern vermittelt, da die durchschnittliche Herzfrequenz eine der Variablen darstellt, die bei der Auswertung des 1 km CTTs benötigt wird. Die Messung der Herzfrequenz ist die gängigste Methode zur objektiven Einschätzung der Belastung. Diese kann mittels Elektrokardiogramm, kurz EKG, Brust- bzw. Oberarmgurt oder Smartwatch bzw. Fitnessuhr gemessen werden. Das EKG wird häufig in der klinischen Praxis verwendet, da es u. a. ein gewisses Fachwissen erfordert. Die weiteren Methoden eignen sich hervorragend für den Alltagsgebrauch, da sie sehr benutzerfreundlich sind. Die Genauigkeit von Brust- und Oberarmgurten ist mit dem EKG vergleichbar (316, 317), weshalb diese Art von Messung für die Durchführung des Berg-Fit-Tests empfohlen wird. Optische Sensoren, für eine Messung der Herzfrequenz am Handgelenk, bieten jedoch teilweise eine noch höhere Benutzerfreundlichkeit und weisen bei gesunden Menschen eine überwiegend akzeptable Genauigkeit im Vergleich zum EKG auf (318). Dennoch gibt es auch Studien, die zeigen, dass es deutliche Unterschiede bei der Genauigkeit hinsichtlich unterschiedlicher Modelle in unterschiedlichen Intensitätsbereichen gibt (317, 319, 320). Im Zuge der Schulung sollen die Teilnehmer die verschiedenen Möglichkeiten kennenlernen und ebenso ausprobieren.

10.9.7 Praxis: Der 1 km CTT – Anleitung (1 UE)

Neben der objektiven Belastungsbewertung (Herzfrequenzmessung) werden in der Praxis auch Möglichkeiten zur subjektiven Belastungseinschätzung aufgezeigt. Bewertungsskalen werden in der Sportwissenschaft häufig verwendet. Eine der bekanntesten und zuverlässigsten Skalen ist die Borg Skala (321), die auch im Mittelpunkt der Praxisschulung steht. Mit Hilfe dieser Skala können die Teilnehmer ihre persönlich empfundene Anstrengung während der Durchführung des 1 km CTTs in einem Bereich von 6 (keine Anstrengung) bis 20 (maximale Anstrengung) bewerten, wobei der Zielwert auf der Skala während des Tests bei maximal 15 (anstrengend) liegen soll. Zur besseren Verständlichkeit der Bereiche der Skala wurde diese modifiziert und mit Emojis erweitert (siehe Abbildung 38). Die Borg Skala wird zur Steuerung des 1 km CTTs benötigt und bedarf deshalb einer genauen Erklärung. Die Schulungsteilnehmer müssen die verschiedenen Intensitätsbereiche, die auf der Skala dargestellt sind, verinnerlichen und verstehen. Der leichte Intensitätsbereich (grün) umfasst den Bereich von 6 bis 10. Die Anstrengung ist hierbei kaum spürbar. Im moderaten Intensitätsbereich (gelb) geht die Spannbreite von 11 bis 15. Die Anstrengung ist in diesem Bereich spürbar. Je höher der Wert, desto schwieriger fällt einem das Sprechen während der Belastung. In diesem Bereich befindet man sich während der Durchführung des 1 km CTTs. Die Atmung steigt deutlich an, jedoch ist noch keine maximale Anstrengung erreicht. Diese maximale Intensität findet sich im intensiven Bereich (rot) der Skala von 16 bis 20 wieder. Diese Intensitätsstufe sollte bei der Testdurchführung unbedingt vermieden werden.

Den Schulungsteilnehmern wird die korrekte Durchführung des 1 km CTTs vermittelt, in dem sie eine standardisierte Anleitung erhalten:

„Gehe langsam los, steigere dich nach 200 m zu einer optimalen Gehgeschwindigkeit und gehe zügig ins Ziel! Deine subjektiv empfundene Anstrengung befindet sich auf der Borg Skala zwischen 11 (relativ leicht) zu Beginn und maximal 15 (anstrengend) während des gesamten 1 km CTTs. Achte in den sehr steilen Teilabschnitten des Weges darauf, dass du dich in einem submaximalen Anstrengungsbereich (Borg 11–15) befindest. Der 1 km CTT wird nur im Gehen und ohne maximale Belastung durchgeführt.“




Connect2Move – Borg Skala				Prozente der maximalen Beanspruchung
6		Leicht		20
7	Sehr, sehr leicht			30
8				40
9	Sehr leicht			50
10				55
11	Relativ leicht	Moderat		60
12				65
13	Etwas anstrengend			70
14				75
15	Anstrengend			80
16		Intensiv		85
17	Sehr anstrengend			90
18				95
19	Sehr, sehr anstrengend			100
20				

Abbildung 38: *Connect2Move* Borg Skala inklusive der anteiligen, maximalen Beanspruchung (modifizierte Darstellung nach Borg, 1970 (167))

10.9.8 Praxis: Der 1 km CTT – Praktische Durchführung (4 UE)

Der 1 km CTT wird unter Realbedingungen durchgeführt. Die Teilnehmer tragen mindestens ein Gerät zur Herzfrequenzmessung, beispielsweise einen Brust- oder Oberarmgurt. Im Idealfall zeichnet dieses Gerät gleichzeitig auch die Testdauer auf, z. B. Brustgurt gekoppelt mit Smartwatch. Die Teilnehmer bestreiten die Teststrecke individuell, um den Test mit einer selbstgewählten Geschwindigkeit – passend zur jeweiligen subjektiven Einschätzung (maximal Borg 15) – bestreiten zu können. Die praktische Durchführung des 1 km CTTs über die Länge von 1 km bedarf in etwa vier UE.

10.9.9 Praxis: Auswertung und Interpretation (2 UE)

Neben didaktischen Hinweisen zur Steuerung einer Gruppe auf den 1 km CTTwegen lernen die Teilnehmer auch die Auswertung, Interpretation sowie kritische Bewertung der Testergebnisse kennen. Dies ermöglicht zukünftig eine eigenständige Durchführung und Auswertung der Teststrecken sowie Einordnung der Ergebnisse. Die praktische Schulung soll die Teilnehmer befähigen, sportwissenschaftliches Grundwissen sowie Gesundheitskompetenz an die eigene Zielgruppe vermitteln zu können. Ziel ist es, Personen mit individuellen Trainingshinweisen zu motivieren und in ihrer Leistung verbessern zu können.

Die Schulungsteilnehmer lernen, welche Schritte für die Auswertung des 1 km CTTs notwendig sind. Nach erfolgreicher Durchführung des 1 km CTTs müssen folgende Variablen bekannt sein:

- Geschlecht
- Alter
- Gewicht
- Raucher (ja/nein/ehemalig)
- Durchschnittliche Herzfrequenz während des 1 km CTTs
- Dauer des 1 km CTTs
- Differenz der Höhenmeter

Die durchschnittliche Herzfrequenz sowie die Dauer des 1 km CTTs können der Aufzeichnung (z. B. Smartwatch) entnommen werden. Die Differenz der Höhenmeter ist für die beiden Pilotregionen Aschau i.Ch. und Werfenweng bereits bekannt. Bei neuen Teststrecken sollte diese Angabe von den Verantwortlichen der jeweiligen Region zur Verfügung gestellt werden, um die Auswertung zu standardisieren und erleichtern.

Die Variablen werden im Anschluss in das Auswertungstool auf der *Connect2Move* Webseite unter www.connect2move-wandern.eu eingegeben (siehe Abbildung 31). Das Ergebnis der individuellen Ausdauerleistungsfähigkeit beim Wandern wird in drei Kategorien eingeteilt (siehe Tabelle 9). Die Einordnung der Kategorien basiert auf den Richtlinien des American College of Sports Medicine, 2018 (170) (siehe Tabelle 6).

Tabelle 8: Kategorien zur Einordnung der Ausdauerleistungsfähigkeit beim Wandern (eigene Darstellung)

Kategorie	Erläuterung
Grün	Fit wie ein Wanderschuh – eine starke Leistung!
Gelb	Eine akzeptable Leistung! Gut gemacht – bleiben Sie am Ball!
Rot	Eine ausbaufähige Leistung! Kopf hoch & weiter in Bewegung bleiben!

10.9.10 Praxis: Lehrprobe (2 UE)

Um das erlernte Wissen direkt in die Praxis umsetzen zu können, erfolgt im Laufe der Praxisschulung eine kurze Lehrprobe mit den Teilnehmern. Hierzu erhält jeder eine kurze Aufgabe, die an einer der beiden Praxistage geprüft wird. Diese Lehrproben sollen die Teilnehmer optimal auf eine selbstständige und erfolgreiche Umsetzung mit einer eigenen Zielgruppe vorbereiten. Dabei geht es primär um die korrekte Anleitung, Durchführung und Auswertung des 1 km CTTs als zentralen Baustein der Schulung.

10.9.11 Praxis: Die Herzwanderung (5 UE)

Die Herzwanderung stellt, je nach Anforderungen und Zielstellungen der Teilnehmer, einen optionalen Teil der Schulung dar. Durch das Ergebnis des 1 km CTTs sollen zukünftig digitale Vorhersagen über die individuelle Belastung der Personen auf unterschiedlichen Teilabschnitten von Wanderwegen (Herzwegen) getroffen werden. Die Belastungssteuerung auf den Herzwegen erfolgt individuell auf Grundlage des 1 km CTTs (siehe Kapitel 7). Es befindet sich derzeit jeweils ein Herzweg in den beiden Pilotregionen Aschau i.Ch. und Werfenweng. Die persönliche, an das Individuum angepasste Steuerung über den Herzweg ist Teil des zweiten Schulungstages. Aufgrund der Länge der Wege (ca. 8 km) und der damit verbundenen Dauer der Herzwanderung werden hier 5 UE berechnet.

10.9.12 Praxis: Nachbesprechung und Feedback (2 UE)

Die finale Nachbesprechung beinhaltet eine Zusammenfassung aller Themen und legt den Fokus auf die wichtigsten Inhalte der Schulung. Hierbei können die Schulungsteilnehmer offene Fragen klären und Feedback zur Schulung geben. In einer gemeinsamen Diskussion sollen mögliche Hürden oder Stolpersteine in der Umsetzung besprochen und Lösungsmöglichkeiten gefunden werden. Es wird außerdem eruiert, ob und welche weiteren Bausteine für die Teilnehmer erforderlich sind, um das erlernte Wissen erfolgreich umsetzen zu können. Die ersten Schulungstermine wurden im Jahr 2021 mit insgesamt 15 Teilnehmern sowohl in Deutschland als auch in Österreich durchgeführt.

Aufgrund der Covid-19 Pandemie fanden die theoretischen Schulungen am 14.07.2021 und 06.09.2021 online und die Praxisschulungen am 06.08.2021 und 10.09.2021 in Aschau i.Ch. sowie am 07.09.2021 in Werfenweng statt. Die Voraussetzungen für ein *Connect2Move* „Wander-Buddy“ Zertifikat wurden von insgesamt sechs deutschen Teilnehmern aus unterschiedlichen bayerischen Sportfachverbänden erfüllt. Nach erfolgreicher Teilnahme an der Schulung zum *Connect2Move* „Wander-Buddy“ verfügen die Teilnehmer über ein grundlegendes theoretisches Wissen. Die Themen umfassen kardiovaskuläre Erkrankungen, körperliche Aktivität, Wandersport, Risiken am Berg sowie Gesundheitsförderung und Prävention im Rahmen des 1 km CTTs. Darüber hinaus haben sie sich praktische Fähigkeiten in den Bereichen Herzfrequenzmessung, subjektive Belastungseinschätzung sowie in großem Umfang alle Details zum 1 km CTT erarbeitet. Die Teilnehmer verfügen über eine ausreichende Motivation, das umfassende Wissen sowie die Kompetenz, grundlegende Gesundheitsinformationen (d.h. die Möglichkeit, seine Fitness beim Wandern durch den 1 km CTT zu testen) zu finden, den Test zu verstehen, ihn (kritisch) zu bewerten und im Anschluss auch anzuwenden. Im Anschluss können Entscheidungen in Bezug auf die Krankheitsprävention sowie Gesundheitsförderung getroffen werden. Hierbei kann es sich einerseits um die eigene Gesundheit handeln, andererseits aber auch um die der Kunden, Patienten, Sportler, Bürger etc. Die „Wander-Buddies“ sind in der Lage, ihr theoretisch erworbenes Wissen in der Praxis, sprich insbesondere bei der Durchführung des 1 km CTTs, anzuwenden. Die in der Praxis erworbenen Kompetenzen befähigen den „Wander-Buddy“ dazu, den 1 km CTT selbstständig zu planen, durchzuführen, auszuwerten und zu interpretieren. Der *Connect2Move* „Wander-Buddy“ kann eine im 1 km CTT erbrachte Leistung grundlegend sportwissenschaftlich analysieren und bewerten.

Abschließend werden die Inhalte der Schulung nochmals übersichtlich in Tabelle 10 dargestellt.

Tabelle 9: Übersicht zu den Themenfeldern der Schulung zum *Connect2Move* „Wander-Buddy“ (eigene Darstellung)

Theorie (5 UE)	Praxis (17 UE)
Hintergründe zu kardiovaskulären Erkrankungen	Herzfrequenzmessung
Körperliche Aktivität	Der 1 km CTT – Anleitung
Das Wandern	Der 1 km CTT – Praktische Durchführung
Risiken am Berg	Auswertung und Interpretation
<i>Connect2Move</i> – der Mehrwert für jede Region	Lehrprobe
	<i>Optional:</i> Herzwanderung
	<i>Optional:</i> Nachbesprechung und Feedback