



WELLNESS WIRKT.

Medizinische Evidenz von alpinen Bewegungsangeboten

Kontakt:

Univ.-Doz. Dr. Arnulf Josef Hartl

AutorInnenteam des Instituts für Ökomedizin/ Ecomedicine:

Michael Bischof, Johanna Freidl, Nathalie Gerner, Arnulf Josef Hartl, Christina Pichler, Renate Weisböck-Erdheim

Paracelsus Medizinische Privatuniversität Salzburg - Privatstiftung

Strubergasse 22, 5020 Salzburg

Tel.: +43 662 2420-80530

E-Mail: arnulf.hartl@pmu.ac.at



Inhaltsverzeichnis

1	Leistungsbeschreibung und Methodik.....	3
1.1	Hintergrund der Leistung.....	3
1.2	Methodische Vorgehensweise.....	4
2	Executive Summary.....	7
3	Bewegungsangebote Sommer	10
3.1	Wandern	10
3.1.1	Definition	10
3.1.2	Methodik	11
3.1.3	Gesundheitseffekte	11
3.2	Mountainbike.....	19
3.2.1	Methodik	19
3.2.2	Gesundheitseffekte	20
3.3	Genussradfahren und E-Bike	25
3.3.1	Definition	25
3.3.2	Methodik	25
3.4	Genussklettern und Klettersteige	32
3.4.1	Definition	32
3.4.2	Methodik	32
3.4.3	Gesundheitseffekte	33
4	Bewegungsangebote Winter.....	39
4.1	Langlaufen.....	39
4.1.1	Definition	39
4.1.2	Methodik	39
4.1.3	Gesundheitseffekte	40
4.2	Alpines Skifahren.....	44
4.2.1	Definition	44
4.2.2	Methodik	44
4.2.3	Gesundheitseffekte	45
4.3	Winterwandern.....	51
4.3.1	Definition	51
4.3.2	Methodik	51
4.3.3	Gesundheitseffekte	52
5	Barrierefreie gesundheitsfördernde Sportarten im Sommer und Winter	55
5.1	Definition	55
5.2	Methodik	55
5.3	Gesundheitseffekte	56
6	Abkürzungsverzeichnis	62
7	Abbildungsverzeichnis.....	63
8	Literatur.....	64



1 Leistungsbeschreibung und Methodik

1.1 Hintergrund der Leistung

Die Standortagentur Tirol hat den gesetzlichen Auftrag, den Wirtschafts- und Wissenschaftsstandort Tirol nachhaltig zu stärken, um dadurch bestehende Arbeitsplätze zu sichern und neue zu schaffen. Im Kern ihrer Tätigkeit steht die Unterstützung von Unternehmen, welche am Standort Tirol Nutzen stiften.

Gesundheit ist ein Megatrend, der verknüpft mit einem Urlaubserlebnis, die positive Wirkung noch vervielfacht. Der Tourismus seinerseits ist durch verschiedenste Entwicklungen (Gästebedürfnisse, Mobilität, Klimawandel) gefordert, neue Angebote zu entwickeln. Im Rahmen des Pilotprojektes WinHealth (Interreg) wurden exemplarisch touristische Regionen mit dem Thema Gesundheit aufgeladen und buchbare Produkte entwickelt. Diese Erfahrungswerte sollen nun auf Tirol ausgerollt und interessierte Regionen auf dem Weg zur Gesundheitsregion begleitet werden. Das Projekt ist in zwei Phasen aufgeteilt:

In **Phase 1** des Projektes werden die erlernten notwendigen Schritte zur Positionierung von Gesundheit als Standortthema in einem Workbook verallgemeinert und aufgearbeitet (inkl. Notizmöglichkeiten) und in Folge in zielgruppenspezifischen Informationsveranstaltungen landesweit Interessierten vermittelt. In diesem Workbook werden neben den notwendigen Schritten wie Ressourcenmining und Zielgruppenanalysen, auch Möglichkeiten der Positionierungsthemen aufgeführt, die bereits erforscht sind wie Skitourengehen oder therapeutisches Klettern. Zusätzlich gibt es eine Auflistung von Netzwerkpartnern aus der Privatwirtschaft und dem wissenschaftlichen Umfeld.

In **Phase 2** werden die Regionen, die das Thema Gesundheit als standortrelevanten Wettbewerbsfaktor nutzen wollen, begleitet, vernetzt und unterstützt.



1.2 Methodische Vorgehensweise

Der vorliegende Bericht stellt die aktuelle medizinisch-wissenschaftliche Evidenz in Bezug auf die gesundheitsfördernde Wirkung von acht spezifischen Bewegungsarten dar. Bei der Erstellung des Berichts wurde folgende Herangehensweise gewählt:

Re-Briefings-Workshops

In zwei Online-Workshops mit der Auftraggeberin SAT am 18.03.2020 sowie am 06.04.2020 wurden eine Auswahl der zu untersuchenden Bewegungsarten getroffen und der Detaillierungsgrad festgelegt. Dabei wurden folgende Bewegungsarten definiert:

1. Wandern
2. Mountainbiken
3. Genussradfahren und E-Bike
4. Genussklettern und Klettersteige
5. Alpines Skifahren
6. Langlaufen
7. Winterwandern
8. Barrierefreie gesundheitsfördernde Angebote im Sommer und Winter

Für jede der beschriebenen Bewegungsart erfolgten anschließend folgende Schritte:

Literaturrecherche, -bewertung und Literaturdatenbankerstellung

Unter Festlegung von definierten Keywords und weiteren Suchkriterien erfolgte eine strukturierte Literaturrecherche in medizinischen Fachdatenbanken. Anschließend erfolgte eine Beurteilung der Suchergebnisse nach Relevanz und wissenschaftlicher Qualität, der sich eine Selektion der Suchergebnisse anhand von definierten Ein- und Ausschlusskriterien anschloss. Die verbleibenden Artikel wurden in einer digitalen Literaturdatenbank erfasst.

Medizinisch-wissenschaftliche Analyse und Synthese



Die Ergebnisse der Literaturrecherche wurden in diesem Schritt qualitativ bewertet und in Textform zusammenfassend aufbereitet. Pro Bewegungsart wurde der derzeitige Stand der Wissenschaft zur gesundheitlichen Wirkung zusammengefasst und Forschungslücken aufgezeigt.



Peer-Review

Anschließend erfolgte ein Peer-Review innerhalb des Instituts für Ökomedizin/ Ecomedicine zur Sicherstellung der Einhaltung der Good Scientific Practice (GSP).

Die Auftraggeberin SAT erhielt das erste Kapitel „Langlaufen“ nach Fertigstellung als Probekapitel, das nach positiver Rückmeldung als Prototyp für die weiteren Kapitel hinsichtlich Umfang, Stil und Detaillierungsgrad für die weiteren Bewegungsarten verwendet wurde.

Zusätzlich zum vorliegenden Bericht wird die Literaturdatenbank im RIS-Format an die Auftraggeberin SAT übergeben.



2 Executive Summary

Im vorliegenden Bericht werden die acht verschiedenen Bewegungsarten Wandern, Mountainbiken, Genussradfahren und E-Bike, Genussklettern und Klettersteige, Alpines Skifahren, Langlaufen, Winterwandern sowie barrierefreie gesundheitsfördernde Angebote hinsichtlich ihrer gesundheitsfördernden Effekte medizinisch-wissenschaftlich analysiert. Die Ergebnisse bilden die wissenschaftliche Basis für die Entwicklung spezifischer gesundheitstouristischer Angebote in alpinen Regionen.

Grundsätzlich ist Bewegung diejenige Maßnahme, die hinsichtlich Gesundheitsförderung und -erhaltung die stärkste Nutzenevidenz in jeder Altersgruppe zeigt. Bewegung wirkt direkt auf die physische Gesundheit des Menschen, wie z.B. auf den Erhalt und Aufbau von Kraft, Ausdauer und Gleichgewicht, als auch indirekt über ihre positiven Auswirkungen auf u.a. Schlaf, Psyche und kognitive Leistungsfähigkeit. Je nach spezifischer Bewegungsart werden unterschiedliche Körpersysteme und -funktionen stärker gefordert sowie unterschiedliche kognitive und mentale Reize gesetzt, wie in den einzelnen Kapiteln dargelegt wird.

Bei den charakterisierten Bewegungsarten handelt es sich durchgehend um Aktivitäten, die in freier Natur ausgeübt werden. Diese Kombination aus körperlicher Aktivität und Naturerleben („Green Exercise“ im Sommer bzw. „White Exercise“ im Winter) wirkt synergistisch auf die physische und psychische Gesundheit des Menschen, d.h. die gesundheitsfördernden Effekte der Bewegung verstärken sich durch ihre Ausübung in freier Natur. So wird bspw. Stress bei Bewegung in natürlicher Umgebung stärker reduziert und schützt langfristig effektiver vor psychischen Erkrankungen als Bewegung in der Stadt oder im Indoor-Bereich. Zudem wird die körperliche Aktivität in freier Natur subjektiv als weniger anstrengend empfunden, während die mentale Erschöpfung und das Stresslevel sinken. Körperliche Aktivität in der Natur wirkt darüber hinaus stimmungsaufhellend, steigert das Selbstbewusstsein und der persönliche Gesundheitszustand wird subjektiv höher eingeschätzt. Außerdem werden Aufmerksamkeit und



P

PARACELSUS

MEDIZINISCHE PRIVATUNIVERSITÄT

INSTITUT FÜR ÖKOMEDIZIN/ ECOMEDICINE

Konzentrationsfähigkeit erhöht (Bowler et al., 2010; Craig et al., 2016; Gladwell et al., 2013; Grafetstätter et al., 2017; Niedermeier, Einwanger, et al., 2017; Niedermeier, Grafetstätter, et al., 2017).

Gerade im Alpenraum entfaltet dieses synergistische gesundheitsfördernde Potential durch die spezifischen Umweltbedingungen sowohl im Sommer als auch im Winter seine Wirkung. So ist etwa die Feinstaubbelastung in alpinen Regionen wesentlich geringer. Im Vergleich zu urbanen und tieferen Beckenregionen nimmt die Luftverschmutzung ab etwa 1.000 m Seehöhe massiv ab. In manchen Alpentälern liegt die Feinstaubbelastung sogar am unteren Rand der Nachweisbarkeit ($PM_{10} < 10 \mu g/m^3$). Besonders im Winter ist diese Luftreinheit von höhergelegenen alpinen Regionen mess- und spürbar. Während sich in den urbanen und tieferen Regionen die Feinstaubbelastung durch die Inversionswetterlage im Winter noch verstärkt, sind höhergelegene alpine Regionen von klarer und sauberer Luft gekennzeichnet. Durch diese Luftreinheit werden die Atemwege entlastet und die kürzere Blühsaison im Frühjahr sorgt zusätzlich für eine verminderte Pollenbelastung. Die erhöhte Sonnen- und UV-Strahlung beeinflussen die Vitamin D₃-Synthese und damit den Knochenstoffwechsel positiv. Die Kombination aus niedrigerer Temperatur und Luftfeuchtigkeit ermöglicht körperliche Aktivität bei vergleichsweise geringer Thermoregulation durch Schwitzen. Die vermehrte Produktion von roten Blutkörperchen resultiert in einer gesteigerten Sauerstoff-Transportkapazität und führt damit zu einer kardio-pulmonalen Leistungssteigerung bei verminderter Herzfrequenz. Durch das 3-D-Terrain wird zusätzlich das Gleichgewicht auf unebenem Grund trainiert (Hartl et al., 2010, 2016; Pichler & Hartl, 2017).

Im Hinblick auf eine gesundheitstouristische Produktentwicklung bieten alpine Regionen damit nicht nur die Möglichkeit, eine Vielfalt an präventiv und therapeutisch wirksamen Bewegungsarten auszuüben, sondern sie auch in einer gesundheitsfördernden Umgebung zu praktizieren. Die unterschiedlichen regionalen Voraussetzungen in Bezug auf Höhenlage, Terrain, Verfügbarkeit von Wasser



etc. bergen dabei die Chance für Destinationen, ein starkes touristisches Profilierungsmerkmal zu entwickeln.



3 Bewegungsangebote Sommer

3.1 Wandern

3.1.1 Definition

Die zweibeinige Fortbewegung ist bei uns Menschen perfektioniert – und der basalste und wichtigste Ausdruck von Mobilität über unsere ganze Lebensspanne: Beginnend von den ersten Schritten eines Kleinkindes über das Bergsteigen bis hin zur Fähigkeit auf eigenen Beinen einen Raum zu durchqueren bei unseren Ältesten. Die Fähigkeit unsere Lebenswelt zu begehen und zu erwandern ist ausschlaggebend für den Erhalt unserer Selbstständigkeit und unabhängigen Bewegungsfähigkeit. Die Gehgeschwindigkeit auf kurze Distanzen, wie sie in medizinischen Gehtests gemessen wird, ist ein Maß für das Risiko von körperlicher Beeinträchtigung, gefährlichen Stürzen, geistigem Verfall, Pflegebedürftigkeit und Tod. Wandern ist nicht nur in unserem Land die bevorzugte Art der Bewegung; Wandern benötigt kein spezielles Talent oder aufwendige Ausrüstung, ist kostengünstig, einfach durchführbar und daher eine ausgesprochen praktische Form, die Gesundheit zu fördern und zu erhalten.

Körperliche Aktivität ist ein „Allheilmittel“ für eine ganze Reihe von Erkrankungen und kann die Lebenserwartung erhöhen (Ding et al., 2016; Ekelund et al., 2016). Dennoch weisen mehr als 70 % der europäischen Bevölkerung einen bewegungsarmen Lebensstil und zu geringe gesundheitsfördernde Aktivitätsraten auf (Sjostrom et al., 2006). Daher konzentriert sich ein großer Teil der Literatur auf die Mechanismen, die hinter der Erhöhung der Rate körperlich aktiver Menschen stehen (Tuso, 2015). Bergwandern, also das Wandern in Berggebieten mit Höhenunterschieden, ist eine spezielle Form der körperlichen Aktivität, die sich durch eine mittlere Dauer von zwei- bis drei Stunden kennzeichnet. **Bergwandern ist daher eine länger anhaltende körperliche Aktivitätsintervention mit moderater Intensität, der somit ein besonderer Gesundheitsnutzen zukommt (Gatterer et al., 2015).**



3.1.2 Methodik

Für die Analyse gesundheitsförderlicher Effekte von Bergwandern wurde eine Literaturrecherche in der biomedizinischen Datenbank Pubmed vorgenommen. Anhand von definierten Suchschlüsseln und Auswahlkriterien wurden 14 Artikel zur Beurteilung der gesundheitlichen Effekte des Bergwanderns herangezogen (vgl. Abbildung 1).

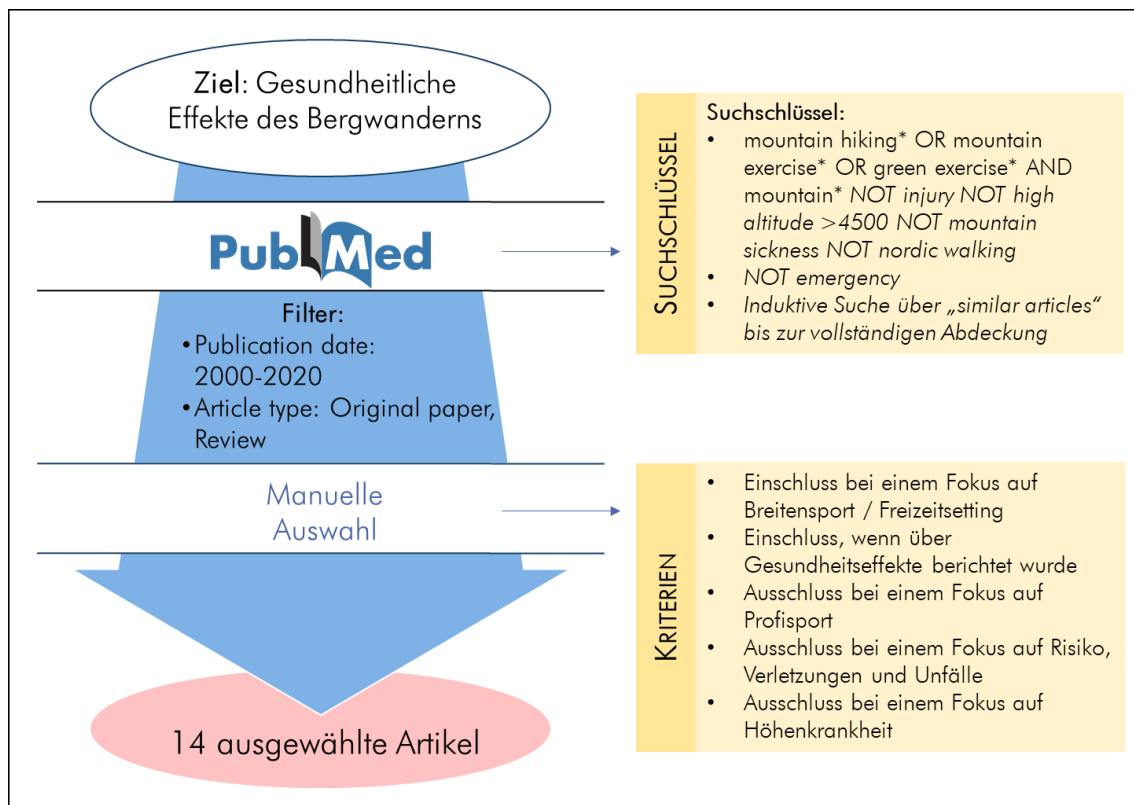


Abbildung 1: Bewegungsart Wandern - Methodische Vorgehensweise

3.1.3 Gesundheitseffekte

Stressreduktion und Wohlbefinden: Bergwandern vs. Fitness-Studio

Stress und unzureichende Erholung von Stress erhöhen die allostatische Belastung, die als "Verschleiß auf Körper und Gehirn infolge chronischer Überaktivität oder Inaktivität physiologischer Systeme, die normalerweise an der Anpassung beteiligt sind," definiert wird (B. S. McEwen, 1998). Dies hat langfristige Auswirkungen auf die Gesundheit und gilt als Risikofaktor für Lebensstilerkrankungen wie Herz-Kreislauf-Erkrankungen, Diabetes und psychische Störungen (Bruce S.



McEwen, 2017). Daher werden Maßnahmen zur Verringerung von Stress und Maßnahmen zur Unterstützung der Erholung von Stress dringend benötigt. Niedermeier et al. konnten in einer randomisierten Cross-Over Studie zeigen, dass das Stresshormon Cortisol durch drei Stunden Bergwandern mit 600 hm Höhendifferenz stärker reduziert werden kann als durch Entspannung an einem ruhigen Ort (Lesen am Computer und in Büchern im Innenraum) (Niedermeier, Grafetstätter, et al., 2017).

Bergwandern ist eine anstrengende und damit sehr gesundheitsfördernde Sportart, die vergleichbarem Indoor-Training physiologisch und psychologisch überlegen ist: Dieselbe Forschungsgruppe aus Salzburg und Innsbruck konnte zeigen, dass Bergwandern (3 h, 600 hm) objektiv anstrengender ist als vergleichbare Bewegung im Fitness-Studio (Bergaufgehen am Indoor-Laufband). Obwohl die Höhenzuwächse bei den Indoor- und Outdoor-Wanderungen vergleichbar waren, waren die Herzfrequenzen der Menschen während der Bergwanderung höher gestiegen. Interessanterweise berichteten aber fast alle Teilnehmer, dass sich das Outdoor-Bergwandern für sie weniger anstrengend angefühlt hätten als ihre Zeit auf dem Laufband. Auch die Stimmungswerte waren nach der Outdoor-Wanderung signifikant höher als beim Laufband-Training, was darauf hindeutet, dass die TeilnehmerInnen das Bergwandern mehr genossen haben als die Bewegung im Fitnessstudio. Die Menschen fühlten sich aktivierter, waren begeisterter, ruhiger und fühlten sich weniger erschöpft und angsterfüllt als nach Sport im Fitnessstudio. Hervorzuheben gilt es allerdings auch, dass die TeilnehmerInnen beider Bewegungsformate - Outdoor- und Indoor-Wandern - nach dem Training deutlich entspannter waren als durch vermeintliche Entspannung an einem ruhigen Ort (Lesen am Computer und in Büchern im Innenraum, Plaudern) (Niedermeier, Einwanger, et al., 2017).

Bergwandern und mentale Gesundheitsprobleme

2010 wurden in Europa allein für die Behandlung von Angststörungen acht Mrd. Euro aufgewendet, in Österreich schlagen die Kosten für psychische



Erkrankungen, sowohl in direkter als auch indirekter Form mit einem Anteil von 3,6 Prozent des Bruttoinlandsproduktes zu Buche. In einer rezenten Querschnittstudie unter 1.536 TeilnehmerInnen konnte gezeigt werden, dass BergsportlerInnen weniger mentale Gesundheitsprobleme haben als der Durchschnitt der Bevölkerung (14 % vs. 38 %). Dabei ist hervorzuheben, dass ein Mehr an Bewegung mit weniger psychischen Störungen einhergeht und dass positive Emotionen (positive affective valence) - eben solche, die das Bergwandern stärker als Indoor-Training hervorrufen kann (PLOS) - auch mit geringeren mentalen Gesundheitsproblemen einhergehen. Wer regelmäßig und intensiv bergsteigen geht, dürfte seltener psychisch erkranken und leidet signifikant seltener unter mentalen Gesundheitsproblemen als der Durchschnitt der Bevölkerung (Niedermeier, Hartl, et al., 2017).

Sturm et al. konnten sogar zeigen, dass regelmäßiges Bergwandern für PatientInnen mit hohem Suizidrisiko, ein wirksames Mittel zur Verringerung von Hoffnungslosigkeit, Depressionen und Selbstmordgedanken bietet. Bergwandern kann somit eine effektive Add-on-Therapie mit signifikanter Wirkung in Verbindung mit psychotherapeutischer und psychopharmakologischer Behandlung sein (Sturm et al., 2012).

Effekte auf ältere Menschen

In den Alpen zählt Bergwandern bei älteren Menschen zu den beliebtesten Aktivitäten. Aufgrund der länger andauernden körperlichen Aktivität mit moderater Intensität werden dem Wandern positive gesundheitliche Effekte für die Altersgruppe der Best Ager zugeschrieben.

Zwei Studien haben sich ganz gezielt mit den Auswirkungen des Bergwanderns bei älteren Menschen beschäftigt:

Gatterer et al. konnten zeigen, dass sich einmal wöchentliches Bergwandern (nur am Wochenende, mindestens 500 hm) über einen Zeitraum von neun Monaten nicht positiv auf das kardiovaskuläre Risikoprofil von älteren Menschen auswirkt. Gemessen wurde Blutdruck, Ruhepuls, Hämoglobinspiegel und die Blutfette HDL



und LDL, die alle durch die Intervention unverändert blieben. Einzig die TeilnehmerInnen mit Bluthochdruck konnten von der Intervention im Trend profitieren. Eine Dosis von 1x pro Woche Bergwandern ist daher zu wenig, um selbst nach neun Monaten Durchführung von dieser Intervention in der Altersgruppe der über 65-Jährigen zu profitieren (Gatterer et al., 2015).

Ganz im Gegensatz dazu wirkt sich bereits ein einwöchiger aktiver Bergurlaub in Kombination mit täglich 20minütigen Heilbädern positiv auf Personen zwischen 65-85 Jahren aus, die bereits an altersspezifischen Erkrankungen wie Osteoporose, Bluthochdruck oder Typ II Diabetes leiden. In der Jungbrunnen-BERG-Studie (Balneotherapy and Exercise for the Rejuvenization of a Geriatric Population) konnte gezeigt werden, dass bereits ein einwöchiger Bade-Wanderurlaub (300-600 hm pro Tag) im Vergleich zu einem allgemeintouristischen Sightseeing Urlaub Gleichgewicht- und Stabilität, die Lebensqualität sowie die Reaktivität des Immunsystems verbessert. Das Immunsystem verjüngt sich messbar und alte, schlecht reaktive Immunzellen machen jüngeren Immunzellen Platz (Prosegger, Huber, Grafetstätter, Pichler, Weisböck-Erdheim, et al., 2019).

Auch zur Prävention von Osteoporose wirkt Wandern effektiv: Die WHO schätzt, dass täglich 1.700 Knochenbrüche auf Osteoporose zurückzuführen sind und durch die immer älter werdende Gesellschaft in Kombination mit urbanen Lebensstilen der Trend zu Osteoporose sogar noch steigen wird. In einer Studie von Winklmayr et al. konnte gezeigt werden, dass sich bei Menschen mit Osteoporose-Risiko ein 6+3 Tage Wanderurlaub in Kombination mit täglichen 20minütigen Wannenbädern nachhaltig positiv (240 Tage) auf den Knochenstoffwechsel auswirkt. Wandern ist gut für die Knochen, beugt Osteoporose bedingten Beschwerden vor, steigert in der untersuchten Altersgruppe der 50-65 Jährigen auch nachhaltig die gesundheitsbezogene Lebensqualität und reduziert Schmerzen (Winklmayr et al., 2015).

Bergwandern und chronischer Rückenschmerz

Unter chronischem Rückenschmerz (chronic low back pain, CLBP) leiden 2 Mio. ÖsterreicherInnen. Damit ist CLBP neben Infekten der häufigste Grund, um einen



Arzt/eine Ärztin aufzusuchen. Die Lebenszeitprävalenz beträgt im Westen 84 % und es ist auch eine steigende Prävalenz von Kreuzschmerzen bei Kindern und Jugendlichen zu verzeichnen. Die Rückfallquote beträgt 44 % bis 78 % nach anfänglicher Verbesserung und die jährlichen Kosten belaufen sich in Österreich auf 6 Mrd. Euro (Huber et al., 2019).

Hauptursachen sind Bewegungsarmut, Adipositas, Stress und Fehlhaltungen, aber auch abnutzungsbedingte Veränderungen im Alter und entzündliche Prozesse. Rückenschmerz ist ein Zusammenspiel biologischer, psychologischer und sozialer Faktoren und eine alleinige medikamentöse Intervention ist schwierig. In einer randomisierten, kontrollierten klinischen Studie in Grins bei Landeck wurde der Einfluss von einer Woche Bergwandern +/- Balneotherapie (20min nach der Wanderung im Albenbad in Grins) im Vergleich zu einer Nicht-Urlaubs Kontrollgruppe untersucht. Im Vergleich zur Kontrollgruppe verbessert Bergwandern in Kombination mit dem Albenbad bei PatientInnen mit Kreuzschmerzen 4 Monate nachhaltig orthopädische Parameter, gesundheitsbezogene Lebensqualität und psychisches Wohlbefinden. Zudem war eine nachhaltige Verringerung des Schmerzes durch diese einfache Intervention aus einer Woche Bergwandern und Albenbad (Wannenbad im Heil- und Thermalwasser) zu verzeichnen (Huber et al., 2019).



Bergwandern, Herz-Lungenfitness und metabolisches Syndrom

Die AMAS Höhenstudien zählen zu den maßgeblichen Arbeiten in Bezug auf die Gesundheitseffekte des Bergwanderns. Sie konnten an TeilnehmerInnen im Alter von 39 bis 65 Jahren den Effekt einer dreiwöchigen Bergwander-Intervention auf das metabolische Syndrom zeigen. Das metabolische Syndrom ist eine zivilisationsbedingte Kombination aus Übergewicht, Bluthochdruck und erhöhten Zucker- und Fettwerten im Blut. Das dreiwöchige Bergwandern verbessert Blutdruck- und Pulsverhalten so effektiv, dass sogar blutdrucksenkende Mittel verringert und sogar zum Teil abgesetzt werden konnten. Das Körpergewicht nahm signifikant ab und die vitalisierenden roten Blutkörperchen zu. Darüber hinaus kam es zur Verbesserung der Lebensqualität und auch die Schlafqualität wurde vom alpinen Höhengaufenthalt positiv beeinflusst (W. Schobersberger et al., 2003, 2005, 2010).

Eine weitere Studie zur Nachhaltigkeit eines einwöchigen Wander-Aktivurlaubs konnte zeigen, dass Bergwandern in Kombination mit +/- gesundheitspsychologischem Coaching die Herz- Lungenfitness und die gesundheitsbezogene Lebensqualität von Menschen mit sedentärem Lebensstil im Vergleich zu einer Nicht-Urlaubs-Kontrollgruppe verbessert. Die Gruppe, die zusätzlich zu den täglichen Bergwanderungen (400-900hm) 3x 1h Coaching erhielt, das zum Ziel hatte, das erlernte Gesundheitsverhalten in den Lebensalltag nach dem Urlaub zu integrieren, hatte besonders nachhaltige Effekte auf die kardiorespiratorische Leistungsfähigkeit/Herz-Lungen Fitness und hatte daheim weitertrainiert (Steckenbauer et al., 2018).

Besonderheit der Kombination von konzentrischem und exzentrischem Training

Bergwandern kombiniert konzentrisches und exzentrisches Training: Beim Bergaufgehen wird die Schwerkraft vom Muskel überwunden, indem sich die Muskelfasern zusammenziehen bzw. verkürzen (=konzentrisch). Der Hauptbelastungsfaktor beim Bergaufgehen ist daher fast ausschließlich konzentrischer Natur. Beim Bergabgehen hingegen muss der Muskel der Schwerkraft entgegenwirken, in dem er sich kontrolliert verlängert (=exzentrisch). Der Energieverbrauch liegt bei



exzentrischer Belastung um etwa 70 % niedriger als bei konzentrischer Belastung. Exzentrische Beanspruchung ist für das Herz-Kreislauf-System daher weniger anstrengend als eine konzentrische Beanspruchung, führt allerdings zu einer höheren mechanischen Muskelbelastung und zu einem anderen neuronalen Aktivierungsmuster. Akute exzentrische Belastung, wie ungewohnt langes Bergabgehen, führt zu kleinen muskulären Schädigungen, die in Form von Muskelkater spürbar werden. Längerfristig überwiegen jedoch die positiven Auswirkungen von chronischen exzentrischen Belastungen: Regelmäßiges exzentrisches Training führt zu positiven Anpassungen in den Bereichen Kraft und Kinematik (Biomechanik). Außerdem können positive Stoffwechselanpassungen durch exzentrische Belastungen hervorgerufen werden. Durch die geringere kardiopulmonale Belastung können auch Personen mit kardio-vaskulären Erkrankungen (z.B. in der ersten Rehabilitationsphase) von dieser Bewegungsform profitieren. Für Menschen mit einer geringen kardiorespiratorischen Fitness stellt Bergabgehen (z.B. mit der Bergbahn hinauf, zu Fuß hinunter) ein ideales Vorbereitungstraining für spätere Touren mit leichtem Anstieg dar (B. Schobersberger & Schobersberger, 2019).

Fazit:

Das Bergwandern bietet eine Vielzahl von gesundheitlichen Vorteilen. Zudem zählt Bewegung in allen Ländern der Welt zu einer der wichtigsten präventivmedizinischen Maßnahmen: Gerade der alpine Raum mit 3D-Terrain, höherer UV-Strahlung, reinerer Luft, raschem Temperaturwechsel und geringerem Sauerstoffgehalt als tiefere Lagen hat Gesundheitswirkungen, die über das Wandern im Flachland hinausgehen.

Bergwandern kann Gewichtszunahme verhindern und hat schützende Wirkung vor einer Reihe von chronischen Erkrankungen wie Diabetes, Herz-Kreislauf-Erkrankungen, Osteoporose und Rückenschmerz. Es wirkt präventiv vor altersbedingten Einschränkungen und Funktionsverlusten, verlängert das Leben, stärkt das Immunsystem, erhöht die Lebensqualität und reduziert Depressionen und Stress. In Zeiten zunehmender Bewegungsarmut und der Umkehrung der Alterspyramide lässt sich aus diesen Informationen eine Fülle von



gesundheitsorientierten Bewegungsangeboten für alle Altersklassen ableiten, die einen wichtigen Beitrag zur Gesundheit im Tourismuskontext bieten.

Bergwandern ist präventive und sogar therapeutische Medizin – wobei die Herausforderung darin besteht „mehr davon“ im persönlichen Leben zu integrieren und auch Menschen mit bewegungs- und naturfernem Lebensstil mitzunehmen.



3.2 Mountainbike

3.2.1 Definition

Mountainbiking ist eine ursprünglich aus den USA stammende Sportart, die seit Mitte der 1980er Jahre auch in Mitteleuropa verbreitet ist (Froitzheim & Spittler, 1997). Seither haben sich zahlreiche Varianten und Formen des Mountainbikings ausgeprägt und am Markt etabliert. Generell lässt sich Mountainbiking in folgende Bereiche untergliedern: Cross-Country, Uphill, Downhill, Trial, Freeride, Heli-Biking, Snow-Downhill, Extreme-Biking sowie Varianten, die nur in der Stadt ausgeübt werden können (Egner, 2000). Im Fokus der vorliegenden Untersuchung steht Mountainbiking als Breiten- bzw. Freizeitsport, wobei ein besonderes Augenmerk auf das Uphill-Mountainbiking (Bergauf-Radfahren) gelegt wird.

3.2.1 Methodik

Für die Analyse zu gesundheitsfördernden Effekten von Mountainbiking und Uphill-Mountainbiking wurde eine Literaturrecherche in der biomedizinischen Datenbanke Pubmed vorgenommen. Anhand von definierten Suchschlüsseln und Auswahlkriterien wurden zehn Artikel zur Beurteilung der gesundheitlichen Effekte des (Uphill-)Mountainbikings herangezogen (vgl. Abbildung 5).

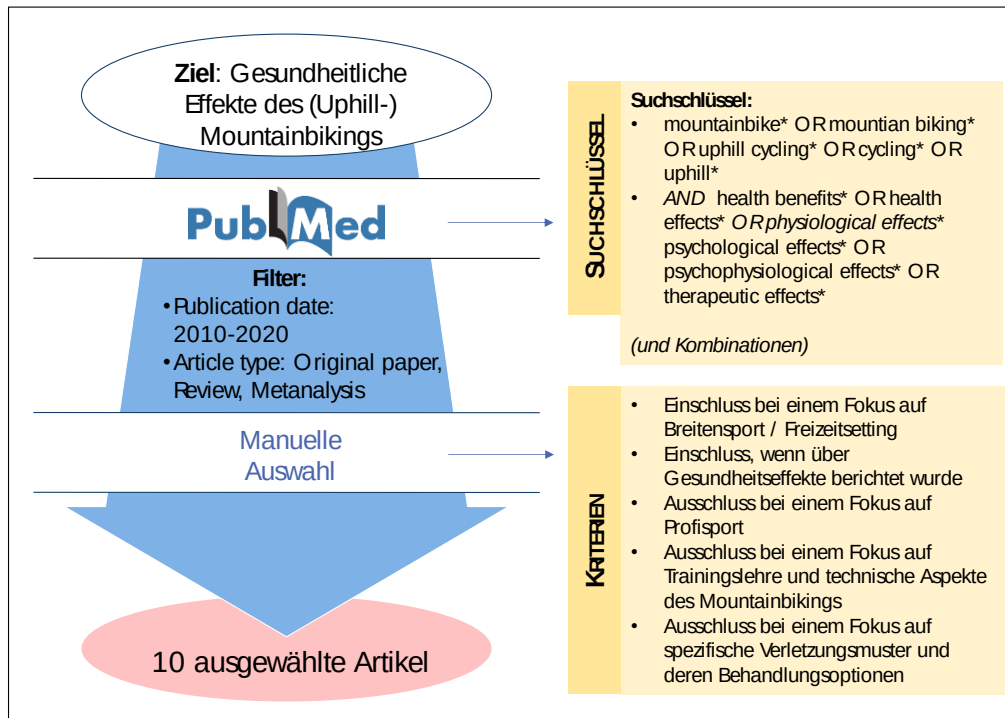


Abbildung 2: Bewegungsarten Radfahren, (Uphill-)Mountainbiking: Methodische Vorgehensweise

3.2.2 Gesundheitseffekte

Grundsätzlich ist Radfahren, und damit auch das (Uphill-)Mountainbiking, eine Form der körperlichen Aktivität, die besonders die kardiorespiratorischen (Herz und Atmung) und metabolischen (Stoffwechsel) Funktionen des gesamten Körpers in einem breiten Intensitätsbereich beansprucht und somit in vielfältiger Weise eine Gesundheitsförderung bewirken kann (Oja et al., 2011). Darüber hinaus werden durch Uphill-Mountainbiking vor allem die Muskeln der unteren Extremitäten gestärkt (Sarabon et al., 2012). Umgekehrt gibt es allerdings auch einige Risiken, die mit dem Radfahren verbunden sind. Neben dem Unfallrisiko (de Hartog et al., 2010) ist hier vor allem die Gefahr der Osteoporose zu nennen (Olmedillas et al., 2012).

In Bezug auf das Herz-Kreislauf-System zeigen zahlreiche Studien ein verringertes Krankheits-Risiko bei RadfahrerInnen im Vergleich zu Nicht-RadfahrerInnen. Als RadfahrerInnen werden in diesem Zusammenhang Personen bezeichnet, die das Radfahren als wichtigste Fortbewegungsart in ihrem Alltag angeben, wobei die



genaue Abgrenzung je nach Studie variiert. Grundsätzlich sind die nachfolgenden Darstellungen aber auf Personen bezogen, die mehrmals pro Woche Radfahren. Dabei ist zudem davon auszugehen, dass die Effekte durch häufigeres Radfahren (im Rahmen des Freizeitsports) verstärkt werden (Nordengen et al., 2019). Als Richtwert für die körperliche Aktivität zum Erhalt und zur Förderung der Gesundheit von Erwachsenen zwischen 18 und 65 Jahren geben de Hartog et al. (2010) in Anlehnung an die Empfehlungen des American College of Sports Medizin und der American Heart Association (AHA) folgende Empfehlung hinsichtlich des Radfahrens: 5 Tage pro Woche mit einer durchschnittlichen Geschwindigkeit von 15 km/h für mindestens 30 Minuten (bei Radfahren als einzigem Sport, grundsätzlich ist aber eine Kombination mit anderen Sportarten empfehlenswert).

Oja et al. (2011) halten hierzu fest, dass Radfahren – und damit auch das (Uphill-)Mountainbiking – zu einer Verbesserung der kardiorespiratorischen Fitness (Herz-Lungen-Fitness) einerseits und zu einer Risikoreduzierung der Gesamt- und Krebsmortalität sowie der Herz-Kreislauf- und Adipositas-Morbidität bei Männern und Frauen mittleren und höheren Alters andererseits führt. Nordengen et al. (2019) fassen in ihrer Analyse die Gesundheitseffekte des Radfahrens in Bezug auf Herz-Kreislauf- und metabolisches System wie folgt zusammen: RadfahrerInnen zu sein ist sowohl mit einer verbesserten Körperzusammensetzung (Hautfaldendicke, Taillenumfang und Body-Mass-Index (BMI)) als auch mit einer verbesserten kardiorespiratorischen Fitness assoziiert. So ist Radfahren bspw. mit einem um 18 % bis 33 % geringeren Risiko für Übergewicht, Adipositas, Bluthochdruck sowie einem besseren Fettstoffwechsel (z.B. positive Auswirkungen auf den Cholesterinspiegel) verbunden. Insgesamt führt regelmäßiges Radfahren also zu einem signifikant geringeren BMI. Flint & Cummins (2016) kommen zu dem Schluss, dass Radfahren besonders bei Personen mittleren Alters zu einem verbesserten BMI führt. Diese Erkenntnisse sind unabhängig vom Geschlecht der RadfahrerInnen.

Im Gegensatz zum Radfahren in der Ebene, wo der Windwiderstand eine große Gegenkraft darstellt, erfordert das Bergauf-Radfahren eine große Portion Kraft,



um die Schwerkraft zu überwinden. Dabei unterscheidet sich auch die Körperhaltung beim Bergauf-Radfahren von der in ebenem Gelände, da die Aerodynamik als Hauptgegenkraft keine entscheidende Rolle mehr spielt. So ist es bspw. bei Windstille und einer Steigung von 7,5 % oder mehr wirtschaftlicher, eine aufrechte Haltung einzunehmen als eine normale Haltung, bei der man sich deutlich stärker mit den Armen am Lenker abstützt. Dabei hat Bergauf-Radfahren weniger Einfluss auf die Belastung der Gelenke (Knie-, Fußgelenke), als vielmehr auf die der Muskeln der unteren Extremitäten (Fonda & Šarabon, 2012). Insgesamt werden beim Uphill-Mountainbiking also zahlreiche Muskeln im gesamten Körper beansprucht, die größte Beanspruchung findet aber in den unteren Extremitäten statt, weshalb sich entsprechende Studien auch auf diesen Körperbereich konzentrieren.

So zeigen u.a. Sarabon et al. (2012) in ihrer Studie zu Zeitpunkt und Intensität der Muskelbeanspruchung bei trainierten Radfahrern, dass die Steigung der Bergauf-fahrt der wichtigste Einflussfaktor auf die Muskelbeanspruchung der unteren Extremitäten ist. Ein signifikanter Unterschied zwischen Bergauffahren und Fahrradfahren in der Ebene ergibt sich demnach für einzelne Muskeln (vordere Oberschenkelmuskulatur) ab einer Steigung von 10 %. Für den Großteil der beanspruchten Muskeln werden die Unterschiede aber erst ab einer Steigung von 20 % signifikant. Die größten Unterschiede konnten dabei für die Hüftmuskulatur, die vordere und hintere Oberschenkelmuskulatur sowie die vordere Schienbeinmuskulatur festgestellt werden. Dabei zeigte sich für die vordere Oberschenkelmuskulatur eine signifikante Reduktion der Muskelaktivität (späterer Beginn, früherer Ausgleich). Gleiches gilt für die vordere Schienbeinmuskulatur, wobei die Ergebnisse in diesem Fall nicht signifikant sind. Umgekehrt werden Hüft- und hintere Oberschenkelmuskulatur bei einer Steigung von 20 % signifikant stärker belastet. Dieser gegensätzliche Effekt auf die einzelnen Muskeln hängt demnach unmittelbar mit der Steigung zusammen.

Weiterhin halten Sarabon et al. (2012) fest, dass für die Sitzposition der FahrerIn/ des Fahrers zwar keine signifikanten Unterschiede für die Muskelaktivitäten



gefunden wurden, diese aber mit zunehmender Steigung ebenso einen größeren Einfluss erhält, da sie u.a. die Effizienz der eingesetzten Muskelkraft erhöhen kann. Gleiches gilt auch für eine stehende Fahrposition, bei der sich unter bestimmten Bedingungen auch eine höhere Atemfrequenz einstellt. Eine stehende Position ist aber aufgrund der hierdurch höheren Belastung für die Kniegelenke nur für eine kurze Dauer zu empfehlen (Tang et al., 2020). Diese Punkte sind vor allem für leistungsorientierte FreizeitradfahrerInnen von Bedeutung. Auch wird davon ausgegangen, dass die Tritttechnik beim Fahrradfahren vor allem Einfluss auf die Belastung der Fußgelenks- und Unterschenkelmuskulatur hat, hierzu gibt es aber noch keine genaueren Untersuchungen.

Weiterhin kann davon ausgegangen werden, dass die Belastungen beim (Bergauf-)Radfahren im Freizeitsport kaum bis keine Auswirkungen auf die Knochengesundheit bzw. -dichte haben, wie dies in mehreren Studien für Rennradsportler festgestellt wurde (Olmedillas et al., 2012). Es gibt allerdings einige Faktoren, die in diesem Zusammenhang auch im Freizeitbereich beachtet werden sollten. Denn generell lässt sich aus bisherigen Studien folgern, dass Radfahren (vor allem Rennradfahren) das Risiko einer Osteopenie (Verminderung der Knochendichte, Vorstufe der Osteoporose) oder Osteoporose erhöht (Olmedillas et al., 2012). Dies gilt vor allem dann, wenn das normale Maß des Freizeitsports überschritten wird. Insofern ist auch (Uphill-)Mountainbiking für Personen mit einem erhöhten Osteoporoserisiko nicht als Hauptsportart zu empfehlen - auch wegen des gegenüber anderen Sportarten höheren Sturzrisikos. Grundsätzlich ist eine Kombination mit anderen Sportarten wie Joggen, Krafttraining oder auch zusätzliches osteogenes Training ratsam, da sich so die negativen Auswirkungen auf die Knochendichte deutlich verringern (Olmedillas et al., 2012). Auch die im Tourismus bereits häufig vorzufindende Kombination mit Wandern ist empfehlenswert.

Ein höheres gesundheitliches Risiko gegenüber anderen Sportarten ergibt sich beim Radfahren vor allem aufgrund der Gefahr des Sturzes. Gerade in Verbindung mit den möglichen Geschwindigkeiten, der Nutzung öffentlicher Straßen oder dem Fahren in unebenem Gelände (v.a. beim Downhill-Mountainbiking)



können Verletzungen mitunter schwer ausfallen (de Hartog et al., 2010). Im Grunde ist dieses Risiko aber weniger der Sportart an sich, sondern vielmehr den Rahmenbedingungen, unter denen der Sport ausgeübt wird, geschuldet. So zeigen entsprechende Studien einen sehr deutlichen Zusammenhang zwischen einer gut ausgebauten Radverkehrsinfrastruktur und den Verletzungsfolgen (nehmen ab) von RadfahrerInnen (Pucher & Dijkstra, 2003). Dennoch ist in jedem Falle passende Schutzkleidung (z.B. Helm, Handschuhe) zu empfehlen. Dies gilt in besonderem Maße für ältere Personen. Insgesamt übersteigen beim Radfahren als Freizeitsport, und damit auch beim (Uphill-)Mountainbiking die positiven Effekte auf die Gesundheit klar die damit verbundenen Risiken.

Fazit

(Uphill-)Mountainbiking ist grundsätzlich eine äußerst gesundheitsfördernde Sportart, die für die meisten Altersgruppen geeignet ist. Neben der kardiorespiratorischen Fitness werden auch der Stoffwechsel sowie der Muskelaufbau gefördert, was insgesamt zu einer verbesserten Körperzusammensetzung und einer niedrigeren Gesamt- sowie auch niedrigeren Herz-Kreislauf-, Krebs- und Adipositas-Morbidität führt. Je nach Form und Intensität der Ausübung ergeben sich allerdings verschiedene Einschränkungen hinsichtlich Wirkung und Risiko.



3.3 Genussradfahren und E-Bike

3.3.1 Definition

Unter Genussradfahren versteht man Radfahren im Freizeitsetting, das meist über eine längere tägliche Strecke ausgeführt wird und oft zur Erkundung einer bestimmten Region dient. Charakteristisch dafür ist die Verbindung von körperlicher Aktivität und Genuss sowie Erholung; die sportliche Leistungssteigerung steht also nicht im Vordergrund dieser Bewegungsart. Die Mehrheit der GenussradfahrerInnen bevorzugt für Radurlaube mit einem klassischen Fahrrad weitestgehend flaches Gelände. Besonders beliebt sind dabei Fahrradregionen entlang von Gewässern, da dort ein genussvolles Radfahren ohne größere Steigungen und ohne Orientierungshürden möglich ist. Die mittlerweile sehr ausgereifte Entwicklung von Rädern mit elektronischem Antrieb (E-Bikes, auch: Elektrofahrräder oder Pedelecs¹) bietet nun jedoch auch die Möglichkeit, in Regionen mit stärkeren Steigungen genussvoll Rad zu fahren. Dadurch profitieren Destinationen, die bisher aufgrund ihrer topografischen Gegebenheiten für (Genuss-) RadfahrerInnen eher unattraktiv waren (Breuer, 2013).

Radsport ist sowohl in seiner Ausübung als klassische nicht elektromotorisierte Bewegungsart als auch als E-Bike-Variante eine Ausdauersportart, die meist zeitaufwendiger ist als andere Sportarten und auch eine technische sowie koordinative Komponente durch das stete Ausbalancieren beinhaltet (Hinder & Jäger, 2019).

3.3.2 Methodik

Für die Analyse zu gesundheitsfördernden Effekten von Genussradfahren bzw. E-Biken wurde eine Literaturrecherche in der biomedizinischen Datenbank PubMed vorgenommen. Anhand von definierten Suchschlüsseln und Auswahlkriterien wurden 21 Artikel zur Beurteilung der gesundheitlichen Effekte herangezogen (vgl. Abbildung 3).

¹ Pedelec = Akronym für Pedal Electric Cycle

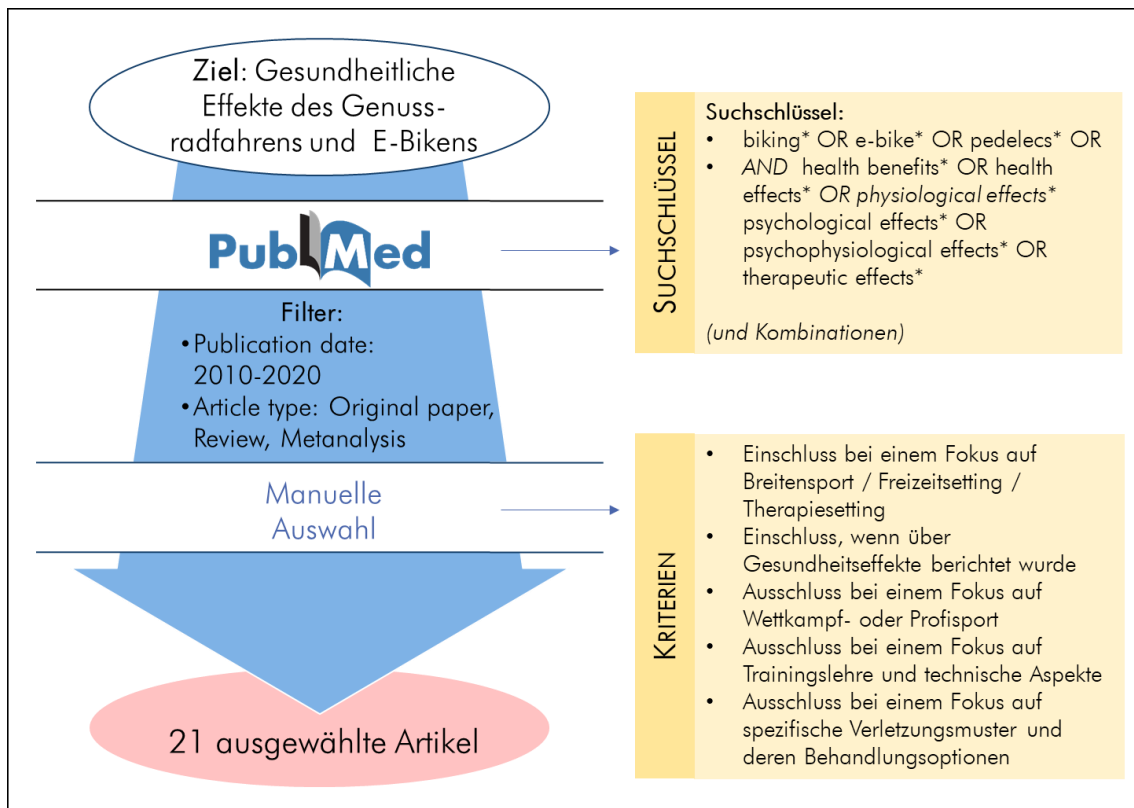


Abbildung 3: Bewegungsart Genussradfahren und E-Bike - Methodische Herangehensweise

3.3.1 Gesundheitseffekte

Physiologische Effekte

Radfahren ist ein äußerst gesundheitsfördernder Ausdauersport für fast alle Altersgruppen, der das Herz-Kreislaufsystem kontinuierlich fordert und so zu einer Verbesserung der kardiorespiratorischen Fitness beiträgt. Regelmäßiges Radfahren hilft dabei, kardiovaskuläre Risikofaktoren wie Bluthochdruck und Übergewicht zu reduzieren und damit Herz-Kreislauf-Erkrankungen vorzubeugen. Im Vergleich zu anderen Ausdauersportarten entlastet Radfahren außerdem die Gelenke, da das Fahrrad das Körpergewicht trägt. Zusätzlich wirkt Radfahren stimmungsaufhellend, was längerfristig zu einer verbesserten gesundheitsbezogenen Lebensqualität führt. Außerdem gibt es Hinweise, dass regelmäßiges Radfahren sowohl das Krebs- als auch das Mortalitätsrisiko senkt (Oja et al., 2011)².

² Zu den allgemeinen gesundheitlichen Effekten des Radfahrens vgl. auch Kapitel 2



Beim Genussradfahren setzt sich das E-Bike zunehmend als Mittel der Fahrradwahl durch und erweitert damit auch den Kreis der RadfahrerInnen. Obwohl die körperliche Aktivität dabei elektromotorisch unterstützt wird, sind die erzielbaren Gesundheitseffekte des E-Bikens mit jenen des klassischen Radfahrens vergleichbar, was mittlerweile durch eine Reihe von wissenschaftlichen Untersuchungen belegbar ist: Ein rezenter Review aus 17 Einzelstudien zeigt, dass E-Biken im Allgemeinen mit einer moderaten bis teilweise hohen Intensität durchgeführt wird (zwischen 4,9 und 8,3 MET³), die ausreichend ist, um positive Gesundheitseffekte - insbesondere eine Verbesserung der kardiorespiratorischen Fitness - hervorzurufen (Bourne et al., 2018). Vor allem beim E-Mountainbiken ist die Intensität der körperlichen Aktivität sogar als hoch einzustufen (durchgängig über 6 MET) (Hall et al., 2019).

Zwar ist die Intensität im Vergleich zum nicht elektromotorisierten Radfahren durchwegs geringer (Berntsen et al., 2017; Bourne et al., 2018; Stenner et al., 2020), allerdings werden mit dem E-Bike meist längere Strecken als mit dem normalen Fahrrad zurückgelegt. Zudem können höhere Fahrgeschwindigkeiten erreicht und größere Höhenunterschiede überwunden werden, was trotz der subjektiv eingeschätzten geringen körperlichen Belastung insgesamt zu einer Angleichung des Energieverbrauchs führt (Castro et al., 2019; Fyhri & Fearnley, 2015; Höchsmann et al., 2018). Vergleicht man das Alltagsverhalten von E-Bikern und klassischen Radfahrern, zeigt sich außerdem, dass E-Biker das Rad häufiger als tägliches Transportmittel nutzen als nicht motorisierte RadfahrerInnen. Längerfristig weisen E-Bike-FahrerInnen trotz der geringeren Intensität der Bewegung im Durchschnitt einen höheren Energieverbrauch pro Woche auf (Fyhri & Beate Sundfør, 2020; Fyhri & Fearnley, 2015; Stenner et al., 2020).

³ Das metabolische Äquivalent (MET) ist ein Maß für den Energieverbrauch des Menschen. Die Intensität von Sportarten in Bezug auf den Energieverbrauch wird durch den MET-Faktor ausgedrückt. Ein MET bezeichnet den Energieverbrauch pro Stunde im Ruhezustand. Je höher also der MET-Faktor, desto größer der Energieverbrauch durch die jeweilige Sportart.

E-Biken kann daher trotz der verfügbaren elektromotorischen Unterstützung die kardiorespiratorische Fitness in einem ähnlichen Ausmaß wie klassisches Fahrradfahren verbessern, und trägt dazu bei, die Empfehlungen zum Maß an körperlicher Aktivität im Alltag zu erfüllen (Höchstmann et al., 2018; Stenner et al., 2020). Die positiven Effekte lassen sich mittlerweile auch durch longitudinale Studien belegen, die zeigen, dass regelmäßiges E-Biken die Herz-Lungen-Fitness trainiert (Bourne et al., 2018). Besonders profitieren können dabei Personen mit einem niedrigen Ausgangslevel an körperlicher Fitness, übergewichtige Personen, ältere Menschen und Personen mit bestehenden kardiovaskulären Risikofaktoren (Gloekler et al., 2015). So zeigt u.a. eine Machbarkeitsstudie von Cooper et al. (2018) bei Personen mit Typ II Diabetes, dass die Verfügbarkeit eines E-Bikes zu einer höheren körperlichen Aktivität führt und dadurch kardiometabolische Risikofaktoren reduziert werden. E-Biken ist damit ein idealer Ausdauersport für Menschen mit Diabetes Typ II, da es Kalorien verbrennt sowie die Herz-Lungen-Fitness stärkt. Zudem ist die Bewegungsart gelenksschonend und erleichtert auch untrainierten Personen die Überwindung längerer Strecken, Anstiege oder das Fahren bei Gegenwind. Durch die Nutzung von E-Bikes wird damit das Erlebnis, topografisch anspruchsvolle Gegenden wie z.B. alpine Landschaften aktiv zu erkunden, ermöglicht (T. Jones et al., 2016).

Psychologische Effekte

Neben der körperlichen Fitness kann E-Biken auch die psychische Gesundheit, kognitive Leistungsfähigkeit und Lebensqualität verbessern, wie eine randomisierte kontrollierte Studie von Leyland et al. (2019) zeigt. Dazu wurden 100 Personen zwischen 50 und 83 Jahren in drei Gruppen unterteilt: Eine klassische Fahrradgruppe, eine E-Bike-Gruppe und eine Gruppe ohne sportliche Intervention. Über acht Wochen wurden die Personen der klassischen Fahrradgruppe und der E-Bike Gruppe dazu angehalten, jede Woche mindestens drei Mal für je 30 Minuten Rad zu fahren. Zu Beginn und Ende der Intervention wurde eine Reihe von Parametern zur kognitiven Leistungsfähigkeit und Lebensqualität erhoben. Die Ergebnisse zeigen, dass sich kognitive Leistungsfähigkeit und subjektives Wohlbefinden in beiden Gruppen von RadfahrerInnen verbesserte. Überraschend ist,



dass sich eine Verbesserung der mentalen Gesundheit nur in der E-Bike-Gruppe zeigte, nicht jedoch in der Gruppe der klassischen RadfahrerInnen. Dies kann laut Einschätzung der AutorInnen daran liegen, dass sich die E-BikerInnen das geforderte Bewegungspensum eher zutrauten, weil sie die Möglichkeit hatten, sich auch ohne große körperliche Anstrengung an der frischen Luft zu bewegen. Diese Zuversicht könnte das gesteigerte psychische Wohlbefinden erklären.

Diese Ergebnisse unterstreichen die Bedeutung von E-Bikens als effektive und niederschwellige Möglichkeit zum (Wieder)Einstieg in körperliche Aktivität für Personen aller Altersgruppen, besonders aber für Personengruppen, die zumindest zu Beginn einer körperlichen Aktivität noch nicht so belastbar sind. Die elektronische Unterstützung kann hier eine gute Motivation sein, mit dem Radfahren anzufangen. Das Zutrauen, die körperliche Aktivität auch umsetzen zu können, führt weiters dazu, dass diese Personen ihr gesteigertes Trainingsniveau auch eher fortsetzen und somit gesundheitlich langfristig von der gesteigerten körperlichen Aktivität profitieren (Bourne et al., 2018).

PendlerInnen, die regelmäßig mit dem E-Bike zur Arbeit fahren, weisen im Vergleich zu PendlerInnen, die das Auto oder öffentliche Verkehrsmittel nutzen, eine höhere Zufriedenheit sowie eine bessere physische und psychische Gesundheit auf und arbeiten außerdem produktiver. Zudem nutzen E-BikerInnen ihr Rad häufiger für den täglichen Arbeitsweg als klassische RadfahrerInnen (Fyhri & Fearnley, 2015; T. Jones et al., 2016; Page & Nilsson, 2016; Plazier et al., 2017). Ob auch Personen im Urlaubssetting physisch und psychisch davon profitieren, bspw. mit dem E-Bike statt mit dem Auto oder Wanderbus zum Ausgangspunkt einer Wanderung anzureisen⁴, wurde bisher nicht untersucht, würde jedoch ein interessantes Forschungsfeld - gerade im Hinblick auf die räumliche Entflechtung von Personen und die Reduktion des Individualautoverkehrs in alpinen Urlaubsdestinationen - darstellen.

⁴ z.B. in Bezug auf Trainingseffekte durch die Nutzung mehrerer Muskelgruppen durch die Kombination auf Wandern und Radfahren, hinsichtlich Erholungseffekten etc.



Therapeutische Effekte

Neben den allgemeinen gesundheitlichen Vorteilen des Radfahrens bzw. E-Bikens, lässt sich diese Bewegungsart auch zur Verbesserung von indikationsspezifischen Beschwerden einsetzen und könnte so bei entsprechender medizinisch-therapeutischer Begleitung und Infrastruktur vor Ort auch in einem gesundheits-touristischen Setting angeboten werden. So wird Radsport u.a. gezielt zur Prävention und Therapie der Koxarthrose (Hüftgelenksarthrose) im Frühstadium eingesetzt. Wainwright et al. (2016) zeigen, dass ein achtwöchiges strukturiertes Radfahrtraining Schmerzen reduziert sowie die Funktionalität als auch die Lebensqualität der betroffenen Personen verbessert. Zudem lassen sich über ein solches gezieltes Programm auch langfristige Lebensstiländerungen hinsichtlich vermehrter körperlicher Aktivität erreichen (Wainwright et al., 2020). Des Weiteren ist Radsport auch nach elektivem Kniegelenksersatz (Knie-Totalendoprothese, Knie-TEP) möglich und sinnvoll. So kann z.B. durch schrittweises Tieferstellen des Sattels die Flexionsfähigkeit verbessert werden (Hinder & Jäger, 2019). Auch in der Rehabilitationsmedizin spielt Radfahren eine große Rolle. So wird es sowohl zur Rehabilitation von klassischen Verletzungen der unteren Extremitäten wie z.B. nach Kreuzband- oder Muskelverletzungen als auch zur Rehabilitation nach neurologischen Grunderkrankungen wie multipler Sklerose (MS) oder nach einem Schlaganfall erfolgreich eingesetzt (Barclay et al., 2019; Hinder & Jäger, 2019).

Risiken

Neben dem hohen präventiven und therapeutischen Potential birgt Radsport jedoch in Abhängigkeit von der Intensität und der individuellen Konstitution auch gesundheitliche Risiken. Die technischen Entwicklungen haben zwar zu einer erheblichen Verbesserung der Sportgeräte selbst beigetragen, allerdings sind RadfahrerInnen immer noch einem hohen Unfall- und Verletzungsrisiko ausgesetzt. Vor allem bei älteren Personen treten schwere Verletzungen überproportional häufig auf (Hinder & Jäger, 2019). Dabei gibt es jedoch entgegen einiger Annahmen kein höheres Risiko für E-Bike-NutzerInnen. In einer Studie des Universitätsklinikums Münster zeigt sich in einer vergleichenden Analyse von schwerverletzten

SeniorInnen, die ein E-Bike nutzten, mit jenen die ein konventionelles Fahrrad nutzten, keine erhöhte Verletzungswahrscheinlichkeit. D.h. die Unfallwahrscheinlichkeit beim Radfahren erhöht sich zwar mit dem Alter, nicht jedoch mit dem Fahrradtyp (Weiss et al., 2018). Vielen Verletzungen kann über entsprechende Schulungen (z.B. E-Bike Trainings vor der ersten selbstständigen Radtour) und Aufklärung (z.B. über Helmgebrauch, Leistungsanspruch etc.) vorgebeugt werden (Hinder & Jäger, 2019).

Fazit

Radfahren ist sowohl mit dem klassischen Fahrrad als auch mit dem E-Bike eine gelenksschonende Bewegungsart, die v.a. das Herz-Kreislauf-System trainiert, das physische und psychische Wohlbefinden steigert und das Risiko kardiorespiratorischer Erkrankungen reduzieren kann. Die erzielbaren Gesundheitseffekte des Genussradelns bzw. E-Bikens variieren dabei in Abhängigkeit von der kardiorespiratorischen Grundfitness der jeweiligen Person und stehen in einer Dosis-Wirksamkeits-Relation, d.h. sie hängen von der Häufigkeit, Dauer und Intensität des Radfahrens ab. E-Bikes stellen insbesondere für (Wieder)EinsteigerInnen eine niederschwellige Möglichkeit dar, ihre körperliche Fitness langsam zu steigern, ohne gleich zu Beginn starke Belastungen auf sich zu nehmen. Für Menschen mit kardiorespiratorischen Vorerkrankungen wird dennoch eine sportmedizinische Untersuchung vor Aufnahme der sportlichen Aktivität empfohlen.



3.4 Genussklettern und Klettersteige

3.4.1 Definition

Genussklettern oder Plaisirklettern (frz. *plaisir*, dt. *Vergnügen*) (engl. *recreational climbing*) ist eine nicht leistungsorientierte Spielform des Klettersports mit Ursprung im klassischen Alpinklettern, bei der die Freude bzw. der Genuss der Aktivität im Vordergrund steht. Kennzeichnend für alpine Plaisirrouten sind ein leichter bis moderater Schwierigkeitsgrad (vgl. UIAA Skala⁵), ein fester Fels mit möglichst geringer Steinschlaggefahr, eine gute Absicherung mit Bohrhaken und ein eher kurzer und risikoarmer Zu- und Abstieg (Edlinger, 2012). Ein Klettersteig (ital. *Via Ferrata*, dt. *Eisenweg*) ist gekennzeichnet durch in Felspassagen angebrachte Eisenelemente, die zur einfacheren Fortbewegung und zur Sicherung dienen und somit schwierige Kletterrouten auch für ungeübte KletterInnen begehbar machen.

Plaisirrouten sowie Klettersteige ermöglichen ein sicheres Klettererlebnis für ein breites Publikum. Das genussorientierte Klettern kann als ganzheitliches Training betrachtet werden, bei dem neben Kraft und Ausdauer auch koordinative Fähigkeiten, Beweglichkeit, Gleichgewicht sowie mentale Flexibilität und psychische Belastbarkeit eine wesentliche Rolle spielen (Domenig, 2018). Im Fokus der vorliegenden Untersuchung steht das Klettern als Breiten- bzw. Freizeitsport.

3.4.2 Methodik

Für die Analyse zu gesundheitsfördernden Effekten von Klettern wurde eine Literaturrecherche in der biomedizinischen Datenbank Pubmed vorgenommen. Zum Zeitpunkt der Literaturrecherche ist die Anzahl durchgeführter Studien zu den Gesundheitseffekten des Kletterns im niederschweligen, nicht leistungsorientierten Bereich noch sehr gering. Der Suchschlüssel wurde deshalb auf klinische Studien und therapeutische Effekte ausgedehnt. Anhand der definierten

⁵ Die UIAA (*Union Internationale des Associations d'Alpinisme*) Skala ist vor allem im Alpenraum verbreitet. International ist dieses Bewertungssystem insbesondere im alpinen Bereich sehr gebräuchlich. Angefangen bei I („sehr leicht“), steigt die Schwierigkeit in römischen Ziffern an. Ab der Schwierigkeit V kommt je Zahl noch eine Unterteilung in „-“ („leicht in dem Grad“), „glatt“, und „+“ (also „schwer in dem jeweiligen Grad“) hinzu. So ist beispielsweise eine Route im Bereich V- leichter als eine V, diese ist wiederum leichter als eine V+.



Auswahlkriterien wurden 30 Artikel zur Beurteilung der gesundheitlichen Effekte des Kletterns herangezogen (vgl. Abbildung 4).

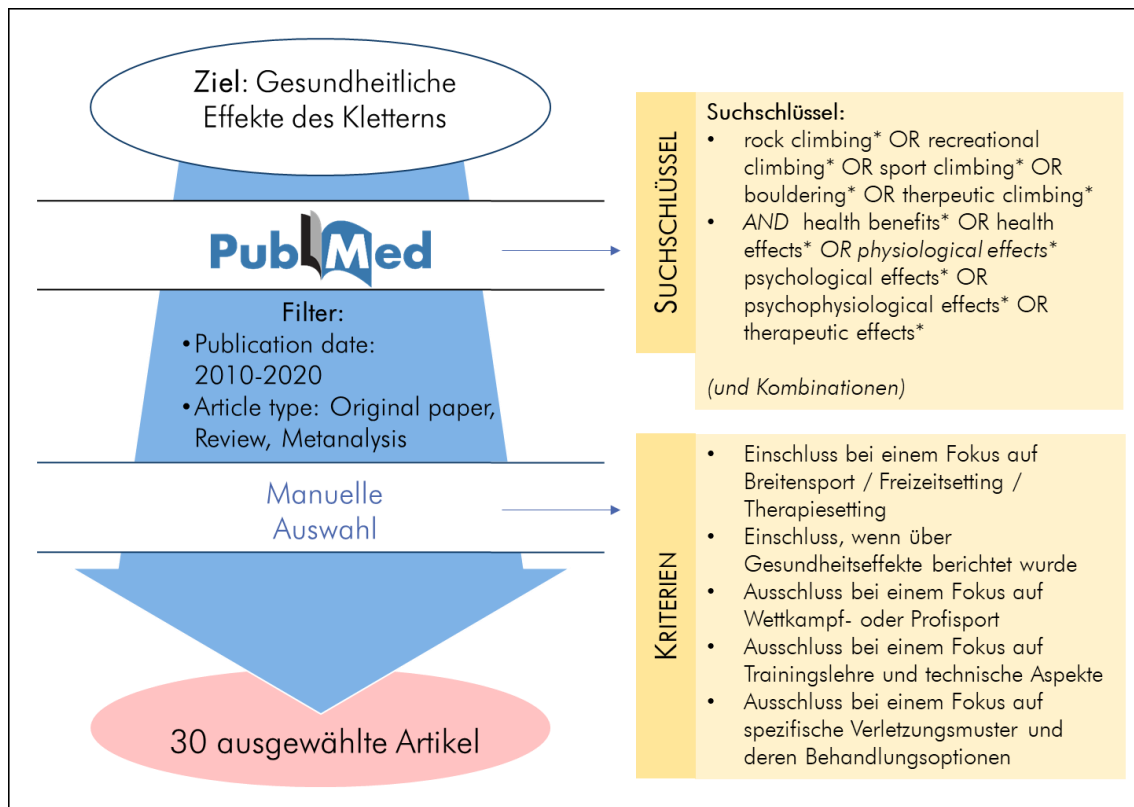


Abbildung 4: Bewegungsart Klettern: Methodische Vorgehensweise

3.4.3 Gesundheitseffekte

Der zentrale gesundheitsrelevante Aspekt des Kletterns liegt in der Kombination aus aeroben und anaeroben Trainingselementen, wobei beim nicht leistungsorientierten Klettern bei niedrigem Schwierigkeitsgrad der Anteil des aeroben Trainings überwiegt. KletteranfängerInnen zeigen nach drei Monaten ähnliche Ergebnisse wie eine Kontrollgruppe bei einem aeroben Fitnesstraining (Gallotta et al., 2015). Untersuchungen mit erfahrenen KletterInnen zeigen, dass regelmäßiges Klettern mit steter Steigerung der Intensitäts- bzw. des Schwierigkeitsgrades sowohl Muskelkraft als auch Ausdauer und körperliche Flexibilität verbessert (Watts, 2004). Gesundheitseffekte können sich auf unterschiedlichen Ebenen manifestieren, wie im Folgenden erläutert wird.



Kardiopulmonales System

Die kardiorespiratorische Leistungsfähigkeit (Herz-Lungen-Fitness) einer Person wird durch die maximale Sauerstoffaufnahmekapazität (VO^2_{max}) erhoben und wird zur Beurteilung des Potentials zur aeroben Ausdauerleistung einer Person herangezogen.

Die Ergebnisse von Messungen der Herzfrequenz und der Sauerstoffaufnahmekapazität bei erwachsenen Personen, die regelmäßig nicht leistungsorientiertes Klettern ausüben, spiegeln während der Kletteraktivität ein durchschnittliches aerobes Ausdauerleistungsprofil wider, die typische Trainingsintensität ist vergleichbar mit moderater bis schwerer körperlicher Aktivität und entspricht den Empfehlungen zur Erhaltung einer guten kardiorespiratorischen Leistungsfähigkeit (Rodio et al., 2008; Siegel & Fryer, 2017). Der Energieverbrauch liegt je nach Intensität und Körpergewicht zwischen 400 und 600 kcal pro Stunde (Rodio et al., 2008). Im Kontext von Klettersport wird außerdem ein unverhältnismäßig hoher Anstieg der Herzfrequenz per Sauerstoffaufnahme (VO^2) berichtet, der nicht auf Angstreaktionen zurückführbar ist und mit einer erhöhten Durchblutung in den Unterarmen einhergeht (Fryer et al., 2012; Watts, 2004); der Anstieg der Bioverfügbarkeit von Signalmolekülen kann die arterielle Compliance (Nachgiebigkeit) und in weiterer Folge die kardiometabolische Gesundheit verbessern (Siegel & Fryer, 2017). Kardiovaskuläre Verbesserungen konnten bei jungen Personen mit sedentärem Lebensstil nach einem regelmäßigen Klettertraining zweimal wöchentlich im Zeitraum von drei Jahren beobachtet werden (Gomez et al., 2017).

Muskuloskelettales System

Gesundheitsrelevante Effekte auf das muskuloskelettale System werden anhand zweier Parameter beurteilt: (1) Muskelkraft, also die Fähigkeit, maximale Kraft gegen einen Widerstand auszuüben und (2) Muskelausdauer, also die Fähigkeit eines Muskels, über einen bestimmten Zeitraum wiederholt weniger als maximale



Kraft auszuüben. Beim Klettern werden verschiedene Muskelgruppen beansprucht, insbesondere jene der oberen Extremitäten inklusive Schulter- und Rückenmuskulatur, aber auch die Beinmuskulatur. Wissenschaftliche Studien konzentrieren sich diesbezüglich überwiegend auf Hallensport: Trainierte KletterInnen zeigen eine Körperzusammensetzung und abdominale Muskelausdauer vergleichbar mit nicht kletternden, aerob trainierten Personen. Im weiteren Vergleich wurde bei KletterInnen allerdings eine erhöhte Knochenmineraldichte in den Unterarmen sowie eine erhöhte Muskelausdauer im Schultergürtel und eine höhere Handgriff- und Fingermuskelkraft gemessen (Macdonald & Callender, 2011). Darüber hinaus konnte in longitudinalen klinischen Studien gezeigt werden, dass sich ein regelmäßiges Klettertraining (2-3 Mal wöchentlich 30 Minuten) über einen Zeitraum von vier Wochen bereits positiv auf die Stabilität und Flexibilität der Rumpfmuskulatur auswirkt (Kim & Seo, 2015; Muehlbauer et al., 2012). Die gestärkte Rumpf- und Schultermuskulatur stützt und schützt die Wirbelsäule und unterstützt eine gesunde Körperhaltung (Heitkamp et al., 2005).

Motorik, Balance und Koordination

Das Klettern stellt eine komplexe Aufgabe an das motorische System: die Koordination aller vier Extremitäten bei gleichzeitiger Balance und Körperstabilisierung. Eine longitudinale klinische Studie zeigte anhand der Ergebnisse von Balance- und Geschicklichkeitstests sowie Bewegungsanalysen, dass ebendiese Fertigkeiten durch regelmäßiges Klettern trainiert und verbessert werden können (Stephan et al., 2011). Die Bildgebung bei ProfikletterInnen bestätigt diese Befundlage und zeigt strukturelle Veränderungen in jenen Gehirnbereichen, die den trainierten sensorischen und motorischen Fähigkeiten entsprechen wie z.B. Hand- und Fingergeschicklichkeit, Hand-Augen-Koordination, sensomotorische Handlungsplanung und -wahrnehmung sowie motorische Kontrolle (Di Paola et al., 2013).

Kognition, Emotionsregulation und Persönlichkeitsentwicklung

Neben dem körperlichen Training ist die Aktivierung von kognitiven und emotionalen Ressourcen ein wesentlicher Bestandteil des Klettersports. Im engeren

Sinne stellt eine Kletterroute – je nach Schwierigkeitsgrad – eine Problemlösungsaufgabe dar. Die Bewältigung der Aufgabe erfordert die Aktivierung sogenannter Exekutivfunktionen, die das eigene Verhalten unter Berücksichtigung situativer und umweltbezogener Bedingungen steuern. Das Klettern erfordert zielgerichtete Aufmerksamkeit, Konzentration und vor allem mentale Flexibilität. Erste Ergebnisse einer quasiexperimentellen Studie zeigen positive Zusammenhänge zwischen Klettern und jenen räumlich-kognitiven Fähigkeiten, die zur Verarbeitung von ganzheitlichen Bewegungsmustern relevant sind wie z.B. Verbesserungen der mentalen Rotation (Pietsch & Jansen, 2018) und motorischen Handlungssimulation (Pezzulo et al., 2010). Durch die motorische Expertise wird zudem die Handlungswahrnehmung präzisiert und die Aufmerksamkeit für handlungsrelevante Objekte (z.B. Klettergriffe) geschärft (Bläsing et al., 2014).

Im weiteren Sinne ermöglicht die relativ klare Zielsetzung beim Klettern (z.B. das Erreichen der Spitze einer Route) ein regelmäßiges Erfolgserlebnis. Auch die persönliche Risikobereitschaft und die Überwindung von Ängsten (z.B. vor Höhe und Sturz) spielen beim Klettern eine wesentliche Rolle. Diese Erfahrung, schwierige Herausforderungen meistern zu können, stärkt das Selbstwirksamkeitsgefühl (Buechter & Fechtelpeter, 2011). Das tatsächliche Ausmaß psychologischer Effekte von regelmäßigem Klettern ist aktuell noch unklar, Studienergebnisse legen allerdings nahe, dass sich Klettern positiv auf die Stimmung und Emotionsregulation auswirkt. Eine Querschnittstudie zeigt, dass Personen, die über einen Zeitraum von sechs Jahren regelmäßig klettern, durch einen hohen Grad an emotionaler Stabilität gekennzeichnet sind (Marczak & Ginszt, 2017). Einzelne klinische Studien berichten von unmittelbaren positiven Effekten: Die subjektiv wahrgenommene Fähigkeit zur Emotionsregulation veränderte sich bereits nach einer Trainingseinheit (Kleinstäuber et al., 2017), nach einem achtwöchigen Training zeigte sich eine Verbesserung depressiver Symptomatik (Luttenberger et al., 2015) sowie eine Reduktion von situationsbezogenen Ängsten (Aras & Ewert, 2016).

Im Allgemeinen konnte eine Querschnittstudie aus Österreich mit einer Stichprobe von 1.536 BergsportlerInnen (inkl. aller Spielformen des Kletterns) eine deutlich niedrigere Prävalenz von psychischen Gesundheitsproblem bei den



befragten BergsportlerInnen (14 %) verglichen mit der europäischen Gesamtbevölkerung (38 %) aufzeigen (Niedermeier, Hartl, et al., 2017).

Therapeutische Ansätze

Neue Wege, die positiven Effekte des nicht leistungsorientierten Kletterns zu nutzen, werden in der Rehabilitation aufgezeigt – einige wenige Einzelstudien berichten ambivalente, jedoch zunehmend vielversprechende Ergebnisse: Therapeutisches Klettern verbesserte Mobilität und Gleichgewicht von älteren PatientInnen (Fleissner et al., 2010); bei chronischen Rückenschmerzen konnten Verbesserungen basierend auf Bildgebung und subjektiver Bewertung der PatientInnen gezeigt werden (Engbert & Weber, 2011; Schinhan et al., 2016) und es gibt Hinweise auf eine mögliche Verbesserung von Symptomen bei Multipler Sklerose (Steimer & Weissert, 2017). Darüber hinaus erwies sich Klettern als effektive Maßnahme in der psychotherapeutischen Behandlung von Depression (Dorscht et al., 2019; Kleinstäuber et al., 2017; Luttenberger et al., 2015). Therapeutisches Klettern findet bislang überwiegend in Innenräumen statt. Die Ausübung in der Natur könnte die positiven Effekte, die zu einer verbesserten Lebensqualität beitragen, weiter unterstützen (Gathright et al., 2006).

Risiken

Die gesundheitlichen Risiken von Klettern sind abhängig vom Erfahrungsgrad der Person und dem Schwierigkeitsgrad der Route. Die größten Gefahren stellen Steinschlag und ein Sturz aufgrund von Sicherungsfehlern dar. Beide Gefahrenquellen sind auf Plaisirrouten vergleichsweise gering. Typische Verletzungen bei FreizeitkletterInnen sind Verletzungen an den Handgelenken und Fingern, insbesondere sind die Ringbänder und die Fingergrundgelenke betroffen, wobei frühere Verletzungen einen signifikanten Risikofaktor für erneute Verletzungen darstellen (G. Jones & Johnson, 2016). Die Alpinunfallstatistik Österreich (Österreichisches Kuratorium für Alpine Sicherheit, 2019) verzeichnet für den Sommer 2019 (Zeitraum 01.05. bis 29.09.2019) insgesamt 2.230 verunfallte Personen, davon



fallen 80 Unfälle (3,6 %) in die Kategorie Klettern und 62 Unfälle (2,8 %) in die Kategorie Klettersteig; insgesamt endeten 10,5 % der kletterbezogenen Unfälle tödlich. Eine Analyse potentieller Risikofaktoren des Sportkletterns zeigt ein erhöhtes Verletzungsrisiko in Zusammenhang mit dem Alter (Adoleszenz), zunehmender Klettererfahrung, zunehmender Schwierigkeitsgrad der Kletterroute und im leistungsorientierten, wettkampfmäßigen Schwierigkeitsklettern (Woollings et al., 2015). Insbesondere erfahrene KletterInnen scheinen zu einer niedrigeren Risikowahrnehmung und einer höheren Fehlerrate zu tendieren, nicht zuletzt, da während der körperlichen Aktivität mit steigendem Schwierigkeitsgrad schwerere Entscheidungen getroffen werden müssen (Raue et al., 2018).

Fazit: Die Spielform des genussorientierten Kletterns ist ein facettenreicher Allrounder-Sport mit hohem Entwicklungsfaktor für Sportbegeisterte. Je nach Schwierigkeitsgrad werden das muskuloskelettale und das kardiorespiratorische System, koordinative Fähigkeiten sowie körperliche und mentale Flexibilität und psychische Belastbarkeit gefordert und trainiert. Bei regelmäßiger Ausübung und Intensitätssteigerung verbessert das Klettern die kardiorespiratorische Fitness, Konzentration, Koordination und Körperhaltung. Im Rahmen von therapeutischen Angeboten kann der Fokus auf gesundheitspezifische Aspekte (z.B. Beweglichkeit, psychische Resilienz) gelegt werden. Verglichen mit anderen Spielformen des alpinen Kletterns ist die Verletzungsgefahr reduziert. Die risikoarme Beschaffenheit der Routen und die zusätzlichen Sicherungsmöglichkeiten auf den Plaisir-Routen ermöglichen das Klettern unabhängig vom individuellen Erfahrungsgrad für alle Altersgruppen. Das Verletzungsrisiko ist vorwiegend im Hochleistungsbereich erhöht. Menschen mit kardiovaskulären Risikofaktoren bzw. Vorerkrankungen wird eine sportmedizinische Abklärung vor der Ausübung des Klettersports empfohlen.



4 Bewegungsangebote Winter

4.1 Langlaufen

4.1.1 Definition

Langlaufen (*englisch*: cross-country skiing, nordic skiing) ist eine nordische Wintersportart mit einer Reihe von Variationen in Bezug auf Technik und Ausrüstung. Grundsätzlich unterscheidet man zwischen dem klassischen Langlaufstil, bei dem man sich innerhalb zweier parallel nebeneinander herlaufenden Spuren bewegt, und dem Skaten, bei dem man sich zumeist im Schlittschuhschritt fortbewegt. Langlaufen wird vorwiegend als aerobe Sportart betrieben und kann als Ganzkörpertraining betrachtet werden, da viele verschiedene Muskelgruppen beansprucht werden (Nagle, 2015). Im Fokus der vorliegenden Untersuchung steht Langlaufen als Breiten- bzw. Freizeitsport.

4.1.2 Methodik

Für die Analyse zu gesundheitsfördernden Effekten von Langlaufen wurde eine Literaturrecherche in der biomedizinischen Datenbank Pubmed vorgenommen. Anhand von definierten Suchschlüsseln und Auswahlkriterien wurden 10 Artikel zur Beurteilung der gesundheitlichen Effekte des Langlaufens herangezogen (vgl. Abbildung 5).

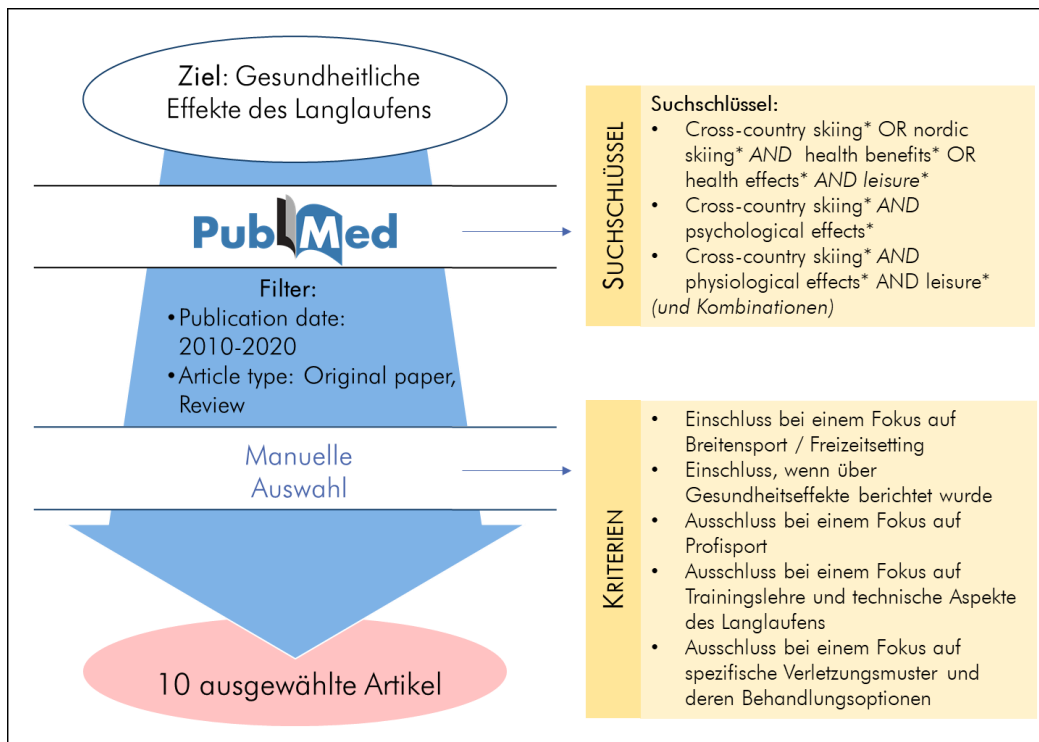


Abbildung 5: Bewegungsart Langlaufen: Methodische Vorgehensweise

4.1.3 Gesundheitseffekte

Die zentralen gesundheitsrelevanten Charakteristika des Langlaufens sind dadurch gekennzeichnet, dass diese Sportart vielfältige motorische Elemente der oberen und unteren Extremitäten mit dem kardiopulmonalen System verbindet. Diese Elemente werden je nach Art des Geländes, der Schneebeschaffenheit und der Langlauftechnik unterschiedlich miteinander kombiniert und ermöglichen damit ein sehr vielfältiges Ganzkörpertraining. Die Aktivierung von vielen unterschiedlichen Muskelgruppen und die kardiopulmonale Beanspruchung stärken damit sowohl das Muskel-Skelett-System als auch das Herz-Kreislauf-System, es werden also Kraft und Ausdauer gelenkschonend trainiert. Zusätzlich wird die motorische Koordination gefördert und damit die Körperbalance verbessert (Gasser, 2015).

Langlaufen gilt als Goldstandard für aerobes Training im Winter, es stellt eine ideale Bewegungsform dar, um von den protektiven Effekten einer guten



kardiorespiratorischen Fitness⁶ profitieren zu können. Der Energieverbrauch (Kalorienverbrauch) ist im Vergleich zu anderen Wintersportarten signifikant höher und liegt je nach Intensität und Körpergewicht zwischen 700 und 900 kcal pro Stunde. Damit sind ca. 2,5 Stunden alpines Skifahren notwendig, um den Energieverbrauch von einer Stunde Langlaufen zu erreichen. Durch die notwendige Sauerstoffversorgung von vielen verschiedenen Muskeln ist eine deutlich höhere Sauerstoffaufnahme (VO_2) im Vergleich mit anderen Ausdauersportarten notwendig, was erklärt, warum LangläuferInnen unter allen SportlerInnen die höchste maximale Sauerstoffkapazität (VO_{2max}) aufweisen (Stöggl et al., 2016).

VO_{2max} ist ein wesentlicher Indikator zur Beurteilung der kardiorespiratorischen Fitness und bezeichnet die maximale Sauerstoffmenge, die vom Körper während einer maximalen Ausdauerbelastung aufgenommen werden kann und wird in Liter pro Minute angegeben. D.h. die VO_{2max} repräsentiert die Leistungsfähigkeit der sauerstoffaufnehmenden, sauerstofftransportierenden und sauerstoffverwendenden Teilsysteme des Organismus: Je mehr Blut pro Minute vom Herz gefördert wird und durch den Kreislauf fließt, desto mehr Sauerstoff wird aus der Atemluft mittels Gasaustausch ins Blut aufgenommen und zur Arbeitsmuskulatur befördert. Die maximale Sauerstoffaufnahmekapazität spiegelt demnach die kardiorespiratorische Leistungsfähigkeit einer Person wider und ist ein wichtiger Parameter für die Beurteilung des aeroben Ausdauerleistungspotenzials (Banzer, 2017; Wonisch et al., 2017). Dieser Wert bzw. dessen potentielle Verbesserung kann auch in einem Urlaubssetting über einfache Methoden wie bspw. dem Rockport Fitness-Test oder dem 6-Minutes Walk Test (6MWT) erhoben werden.

Zahlreiche Studien belegen eine enge Korrelation zwischen der VO_{2max} und der kardiovaskulären Morbidität und Mortalität. Das bedeutet, dass eine Person mit einem hohen maximalen Sauerstoffverbrauch ein geringeres Risiko aufweist, eine kardiovaskuläre Erkrankung zu erleiden oder daran zu versterben (Banzer, 2017).

⁶ kardiorespiratorische Fitness = Herz-Lungen-Fitness

Eine Querschnittsstudie aus den USA zeigt, dass LangläuferInnen (Breitensportler) im Vergleich zur Allgemeinbevölkerung einen durchschnittlich niedrigeren Body Mass Index (BMI) aufweisen (23,8 vs. 26,7) und nur sehr selten adipös sind (3,2 % vs. 27,7 %). Der Gesundheitszustand wird von LangläuferInnen außerdem subjektiv besser eingeschätzt, sie leiden seltener an Depressionen und weisen weniger gesundheitsschädliche (z.B. Alkohol- und Tabakkonsum) und mehr gesundheitsfördernde Verhaltensweisen (z.B. Obst- und Gemüsekonsum) auf (Anderson et al., 2017).

Den protektiven Effekt einer guten kardiorespiratorischen Fitness durch Langlaufen zeigen auch prospektive longitudinale klinische Studien: Kunutsor und Kollegen (2019) konnten anhand einer Stichprobe von 279 finnischen Männern über einen Beobachtungszeitraum von ~25 Jahren zeigen, dass Personen, die durchschnittlich mehr als 60 Minuten pro Woche auf Langlaufskiern unterwegs waren, im Vergleich zu Teilnehmern, die keinen Skilanglauf betrieben, ein signifikant niedrigeres Langzeitrisiko für Bluthochdruck und dessen Folgeerkrankungen wie Schlaganfälle aufwiesen. Eine prospektive Kohortenstudie zeigt, dass regelmäßiges Langlaufen das Risiko für Herzinfarkte signifikant senkt (Laukkanen, Lakka, et al., 2019). Außerdem erkrankten Personen, die regelmäßig Langlauf betreiben, seltener an Diabetes Typ II (Kunutsor, Mäkilä, et al., 2020) und weisen eine geringere Gesamtsterblichkeit (Sterblichkeit aller Ursachen, engl.: all-cause mortality) im Vergleich zu Personen mit einer geringen körperlichen Aktivität auf (Laukkanen et al., 2017). Diese Ergebnisse von Einzelstudien wurden auch in einem rezenten Review bestätigt. Es zeigt sich, dass im Bereich der Ausübung von Langlaufen als Freizeitsport eine stetige Dosis-Wirkungsbeziehung zwischen dem Ausmaß an Langlaufen und dessen positiver Wirkung auf die Gesundheit besteht. D.h. je aktiver man hinsichtlich Häufigkeit, Intensität und Dauer beim Langlaufen ist, desto größer ist der Nutzen für die Gesundheit (Laukkanen, Kunutsor, et al., 2019).

Die gesundheitlichen Risiken von Langlaufen sind im Vergleich zu anderen Sportarten gering ausgeprägt. Studien zeigen eine Verletzungsrate zwischen 0,1 und



0,8 Verletzungen pro 1.000 Langlaufskitag. Dabei ist die Verletzungshäufigkeit für unterschiedliche Techniken (Klassik, Skaten) relativ gleich hoch (Nagle, 2015). Aufgrund der hohen Intensität des Langlaufs wurde in der Vergangenheit ein höheres Risiko für Vorhofflimmern und damit ein höheres Risiko für die Bildung eines Blutgerinnsels, das in weiterer Folge u.a. zu Schlaganfällen führen kann, vermutet. Rezente Studien konnten dies jedoch für die Ausübung von Langlaufen als Freizeitsport widerlegen. Ein minimal erhöhtes Risiko existiert hier nur im absoluten Höchstleistungsbereich bei ProfisportlerInnen. Kunutsor und KollegInnen (2020) zeigten in einer prospektiven Populationsstudie, dass regelmäßiges Langlaufen nicht zu einem erhöhten Risiko für Vorhofflimmern führt.

Fazit

Langlaufen ist eine äußerst gesundheitsfördernde und gelenkschonende Wintersportart mit vergleichsweise geringen Verletzungs- und sonstigen gesundheitlichen Risiken. Es stellt für alle Altersgruppen eine ideale Bewegungsform zur Verbesserung der kardiorespiratorischen Fitness dar, schützt bei regelmäßiger Ausübung langfristig vor Herz-Kreislauf- und Stoffwechselerkrankungen wie Bluthochdruck und Diabetes Typ II und kann die Lebenserwartung verlängern.



4.2 Alpines Skifahren

4.2.1 Definition

Alpinski fahren (englisch: alpine skiing, downhill skiing) bezeichnet eine Wintersportart, bei der zumeist präparierte Skipisten auf Skiern mit fester Bindung heruntergefahren werden. Die Kombination aus Geschwindigkeit, Naturerlebnis und körperlicher Aktivität macht alpines Skifahren zu einem sehr vielfältigen Sporterlebnis, das jedoch eine gewisse Grundkondition, Gleichgewichts- und Reaktionsfähigkeit voraussetzt. Im Fokus der vorliegenden Untersuchung steht alpines Skifahren als Freizeit- bzw. Breitensport.

4.2.2 Methodik

Für die Analyse zu gesundheitsfördernden Effekten von alpinem Skifahren wurde eine Literaturrecherche in der biomedizinischen Datenbank Pubmed vorgenommen. Anhand von definierten Suchschlüsseln und Auswahlkriterien wurden 20 Artikel zur Beurteilung der gesundheitlichen Effekte des alpinen Skifahrens herangezogen (vgl. Abbildung 6).

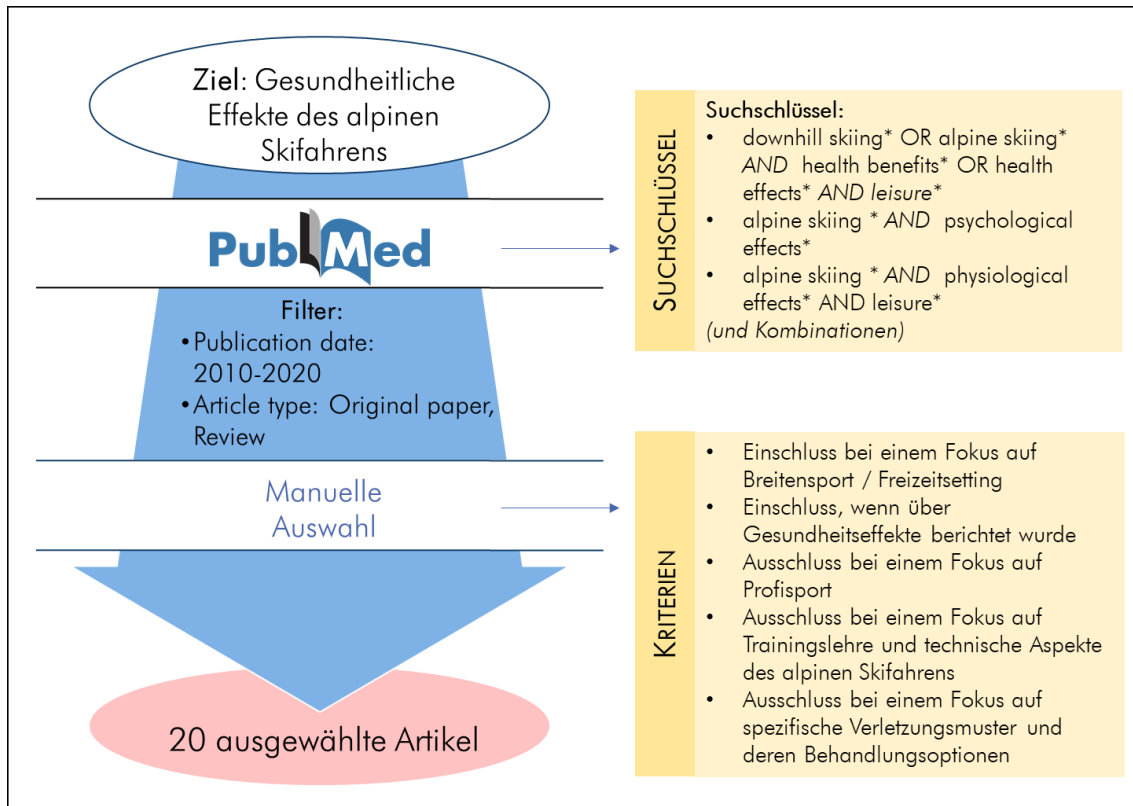


Abbildung 6: Bewegungsart alpines Skifahren: Methodische Vorgehensweise

4.2.3 Gesundheitseffekte

Alpines Skifahren stellt eine Sportart dar, die viele Muskelgruppen auf unterschiedliche Art und Weise beansprucht. Wie Bergwandern weist Skifahren eine bergsportspezifische Besonderheit auf: Im Gegensatz zu Bewegungsarten im flachen Gelände ist die Hauptbelastungsform der großen Muskelgruppen nicht vorwiegend konzentrischer Natur, sondern es spielen exzentrische Muskelbelastungen (wie beim Bergabgehen) eine große Rolle. Beim Skifahren arbeiten die Beine dabei wie eine Art Feder, d.h. sie müssen sowohl Stöße kontrolliert abfangen (exzentrisch) als auch gezielt ausfedern (konzentrisch)⁷ (B. Schobersberger & Schobersberger, 2019). Skifahren kann also sowohl als konzentrisches als auch exzentrisches Training betrieben werden.

⁷ Für eine detailliertere Erläuterung zu konzentrischem bzw. exzentrischem Training siehe Kapitel 3.1



Neben der muskulären Fitness wird beim Skifahren auch die kardiorespiratorische Ausdauer trainiert. Wie stark das Muskel-Skelett- und das Herz-Kreislauf-System beim Skifahren beansprucht werden, hängt von einer Reihe von Faktoren ab. So beeinflussen v.a. die Skigeschwindigkeit, der Kurvenradius, das Streckenprofil des Geländes, die Schnee- und Umgebungsbedingungen, die Skiausrüstung, die individuellen technischen Fähigkeiten sowie der persönliche Gesundheits- und Fitnesszustand die Intensität der muskuloskelettalen und kardiorespiratorischen Effekte. Während auf flachen Pisten eher die kardiorespiratorische Ausdauer gefördert wird, wird auf steilen Pisten mit höherer Muskelanstrengung vermehrt Kraft trainiert. Im Allgemeinen sind die gesetzten physiologischen Reize beim Skifahren intensiv genug, um einen Trainingseffekt im Sinne einer verbesserten Kraftausdauer und kardiorespiratorischen Fitness herbeizuführen. Die metabolischen Anforderungen reichen beim Skifahren als Freizeitbeschäftigung dabei von moderatem bis hochintensivem Training und können entsprechend individuell gestaltet werden. Im Vergleich zu einem klassischen Ausdauertraining ist Skifahren durch die relativ kurzfristige Belastung bei den Abfahrten und der nachfolgenden Erholungsmöglichkeit durch die Nutzung der Aufstiegsanlagen eher dem Intervalltraining als dem klassischen Ausdauertraining zuzuordnen (Burtscher et al., 2019). Dabei kann Skifahren bei entsprechender Intensität sogar als hochintensives Intervalltraining (HIIT)⁸ betrieben werden (Stöggl et al., 2017), das hinsichtlich Fettverbrennung und Verbesserung der maximalen Sauerstoffkapazität (VO_{2max}) als höchst effektives Training gilt (Wonisch et al., 2017).

Über die Zeit wird beim Skifahren durchschnittlich weniger Energie verbraucht als bspw. beim Bergaufgehen oder Langlaufen. Stöggl und Kollegen (2016) errechneten, dass inkl. passiver Anstiege ca. 2,5 Stunden Skifahren erforderlich sind, um auf den gleichen Energieverbrauch wie bei einer Stunde Langlaufen zu kommen. Allerdings wird Skifahren im Vergleich zu anderen Sportarten im Allgemeinen ohnehin als Halb- oder Ganztagesaktivität ausgeführt.

⁸ HIIT = kurze, intensive Belastungsphasen (Skiabfahrt) mit anschließender kurzer Erholungszeit (Fahrt mit Aufstiegsanlage)



Auch für ältere Personen stellt Skifahren eine ideale Form des körperlichen Trainings dar. In einer österreichischen Studie wurden dazu die langfristigen Effekte von alpinem Skifahren auf gesundheitsbezogene Parameter bei älteren Personen (Durchschnittsalter $67 \pm 2,9$ Jahre) über einen zwölfwöchigen Beobachtungszeitraum mit insgesamt 28 Skitagen untersucht. Dabei kam es bei keinem der StudienteilnehmerInnen während der 795 Skistunden zu einem negativen gesundheitlichen Ereignis. Die Studienergebnisse zeigen außerdem positive Effekte auf den Fett- und Glukosestoffwechsel sowie eine Reduktion der Körperfettmasse. Hinsichtlich leistungssteigernder Effekte konnte eine Verbesserung der maximalen Sauerstoffaufnahme (VO^2_{max}) und der Muskelkraft erreicht werden. Insgesamt konnte durch das Skifahren das kardiovaskuläre Risikoprofil der StudienteilnehmerInnen positiv verändert werden. Die AutorInnen weisen jedoch darauf hin, dass sich insbesondere ältere Personen vor Beginn eines Skitrainings einer sportmedizinischen Untersuchung unterziehen sollten (Dela et al., 2011; Müller et al., 2011; Niederseer et al., 2011, 2016).

Die Effekte des Skifahrens auf die kardiorespiratorische Fitness werden durch die spezifischen alpinen Umgebungsfaktoren noch verstärkt: Alpines Skifahren ist dadurch gekennzeichnet, dass es meist in kalter Luft und mittleren Höhenlagen (1.500 m - 2.500m) betrieben wird (Burtcher et al., 2019). Die Ausübung von körperlicher Aktivität in kalter Umgebung führt dabei zu einem erhöhten Energieverbrauch. Außerdem sinkt mit zunehmender Höhe der Sauerstoffpartialdruck (PO^2) proportional zur Abnahme des Luftdrucks, wodurch eine leichte Hypoxie, d.h. eine Sauerstoffunterversorgung des Organismus auftritt. Der Körper versucht diesen Sauerstoffmangel zu kompensieren und leitet Akklimatisationsvorgänge ein. So nimmt u.a. das Atem- sowie das Herzminutenvolumen zu. Bereits nach zwei bis vier Tagen passt sich Körper an diese neuen Bedingungen an und es kommt zu einer besseren Sauerstoffausschöpfung, d.h. der Körper kann die geringere Menge an verfügbaren Sauerstoff besser nutzen. Durch die Höhe wird die Ausschüttung des körpereigenen Hormons Erythropoetin (EPO) stimuliert. Dieses Hormon wird in den Nieren produziert und sorgt im Knochenmark für die Neubildung roter Blutkörperchen. Im Körper wird zudem mehr Hämoglobin bereitgestellt, das



Sauerstoff bindet und dadurch positive Auswirkungen auf die Ausdauerleistungsfähigkeit hat (Burtcher et al., 2019; Wonisch et al., 2017).

Skifahren stellt für das sensomotorische System durch den steilen, rutschigen und oft uneben Untergrund eine relativ komplexe Herausforderung dar. Neben der kardiovaskulären und muskulären Beanspruchung trainiert Skifahren dadurch zusätzlich die Koordinations- und Reaktionsfähigkeit (Burtcher et al., 2019; Paillard, 2017). Außerdem gibt es Hinweise, dass Skifahren bei FreizeitsportlerInnen die Balance und Körperstabilität verbessert. So zeigen Studien, dass sich das statische Gleichgewicht bei jungen Erwachsenen bereits nach einem fünf- bzw. siebentägigen Skiprogramm signifikant verbesserte (Camliguney, 2013; Wojtyczek et al., 2014). Hier muss allerdings darauf hingewiesen werden, dass beide Studien als Beobachtungsstudien durchgeführt wurden, also keine Kontrollgruppe beinhalteten.

Bei Personen mit unilateraler totaler Knie-Endoprothese (Knie-TEP) konnte durch ein zwölfwöchiges Trainingsprogramm mit zwei bis drei Skitagen pro Woche eine deutliche Verbesserung der Gangsymmetrie sowie eine Verbesserung der Muskelkraft erzielt werden (Pötzelsberger, Stöggl, Lindinger, et al., 2015; Pötzelsberger, Stöggl, Scheiber, et al., 2015).

Zusätzlich zu den physiologischen, gesundheitlichen Benefits wirkt Skifahren auch auf das psychische Wohlbefinden. Skifahren weist einen hohen Spaß- und Genussfaktor auf, der zu einem gesteigertem Wohlbefinden beiträgt. Außerdem wird es in freier Natur ausgeübt, was zusätzlich entspannend und stimmungsaufhellend wirkt (Burtcher et al., 2019; Lee et al., 2014). Menschen, die langfristig regelmäßig Ski fahren weisen außerdem durchschnittlich einen gesünderen Lebensstil und weniger kardiovaskuläre Risikofaktoren wie Hypercholesterinämie⁹, Bluthochdruck und Diabetes Typ II auf (Burtcher et al., 2013).

⁹ Hypercholesterinämie ist eine Fettstoffwechselstörung, die durch einen erhöhten Cholesterinspiegel im Blut gekennzeichnet ist.

Skifahren wird oft als risikoreiche Sportart betrachtet, sowohl was das Verletzungsrisiko als auch das Risiko von kardiovaskulären Ereignissen (v.a. Herzinfarkte) betrifft. Hinsichtlich des Verletzungsrisikos ist Skifahren in den letzten Jahren jedoch nicht zuletzt aufgrund der besseren technischen Ausstattung sowie einer verbesserten Pistensicherheit deutlich sicherer geworden, sowohl was die Sturz- als auch die Verletzungshäufigkeit betrifft. (Burtscher & Ruedl, 2015; Davey et al., 2018).

Der häufigste nicht unfallbedingte Todesfall beim Skifahren stellt der plötzliche Herztod dar (sudden cardiac death (SCD); 1 von 100.000 SkifahrerInnen pro Jahr). 90 Prozent dieser Todesfälle ereignen sich bei Männern über 34 Jahren. Außerdem treten die meisten dieser Fälle innerhalb der ersten drei Urlaubstage ein. Das Risiko steigt mit zunehmendem Alter und bei einem Vorliegen von kardiovaskulären Risikofaktoren bzw. Vorerkrankungen wie bereits vorangegangenen Myokardinfarkt, Diabetes mellitus, koronarer Herzkrankheit, Bluthochdruck und Hypercholesterinämie. Außerdem zählen mangelnde Bewegung und ein hohes Stresslevel vor Antritt des Urlaubs zu den Risikofaktoren für einen SCD. Daher sollten kardiovaskulär vorbelastete Personen bei Antritt eines Skiurlaubs einige Aspekte beachten, um das subjektive Risiko für potentielle kardiovaskuläre Ereignisse zu reduzieren: Dazu gehören Stressminderung vor und bei Antritt der Reise, ein langsames Gewöhnen an die Höhe und Umgebungstemperatur mit zunächst moderatem Beginn der sportlichen Aktivität sowie bereits regelmäßiges Training vorab am Heimatort und eine Reduktion der kardiovaskulären Risikofaktoren wie Übergewicht und Tabakkonsum. Außerdem ist für vorbelastete Personen eine sportmedizinische Abklärung vor Beginn eines Skiurlaubs empfehlenswert (B. Schobersberger & Schobersberger, 2019).

Fazit

Alpines Skifahren ist eine abwechslungsreiche Sportart mit einem hohen Spaß- und Genussfaktor, bei der sowohl das muskuloskelettale als auch das kardiorespiratorische System sowie koordinative Fähigkeiten gefordert und trainiert werden. Bei regelmäßiger Ausübung führt Skifahren zu positiven



Stoffwechseleränderung und wirkt kardioprotektiv. Menschen mit kardiovaskulären Risikofaktoren bzw. Vorerkrankungen wird eine sportmedizinische Abklärung vor der Ausübung von alpinem Skisport empfohlen.



4.3 Winterwandern

4.3.1 Definition

Winterwandern (englisch: *winter hiking*) beschreibt das Wandern im Winter und ist eine von der Schneelage unabhängige Wintersportart. Im Unterschied zum Schneeschuhwandern wird bis auf festes Schuhwerk keine spezielle Ausrüstung benötigt. Da es sich beim Gehen bzw. Wandern um die natürlichste Form der körperlichen Aktivität handelt, kann Winterwandern von allen Altersgruppen betrieben werden.

4.3.2 Methodik

Für die Analyse zu gesundheitsfördernden Effekten von Winterwandern wurde eine Literaturrecherche in der biomedizinischen Datenbank Pubmed vorgenommen. Anhand von definierten Suchschlüsseln und Auswahlkriterien wurden 6 Artikel zur Beurteilung der gesundheitlichen Effekte des Winterwanderns herangezogen (vgl. Abbildung 7)

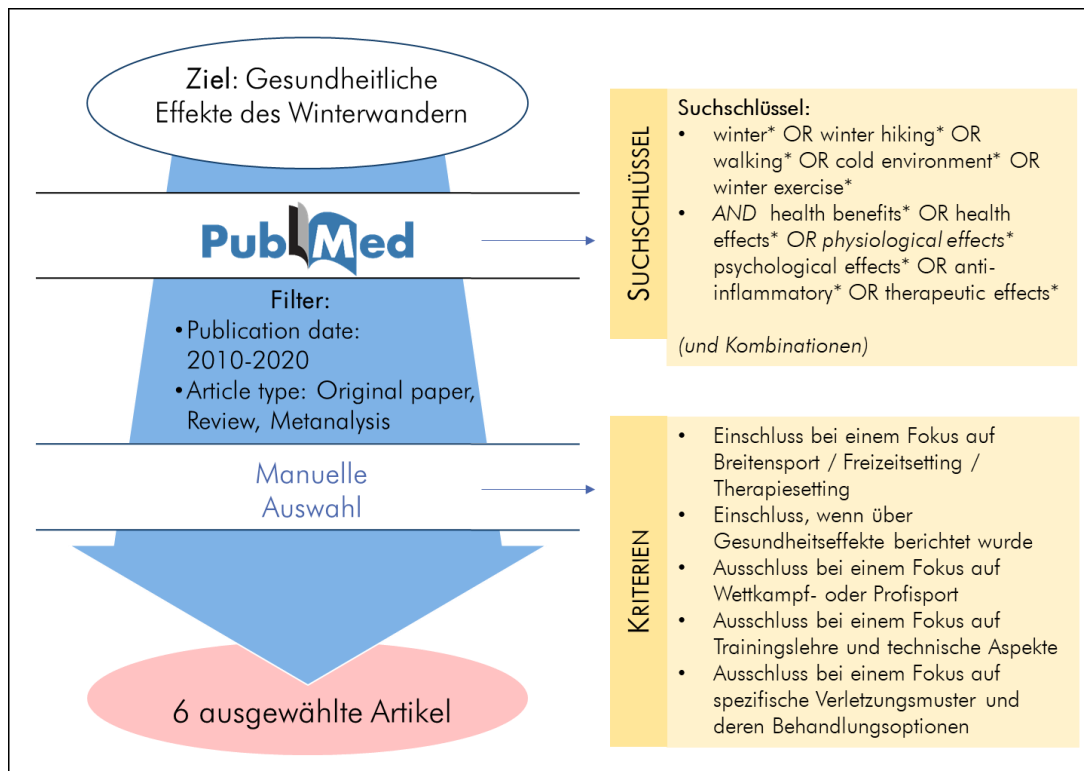


Abbildung 7: Bewegungsart Winterwandern - Methodische Herangehensweise



4.3.3 Gesundheitseffekte

Einer relativen Fülle an Forschungsarbeiten zu den gesundheitlichen Auswirkungen des Wanderns im Sommer steht eine eher geringe wissenschaftliche Evidenzlage zum Thema Winterwandern gegenüber. Die allgemeinen Aussagen zum Wandern hinsichtlich kardiorespiratorischen und muskuloskelettalen Effekten lassen sich selbstverständlich auf das Winterwandern übertragen. Zusätzlich kommen beim Winterwandern die thermischen Effekte als Einflussgrößen hinzu.

Allgemeine Gesundheitseffekte

Winterwanderungen sind in der Regel durch niedrige Umgebungstemperaturen gekennzeichnet. Diese Kälteexposition über einer längere Zeitspanne hinweg beeinflusst diverse Körperprozesse positiv. Ein längerer Aufenthalt in der Kälte, wie es bei einer Winterwanderung der Fall ist, kann beispielsweise beim Fettabbau helfen. Im menschlichen Körper gibt es zwei verschiedene Typen an Fettgewebe. Das weiße Fettgewebe dient der Energiespeicherung und stellt mengenmäßig den größten Anteil. Im Gegensatz dazu hat das braune Fettgewebe die einzigartige Eigenschaft, durch Stoffwechselprozesse Kalorien aus der Nahrung in Wärme umzuwandeln. Dieser Prozess ist auch als Thermogenese bekannt. Durch Kälteexposition kann die Bildung von braunem Fettgewebe angeregt werden (Cypess et al., 2012). Irisin ist ein körpereigener Botenstoff, der die Umwandlung von weißem in braunes Fettgewebe stimuliert.

Özbay et al. vergleichen in ihrer klinischen Studie ein 18-wöchiges Outdoor-Trainingsprogramm (-5°C bis 5°C) mit einem Indoor-Training (21°C bis 25 °C). Eine einzelne Trainingseinheit erhöhte die Irisin-Level in beiden Gruppen minimal. Über die gesamte Interventionsdauer veränderte sich die Irisin-Level der Outdoor-Gruppe aber nicht. Jedoch sanken die Werte der Indoor-Gruppe signifikant ab (Ozbay et al., 2020). Kälteeinwirkung ist somit eine wirksame Methode, um den Energieverbrauch im braunen Fettgewebe zu verbessern. Zusätzlich werden die Glukosehomöostase, die Insulinsensitivität und der Lipidstoffwechsel positiv beeinflusst (Peres Valgas da Silva et al., 2019). Winterwandern als Kombination aus Kälteexposition und Bewegung würde somit eine niederschwellige Möglichkeit



darstellen, um die Volkskrankheiten Übergewicht und Diabetes Typ 2 einzudämmen. Neben den Effekten auf das braune Fettgewebe und den Stoffwechsel hat Bewegung in einer kalten Umgebung auch anti-entzündliche Effekte. **Moderate sportliche Betätigung wie z.B. Winterwandern scheint typische Entzündungsprozesse, die durch die körperliche Belastung entstehen, zu reduzieren (Gagnon et al., 2014).**

Wandern im Schnee ist zusätzlich durch einen höheren Kalorienverbrauch gekennzeichnet. Dabei ist die Schneebeschaffenheit ein entscheidender Faktor – Wandern auf einer frischen Schneedecke ist mit einem höheren Energieverbrauch bzw. mit einer höheren Belastung verbunden als Wandern auf vorgespurten Wegen. Bei der Tourenplanung von Winterwanderungen sollten die Schneelage und Wegbeschaffenheit daher unbedingt berücksichtigt werden (Carceller et al., 2019).

Die positiven Einflüsse von „Green Exercise“ auf den Menschen sind mittlerweile allgemein bekannt. Die Evidenzlage zu „White Exercise“ bzw. zu Winterwandern ist jedoch sehr gering. In der Studie von Song et al. werden die Effekte eines Stadtspaziergangs gegen einen Spaziergang in einem Park im Winter verglichen. Auf psychologischer Ebene konnten ähnliche Effekte wie bei Green Exercise beobachtet werden – die ProbandInnen fühlten sich im Park wohler und entspannter und verspürten weniger negative Emotionen. Zusätzlich wurden Verbesserungen im Puls und in der Herzratenvariabilität beim Park-Spaziergang festgestellt (Song et al., 2013).

Gesundheitseffekte bei Allergien und Asthma

Sport und Bewegung sind erwiesenermaßen integraler Bestandteil einer jeden guten Asthmathherapie. Für den Breitensport und vor allem für den Wintersport gibt es dazu jedoch wenig evidenzbasierte Empfehlungen. In der WESPAA-Studie (Wintersport und Speläotherapie bei Allergien und Asthma) wurden unter anderem die Auswirkungen eines zehntägigen Winterurlaubs mit einem Mix aus



Wintersportarten auf Erwachsene mit Allergien und Asthma untersucht. Dabei wurden die Effekte einer einzelnen Winterwanderung untersucht (vgl. Abbildung 8). Bereits nach einer einzelnen vierstündigen Winterwanderung verringert sich die allergische Entzündung in den unteren Atemwegen. Die allergische Entzündung wurde anhand des ausgeatmeten Stickstoff-Monoxids (FeNO) gemessen (Prosegger, Huber, Grafetstätter, Pichler, Braunschmid, et al., 2019).

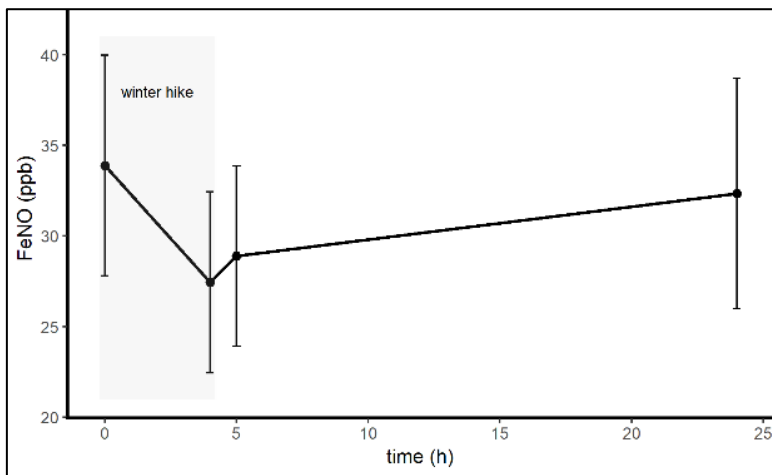


Abbildung 8: Messung des ausgeatmeten Stickstoffmonoxids (FeNO) vor und nach einer 4-stündigen Winterwanderung, nach einer Stunde Pause und nach 24 Stunden

Fazit: Die aktuelle Evidenzlage zu den gesundheitsfördernden Effekten des Winterwanderns ist gering. Valide klinische Studien zu spezifischen physiologischen und psychologischen Wirkungen von Winterwanderungen fehlen noch. Lediglich die allgemeinen Effekte von Kälteexposition sind in der Literatur gut beschrieben.



5 Barrierefreie gesundheitsfördernde Sportarten im Sommer und Winter

5.1 Definition

In diesem Kapitel wird die medizinische Evidenz zu Gesundheitseffekten von barrierefreien Bewegungsangeboten **ausschließlich für Menschen mit Rückenmarkverletzung (RMV)** dargestellt. Bei Rückenmarkverletzungen funktioniert die Informationsübertragung im Körper nicht mehr oder nur noch teilweise. Es kommt zu Lähmungen in Beinen und/oder Armen. Diese sind abhängig von der Höhe der Schädigung im Rückenmark. Die Auswirkungen der Lähmung betreffen die Bewegung der Beine und Arme sowie des Rumpfs, die inneren Funktionen (Blasen-, Darm- und Sexualfunktion) und die Sensorik. Rückenmarkschädigungen entstehen bei Verletzungen der Wirbelsäule durch Unfälle (traumatisch) oder durch Krankheiten wie Tumore, Blutungen und Infektionen (nicht traumatisch). Die nachteiligen Auswirkungen einer Rückenmarkverletzung auf Gesundheit, Fitness und Funktionalität der Extremitäten werden durch stark sedentäres Verhalten noch verstärkt.

Menschen mit RMV haben aufgrund von Lähmungen/Paresen ein verringertes Herzschlagvolumen und eine verringerte Trainingsleistungskapazität (Tweedy et al., 2017). Tetraplegie (Lähmung der Arme und Beine) reduziert die Trainingskapazität häufig zusätzlich, da die maximale Herzfrequenz und die Atemfunktion niedriger sind. Es gibt konsistente Hinweise darauf, dass Bewegung die kardiorespiratorische Fitness und Muskelkraft bei Menschen mit RMV verbessern kann. Dazu gehören ein geringeres Risiko für Herz-Kreislauf-Erkrankungen, Depressionen und Schulterschmerzen sowie eine verbesserte Atemfunktion, Lebensqualität und Autonomie (Tweedy et al., 2017).

5.2 Methodik

Für die Analyse der gesundheitsförderlichen Effekte von barrierefreien Sportarten wurde eine Literaturrecherche in der biomedizinischen Datenbank Pubmed

vorgenommen. Mit Hilfe der Suchbegriffe „exercise and spinal cord injury“, „adaptive sports“, „aquatic exercise and spinal cord injury“ und den Filtern „Review“, „Originaltext“ im Zeitraum 2010-2020 wurde eine Auswahl von acht Studien getroffen. Zusammenfassend muss ein evidenter Mangel an großen, qualitativen, randomisierten kontrollierten klinischen Studien festgestellt werden. Die Mehrzahl der bisherigen Arbeiten haben experimentellen Charakter, sind Fallstudien oder nicht repräsentativ. Nicht berücksichtigt bei dieser Analyse wurden Studien zu „Profisport“, paraolympische Athleten und „Verletzungen“ oder anderen Arten von Beeinträchtigungen (vgl. Abbildung 9).

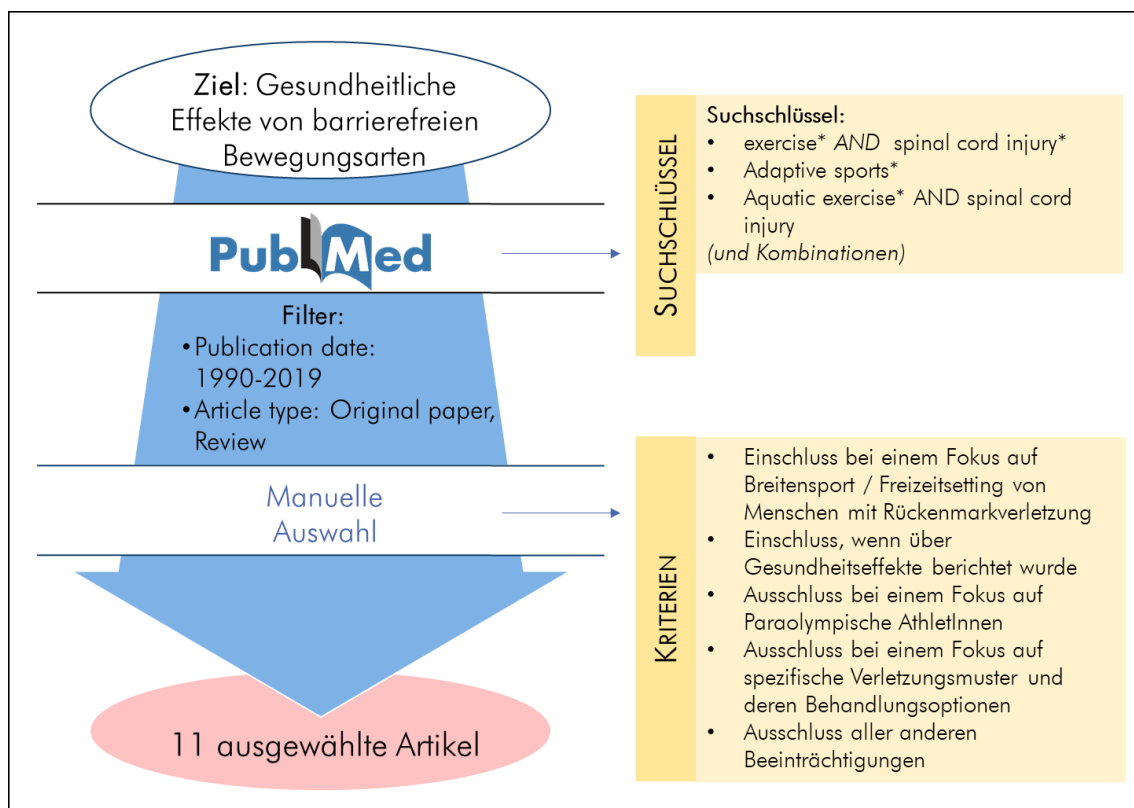


Abbildung 9: barrierefreie Bewegungsarten - Methodische Vorgehensweise

5.3 Gesundheitseffekte

Angepasstes Fitnesstraining (ganzjährig)

Erwachsene mit RMV können von regelmäßigen sportlichen Aktivitäten stark profitieren. Langes Sitzen verursacht schnell Rückenbeschwerden. Bestimmte Muskelgruppen werden einseitig belastet, andere unzureichend gefordert. Allein für



das sichere Manövrieren des Rollstuhls sind Kraft und Beweglichkeit der Oberkörpermuskulatur wichtig.

Bereits ab einem 20minütigen Training zweimal pro Woche können bei chronischer RMV positive gesundheitliche Effekte erzielt werden. Das belegt ein systematischer Review (van der Scheer et al., 2017), der 211 Studien analysierte, wovon sich 189 mit chronischen und 22 mit akuten Rückenmarkverletzungen beschäftigen. Die Ergebnisse dieser Studie aus Großbritannien und Kanada zeigen, dass die durchgeführten Übungen die allgemeine körperliche Verfassung und das Herz-Kreislauf-System der ProbandInnen verbesserten. Hinweise auf etwaige Effekte auf die Knochengesundheit waren nicht gegeben.

Menschen mit Querschnittlähmung sind im Vergleich zu Menschen mit anderen Beeinträchtigungen oder ohne Beeinträchtigungen weniger aktiv. Die ForscherInnen analysierten folgende Zielparameter körperlicher Gesundheit: kardiorespiratorische Fitness, Leistungsfähigkeit, Muskelstärke, Körperzusammensetzung (Fett, Muskeln), kardiovaskulären Risikofaktor (die Wahrscheinlichkeit für kardiovaskuläre Erkrankungen) und die Knochengesundheit (van der Scheer et al., 2017). In den Ergebnissen zeigten sich bei Menschen mit **chronischer RMV** mäßige bis deutliche Hinweise, dass Bewegung alle überprüften Zielparameter - mit Ausnahme der Knochengesundheit - verbessern kann (van der Scheer et al., 2017). Bei **akuter RMV** waren kaum Ergebnisse messbar. Besonders effektiv bei chronischer RMV waren 2-3 Trainingseinheiten Oberkörpergymnastik pro Woche bei mäßiger bis kräftiger Intensität für 20 bis 40 Minuten und eine Kombination aus Oberkörpergymnastik und Muskelaufbau im Oberkörper (3 Sätze mit 10 Wiederholungen bei 50 % - 80 % und max. 1 Wiederholung für alle großen Muskelgruppen). Wesentlich für die Ergebnisinterpretation ist, dass die meisten ProbandInnen unter Anleitung trainierten und nicht allein zu Hause. Negative Nebenwirkungen waren bis auf Muskelkater und steifen Nacken nicht zu beobachten.



Diese Empfehlungen wurden auch in einer Studie (Martin Ginis et al., 2018) bestätigt, die Trainingsrichtlinien zur internationalen Harmonisierung für Erwachsene mit RMV erstellten:

Zur Verbesserung der **kardiorespiratorischen Fitness** und der **Muskelkraft** wird Erwachsenen mit RMV empfohlen, mindestens 20 Minuten Aerobic-Übungen mittlerer bis starker Intensität 2 Mal pro Woche und 3 Sätze Kraftübungen für alle Hauptmuskelgruppen mit mäßiger bis kräftiger Intensität, 2 mal pro Woche durchführen (starke Empfehlung).

Zur Verbesserung der **kardiometabolischen Gesundheit** wird Erwachsenen mit RMV empfohlen, mindestens 30 Minuten Aerobic mit mäßiger bis starker Intensität 3mal pro Woche zu trainieren (bedingte Empfehlung (Martin Ginis et al., 2018)).

Diese evidenzbasierten wissenschaftlichen Richtlinien müssten nun, so die ForscherInnen, in einem partizipativen Prozess in praxistaugliche Guidelines übersetzt werden, die dann international Anwendung finden können.

Verbesserung der Lebensqualität für Personen mit RMV

Ein Review aus 2019 (Diaz, Robert et al., 2019) kommt zum Schluss, dass adaptive Sportarten nicht nur eine Möglichkeit sind, um die körperliche Fitness zu optimieren, sondern auch **psychosoziale Verbesserungen** in Bezug auf Körperbild, Selbstwirksamkeit, Selbstkompetenz und Stimmung erzielen. Die Zugänglichkeit zu den sportlichen Aktivitäten, die individuelle Anpassung an eine ausgewählte Bewegungsart und auch der Kostenfaktor sind maßgeblich für den Erfolg adaptiver Sportarten entscheidend.

Einige frühere Studien zu Lebensqualität und adaptiven Bewegungsarten bei Menschen mit RMV (Dunnum L. 1990; Fuhrer MJ, Rintala DH, Hart KA, et al. 1992; Barker RN, Kendall MD, Amsters DI, et al. 2009) haben gezeigt, dass Menschen mit RMV eine geringere Lebenszufriedenheit und geringere Lebensqualität im Vergleich zur Allgemeinbevölkerung haben, die auf sekundäre Komplikationen eher als auf die anfängliche Verletzung zurückzuführen sind, wie zum Beispiel Aktivitätseinschränkungen und etwaige Hindernisse für die Teilnahme. Körperliche



Aktivität und sportliche Betätigung hingegen waren verbunden mit verbesserter Lebensqualität und Integration in die Gemeinschaft.

Als wesentliche Einschränkung der Studie ist zu bemerken, dass sie auf nicht-standardisierten Fragebögen basiert (Diaz, Robert et al., 2019). Auch im Bereich adaptive Bewegungsarten und Lebensqualität herrscht ein Mangel an RCTs vor.

Bewegung im Wasser mit RMV (ganzjährig):

Bei vielen Menschen mit RMV ist regelmäßiges Schwimmen eine optimale Bewegungsart, um Herz-Kreislauf und Muskulatur zu trainieren und dabei die Gelenke zu schonen. Die Evidenzlage zur Wirkungsweise von Bewegung im Wasser bei RMV zur Verbesserung der körperlichen Funktion und Fitness ist jedoch gering (Li et al., 2017). Der vorliegende Review ist die erste systematische Analyse und Bewertung von acht Studien zu den Effekten von Übungsprogrammen im Wasser in Bezug auf körperliche Funktion und Fitness.

Die Ergebnisse in Bezug auf die **körperlichen Funktionen** der ProbandInnen wurden auf Basis von vier Studien mit geringer bis mittlerer Evidenzklasse gemessen. Zwei davon bewerteten die allgemeine funktionale Unabhängigkeit und die anderen bewerteten die Gehfähigkeit (Li et al., 2017). Trotz der unterschiedlichen Studiendesigns konnte ein positiver Einfluss der Wasserübungsprogramme auf die körperlichen Funktionen in allen vier Studien beobachtet werden. Dies kann daran liegen, dass die Wassenumgebung – nach einer Zeit der Anpassung – die bestehenden motorischen Funktionen der ProbandInnen stärkt.

Die Ergebnisse von drei Studien mit schwacher Evidenz zeigten einen positiven Effekt auf die **Verbesserung der aeroben Fitness** der TeilnehmerInnen durch die Übungen im Wasser. Eine andere Studie kam zum Ergebnis, dass die TeilnehmerInnen aus der Wasserübungsgruppe keine bessere aerobe Fitness als die Land-Kontrollgruppe aufwiesen. In der Gruppe mit Wasserübungen wurden jedoch Unterschiede zwischen den ProbandInnen festgestellt. Es konnte der Trend beobachtet werden, dass die Intervention bei der Wasserübungsgruppe eine größere Effektstärke als die der Landübungsgruppe zeigte.



Der Review kommt zum Schluss, dass es Hinweise gibt, dass ein Trainingsprogramm, das mindestens acht Wochen dauert (3 x / Woche, 50 Minuten) die kardiovaskuläre Fitness der Teilnehmenden fördert (Li et al., 2017). Nur eine Studie geringer Evidenz von den ausgewählten acht in diesem Review befasste sich mit der Auswirkung von Wasserübungen auf die Körperzusammensetzung und eine andere mit Kraft und Gleichgewicht. Gemessen an der heterogenen Natur der körperlichen Ergebnisse, sind für allgemein gültige Aussagen weitere RCTs notwendig.

Barrierefreie Bewegungsarten im Winter

Der vorliegende Review (Nasuti & Temple, 2010) analysierte und bewertete Vorteile des alpinen Skifahrens (einschließlich Sitz-Skifahren), des Langlaufens und des Snowboardens für Menschen mit Behinderungen generell - und nicht nur für Menschen mit Rückenmarkverletzungen. Wintersportarten zählen für Menschen mit Behinderung zu beliebten Freizeitbeschäftigungen mit Gesundheitspotenzial. Im Allgemeinen sind nur sehr wenige potenzielle Gesundheitseffekte durch das Ausüben von Wintersportarten bei Menschen mit besonderen Bedürfnissen untersucht. Die vorliegende Studie hat wenige, aber positive Ergebnisse in Bezug auf die **Selbstwahrnehmung** und **Motorik** dokumentiert (Nasuti & Temple, 2010). Es sind umfassendere RCTs zu physiologischen, psychologischen und funktionellen Parametern sowie zur Lebensqualität erforderlich. Darüber hinaus verglich keine der Studien die Teilnahme an Wintersportarten mit der Teilnahme an anderen Bewegungsarten wie beispielsweise Kajakfahren.

Es gibt noch wenig Forschung in diesem Bereich, aber es gibt Hinweise darauf, dass Wintersportarten das Selbstwertgefühl, das Körpergefühl, das statische Gleichgewicht und grobmotorische Fähigkeiten insgesamt bei Menschen mit Behinderungen positiv beeinflussen können (Nasuti & Temple, 2010). Das Verletzungsrisiko bei Bewegungsarten im Schnee für Menschen mit Behinderungen scheint nicht größer zu sein als das der allgemeinen Bevölkerung.

Fazit



Die medizinische Evidenzlage zu positiven Effekten auf die körperliche und mentale Gesundheit einer Vielzahl sportlicher Bewegungsangebote für Menschen mit RMV ist gering. Die Möglichkeiten aber zur Teilnahme an inklusiven Sportarten sind unbegrenzt. Die Schweizer Paraplegiker Vereinigung bietet etwa folgende Rollstuhl-Breitensportangebote für Winter und Sommer an: Badminton, Basketball, Bob, Bogenschießen, Curling, Fechten, Golf, Handbike, Langlauf, Leichtathletik, Power Chair Hockey, Rudern, Kegeln, Ski alpin, Sportschießen, Tennis, Tischtennis und Wasserski.



6 Abkürzungsverzeichnis

AHA	American Sports Association
BMI	Body Mass Index
CLBP	chronic low back pain (chronischer Rückenschmerz)
FeNO	Stickstoffmonoxid
GSP	good scientific practice (gute wissenschaftliche Praxis)
HIIT	Hochintensives Intervalltraining
hm	Höhenmeter
kcal	Kilokalorien
km	Kilometer
km/h	Kilometer pro Stunde
MET	Metabolisches Äquivalent
µg	Mikrogramm
Mio.	Million
Mrd.	Milliarde
MS	Multiple Sklerose
PM	particulate matter (Feinstaub)
PMU	Paracelsus Medizinische Privatuniversität
RCT	randomized controlled trial (randomisierte kontrollierte klinische Studie)
RIS	Research Information System Format
RMV	Rückenmarkverletzung
SAT	Standortagentur Tirol
SCD	sudden cardiac death (plötzlicher Herztod)
6MWT	Six Minute Walk Test
TEP	Totalendoprothese
UIAA	Union Internationale des Associations d'Alpinisme
VO ₂ max	maximale Sauerstoffaufnahmekapazität
WHO	World Health Organization (Weltgesundheitsorganisation)



7 Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Bewegungsart Wandern - Methodische Vorgehensweise	11
Abbildung 2: Bewegungsarten Radfahren, (Uphill-)Mountainbiking: Methodische Vorgehensweise	20
Abbildung 3: Bewegungsart Genussradfahren und E-Bike - Methodische Herangehensweise	26
Abbildung 4: Bewegungsart Klettern: Methodische Vorgehensweise	33
Abbildung 5: Bewegungsart Langlaufen: Methodische Vorgehensweise	40
Abbildung 6: Bewegungsart alpines Skifahren: Methodische Vorgehensweise	45
Abbildung 7: Bewegungsart Winterwandern - Methodische Herangehensweise	51
Abbildung 8: Messung des ausgeatmeten Stickstoffmonoxids (FeNO) vor und nach einer 4-stündigen Winterwanderung, nach einer Stunde Pause und nach 24 Stunden	54
Abbildung 9: barrierefreie Bewegungsarten - Methodische Vorgehensweise	56



8 Literatur

- Anderson, P. J., Bovard, R. S., Murad, M. H., Beebe, T. J., & Wang, Z. (2017). Health status and health behaviors among citizen endurance Nordic skiers in the United States. *BMC Res Notes*, 10(1), 305. <https://doi.org/10/gfx6gq>
- Aras, D., & Ewert, A. W. (2016). The effects of eight weeks sport rock climbing training on anxiety. *Acta Medica Mediterranea*, 32(1), 223–230.
- Banzer, W. (Hrsg.). (2017). *Körperliche Aktivität und Gesundheit: Präventive und therapeutische Ansätze der Bewegungs- und Sportmedizin*. Springer Berlin Heidelberg. <https://doi.org/10.1007/978-3-662-50335-5>
- Barclay, A., Paul, L., MacFarlane, N., & McFadyen, A. K. (2019). The effect of cycling using active-passive trainers on spasticity, cardiovascular fitness, function and quality of life in people with moderate to severe Multiple Sclerosis (MS); a feasibility study. *Multiple Sclerosis and Related Disorders*, 34, 128–134. <https://doi.org/10/gg5vsr>
- Berntsen, S., Malnes, L., Langåker, A., & Bere, E. (2017). Physical activity when riding an electric assisted bicycle. *The International Journal of Behavioral Nutrition and Physical Activity*, 14(1), 55. <https://doi.org/10/gg5m2f>
- Bläsing, B. E., Güldenpenning, I., Koester, D., & Schack, T. (2014). Expertise affects representation structure and categorical activation of grasp postures in climbing. *Frontiers in Psychology*, 5, 1008. <https://doi.org/10/f6hdb2>
- Bourne, J. E., Sauchelli, S., Perry, R., Page, A., Leary, S., England, C., & Cooper, A. R. (2018). Health benefits of electrically-assisted cycling: A systematic review. *The International Journal of Behavioral Nutrition and Physical Activity*, 15(1), 116. <https://doi.org/10/gfkfb8>

- Bowler, E. D., Buyung-Ali, M. L., Knight, M. T., & Pullin, S. A. (2010). A systematic review of evidence for the added benefits to health of exposure to natural environments. *BMC public health*, 10. <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pub-med/20684754>
- Breuer, M. (2013). *Revolution im Radtourismus durch E-Bikes: Ausweitung des Aktionsraumes in Mittel- und Hochgebirge*. Disserta Verlag.
- Buechter, R. B., & Fechtelpeter, D. (2011). Climbing for preventing and treating health problems: A systematic review of randomized controlled trials. *GMS German Medical Science*, 9.
- Burtscher, M., Bodner, T., Burtscher, J., Ruedl, G., Kopp, M., & Broessner, G. (2013). Life-style characteristics and cardiovascular risk factors in regular downhill skiers: An observational study. *BMC Public Health*, 13, 788. <https://doi.org/10/f92vnb>
- Burtscher, M., Federolf, P. A., Nachbauer, W., & Kopp, M. (2019). Potential Health Benefits From Downhill Skiing. *Frontiers in Physiology*, 9. <https://doi.org/10/ggvvsxf>
- Burtscher, M., & Ruedl, G. (2015). Favourable Changes of the Risk-Benefit Ratio in Alpine Skiing. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 12(6), 6092–6097. <https://doi.org/10/f7h8qj>
- Camliguney, A. F. (2013). The Effects of Short-Term Ski Trainings on Dynamic Balance Performance and Vertical Jump in Adolescents. *Educational Research and Reviews*, 8(10), 568–572.
- Carceller, A., Javierre, C., Corominas, J., & Viscor, G. (2019). Differences in Cardiorespiratory Responses in Winter Mountaineering According to the

Pathway Snow Conditions. *High Altitude Medicine & Biology*, 20(1), 89–93.

<https://doi.org/10/gg5m7c>

Castro, A., Gaupp-Berghausen, M., Dons, E., Standaert, A., Laeremans, M., Clark, A., Anaya-Boig, E., Cole-Hunter, T., Avila-Palencia, I., Rojas-Rueda, D., Nieuwenhuijsen, M., Gerike, R., Panis, L. I., de Nazelle, A., Brand, C., Raser, E., Kahlmeier, S., & Götschi, T. (2019). Physical activity of electric bicycle users compared to conventional bicycle users and non-cyclists: Insights based on health and transport data from an online survey in seven European cities. *Transportation Research Interdisciplinary Perspectives*, 1, 100017. <https://doi.org/10/gg5vbj>

Cooper, A. R., Tibbitts, B., England, C., Procter, D., Searle, A., Sebire, S. J., Ranger, E., & Page, A. S. (2018). Potential of electric bicycles to improve the health of people with Type 2 diabetes: A feasibility study. *Diabetic Medicine: A Journal of the British Diabetic Association*. <https://doi.org/10/gdmfkm>

Craig, M. J., Logan, C. A., & Prescott, L. S. (2016). Natural environments, nature relatedness and the ecological theater: Connecting satellites and sequencing to shinrin-yoku. *Journal of Physiological Anthropology*, 35. <https://doi.org/10.1186/s12940-016-0083-9>

Cypess, A. M., Chen, Y.-C., Sze, C., Wang, K., English, J., Chan, O., Holman, A. R., Tal, I., Palmer, M. R., Kolodny, G. M., & Kahn, C. R. (2012). Cold but not sympathomimetics activates human brown adipose tissue in vivo. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 109(25), 10001–10005. <https://doi.org/10/f33p2h>



- Davey, A., Endres, N. K., Johnson, R. J., & Shealy, J. E. (2018). Alpine Skiing Injuries. *Sports Health*, 11(1), 18–26. <https://doi.org/10/gg2jwc>
- de Hartog, J. J., Boogaard, H., Nijland, H., & Hoek, G. (2010). Do the Health Benefits of Cycling Outweigh the Risks? *Environmental Health Perspectives*, 118(8), 1109–1116. <https://doi.org/10/bctch4>
- Dela, F., Niederseer, D., Patsch, W., Pirich, C., Muller, E., & Niebauer, J. (2011). Glucose homeostasis and cardiovascular disease biomarkers in older alpine skiers. *Scand J Med Sci Sports*, 21 Suppl 1, 56–61. <https://doi.org/10/cn9kdb>
- Di Paola, M., Caltagirone, C., & Petrosini, L. (2013). Prolonged rock climbing activity induces structural changes in cerebellum and parietal lobe. *Human Brain Mapping*, 34(10), 2707–2714. <https://doi.org/10/gg5mm6>
- Diaz, Robert, Miller, E. K., Kraus, E., & Fredericson, Michael. (2019). *Impact of Adaptive Sports Participation on Quality of Life*.
- Ding, D., Lawson, K. D., Kolbe-Alexander, T. L., Finkelstein, E. A., Katzmarzyk, P. T., van Mechelen, W., Pratt, M., & Lancet Physical Activity Series 2 Executive Committee. (2016). The economic burden of physical inactivity: A global analysis of major non-communicable diseases. *Lancet (London, England)*, 388(10051), 1311–1324. <https://doi.org/10/f84zsj>
- Domenig, C. (2018, November 26). *Vertical Fitness: Die körperlichen Benefits des Kletterns* | SPORTaktiv.com. Sport aktiv. <https://www.sportaktiv.com/vertical-fitness-die-koerperlichen-benefits-des-kletterns>
- Dorscht, L., Karg, N., Book, S., Graessel, E., Kornhuber, J., & Luttenberger, K. (2019). A German climbing study on depression: A bouldering psychotherapeutic



group intervention in outpatients compared with state-of-the-art cognitive behavioural group therapy and physical activation - study protocol for a multicentre randomised controlled trial. *BMC Psychiatry*, 19(1), 154. <https://doi.org/10/gg33qd>

Edlinger, M. (2012). Plaisirklettern. *Naturfreund*, 3, 28–29.

Egner, H. (2000). Trend- und Natursportarten und Gesellschaft. In *Trend- und Natursportarten in den Wissenschaften* (S. 7–20). Czwalina.

Ekelund, U., Steene-Johannessen, J., Brown, W. J., Fagerland, M. W., Owen, N., Powell, K. E., Bauman, A., Lee, I.-M., Lancet Physical Activity Series 2 Executive Committee, & Lancet Sedentary Behaviour Working Group. (2016). Does physical activity attenuate, or even eliminate, the detrimental association of sitting time with mortality? A harmonised meta-analysis of data from more than 1 million men and women. *Lancet (London, England)*, 388(10051), 1302–1310. [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(16\)30370-1](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(16)30370-1)

Engbert, K., & Weber, M. (2011). The effects of therapeutic climbing in patients with chronic low back pain: A randomized controlled study. *Spine*, 36(11), 842–849. <https://doi.org/10/dfdkfp>

Fleissner, H., Sternat, D., Seiwald, S., Kapp, G., Kauder, B., Rauter, B., Kleindienst, R., & Hörmann, J. (2010). Therapeutisches Klettern verbessert Selbständigkeit, Mobilität und Gleichgewicht bei geriatrischen Patienten. *European Journal of Geriatrics*, 12(1). <https://docplayer.org/12222114-European-journal-of-geriatrics.html>



- Flint, E., & Cummins, S. (2016). Active commuting and obesity in mid-life: Cross-sectional, observational evidence from UK Biobank. *The Lancet Diabetes & Endocrinology*, 4(5), 420–435. <https://doi.org/10/f8k3hm>
- Fonda, B., & Šarabon, N. (2012). *BIOMECHANICS AND ENERGETICS OF UPHILL CYCLING: A REVIEW*. 13.
- Froitzheim, T., & Spittler, R. (1997). *Leitbilder eines natur- und landschaftsverträglichen Mountainbikings*. Allgemeiner Deutscher Fahrrad Club (ADFC).
- Fryer, S., Dickson, T., Draper, N., Eltom, M., Stoner, L., & Blackwell, G. (2012). The effect of technique and ability on the VO₂–heart rate relationship in rock climbing. *Sports Technology*, 5(3–4), 143–150. <https://doi.org/10.1080/19346182.2012.755538>
- Fyhri, A., & Beate Sundfør, H. (2020). Do people who buy e-bikes cycle more? *Transportation Research Part D: Transport and Environment*, 86, 102422. <https://doi.org/10/gg572f>
- Fyhri, A., & Fearnley, N. (2015). Effects of e-bikes on bicycle use and mode share. *Transportation Research Part D: Transport and Environment*, 36, 45–52. <https://doi.org/10/5s2>
- Gagnon, D. D., Gagnon, S. S., Rintamäki, H., Törmäkangas, T., Puukka, K., Herzig, K.-H., & Kyröläinen, H. (2014). The Effects of Cold Exposure on Leukocytes, Hormones and Cytokines during Acute Exercise in Humans. *PLOS ONE*, 9(10), e110774. <https://doi.org/10/gd6dz2>
- Gallotta, M. C., Emerenziani, G. P., Monteiro, M. D., Iasevoli, L., Iazzoni, S., Baldari, C., & Guidetti, L. (2015). Psychophysical benefits of rock-climbing activity. *Perceptual and Motor Skills*, 121(3), 675–689. <https://doi.org/10/f746kc>



- Gasser, B. A. (2015). Neue leistungsdagnostische Erkenntnisse im Skilanglauf des Breitensportbereichs. *Swiss Sports & Exercise Medicine*, 63(1).
<https://doi.org/10/ggvsw6>
- Gathright, J., Yamada, Y., & Morita, M. (2006). Comparison of the physiological and psychological benefits of tree and tower climbing. *Urban Forestry & Urban Greening*, 5(3), 141–149. <https://doi.org/10/cg5krh>
- Gatterer, H., Raab, C., Pramsohler, S., Faulhaber, M., Burtcher, M., & Netzer, N. (2015). Effect of weekly hiking on cardiovascular risk factors in the elderly. *Zeitschrift Fur Gerontologie Und Geriatrie*, 48(2), 150–153.
<https://doi.org/10.1007/s00391-014-0622-0>
- Gladwell, V. F., Brown, D. K., Wood, C., Sandercock, G. R., & Barton, J. L. (2013). The great outdoors: How a green exercise environment can benefit all. *Extreme Physiology & Medicine*, 2(1), 3. <https://doi.org/10/gfvsnz>
- Gloekler, S., Wenaweser, P., Lanz, J., & Stoller, M. (2015). How e-biking can boost cardiovascular health: *European Heart Journal*, 36(31), 2033–2033.
<https://doi.org/10/gg5m45>
- Gomez, C. G., Rodríguez, D. A., Rg, W., Mostarda, C. T., Gambassi, B. B., Silva, F. F., Higino, W. P., & Souza, R. A. (2017). The Practice of Sport Climbing Contributes to the Improvement of Autonomic Modulation in Young Individuals. *Journal of Exercise Physiology*, 20(2), 84–91.
- Grafetstätter, C., Gaisberger, M., Prossegger, J., Ritter, M., Kolarž, P., Pichler, C., Thalhamer, J., & Hartl, A. (2017). Does waterfall aerosol influence mucosal immunity and chronic stress? A randomized controlled clinical trial. *Journal of Physiological Anthropology*, 36. <https://doi.org/10/gc5vqp>

- Hall, C., Hoj, T. H., Julian, C., Wright, G., Chaney, R. A., Crookston, B., & West, J. (2019). Pedal-Assist Mountain Bikes: A Pilot Study Comparison of the Exercise Response, Perceptions, and Beliefs of Experienced Mountain Bikers. *JMIR Formative Research*, 3(3), e13643. <https://doi.org/10/gg5m2g>
- Hartl, A., Granig, P., Steiner, M., Klingbacher, M., & Ritter, M. (2010). Nutzung natürlicher Gesundheitsressourcen – Möglichkeiten und Grenzen. In P. Granig & L. A. Nefiodow (Hrsg.), *Gesundheitswirtschaft: Wachstumsmotor im 21. Jahrhundert* (S. 272–302). Gabler.
- Hartl, A., Pichler, C., Lyman, R., & Steckenbauer, G. C. (2016). Gesundheitstourismus in den Alpen—Natur als Basis wirksamer Anwendungen. In T. Bieger, P. Beritelli, & C. Laesser (Hrsg.), *Schweizer Jahrbuch für Tourismus 2015/2016*. Erich Schmidt.
- Heitkamp, H., Wörner, C., & Horstmann, T. (2005). Sport climbing with adolescents: Effect on spine stabilising muscle strength. *Sportverletzung Sportschaden: Organ Der Gesellschaft Für Orthopädisch-Traumatologische Sportmedizin*, 19(1), 28–32. <https://doi.org/10/d7vr54>
- Hinder, J., & Jäger, M. (2019). [Current trends and injuries in cycling: Faster, further, e-bike?]. *Der Orthopäde*, 48(12), 1019–1029. <https://doi.org/10/gg5m4h>
- Höchsmann, C., Meister, S., Gehrig, D., Gordon, E., Li, Y., Nussbaumer, M., Rossmessl, A., Schäfer, J., Hanssen, H., & Schmidt-Trucksäss, A. (2018). Effect of E-Bike Versus Bike Commuting on Cardiorespiratory Fitness in Overweight Adults: A 4-Week Randomized Pilot Study. *Clinical Journal of Sport Medicine: Official Journal of the Canadian Academy of Sport Medicine*, 28(3), 255–265. <https://doi.org/10/gd3nd9>

- Huber, D., Grafetstätter, C., Proßegger, J., Pichler, C., Wöll, E., Fischer, M., Dürl, M., Geiersperger, K., Höcketstaller, M., Frischhut, S., Ritter, M., & Hartl, A. (2019). Green exercise and mg-ca-SO₄ thermal balneotherapy for the treatment of non-specific chronic low back pain: A randomized controlled clinical trial. *BMC Musculoskeletal Disorders*, 20(1), 221. <https://doi.org/10/gf3k72>
- Jones, G., & Johnson, M. I. (2016). A Critical Review of the Incidence and Risk Factors for Finger Injuries in Rock Climbing. *Current Sports Medicine Reports*, 15(6), 400–409. <https://doi.org/10.1249/JSR.0000000000000304>
- Jones, T., Harms, L., & Heinen, E. (2016). Motives, perceptions and experiences of electric bicycle owners and implications for health, wellbeing and mobility. *Journal of Transport Geography*, 53, 41–49. <https://doi.org/10/f8sxs5>
- Kim, S.-H., & Seo, D.-Y. (2015). Effects of a therapeutic climbing program on muscle activation and SF-36 scores of patients with lower back pain. *Journal of Physical Therapy Science*, 27(3), 743–746. <https://doi.org/10/gfvkht>
- Kleinstäuber, M., Reuter, M., Doll, N., & Fallgatter, A. (2017). Rock climbing and acute emotion regulation in patients with major depressive disorder in the context of a psychological inpatient treatment: A controlled pilot trial. *Psychology Research and Behavior Management*, Volume 10, 277–281. <https://doi.org/10/gbt754>
- Kunutsor, S. K., Laukkanen, J. A., Kurl, S., Mäkitallio, T. H., & Khan, H. (2020). Leisure-time cross-country skiing and risk of atrial fibrillation and stroke: A prospective cohort study. *European Journal of Preventive Cardiology*, 2047487319901040. <https://doi.org/10/ggvsw7>

- Kunutsor, S. K., Mäkikallio, T. H., Kauhanen, J., Voutilainen, A., Jae, S. Y., Dey, R. S., Kurl, S., & Laukkanen, J. A. (2020). Leisure-time cross-country skiing is associated with lower incidence of type 2 diabetes: A prospective cohort study. *Diabetes/Metabolism Research and Reviews*, 36(1), e3216. <https://doi.org/10/ggvsvc>
- Kunutsor, S. K., Mäkikallio, T. H., Kauhanen, J., Voutilainen, A., Jae, S. Y., Kurl, S., & Laukkanen, J. A. (2019). Leisure-time cross-country skiing is associated with lower incidence of hypertension: A prospective cohort study. *Journal of Hypertension*, 37(8), 1624–1632. <https://doi.org/10/ggvsw8>
- Laukkanen, J. A., Kunutsor, S. K., Ozemek, C., Mäkikallio, T., Lee, D.-C., Wisloff, U., & Lavie, C. J. (2019). Cross-country skiing and running's association with cardiovascular events and all-cause mortality: A review of the evidence. *Progress in Cardiovascular Diseases*, 62(6), 505–514. <https://doi.org/10/ggvsw9>
- Laukkanen, J. A., Lakka, T. A., Ogunjesa, B. A., Kurl, S., & Kunutsor, S. K. (2019). Cross-country skiing and the risk of acute myocardial infarction: A prospective cohort study. *European Journal of Preventive Cardiology*, 2047487319869696. <https://doi.org/10/ggvsxb>
- Laukkanen, J. A., Laukkanen, T., & Kunutsor, S. K. (2017). Cross-country skiing is associated with lower all-cause mortality: A population-based follow-up study. *Scand J Med Sci Sports*. <https://doi.org/10/gfx6gp>
- Lee, H.-W., Shin, S., Bunds, K. S., Kim, M., & Cho, K. M. (2014). Rediscovering the Positive Psychology of Sport Participation: Happiness in a Ski Resort

- Context. *Applied Research in Quality of Life*, 9(3), 575–590.
<https://doi.org/10/f6cbpj>
- Leyland, L.-A., Spencer, B., Beale, N., Jones, T., & van Reekum, C. M. (2019). The effect of cycling on cognitive function and well-being in older adults. *PloS One*, 14(2), e0211779. <https://doi.org/10/gg5m4c>
- Li, C., Khoo, S., & Adnan, A. (2017). Effects of aquatic exercise on physical function and fitness among people with spinal cord injury: A systematic review. *Medicine*, 96(11), e6328. <https://doi.org/10/f9tnvg>
- Luttenberger, K., Stelzer, E.-M., Först, S., Schopper, M., Kornhuber, J., & Book, S. (2015). Indoor rock climbing (bouldering) as a new treatment for depression: Study design of a waitlist-controlled randomized group pilot study and the first results. *BMC Psychiatry*, 15(1), 201. <https://doi.org/10/gb83cd>
- Macdonald, J. H., & Callender, N. (2011). Athletic profile of highly accomplished boulderers. *Wilderness & Environmental Medicine*, 22(2), 140–143. <https://doi.org/10/fscz44>
- Marczak, M., & Ginszt, M. (2017). *Five-Factor Model Personality Traits In Sport Climbers*. <https://doi.org/10/gg26cg>
- Martin Ginis, K. A., van der Scheer, J. W., Latimer-Cheung, A. E., Barrow, A., Bourne, C., Carruthers, P., Bernardi, M., Ditor, D. S., Gaudet, S., de Groot, S., Hayes, K. C., Hicks, A. L., Leicht, C. A., Lexell, J., Macaluso, S., Manns, P. J., McBride, C. B., Noonan, V. K., Pomerleau, P., ... Goosey-Tolfrey, V. L. (2018). Evidence-based scientific exercise guidelines for adults with spinal cord injury: An update and a new guideline. *Spinal Cord*, 56(4), 308–321. <https://doi.org/10/gcjkq6>

- McEwen, B. S. (1998). Stress, adaptation, and disease. Allostasis and allostatic load. *Annals of the New York Academy of Sciences*, 840, 33–44.
<https://doi.org/10.1111/j.1749-6632.1998.tb09546.x>
- McEwen, Bruce S. (2017). Neurobiological and Systemic Effects of Chronic Stress. *Chronic Stress (Thousand Oaks, Calif.)*, 1.
<https://doi.org/10.1177/2470547017692328>
- Muehlbauer, T., Stuerchler, M., & Granacher, U. (2012). Effects of climbing on core strength and mobility in adults. *International Journal of Sports Medicine*, 33(6), 445–451. <https://doi.org/10/f32fxq>
- Müller, E., Gimpl, M., Kirchner, S., Kröll, J., Jahnel, R., Niebauer, J., Niederseer, D., & Scheiber, P. (2011). Salzburg Skiing for the Elderly Study: Influence of alpine skiing on aerobic capacity, strength, power, and balance. *Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports*, 21(s1), 9–22.
<https://doi.org/10/cw9smn>
- Nagle, K. B. (2015). Cross-Country Skiing Injuries and Training Methods. *Curr Sports Med Rep*, 14(6), 442–447. <https://doi.org/10/gfx6gn>
- Nasuti, G., & Temple, V. A. (2010). The risks and benefits of snow sports for people with disabilities: A review of the literature. *International Journal of Rehabilitation Research*, 33(3), 193–198. <https://doi.org/10/frm5rq>
- Niedermeier, M., Einwanger, J., Hartl, A., & Kopp, M. (2017). Affective responses in mountain hiking-A randomized crossover trial focusing on differences between indoor and outdoor activity. *PloS One*, 12(5), e0177719.
<https://doi.org/10/f974gn>



- Niedermeier, M., Grafetstätter, C., Hartl, A., & Kopp, M. (2017). A Randomized Crossover Trial on Acute Stress-Related Physiological Responses to Mountain Hiking. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 14(8). <https://doi.org/10/gbv8kt>
- Niedermeier, M., Hartl, A., & Kopp, M. (2017). Prevalence of Mental Health Problems and Factors Associated with Psychological Distress in Mountain Exercisers: A Cross-Sectional Study in Austria. *Frontiers in Psychology*, 8, 1237. <https://doi.org/10/gbrs9f>
- Niederseer, D., Ledl-Kurkowski, E., Kvita, K., Patsch, W., Dela, F., Mueller, E., & Niebauer, J. (2011). Salzburg Skiing for the Elderly Study: Changes in cardiovascular risk factors through skiing in the elderly. *Scand J Med Sci Sports*, 21 Suppl 1, 47–55. <https://doi.org/10/c577pn>
- Niederseer, D., Steidle-Kloc, E., Mayr, M., Muller, E. E., Cadamuro, J., Patsch, W., Dela, F., Muller, E., & Niebauer, J. (2016). Effects of a 12-week alpine skiing intervention on endothelial progenitor cells, peripheral arterial tone and endothelial biomarkers in the elderly. *Int J Cardiol*, 214, 343–347. <https://doi.org/10/f8mpct>
- Nordengen, S., Andersen, L. B., Solbraa, A. K., & Riiser, A. (2019). Cycling and cardiovascular disease risk factors including body composition, blood lipids and cardiorespiratory fitness analysed as continuous variables: Part 2—systematic review with meta-analysis. *British Journal of Sports Medicine*, 53(14), 879–885. <https://doi.org/10/gg3qmn>
- Oja, P., Titze, S., Bauman, A., de Geus, B., Krenn, P., Reger-Nash, B., & Kohlberger, T. (2011). Health benefits of cycling: A systematic review: Cycling and

- health. *Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports*, 21(4), 496–509. <https://doi.org/10.1111/j.1600-0838.2011.01299.x>
- Olmedillas, H., González-Agüero, A., Moreno, L. A., Casajus, J. A., & Vicente-Rodríguez, G. (2012). Cycling and bone health: A systematic review. *BMC Medicine*, 10(1), 168. <https://doi.org/10/gbcppm>
- Österreichisches Kuratorium für Alpine Sicherheit. (2019). *Alpinunfallstatistik Österreich—Sommer 2019*. Bergsteigen.com. <https://www.bergsteigen.com/news/neuigkeiten/alpinunfallstatistik-oesterreich-sommer-2019/>
- Ozbay, S., Ulupinar, S., Şebin, E., & Altinkaynak, K. (2020). Acute and chronic effects of aerobic exercise on serum irisin, adropin, and cholesterol levels in the winter season: Indoor training versus outdoor training. *The Chinese Journal of Physiology*, 63(1), 21–26. <https://doi.org/10/gg5m6h>
- Page, N. C., & Nilsson, V. O. (2016). Active Commuting: Workplace Health Promotion for Improved Employee Well-Being and Organizational Behavior. *Frontiers in Psychology*, 7, 1994. <https://doi.org/10/f9jkm7>
- Paillard, T. (2017). Plasticity of the postural function to sport and/or motor experience. *Neuroscience & Biobehavioral Reviews*, 72, 129–152. <https://doi.org/10/f9pjhg>
- Peres Valgas da Silva, C., Hernández-Saavedra, D., White, J. D., & Stanford, K. I. (2019). Cold and Exercise: Therapeutic Tools to Activate Brown Adipose Tissue and Combat Obesity. *Biology*, 8(1). <https://doi.org/10/gf98nd>
- Pezzulo, G., Barca, L., Bocconi, A. L., & Borghi, A. M. (2010). When affordances climb into your mind: Advantages of motor simulation in a memory task



- performed by novice and expert rock climbers. *Brain and Cognition*, 73(1), 68–73. <https://doi.org/10/fqn9fd>
- Pichler, C., & Hartl, A. (2017). Die alpine Gesundheitsregion SalzburgerLand. Evidenzbasierter Gesundheitstourismus als Chance für den Alpenraum. In K. Luger & F. Rest (Hrsg.), *Alpenreisen: Erlebnis, Raumtransformationen, Imagination* (1. Aufl., Bd. 11, S. 421–444). StudienVerlag.
- Pietsch, S., & Jansen, P. (2018). Climbing Sports Effect Specific Visual-Spatial Abilities. *Journal of Imagery Research in Sport and Physical Activity*, 13(1). <https://doi.org/10/gg5mm7>
- Plazier, P. A., Weitkamp, G., & van den Berg, A. E. (2017). "Cycling was never so easy!" An analysis of e-bike commuters' motives, travel behaviour and experiences using GPS-tracking and interviews. *Journal of Transport Geography*, 65, 25–34. <https://doi.org/10/gcr524>
- Pötzelsberger, B., Stöggl, T., Lindinger, S. J., Dirnberger, J., Stadlmann, M., Buchecker, M., Hofstaedter, T., Gordon, K., & Müller, E. (2015). Alpine Skiing With total knee ArthroPlasty (ASWAP): Effects on strength and cardiorespiratory fitness. *Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports*, 25 Suppl 2, 16–25. <https://doi.org/10/f3ngbv>
- Pötzelsberger, B., Stöggl, T., Scheiber, P., Lindinger, S. J., Seifert, J., Fink, C., & Müller, E. (2015). Alpine Skiing With total knee ArthroPlasty (ASWAP): Symmetric loading during skiing. *Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports*, 25(S2), 60–66. <https://doi.org/10/f3mxnk>
- Prosegger, J., Huber, D., Grafetstätter, C., Pichler, C., Braunschmid, H., Weisböck-Erdheim, R., & Hartl, A. (2019). Winter Exercise Reduces Allergic Airway

- Inflammation: A Randomized Controlled Study. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 16(11).
<https://doi.org/10/gf32db>
- Prosegger, J., Huber, D., Grafetstätter, C., Pichler, C., Weisböck-Erdheim, R., Iglseder, B., Wewerka, G., & Hartl, A. (2019). Effects of moderate mountain hiking and balneotherapy on community-dwelling older people: A randomized controlled trial. *Experimental Gerontology*, 122, 74–84.
<https://doi.org/10/gf3k7z>
- Pucher, J., & Dijkstra, L. (2003). Promoting Safe Walking and Cycling to Improve Public Health: Lessons From The Netherlands and Germany. *American Journal of Public Health*, 93(9), 1509–1516. <https://doi.org/10/crgd7r>
- Raue, M., Kolodziej, R., Lerner, E., & Streicher, B. (2018). Risks Seem Low While Climbing High: Shift in Risk Perception and Error Rates in the Course of Indoor Climbing Activities. *Frontiers in Psychology*, 9, 2383.
<https://doi.org/10.3389/fpsyg.2018.02383>
- Rodio, A., Fattorini, L., Rosponi, A., Quattrini, F. M., & Marchetti, M. (2008). Physiological adaptation in noncompetitive rock climbers: Good for aerobic fitness? *Journal of Strength and Conditioning Research*, 22(2), 359–364.
<https://doi.org/10/dcbrk4>
- Sarabon, N., Fonda, B., & Markovic, G. (2012). Change of muscle activation patterns in uphill cycling of varying slope. *European Journal of Applied Physiology*, 112(7), 2615–2623. <https://doi.org/10/fk24f7>
- Schinhan, M., Neubauer, B., Pieber, K., Gruber, M., Kainberger, F., Castellucci, C., Olischar, B., Maruna, A., Windhager, R., & Sabeti-Aschraf, M. (2016).

Climbing Has a Positive Impact on Low Back Pain: A Prospective Randomized Controlled Trial. *Clinical Journal of Sport Medicine: Official Journal of the Canadian Academy of Sport Medicine*, 26(3), 199–205.
<https://doi.org/10.1097/JSM.0000000000000238>

Schobersberger, B., & Schobersberger, W. (2019). Präventivmedizinische und gesundheitstouristische Aspekte der mittleren Höhen. In F. Berghold, H. Brugger, M. Burtcher, W. Domej, B. Durrer, R. Fischer, P. Paal, W. Schaffert, W. Schobersberger, & G. Sumann (Hrsg.), *Alpin- und Höhenmedizin*. Springer.
<https://doi.org/10.1007/978-3-662-56396-0>

Schobersberger, W., Greie, S., Humpeler, E., Mittermayr, M., Fries, D., Schobersberger, B., Artner-Dworzak, E., Hasibeder, W., Klingler, A., & Gunga, H. C. (2005). Austrian Moderate Altitude Study (AMAS 2000): Erythropoietic activity and Hb-O₂ affinity during a 3-week hiking holiday at moderate altitude in persons with metabolic syndrome. *High Alt Med Biol*, 6(2), 167–177. <https://doi.org/10/d9pdx3>

Schobersberger, W., Leichtfried, V., Mueck-Weymann, M., & Humpeler, E. (2010). Austrian Moderate Altitude Studies (AMAS): Benefits of exposure to moderate altitudes (1,500–2,500 m). *Sleep & Breathing = Schlaf & Atmung*, 14(3), 201–207. <https://doi.org/10/bpjhgq>

Schobersberger, W., Schmid, P., Lechleitner, M., von Duvillard, S. P., Hörtnagl, H., Gunga, H.-C., Klingler, A., Fries, D., Kirsch, K., Spiesberger, R., Pokan, R., Hofmann, P., Hoppichler, F., Riedmann, G., Baumgartner, H., & Humpeler, E. (2003). Austrian Moderate Altitude Study 2000 (AMAS 2000). The effects of moderate altitude (1,700 m) on cardiovascular and metabolic variables

- in patients with metabolic syndrome. *European Journal of Applied Physiology*, 88(6), 506–514. <https://doi.org/10/bqrrxb>
- Siegel, S. R., & Fryer, S. M. (2017). Rock Climbing for Promoting Physical Activity in Youth. *American Journal of Lifestyle Medicine*, 11(3), 243–251. <https://doi.org/10.1177/1559827615592345>
- Sjostrom, M., Oja, P., Hagstromer, M., Smith, B. J., & Bauman, A. (2006). Health-enhancing physical activity across European Union countries: The Eurobarometer study. *Journal of Public Health*, 14, 291–300.
- Song, C., Joung, D., Ikei, H., Igarashi, M., Aga, M., Park, B.-J., Miwa, M., Takagaki, M., & Miyazaki, Y. (2013). Physiological and psychological effects of walking on young males in urban parks in winter. *Journal of Physiological Anthropology*, 32, 18. <https://doi.org/10/f2tcvr>
- Steckenbauer, C., Tischler, S., Hartl, A., & Pichler, C. (2018). A Model for Developing Evidence-based Health Tourism: The Case of 'Alpine Health Region Salzburg, Austria'. In I. Azara, E. Michopoulou, F. Niccolini, B. D. Taff, & A. Clarke (Hrsg.), *Tourism, Health, Wellbeing and Protected A*. Cabi Publishing.
- Steimer, J., & Weissert, R. (2017). Effects of Sport Climbing on Multiple Sclerosis. *Frontiers in Physiology*, 8, 1021. <https://doi.org/10/gcsrpk>
- Stenner, H. T., Boyen, J., Hein, M., Protte, G., Kück, M., Finkel, A., Hanke, A. A., & Tegtbur, U. (2020). Everyday Pedelec Use and Its Effect on Meeting Physical Activity Guidelines. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 17(13). <https://doi.org/10/gg5m4g>

- Stephan, M. A., Krattinger, S., Pasquier, J., Bashir, S., Fournier, T., Ruegg, D. G., & Diserens, K. (2011, November 24). *Effect of Long-Term Climbing Training on Cerebellar Ataxia: A Case Series [Clinical Study]*. *Rehabilitation Research and Practice*. <https://doi.org/10.1155/2011/525879>
- Stöggl, T., Schwarzl, C., Muller, E. E., Nagasaki, M., Stoggl, J., Scheiber, P., Schonfelder, M., & Niebauer, J. (2016). A Comparison between Alpine Skiing, Cross-Country Skiing and Indoor Cycling on Cardiorespiratory and Metabolic Response. *J Sports Sci Med*, 15(1), 184–195.
- Stöggl, T., Schwarzl, C., Muller, E. E., Nagasaki, M., Stoggl, J., Schonfelder, M., & Niebauer, J. (2017). Alpine Skiing as Winter-Time High-Intensity Training. *Med Sci Sports Exerc*, 49(9), 1859–1867. <https://doi.org/10/gfx6gm>
- Sturm, J., Plöderl, M., Fartacek, C., Kralovec, K., Neunhäuserer, D., Niederseer, D., Hitzl, W., Niebauer, J., Schiepek, G., & Fartacek, R. (2012). Physical exercise through mountain hiking in high-risk suicide patients. A randomized cross-over trial. *Acta Psychiatrica Scandinavica*, 126(6), 467–475. <https://doi.org/10/f4dkcb>
- Tang, Y., Wang, D., Wang, Y., Yin, K., Zhang, C., Zou, L., & Liu, Y. (2020). Do Surface Slope and Posture Influence Lower Extremity Joint Kinetics during Cycling? *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 17(8), 2846. <https://doi.org/10/gg26cd>
- Tuso, P. (2015). Strategies to Increase Physical Activity. *The Permanente Journal*, 19(4), 84–88. <https://doi.org/10.7812/TPP/14-242>
- Tweedy, S. M., Beckman, E. M., Geraghty, T. J., Theisen, D., Perret, C., Harvey, L. A., & Vanlandewijck, Y. C. (2017). Exercise and sports science Australia



- (ESSA) position statement on exercise and spinal cord injury. *Journal of Science and Medicine in Sport*, 20(2), 108–115. <https://doi.org/10/gg5mm5>
- van der Scheer, J. W., Martin Ginis, K. A., Ditor, D. S., Goosey-Tolfrey, V. L., Hicks, A. L., West, C. R., & Wolfe, D. L. (2017). Effects of exercise on fitness and health of adults with spinal cord injury: A systematic review. *Neurology*, 89(7), 736–745. <https://doi.org/10/gbr623>
- Wainwright, T. W., Burgess, L. C., Immins, T., & Middleton, R. G. (2020). Self-Management of Hip Osteoarthritis Five Years After a Cycling and Education Treatment Pathway. *Healthcare (Basel, Switzerland)*, 8(1). <https://doi.org/10/gg5vgc>
- Wainwright, T. W., Immins, T., & Middleton, R. G. (2016). A cycling and education programme for the treatment of hip osteoarthritis: A quality improvement study. *International Journal of Orthopaedic and Trauma Nursing*, 23, 14–24. <https://doi.org/10/gdws4v>
- Watts, P. B. (2004). Physiology of difficult rock climbing. *European Journal of Applied Physiology*, 91(4), 361–372. <https://doi.org/10.1007/s00421-003-1036-7>
- Weiss, R., Juhra, C., Wiskötter, B., Weiss, U., Jung, S., & Raschke, M. (2018). Zur Unfallwahrscheinlichkeit von Senioren bei der Nutzung von E-Bikes. *Zeitschrift für Orthopädie und Unfallchirurgie*, 156(01), 78–84. <https://doi.org/10/gg5wcp>
- Winklmayr, M., Kluge, C., Winklmayr, W., Küchenhoff, H., Steiner, M., Ritter, M., & Hartl, A. (2015). Radon balneotherapy and physical activity for



osteoporosis prevention: A randomized, placebo-controlled intervention study. *Radiation and environmental biophysics*, 54, 123–136.

Wojtyczek, B., Pastawska, M., & Raschner, C. (2014). Changes in the balance performance of polish recreational skiers after seven days of alpine skiing. *Journal of Human Kinetics*, 44, 29–40. <https://doi.org/10/gg2n2n>

Wonisch, M., Hofmann, P., Förster, H., Hörtnagl, H., Ledl-Kurkowski, E., & Pokan, R. (Hrsg.). (2017). *Kompendium der Sportmedizin*. Springer Vienna. <https://doi.org/10.1007/978-3-211-99716-1>

Woollings, K. Y., McKay, C. D., & Emery, C. A. (2015). Risk factors for injury in sport climbing and bouldering: A systematic review of the literature. *British Journal of Sports Medicine*, 49(17), 1094–1099. <https://doi.org/10.1136/bjsports-2014-094372>