



alpinmedizinischer
r u n d b r i e f

ISSN 1681-5505



Gemeinsames Organ der
Österreichischen Gesellschaft für Alpin- und Höhenmedizin und der
Deutschen Gesellschaft für Berg- und Expeditionsmedizin

73
august 2025

ÖGAHM



Offizielle Vereinsanschrift

Österreichische Gesellschaft für
Alpin- und Höhenmedizin
Lehnrain 30a
A - 6414 Mieming
www.alpinmedizin.org

Sekretariat

Katrin Pühringer
Lehnrain 30a
A - 6414 Mieming
T +43 / (0)664 / 4368247
F +43 / (0)5264 / 43051
sekretariat@alpinmedizin.org



Rundbriefe

Birgit und Martin Faulhaber
Töpferweg 1b
D - 87642 Halblech
martin.faulhaber@uibk.ac.at



Impressum

**Gemeinsames Organ der Österreichischen
Gesellschaft für Alpin- und Höhenmedizin und
der Deutschen Gesellschaft für Berg- und
Expeditionsmedizin**

Erscheinungsdatum:
2x jährlich (Jänner und August)

Herausgeber:
Österreichische Gesellschaft für Alpin- und Höhenmedizin
und
Deutsche Gesellschaft für Berg- und Expeditionsmedizin

Redaktionsteam:
Dr. Martin Faulhaber (Leitung)
D - 87642 Halblech, Töpferweg 1b
martin.faulhaber@uibk.ac.at

Dr. Raimund Lechner (BEXMED)
raimund.lechner@googlemail-com

Mag. Dr. Beatrix Schobersberger
beatrix.schobersberger@a1.net

Layout:
Birgit Faulhaber
D - 87642 Halblech, Töpferweg 1b
birgitfaulhaber@gmx.de

Druck:
Druckerei Wenin GmbH
A - 6850 Dornbirn, Wallenmahd 29c
druckerei@wenin.at

Nota bene:
Unter dem Namen des jeweiligen Verfassers
veröffentlichte Beiträge können von der Ansicht des
Herausgebers abweichen.

ISSN 1681-5505
Key title: Alpinmedizinischer Rundbrief
Abbreviated key title: Alpinmed. Rundbr.
Vervielfältigung unter genauer Quellenangabe gerne
gestattet.

Bildnachweis:
Titelseite: Im Lager 3 am Mount Everest
Rückseite: Im Khumbu-Eisbruch
(beide Robert Koch)

Lektorat:
Mag. Dr. Beatrix Schobersberger

BEXMED



Deutsche Gesellschaft für Berg- und
Expeditionsmedizin eV
www.bexmed.de

Geschäftsstelle

BExMed – Deutsche Gesellschaft
für Berg- und Expeditionsmedizin eV
Ruth Bucksch
Manzostraße 72
D - 80997 München
T +49 / (0)89 / 9077936-12
www.bexmed.de

Internationale Lehrgänge für Alpinmedizin

Alpinärzteschmiede
Katrin und Reinhard Pühringer
Lehnrain 30a
A - 6414 Mieming
www.alpinaerzteschmiede.com
info@alpinaerzteschmiede.com



Geschätzte Kollegen*innen,

Denkwürdiges hat sich in den letzten Monaten im alpinmedizinischen Bereich zugetragen:

Im Alpinen sind Berge, verstärkt durch Klimawandel, in Bewegung und zerstören bzw. gefährden menschliche Siedlungsräume, z.B. in Blatten (Wallis) und Brienz/Brinzaula (Graubünden), beide in der Schweiz. Dabei vergessen wir aufgrund unseres kurzen zivilisatorischen Gedächtnisses, dass Berge und Natur seit jeher Menschen bedrohen und auch faszinieren. Seit Menschen in alpinen Siedlungen leben sind sie Gefahren wie z.B. Lawinen, Muren, Gletschervorstößen, Überschwemmungen, langen harten Wintern, kurzen nassen Sommern, Hungersnöten und Raubtieren ausgesetzt. Die Natur per se ist nicht gefährlich, erst die immer intensivere menschliche Erschließung des alpinen Raumes erhöht das Risiko für Zwischenfälle mit den dort vorkommenden natürlichen Ereignissen. Der Fortschritt der Technik und unser kurzes Gedächtnis gaukeln uns 100 % Sicherheit vor, wo es sie nicht geben kann.

Im Medizinischen gelangten vor Kurzem Menschen mit Xenon-Präkonditionierung auf Meereshöhe in viereinhalb Tagen auf den Gipfel des Mt. Everest, nach sieben Tagen waren die vier Alpinisten zurück in London. Der Organisator der „Sieben-Tage-Mission-Everest-Projekt“ Lukas Furtenbach bekam Morddrohungen. Er sagt in sozialen Medien: „Der Everest bestraft Hybris. Dieser Berg verlangt Respekt. Die Sieben-Tage-Mission war ein kontrollierter Test, keine Vorlage, der man blind folgen sollte“ und „Geschwindigkeit bedeutet nichts, wenn Sicherheit geopfert wird. Lasst uns Grenzen verschieben – aber niemals auf Kosten von Leben.“ Im Vorfeld dieses Besteigungsversuches gab es sehr viel Diskussion, u.a. schrieb die UIAA MEDCOM: Die Verwendung von Xenon „sollte auf den Operationssaal und die Sedierung bei Eingriffen durch Fachärzte mit entsprechender Ausbildung in Anästhesie beschränkt werden“, das ganze Statement finden Sie hier: <https://www.theuiaa.org/statement-on-xenon-and-high-altitude-mountaineering/>

Seit einigen Jahren leben wir gefühlt in unruhigen Zeiten, Grenzen verschieben sich, Sicherheiten zerbrechen. Menschen und Beziehungen drohen in diesem Spannungsfeld Schaden zu nehmen. Jedenfalls eröffnet der rasche – auch technisch-medizinische – Fortschritt zahlreiche neue Perspektiven. Das spiegelt sich auch in den Beiträgen dieser Ausgabe wider. Unter anderem finden Sie Berichte über

Auswirkungen des alpinen Klimawandels auf die Gesundheit, Wearables in der Höhenmedizin – eine Revolution in der Überwachung unserer Körperfunktionen; Änderung in der Überlebenswahrscheinlichkeit bei Lawinenverschüttung über die letzten Jahrzehnte – kein Grund mehr zur Sorge?; Neues aus der Höhenforschung; Forschungshighlights und Kongressberichte. Ein großer Dank geht an alle Autoren*innen für die exzellenten Beiträge.

Die Welt, auch die der Alpin- und Höhenmedizin, ist ebenso in großer Bewegung. Wenn heute einem der Kopf vor lauter irritierender Nachrichten ordentlich dreht, sollte man nicht vergessen, dass das für Menschen, die in die Zukunft blickten, immer schon so war. Erst der Blick in den Rückspiegel der Vergangenheit, lässt Herausforderungen einfacher bewältigbar erscheinen, als sie mit Blick nach vorne in der Zukunft erscheinen. Diese unterschiedliche Wahrnehmung der Sicht auf die gleichen Herausforderungen in der Vergangenheit bzw. in der Zukunft sollte uns immer bewusst sein, man spricht vom Rückschaufehler - Hindsight Bias. Passend dazu sang Billy Joel 1989 erstmals: „We didn't start the fire, it was always burning, since the world's been turning. We didn't start the fire. No, we didn't light it, but we tried to fight it.“ Lassen Sie uns die Zukunft nicht als Risiko, sondern als Chance sehen. Die Zeit des Um- und Aufbruchs ist eine Zeit der Chancen, auch in der Alpin- und Höhenmedizin! 30 % mehr wissenschaftliche Publikationen im Frühjahr 2025 im Vergleich zum Frühjahr 2024 sprechen Bände über die Innovationskraft und die positive Energie in unserem Fachbereich und darüber hinaus.

Mit besten Grüßen und Wünschen für einen genussvollen und sicheren alpinen Sommer.

Ihr
Peter Paal
Vizepräsident ÖGAHM





inhalt

4 WISSENSCHAFT UND TRANSFER

- Klimawandel und menschliche Gesundheit in alpinen Regionen: Ein interdisziplinärer Impact-Chain-Ansatz
- Wearables im Management akuter Höhenerkrankungen
- Besteigung eines 7000 m hohen Gipfels mit schwerer Lungenerkrankung – ein Fallbericht
- Kommentar zur Anwendung von Xenon beim Expeditionsbergsteigen in extremer Höhe

26 NEUE FORSCHUNGSERGEBNISSE

- Publikationshighlights in der Alpinmedizin von Dezember 2024 bis Mai 2025

34 BEXMED INTERN

- Ankündigungen 2025/2026
- Kursbericht vom Sommerkurs Expeditionsmedizin 2024



inhalt

36 ALPINMEDIZINISCHE FORTBILDUNGEN

- Internationale Alpinmedizinische Lehrgänge: Allgemeine Informationen, Diplomprüfungen 2025, Lehrgangstermine 2026
- 29. Internationale Bergrettungsärztetagung
- Alpinmedizinische Fortbildungsreihe + ÖÄK Diplom „Alpin- und Höhenmedizin“: Allgemeine Informationen, Grundkurse C + D 2025
- Bericht ICAR MedCom Spring Meeting Bad Tölz/ Spitzingsee

46 ÖGAHM INTERN

- Tiroler Förderungspreis für Nachwuchswissenschaftler*innen
- Neuauflage "Alpin- und Höhenmedizin"
- Der Vorstand der ÖGAHM 2022 - 2025

48 TERMINÜBERSICHT

KLIMAWANDEL UND MENSCHLICHE GESUNDHEIT IN ALPINEN REGIONEN: EIN INTERDISZIPLINÄRER IMPACT-CHAIN-ANSATZ

Die Risiken von Heute verstehen, um die Herausforderungen von Morgen zu meistern

Giulia Roveri, Alice Crespi, Frederik Eisendle, Simon Rauch, Philipp Corradini, Stefan Steger, Marc Zebisch und Giacomo Strapazzon

Einleitung

Die europäischen Alpen gelten als besonders vulnerabel gegenüber dem Klimawandel, da die Temperaturen dort etwa doppelt so schnell steigen wie im globalen Durchschnitt [1]. Alpenregionen sind aufgrund ihrer komplexen orographischen und ökologischen Eigenschaften, der hohen Bevölkerungsdichte, der starken touristischen Nutzung sowie der damit verbundenen wirtschaftlichen Aktivitäten besonders stark von den Folgen des Klimawandels betroffen [2]. Die beschleunigte Erwärmung führt zu Verschiebungen in der Verbreitung von Arten, Veränderungen in den Ökosystemen sowie zu Modifikationen hydrologischer und geomorphologischer Prozesse [3]. Das Zusammenspiel dieser Veränderungen – in Verbindung mit veränderten Niederschlagsmustern und einer Zunahme extremer Wetterereignisse – könnte das Auftreten schwerwiegender gesundheitlicher Ereignisse erheblich beeinflussen. Hitzebedingte Erkrankungen [4], durch Vektoren übertragene Krankheiten [5] sowie gravitationsbedingte Naturgefahren wie Erdbeben oder Schneelawinen [6] können sich direkt auf das Wohlbefinden und die Sicherheit der alpinen Bevölkerung und der Touristen*innen in Bergregionen auswirken.

Wirkungsketten (Impact Chains) sind anerkannte konzeptionelle Modelle zur Unterstützung der Klimarisikobewertung. Sie verknüpfen umfassend alle Komponenten, die zu spezifischen Risiken in einem bestimmten Gebiet und/oder Sektor beitragen, ausgehend von einer Ursache-Wirkungs-Perspektive. Effektive Strategien zur Risikominderung können durch einen interdisziplinären Ansatz unter Berücksichtigung von Erkenntnissen von lokalen Experten*innen sowie Kenntnissen über natürliche und klimatische Systeme genutzt werden [7, 8]. Die daraus resultierende Wirkungskette dient als wertvolles Instrument zur Identifizierung der entscheidenden Faktoren, die bei der Entwicklung von Anpassungsstrategien berücksichtigt werden müssen [9].

Auf Grundlage des Konzepts der Wirkungsketten untersucht dieser Artikel das komplexe Zusammenspiel zwischen Klimawandel und menschlicher Gesundheit in den Alpenregionen. Ziel ist eine interdisziplinäre Bewertung aktueller und zukünftiger Risiken für die menschliche Gesundheit und die Gesundheitssysteme sowie die Darstellung möglicher Anpassungsoptionen. Die Arbeit basiert auf der Analyse und dem Wissen zu drei miteinander verbundenen Schlüsselkomponenten – dem Umwelt-, dem sozial-ökologischen und dem wirtschaftlichen System (Abb. 1).

Klimawandel-Trends in den Alpen

Steigende Temperaturen und veränderte Niederschlagsmuster: ökologische Transformationen, Veränderungen der Schneedecke, Gletscherrückgang und Permafrostschmelze

Die durchschnittlichen Jahrestemperaturen in den Alpen sind in den letzten 150 Jahren um etwa +1,8 °C gestiegen, mit einer beschleunigten Erwärmung seit den 1980er Jahren [1]. Zur Projektion zukünftiger Klimaszenarien wurden verschiedene Pfade der Treibhausgaskonzentrationen in Klimamodellsimulationen integriert [10, 11]. Laut der aktuellsten und umfassendsten Klimabewertung für die Alpen, basierend auf den EURO-CORDEX-Simulationen, wird erwartet, dass die Temperaturen in den kommenden Jahrzehnten weiter ansteigen. Bis zum Ende des Jahrhunderts wird – je nach Szenario – ein durchschnittlicher Temperaturanstieg von +2 °C bis +4 °C im Vergleich zum Mittelwert von 1981 – 2010 prognostiziert [1, 12]. In Gebirgsregionen über 1000 Meter über dem Meeresspiegel könnte dieser Anstieg über alle Jahreszeiten hinweg noch ausgeprägter sein (um bis zu 1 °C) [1].

Steigende Temperaturen und veränderte Niederschlagsmuster verursachen bedeutende Veränderungen in der Verbreitung, Phänologie und Interaktion der alpinen Flora und Fauna, die zusätzlich durch anthropogene Belastungen verstärkt werden. Diese ökologischen Transformationen und veränderten klimatischen Bedingungen wirken sich auch auf Lebenszyklus und Reproduktion von Krankheitserregern wie Zecken aus (Abb. 1) [13].

Der Temperaturanstieg hat in den letzten Jahrzehnten bereits zu einem raschen Gletscherrückgang und zur Schmelze des Permafrosts geführt (Abb. 1), und diese Entwicklungen werden sich mit weiterer Erwärmung voraussichtlich fortsetzen [14]. Es wird erwartet, dass die alpinen Gletscher bis 2050 etwa 45 % ihrer Fläche verlieren und unter einem Hochemissionsszenario bis 2100 nahezu vollständig verschwinden könnten [15].

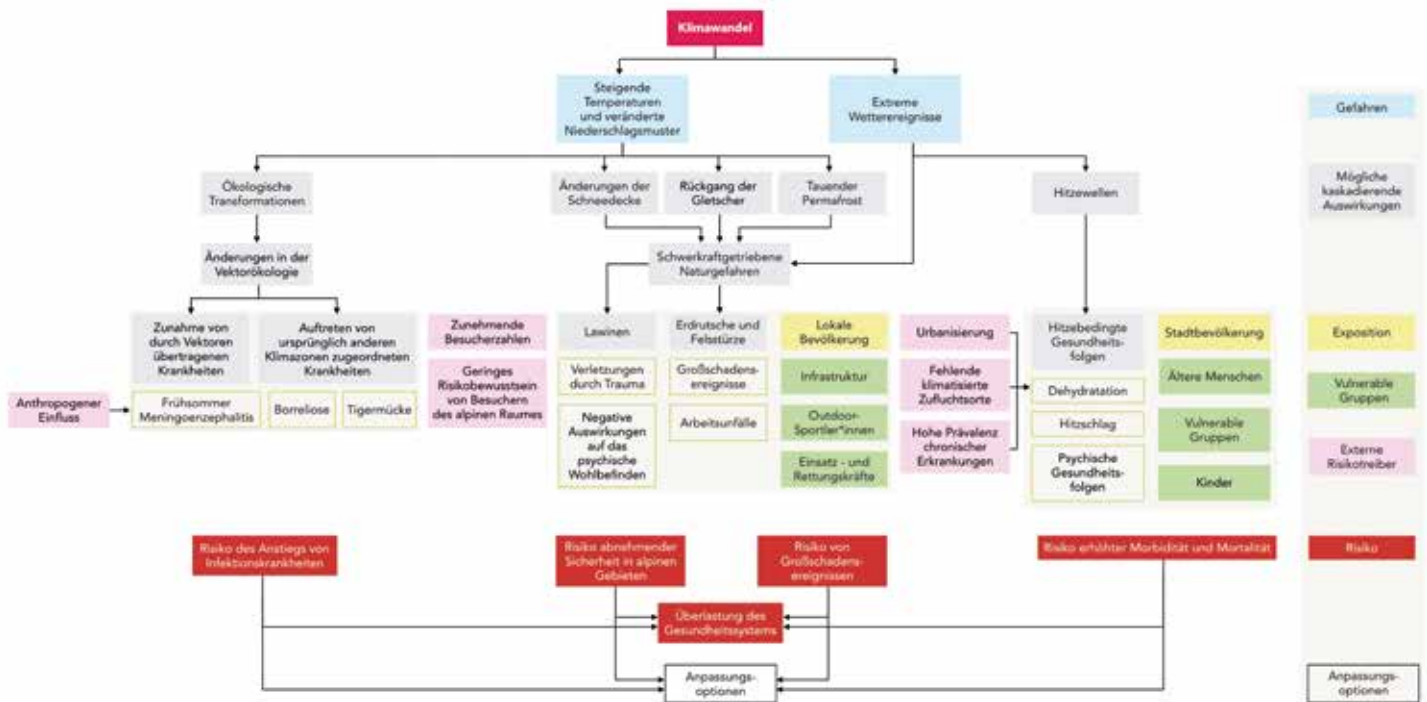


Abb. 1. Wirkungskette klimawandelbedingter Gesundheitsfolgen in alpinen Umgebungen. Gefahren, potenzielle Kaskadeneffekte, Exposition, Vulnerabilität, externe Einflussfaktoren und Risiken sind jeweils in blauen, grauen, gelben, grünen, rosa und roten Feldern dargestellt. Alle Komponenten, die zu spezifischen Risiken klimawandelbedingter Gesundheitsfolgen führen, sind ursächlich miteinander verknüpft.

Bezüglich des Niederschlags wurde im letzten Jahrhundert ein deutlicher Anstieg der gesamten Winterniederschläge festgestellt, insbesondere in den nordwestlichen Alpen und in hochgelegenen Regionen [16]. Veränderte Niederschlagsmuster, insbesondere in Kombination mit steigenden Temperaturen, dürften das Auftreten gravitationsbedingter Naturgefahren beeinflussen (Abb. 1), da Regen ein häufiger vorbereitender und auslösender Faktor für Erdstöße und Felsstürze ist.

Veränderungen in der Verteilung und den Eigenschaften der Schneedecke, verursacht durch höhere Temperaturen und veränderte Niederschlagsmuster, wirken sich auf das Auftreten von Lawinen aus (Abb. 1) [17].

Extreme Wetterereignisse

Temperatur-Extremwerte haben zugenommen, und Phasen anhaltend hoher Temperaturen – nachfolgend als „Hitzeperioden“ bezeichnet – sind in den letzten Jahrzehnten häufiger geworden (Abb. 1) [18]. Klimaprojektionen für Europa deuten darauf hin, dass viele Alpenregionen zwischen 2071 und 2100 jährlich mehr als 50 zusätzliche Hitzeperiodentage im Vergleich zu 1981 – 2010 erleben könnten. Abbildung 2 zeigt Hitzeperiodentage, berechnet nach der Definition des EURO-HEAT-Projekts, das die maximale gefühlte Temperatur (Tapp) zugrunde legt. Tapp ist ein Unbehaglichkeitsindex, der aus Luft- und Taupunkttemperatur abgeleitet wird [19]. Gleichzeitig wird erwartet, dass Kälteperioden seltener und weniger intensiv auftreten. Ebenso wird angenommen, dass der Klimawandel die Häufigkeit, das Ausmaß und die geographische Reichweite weiterer Gefahren im Gebirge beeinflusst, darunter Überschwemmungen, Sturzfluten und Murenabgänge (Abb. 1).

Exposition und Vulnerabilität

Menschliche Gemeinschaften in alpinen Gebieten und der Einfluss des Tourismus

Die Alpenregion ist derzeit Heimat für etwa 14 Millionen Einwohner*innen, verteilt über eine Fläche von 200.000 km². Die Bevölkerungsdichte variiert jedoch stark innerhalb dieser Region. Aufgrund der einzigartigen Geomorphologie der Alpen behalten sie überwiegend einen ländlichen Charakter bei, wobei nur etwa 900.000 Menschen (etwa 6,5 % der gesamten Alpenbevölkerung) in Städten mit mehr als 100.000 Einwohnern leben [20]. Dadurch ergeben sich spezifische klimawandelbedingte Risiken, die unterschiedliche Bevölkerungsgruppen in unterschiedlichem Ausmaß betreffen, abhängig von ihrer jeweiligen Vulnerabilität und ihrem Lebensumfeld.

Wie in anderen europäischen Regionen stehen auch alpine Gemeinschaften vor der Herausforderung einer alternierenden Bevölkerung. Mit dem anhaltenden demografischen Wandel hin zu einem höheren Anteil älterer Menschen wird erwartet, dass gleichzeitig die Prävalenz chronischer Erkrankungen innerhalb dieser besonders vulnerablen Bevölkerungsgruppe ansteigt (Abb. 1).

Neben den Bewohner*innen dieser Regionen gibt es eine beträchtliche und stetig wachsende Zahl exponierter Besucher*innen. Die Alpen, ein beliebtes Ziel für Winter- und Sommersportbegeisterte, ziehen jährlich über 100 Millionen Touristen*innen an [21]. Der zunehmende Zustrom von Touristen*innen belastet das lokale Gesundheitssystem, insbesondere da beliebte Freizeitaktivitäten wie Wandern, Klettern und Skifahren mit erheblichen Risiken für traumatische Verletzungen verbunden sind (Abb. 1) [22, 23]. Darüber hinaus ist der plötzliche Herztod (Sudden Cardiac Death, SCD) die häufigste Ursache für nicht-traumatische Todesfälle beim Abfahrtskifahren und Bergwandern [24]. Schätzungen zufolge haben viele der jährlich 4 bis 5 Millionen Wanderer*innen und Skifahrer*innen in den Alpen bekannte Herz-Kreislauf-Erkrankungen und sind dadurch einem erhöhten Risiko für SCD ausgesetzt [25].

Mit der Zunahme des Tourismus ist auch die Häufigkeit von Bergrettungseinsätzen gestiegen, was die Exposition des Such- und Rettungspersonals gegenüber bergspezifischen Gefahren erhöht und zu einem Anstieg arbeitsbedingter Unfälle geführt hat [26]. Gleichzeitig verzeichnet auch die

stationäre Versorgung während der touristischen Hochsaison und an Feiertagen einen Anstieg der Patienten*innen-Zahlen. Viele Besucher*innen suchen medizinische Hilfe bei nicht-akuten Beschwerden oder geringfügigen Erkrankungen, was das Gesundheitssystem zusätzlich belastet, Ressourcen von echten Notfällen abzieht und zu längeren Wartezeiten für kritisch erkrankte Patienten*innen führt [27]. Zudem verschärft ein bereits bestehender Mangel an medizinischem Fachpersonal, insbesondere in ländlichen Regionen, den Druck auf das System.

Gesundheitsbezogene Risiken in alpinen Regionen

Alpine Regionen weisen spezifische Gesundheitsrisiken auf. Diese Risiken hängen auch mit ihrer abgelegenen und/oder schwer zugänglichen Lage zusammen, was sowohl den Zugang zu Gesundheitsdiensten als auch die Reaktionszeiten im Notfall beeinträchtigt [22].

Hitzebedingte Gesundheitsfolgen

Hitzeerkrankungen wie Hitzschlag, Hitzekollaps und Dehydrierung haben weltweit zugenommen, wobei 37 % der hitzebedingten Todesfälle auf den Klimawandel zurückgeführt werden [28]. Zwischen 2000 und 2020 wurde der globale Temperaturanstieg mit einem Anstieg der temperaturbedingten Sterblichkeit in Europa in Verbindung gebracht [29]. Die erwartete Zunahme von Häufigkeit und Intensität von Hitzewellen – in Kombination mit körperlich fordernden Freizeitaktivitäten im Gebirge und einer zunehmenden Anzahl älterer und vulnerabler Personen – könnte in den Alpenregionen zu höheren Morbiditäts- und Mortalitätsraten im Zusammenhang mit Hitze führen (Abb. 1). Die Urbanisierung und der Mangel an Grünflächen in kleinen alpinen Städten können zur Bildung städtischer Wärmeinseln beitragen und die Verwundbarkeit sensibler Bevölkerungsgruppen wie ältere Menschen und Kinder erhöhen (Abb. 1). In Alpenländern wie Österreich und der Schweiz wird geschätzt, dass zwischen 2071 und 2099 unter einem Hochemissionsszenario 1,74 % bzw. 1,96 % der Todesfälle mit einer mittleren gefühlten Temperatur über der Komfortgrenze in Verbindung stehen werden [29].

Zur Bewertung der Auswirkungen von Hitze auf den menschlichen Körper werden häufig die Konzepte des kompensierten und des nicht-kompensierten Hitzestresses verwendet. Kompensierter Hitzestress liegt vor, wenn die körpereigenen Kühlmechanismen die erhöhte Wärme effektiv ausgleichen. Nicht-kompensierter Hitzestress hingegen tritt ein, wenn die Wärme nicht ausreichend abgeführt werden kann, was zu gesundheitlichen Risiken führt [30]. Neben der gefühlten Temperatur gibt es verschiedene Messgrößen und Indizes, die den thermischen Komfort und die physiologische Reaktion des menschlichen Körpers auf Umweltbedingungen bewerten.

Die Feuchtkugeltemperatur (T_{wb}) ist beispielsweise eine Temperaturangabe, die den Kühleffekt der Verdunstung berücksichtigt. Eine T_{wb} von 35 °C wurde theoretisch als Schwelle angegeben, oberhalb derer Hitzestress nicht mehr kompensierbar ist [31]. Neuere experimentelle Studien haben jedoch gezeigt, dass dekompensierter Hitzestress bei

gesunden Erwachsenen bereits bei deutlich niedrigeren T_{wb}-Werten auftritt – zwischen 25 °C und 28 °C in heiß-trockenen sowie zwischen 30 °C und 31 °C in warm-feuchten Umgebungen [30, 32]. Dies gilt für gesunde junge Erwachsene und könnte bei vulnerableren Bevölkerungsgruppen – wie sie zunehmend in den Alpen erwartet werden – noch niedriger liegen.

Auch wenn diese Schwellenwerte in alpinen Regionen derzeit noch selten erreicht werden, wird ihre Wahrscheinlichkeit mit steigenden Temperaturen zunehmen. So prognostizieren Casanueva et al., dass Hitzestress, gemessen über die T_{wb}, in der Schweiz zu einem Anstieg der Hitze-Warnereignisse von derzeit einem auf vier bis sechs Ereignisse pro Jahr bis Ende des Jahrhunderts führen könnte [33]. In der Folge könnten auch andere Alpenländer vermehrt von hitzebedingten Erkrankungen betroffen sein.

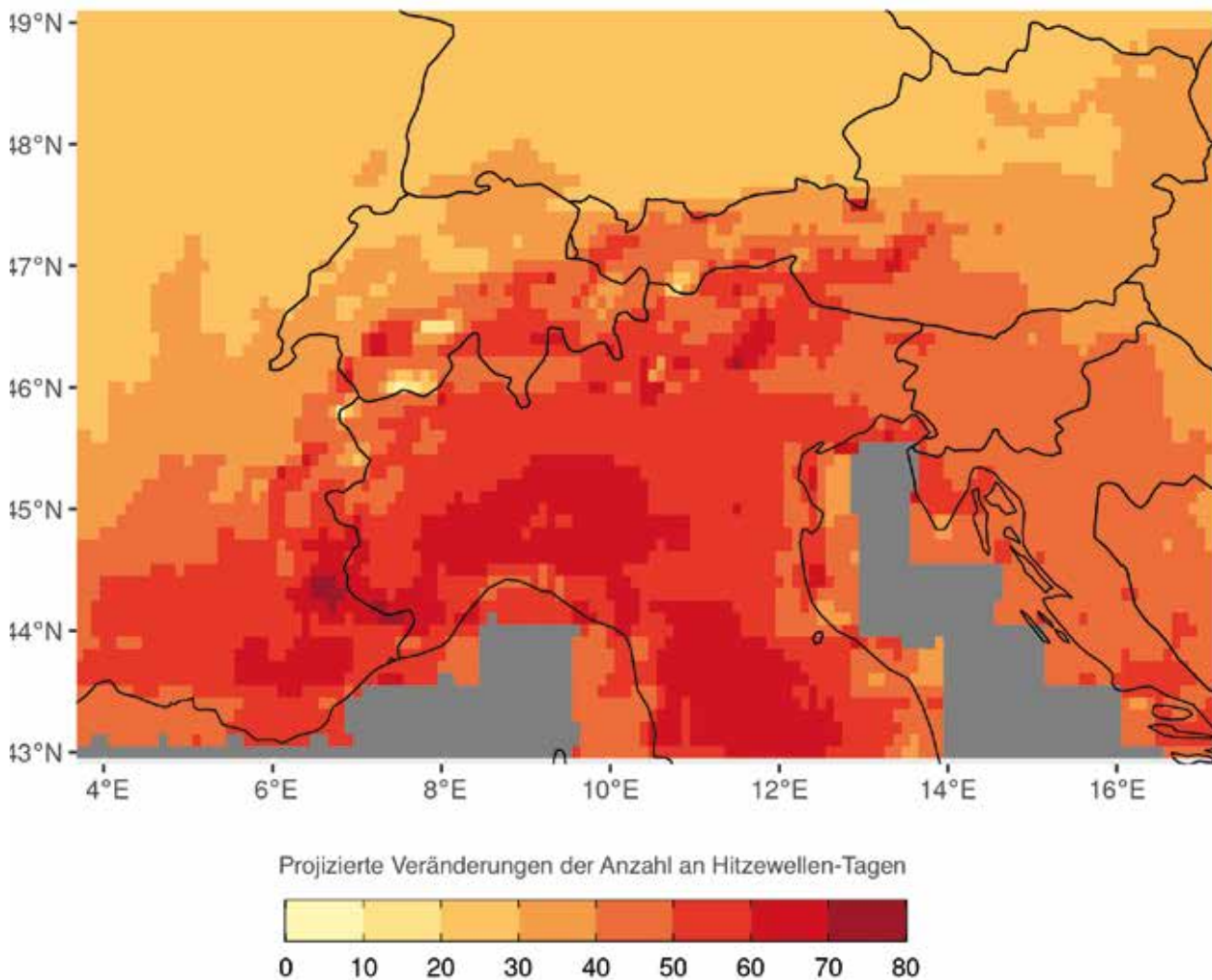


Abb. 2. Prognostizierte Veränderungen der Anzahl an Hitzewellentagen pro Jahr im Zeitraum 2071–2100 im Vergleich zu 1981–2010 auf Basis des RCP-8.5-Szenarios aus dem EURO-CORDEX-Datensatz. Hitzewellen werden gemäß der Definition des EURO-HEAT-Projekts berechnet. Datenquelle: „Heat waves and cold spells in Europe derived from climate projections“ des Copernicus Climate Change Service.

Der „Universal Thermal Climate Index“ (UTCI) ist ein weiterer moderner Indikator zur Abschätzung der thermischen Belastung des Körpers bei Außenbedingungen. Der UTCI berücksichtigt Faktoren wie Lufttemperatur, Luftfeuchtigkeit, Windgeschwindigkeit und Strahlung [34]. Die Zahl der Todesfälle steigt bei Bedingungen mit mittlerem bis starkem Hitzestress, d. h. bei UTCI-Werten über 26 °C bzw. 32 °C [34]. Basierend auf dem ERA5-HEAT-Datensatz [35] ist der UTCI in Bozen – einer Stadt im südöstlichen Alpenraum auf 262 m ü. M. – in den letzten Jahrzehnten gestiegen. So erhöhten sich die durchschnittlichen UTCI-Werte im Juli (12:00 – 15:00 UTC) von 25,0 °C im Zeitraum 1961 – 1990 auf 26,2 °C im Zeitraum 1991 – 2020 (Abb. 3). Es ist wichtig zu beachten, dass diese Werte auf einem 31-km-Raster basieren und einen räumlichen Mittelwert über ein größeres Gebiet darstellen. Da Bozen in einem Talkessel liegt, sind die tatsächlichen UTCI-Werte im Juli vor Ort wahrscheinlich höher. Ähnlich wie bei der Twb treten erhöhte UTCI-Werte häufiger in tiefer gelegenen alpinen Städten auf. Die fortschreitende Erwärmung könnte die Wahrscheinlichkeit für Hitzestress erhöhen und die betroffenen Gebiete ausweiten.

Für Szenarien mit erheblicher körperlicher Aktivität kann die Potenzielle Äquivalenttemperatur (PET) eine geeignete Alternative zum UTCI darstellen [36]. Die PET berücksichtigt unterschiedliche Aktivitätsniveaus und Bekleidungsisolierungen und liefert somit eine genauere Darstellung der thermischen Belastung bei aktiven Personen [37]. Der UTCI hingegen reagiert empfindlicher auf Luftfeuchtigkeit und Windgeschwindigkeit als die PET und eignet sich daher besser zur Identifizierung potenziell gefährlicher Wetterlagen, insbesondere im Winter. Zudem reagiert die PET stärker auf die mittlere Strahlungstemperatur bei heißem Wetter, während der UTCI eine ausgewogenere Bewertung über verschiedene Umgebungen und Jahreszeiten hinweg ermöglicht [38].

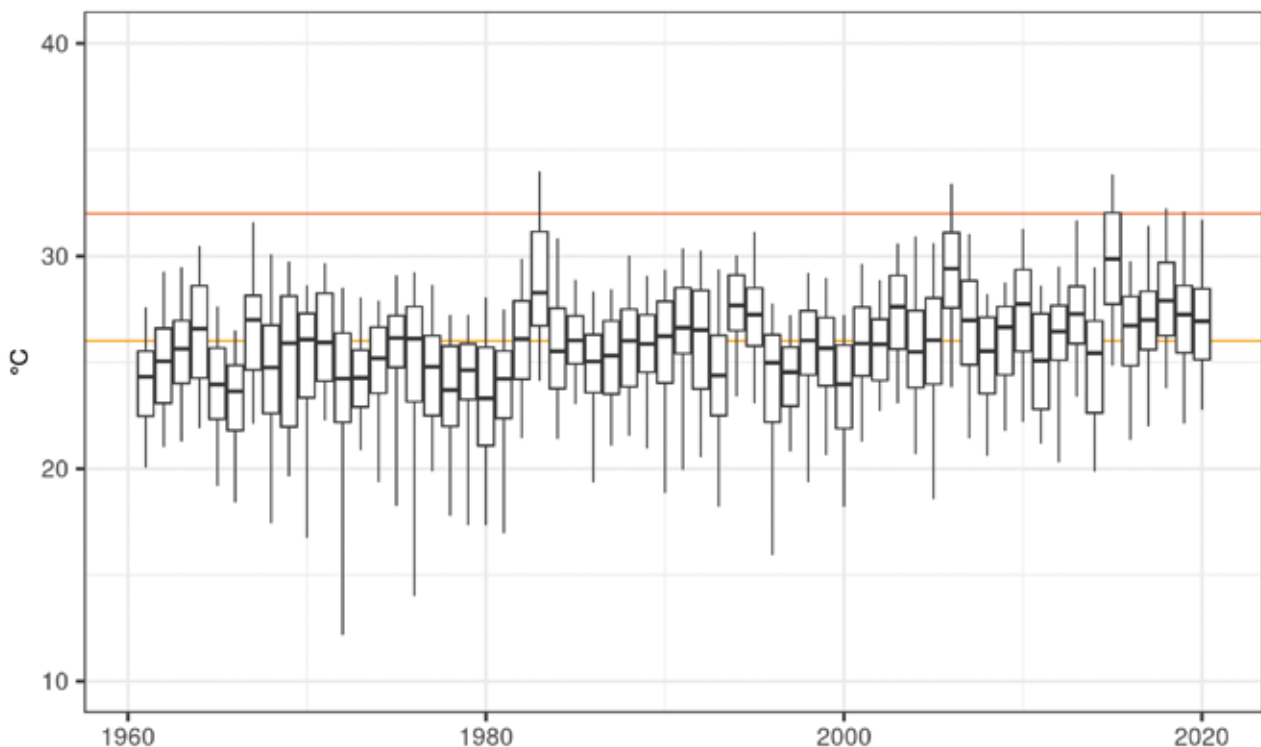


Abb. 3. Verteilung des UTCI im Juli (12–15 UTC) im Gebiet der Alpenstadt Bozen (262 m ü. M., Südostalpen) von 1961 bis 2020, abgeleitet aus dem ERA5-HEAT-Datensatz. Boxplots zeigen den Median der UTCI-Werte, die Boxen reichen vom 25. bis zum 75. Perzentil, die „Whiskers“ vom 5. bis zum 95. Perzentil. Orangefarbene und rote horizontale Linien markieren die Schwellenwerte von 26 °C bzw. 32 °C für mäßigen bzw. starken Hitzestress. Datenquelle: „Thermal comfort indices derived from ERA5 reanalysis“, Copernicus Climate Change Service.

Trotz der zu erwartenden allgemeinen Zunahme hitzebedingter Belastung in den Alpenländern in den kommenden Jahrzehnten ist es entscheidend hervorzuheben, dass zukünftige Projektionen zu hitzebedingter Gesundheit häufig vereinfacht sind und die komplexen realen Bedingungen nicht vollständig abbilden [39]. Individuelle Unterschiede in der Thermoregulation, die Diversität der Bevölkerung (z. B. Alter, Gesundheitszustand und sozioökonomische Lage) sind wesentliche Faktoren, die bei solchen Szenarien berücksichtigt werden müssen [39]. Die Bewertung der Wahrscheinlichkeit und Schwere der identifizierten Risiken sollte daher mit Vorsicht erfolgen, um unzuverlässige oder unrealistische Einschätzungen zu vermeiden.

Schwerkraftbedingte Gefahren

Die Alpen sind infolge von Veränderungen der Schneedecke, des Gletscherrückgangs und des Auftauens von Permafrost zunehmend schwerkraftbedingten Naturgefahren ausgesetzt (z. B. Lawinen, Erdbeben und Felsstürze) (Abb. 1). Lawinen stellen bedeutende Naturereignisse in Gebirgsregionen dar und gefährden sowohl Menschen als auch Infrastrukturen erheblich. Der fortwährende Einfluss des Klimawandels verstärkt die Sorge über die zunehmende Häufigkeit und Unvorhersehbarkeit von Lawinen und birgt neue Risiken für katastrophale Ereignisse – trotz bestehender Präventionsmaßnahmen. Zudem wird das Auftreten von durch Menschen ausgelösten Lawinen maßgeblich durch die Anzahl und das Verhalten von Wintersportler*innen beeinflusst. Der stetige Anstieg der Zahl an Touristen*innen ist daher ein relevanter externer Faktor, der Lawineneignisse zusätzlich verstärken kann (Abb. 1).

Veränderte Temperatur- und Niederschlagsmuster beeinträchtigen die Stabilität der Schneedecke, erhöhen das Lawinenrisiko und könnten die Häufigkeit und Schwere lawinenbedingter Traumata steigern (z. B. durch geringere Schneehöhen und zunehmende Oberflächenrauheit) [8, 17], sowie möglicherweise die Zahl der Erstickungstoten infolge veränderter Schneecharakteristika erhöhen (Abb. 1).

Die globale Erwärmung hat hochalpine Wege und Routen zunehmend gefährlich gemacht. In der wissenschaftlichen Literatur fehlen bislang umfassende Daten zur Häufigkeit traumatischer Ereignisse und Todesfälle, die auf die Auswirkungen des Klimawandels zurückzuführen sind. Dennoch werden schwerkraftbedingte Naturgefahren wie Erdbeben,

Felsstürze [6] und Eisabbrüche in den Alpen immer häufiger berichtet. Klassische Eiskletterrouten in den Alpen sind zunehmend von Fels- und Steinschlag bedroht, der durch auftauendes Gestein ausgelöst wird. Die klassische Route auf den Mont Blanc (4.809 m ü. M.) weist im Grand Couloir du Goûter seit 1990 eine Unfallrate von durchschnittlich 3,7 Todesfällen pro Jahr auf. Die gestiegene Häufigkeit von Steinschlägen im Couloir ist einer der vielen Faktoren, die zur erhöhten Unfallrate in diesem Gebiet beitragen [40].

Die von diesen klimawandelbedingten Ereignissen ausgehenden Gefahren haben zu einer Verlagerung der Bergaktivitäten sowohl bei Freizeitsportlern*innen als auch bei Bergführern*innen geführt. Eine quantitative Umfrage unter Bergführern*innen im französischen und italienischen Mont-Blanc-Gebiet zeigte, dass sie den Anpassungsbedarf ihrer Aktivitäten erkannt haben [41].

Solche schwerkraftbedingten Naturgefahren verursachen nicht nur direkte Verletzungen und Todesfälle, sondern beeinträchtigen auch Gesundheitssysteme erheblich und belasten medizinische Ressourcen sowie Einsatzkapazitäten zusätzlich (Abb. 1). Erdbeben beispielsweise haben tiefgreifende Auswirkungen auf die öffentliche Gesundheit. Neben häufig auftretenden Todesfällen durch Trauma oder Erstickung infolge von Verschüttung kann die Zerstörung kritischer Infrastruktur wie Strom-, Wasser-, Gas- und Abwassersysteme zu weiteren Folgen in der betroffenen Bevölkerung führen (Abb. 1). Dazu zählen unter anderem wasserbedingte Infektionskrankheiten, Stromunfälle oder Schnittverletzungen durch herabfallende Trümmerteile.

Erdbeben verursachen auch erhebliche psychische Belastungen. So zeigt sich eine erhöhte Prävalenz von posttraumatischer Belastungsstörung (PTBS) nach Erdbeben im Vergleich zu anderen Katastrophentypen (Abb. 1) [42]. Alpine Regionen sind darüber hinaus Eisabbrüchen ausgesetzt, die zu einem sogenannten Massenansturm von Verletzungen (MANV) führen können. Im Juli 2022 ereignete sich im Dolomitengebiet der nordöstlichen italienischen Alpen die Marmolata-Gletscherkatastrophe, bei der 11 Menschen ums Leben kamen [43]. Solche MANVs im Gebirge stellen große Herausforderungen für die Bergrettung dar, da eine rasche medizinische Versorgung gewährleistet werden muss. Gleichzeitig besteht die Gefahr, dass das gesamte Gesundheitssystem überlastet wird (Abb. 1).

Veränderungen in der Ökologie krankheitsübertragender Vektoren

Der Klimawandel führt auch zur Ausdehnung der Lebensräume krankheitsübertragender Vektoren wie Zecken und verändert deren Verbreitung und Verhalten (Abb. 1). Höhere Temperaturen und veränderte Niederschlagsmuster fördern die Fortpflanzung und Überlebensraten dieser Vektoren (44). Diese Veränderungen begünstigen das Auftreten von Krankheiten, die zuvor mit anderen Klimazonen in Verbindung gebracht wurden (45) und erhöhen das Risiko für endogene, vektorübertragene Erkrankungen.

So wird beispielsweise mit einem Anstieg zeckenübertragener Erkrankungen gerechnet, was insbesondere vulnerable Bevölkerungsgruppen betreffen dürfte. In den letzten Jahren wurden in Europa jährlich etwa 85.000 bestätigte Fälle von Borreliose registriert, was diese Erkrankung zu einem bedeutenden Problem der öffentlichen Gesundheit macht (46). In den letzten zehn Jahren ist die Zahl der menschlichen Erkrankungen durch die durch Zecken übertragene Frühsommer-Meningoenzephalitis (FSME) in Europa deutlich angestiegen – von 2.412 Fällen im Jahr 2012 auf 3.604 bestätigte Fälle im Jahr 2020 (47).

Das FSME-Virus hat sich zudem auf zuvor nicht betroffene Gebiete ausgebreitet, darunter auch höhere Lagen innerhalb des Alpenraums (48). Seit dem Jahr 2000 ist die Inzidenzrate der FSME in Tirol angestiegen und erreichte im Jahr 2013 einen Wert von 13 Fällen pro 100.000 Einwohner*innen. Im Gegensatz dazu ist die Inzidenz in Niederösterreich kontinuierlich zurückgegangen und lag bei 1,2 pro 100.000 (49).

Der anhaltende Rückgang der Biodiversität, bedingt durch menschliche Aktivitäten und verstärkt durch den Klimawandel, trägt zur Verschärfung dieses Phänomens bei. Eine aktuelle multiskalare Studie, die in Europa durchgeführt und in einer alpinen Region (den Provinzen Trient und Belluno, Italien) validiert wurde, zeigte einen negativen Zusammenhang zwischen dem Auftreten von FSME und dem Reichtum an Lebensräumen (d. h. der Vielfalt an Ökosystemtypen) (50).

Diese Beziehung unterstreicht, wie stark ökologische Faktoren zur natürlichen Gefährdung durch FSME beitragen und wie sich die Vielfalt an Lebensräumen auf die menschliche Gesundheit auswirken kann. Begrenzte Ressourcen und geschwächte Gesundheitssysteme könnten Schwierigkeiten haben, mit diesen durch ökologische Veränderungen bedingten Entwicklungen umzugehen.

Tab. 1. Anpassungsstrategien für klimawandelbedingte Gesundheitsrisiken in alpinen Regionen.

Hitzebedingte Gesundheitsprobleme	Erdbeben, Steinschläge und Lawinen	Veränderungen in der Vektorökologie	Gesundheitssystem
Frühwarnsysteme	Katastrophenvorsorgepläne und Frühwarnsysteme	Umsetzung und Stärkung von Vektorkontrollprogrammen	Gesundheitsbildung und Aufklärungskampagnen über die Auswirkungen des Klimawandels zur Förderung adaptiver Verhaltensweisen
Reduzierung des städtischen Wärmeinseleffekts durch infrastrukturelle Strategien	Stärkung der Resilienz des Gesundheitspersonals durch gezielte Schulungen	Erhöhung der Impfraten	Aufrüstung von Gesundheitseinrichtungen und öffentlicher Infrastruktur, um klimaresistent zu sein
Zugang zu kühlen Schutzräumen erleichtern	Sensibilisierung für Präventionsmaßnahmen und Lawinenvorhersagen	Erhöhung von Aufklärung und Bewusstsein für vektorübertragbare Krankheiten	Durchführung von Forschung und Überwachung sich verändernder Gesundheitsrisiken und Verbreitung evidenzbasierter Anpassungsstrategien
Aufklärung gefährdeter Bevölkerungsgruppen über hitzebedingte Gesundheitsrisiken und Präventionsmaßnahmen	Verbesserung des Einsatzes innovativer Technologien wie Drohnen zur Bewältigung der Herausforderungen in abgelegenen und schwer zugänglichen Gebirgsregionen	Erhaltung und Wiederherstellung natürlicher Lebensräume	—

Anpassungsstrategien für zukünftige klimawandelbedingte Gesundheitsrisiken in den Alpenregionen

Um den komplexen Umweltveränderungen und ihren Auswirkungen auf die öffentliche Gesundheit in den Alpenregionen zu begegnen, ist ein multidisziplinärer Ansatz erforderlich, der sowohl Anpassungs- als auch Minderungsstrategien vereint (Tab. 1) (7). Diese Strategien müssen in das tägliche Bewusstsein der allgemeinen Bevölkerung, des Gesundheitspersonals und der relevanten Akteure*innen integriert werden. Lokales Monitoring und vorausschauende Planung sind dringend erforderlich, um mit den rasanten Veränderungen Schritt zu halten (51).

Präventive Anpassungsstrategien

Primärprävention

Lokale Maßnahmen zur Primärprävention sind unerlässlich, um klimabedingte Gesundheitsrisiken zu mindern. Informationskampagnen für gefährdete Bevölkerungsgruppen können helfen, hitzebedingte Gesundheitsprobleme zu reduzieren. In lawinengefährdeten Gebieten sind Schulungen und Sensibilisierung von Outdoor-Sportlern*innen und Rettungspersonal von entscheidender Bedeutung. Die Förderung von Forschung und Entwicklung neuer Sicherheitsausrüstung sollte ebenfalls Priorität haben.

Infrastruktur und Technologie

Die Infrastrukturplanung sollte Schutzbauten gegen Lawinen und Erdbeben sowie moderne Frühwarnsysteme und resiliente Kommunikationstechnologien einschließen (52). Gesundheitseinrichtungen müssen an die Erfordernisse des Klimawandels angepasst werden, um auch bei klimabedingten Katastrophen funktionsfähig zu bleiben.

Vektorübertragene Krankheiten

Im Hinblick auf die Ausbreitung von Zeckenhabitaten sowie den Anstieg von FSME, Borreliose und anderen vektorübertragenen Krankheiten sind Impfkampagnen, Überwachungssysteme und gezielte Vektorkontrolle unerlässlich. Diese Maßnahmen erfordern interdisziplinäre Zusammenarbeit und internationale Kooperation, auch im Hinblick auf den Erhalt natürlicher Lebensräume.

Reaktive Anpassungsstrategien

Notfallmaßnahmen

Spezialisierte Schulungen für Rettungskräfte sind entscheidend, um bei einem MANV effektiv handeln zu können (53). Katastrophenschutzpläne und Frühwarnsysteme verbessern zusätzlich die Wirksamkeit von Notfallmaßnahmen. Im Falle eines MANV sind effiziente Triage-Systeme notwendig, um ethisch vertretbare Entscheidungen zu ermöglichen und gleichzeitig die psychische Belastung der Betroffenen zu mildern (53).

Innovative Technologien

Innovative Technologien wie Drohnen können Herausforderungen in schwer zugänglichen Bergregionen überwinden, etwa durch Unterstützung bei der Patienten*innensuche, Lieferung medizinischer Ausrüstung oder Aufbau telemedizinischer Kommunikation (54). Bei Massunfällen ermöglichen Drohnen die Erkundung des Einsatzorts, eine Sicherheitsbewertung sowie die Durchführung von Ferntriage.

Die Umsetzung dieser Strategien erfordert proaktive Planung, interdisziplinäre Zusammenarbeit und ausreichende Ressourcenzuteilung, um den zunehmenden klimawandelbedingten Gesundheitsrisiken in den Alpenregionen wirksam zu begegnen.

Fazit

Zusammenfassend lässt sich sagen, dass die Alpenregionen aufgrund ihrer einzigartigen Geografie und Herausforderungen – einschließlich externer Faktoren wie zunehmender Tourismus, Umweltveränderungen und einer alternden Bevölkerung – einer Vielzahl gesundheitlicher Risiken ausgesetzt sind, die sorgfältig bewertet und vorgebeugt werden müssen. Diese Risiken reichen von unmittelbaren Bedrohungen wie hitzebedingten Erkrankungen, Trauma und MANVs infolge geo-hydrologischer Katastrophen bis hin zu langfristigen Entwicklungen wie Veränderungen der Vektorökologie und einem erhöhten Risiko für neue Infektionskrankheiten. Um diesen Risiken zu begegnen, ist die Umsetzung sowohl präventiver als auch reaktiver Anpassungsstrategien unerlässlich, um das Wohlergehen der Bewohner*innen und Besucher*innen von alpinen Regionen zu gewährleisten.

LITERATUR:

1. Kotlarski S, Gobiet A, Morin S et al. 21st Century alpine climate change. *Clim Dyn* 2023; 60: 65-86.
2. Gobiet A, Kotlarski S, Beniston M et al. 21st century climate change in the European Alps - A review. *Science of The Total Environment* 2014; 493: 1138-1151.
3. Rogora M, Frate L, Carranza ML et al. Assessment of climate change effects on mountain ecosystems through a cross-site analysis in the Alps and Apennines. *Science of The Total Environment* 2018; 624: 1429-1442.
4. Campbell S, Remenyi TA, White CJ, Johnston FH. Heatwave and health impact research: A global review. *Health & Place* 2018; 53: 210-218.
5. Caminade C, McIntyre KM, Jones AE. Impact of recent and future climate change on vector-borne diseases. *Annals of the New York Academy of Sciences* 2019; 1436:157-173.
6. Ritter F, Fiebig M, Muhar A. Impacts of Global Warming on Mountaineering: A Classification of Phenomena Affecting the Alpine Trail Network. *Mountain Research and Development* 2012; 32: 4-15.
7. Klink J, Koundinya V, Kies K et al. Enhancing interdisciplinary climate change work through comprehensive evaluation. *Climate Risk Management* 2017; 15: 109-125.
8. Intergovernmental Panel On Climate Change (Ippcc). *Climate Change 2022 – Impacts, Adaptation and Vulnerability: Working Group II Contribution to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. 1a ed.* Cambridge University Press 2023.
9. Zebisch M, Terzi S, Pittore M et al. Climate Impact Chains—A Conceptual Modelling Approach for Climate Risk Assessment in the Context of Adaptation Planning. In: *Climate Adaptation Modelling*. Cham: Springer International Publishing 2022. p. 217-224.
10. Van Vuuren DP, Edmonds J, Kainuma M et al. The representative concentration pathways: an overview. *Climatic Change* 2011; 109: 5-31.
11. Tebaldi C, Debeire K, Eyring V et al. Climate model projections from the Scenario Model Intercomparison Project (Scenario-MIP) of CMIP6. *Earth Syst Dynam* 2021; 12:253-293.
12. Jacob D, Petersen J, Eggert B et al. EURO-CORDEX: new high-resolution climate change projections for European impact research. *Reg Environ Change* 2014; 14: 563-578.
13. Semenza JC, Suk JE. Vector-borne diseases and climate change: a European perspective. *FEMS Microbiology Letters* 2018; 365(2).
14. Sommer C, Malz P, Seehaus TC et al. Rapid glacier retreat and downwasting throughout the European Alps in the early 21st century. *Nat Commun* 2020; 11: 3209.
15. Zekollari H, Huss M, Farinotti D. Modelling the future evolution of glaciers in the European Alps under the EURO-CORDEX RCM ensemble. *The Cryosphere* 2019; 13: 1125-1146.
16. Ménégos M, Valla E, Jourdain NC et al. Contrasting seasonal changes in total and intense precipitation in the European Alps from 1903 to 2010. *Hydrol Earth Syst Sci* 2020; 24: 5355-5377.
17. Strapazzon G, Schweizer J, Chiambretti I et al. Effects of Climate Change on Avalanche Accidents and Survival. *Front Physiol* 2021; 12: 639433.
18. Morlot M, Russo S, Feyen L, Formetta G. Trends in heat and cold wave risks for the Italian Trentino-Alto Adige region from 1980 to 2018. *Nat Hazards Earth Syst Sci* 2023; 23: 2593-2606.
19. D'Ippoliti D, Michelozzi P, Marino C et al. The impact of heat waves on mortality in 9 European cities: results from the EuroHEAT project. *Environ Health* 2010; 9: 37.
20. Chilla, T., Bertram, D. & Lambracht, M. *Alpine towns - Key to sustainable development in the Alpine region. 9th report on the state of the Alps.* 2022.
21. Becken, JE Hay. *Tourism and climate change: Risks and opportunities.* 2007.
22. Rauch S, Dal Cappello T, Strapazzon G et al. Pre-hospital times and clinical characteristics of severe trauma patients: A comparison between mountain and urban/suburban areas. *Am J Emerg Med* 2018; 36: 1749-17-53.
23. Rauch S, Wallner B, Ströhle M et al. Climbing Accidents-Prospective Data Analysis from the International Alpine Trauma Registry and Systematic Review of the Literature. *Int J Environ Res Public Health* 2019; 17: 203.
24. Niebauer J, Burtscher M. Sudden Cardiac Death Risk in Downhill Skiers and Mountain Hikers and Specific Prevention Strategies. *Int J Environ Res Public Health* 2021; 18: 1621.
25. Faulhaber M, Flatz M, Gatterer H et al. Prevalence of cardiovascular diseases among alpine skiers and hikers in the Austrian Alps. *High Alt Med Biol* 2007; 8: 245-252.
26. Milani M, Roveri G, Falla M et al. Occupational Accidents Among Search and Rescue Providers During Mountain Rescue Operations and Training Events. *Ann Emerg Med* 2023; 81: 699-705.
27. Turcato G, Zaboli A, Giudiceandrea A et al. Impact of tourists on emergency department in a high-tourism alpin area: An observational study. *Travel Med Infect Dis* 2023; 51: 102491.
28. Vicedo-Cabrera AM, Scovronick N, Sera F et al. The burden of heat-related mortality attributable to recent human-induced climate change. *Nat Clim Chang* 2021; 11: 492-500.
29. Kendrovski V, Baccini M, Martinez Get al. Quantifying Projected Heat Mortality Impacts under 21st-Century Warming Conditions for Selected European Countries. *IJERPH* 2017; 14: 729.
30. Cottle RM, Lichter ZS, Vecellio DJ et al. Core temperature responses to compensable versus uncompensable heat stress in young adults (PSU HEAT Project). *J Appl Physiol* 2022; 133: 1011-1018.
31. Sherwood SC, Huber M. An adaptability limit to climate change due to heat stress. *Proc Natl Acad Sci USA* 2010; 107: 9552-9555.
32. Vecellio DJ, Wolf ST, Cottle RM, Kenney WL. Evaluating the 35°C wet-bulb temperature adaptability threshold for young, healthy subjects (PSU HEAT Project). *J Appl Physiol* 2022; 132: 340-345.
33. Casanueva A, Kotlarski S, Liniger MA et al. Climate change scenarios in use: Heat stress in Switzerland. *Climate Services* 2023; 30: 100372.
34. Di Napoli C, Pappenberger F, Cloke HL. Assessing heat-related health risk in Europe via the Universal Thermal Climate Index (UTCI). *Int J Biometeorol* 2018; 62: 1155-1165.

35. Napoli CD. Thermal comfort indices derived from ERA5 reanalysis. ECMWF; 2020. Available: <https://cds.climate.copernicus.eu/doi/10.24381/cds.553b7518> [Assesed 24 Jan 2024].
36. Blazejczyk K, Epstein Y, Jendritzky G et al. Comparison of UTCI to selected thermal indices. *Int J Biometeorol* 2012; 56: 515-535.
37. Höppe P. The physiological equivalent temperature - a universal index for the biometeorological assessment of the thermal environment. *Int J Biometeorol* 1999; 43: 71-75.
38. Provençal S, Bergeron O, Leduc R, Barrette N. Thermal comfort in Quebec City, Canada: sensitivity analysis of the UTCI and other popular thermal comfort indices in a mid-latitude continental city. *Int J Biometeorol* 2016; 60: 591-603.
39. Vanos JK, Baldwin JW, Jay O, Ebi KL. Simplicity lacks robustness when projecting heat-health outcomes in a changing climate. *Nat Commun* 2020; 11: 6079.
40. Mourey J, Lacroix P, Duviillard PA et al. Multi-method monitoring of rockfall activity along the classic route up Mont Blanc (4809 m a.s.l.) to encourage adaptation by mountaineers. *Nat Hazards Earth Syst Sci* 2022; 22: 445-460.
41. Salim E, Mourey J, Ravanel L, et al. Mountain guides facing the effects of climate change. What perceptions and adaptation strategies at the foot of Mont Blanc?. 2019. Available: <http://journals.openedition.org/rga/5865> [Assesed 24 Jan 2024]
42. Kennedy ITR, Petley DN, Williams R, Murray V. A systematic review of the health impacts of mass Earth movements (landslides). *PLoS Curr* 2015; 7: ecurrents.dis.1d49e84c8bbe678b0e70cf7fc35d0b77.
43. A glacier's catastrophic collapse is linked to global warming. *Nature* 2023; 616: 414.
44. Ogden NH. Climate change and vector-borne diseases of public health significance. *FEMS Microbiology Letters* 2017. Available:<https://academic.oup.com/femsle/article/doi/10.1093/femsle/fnx186/4107775> [Accessed 2 November 2023]
45. Chala B, Hamde F. Emerging and Re-emerging Vector-Borne Infectious Diseases and the Challenges for Control: A Review. *Front Public Health* 2021; 9: 715759.
46. Hoffhuis A, Harms M, Van Den Wijngaard C et al. Continuing increase of tick bites and Lyme disease between 1994 and 2009. *Ticks Tick Borne Dis* 2015; 6: 69-74.
47. Tick-borne encephalitis. Annual Epidemiological Report for 2020. European Centre for Disease Prevention and Control ECDC 2022.
48. Lemhöfer G, Chitimia-Dobler L, Dobler G, Bestehorn-Willmann M. Comparison of whole genomes of tick-borne encephalitis virus from mountainous alpine regions and regions with a lower altitude. *Virus Genes* 2021; 57: 217-221.
49. Heinz FX, Stiasny K, Holzmann H et al. Emergence of tick-borne encephalitis in new endemic areas in Austria: 42 years of surveillance. *Eurosurveillance* 2015. Available: <https://www.eurosurveillance.org/content/10.2807/1560-7917.ES2015.20.13.21077> [Accessed 23 Jan 2024]
50. Dagostin F, Tagliapietra V, Marini G et al. High habitat richness reduces the risk of tick-borne encephalitis in Europe: A multi-scale study. *One Health* 2024; 18: 100669.
51. Monitoring and Evaluation of Climate Change Adaptation: Methodological Approaches. 2014 Dec. (OECD Environment Working Papers; vol. 74). Report No.: 74.
52. Carreras-Coch A, Navarro J, Sans C, Zaballos A. Communication Technologies in Emergency Situations. *Electronics* 2022; 11: 1155.
53. Blancher M, Albasini F, Elsensohn F et al. Management of Multi-Casualty Incidents in Mountain Rescue: Evidence-Based Guidelines of the International Commission for Mountain Emergency Medicine (ICAR MEDCOM). *High Alt Med Biol* 2018; 19: 131-140.
54. van Veelen MJ, Roveri G, Voegelé A. Drones reduce the treatment-free interval in search and rescue operations with telemedical support - A randomized controlled trial. *Am J Emerg Med* 2023; 66: 40-44.

FÖRDERUNG:

Diese Forschung wurde im Rahmen der PNRR-Forschungsaktivitäten des Konsortiums iNEST (Interconnected North-East Innovation Ecosystem) durchgeführt, das von der Europäischen Union im Rahmen von NextGenerationEU finanziert wird (Piano Nazionale di Ripresa e Resilienza (PNRR), Mission 4, Komponente 2, Investition 1.5, D.D. 1058 vom 23.06.2022, ECS_00000043). Dieses Manuskript gibt ausschließlich die Ansichten und Meinungen der Autor*innen wieder; weder die Europäische Union noch die Europäische Kommission können dafür verantwortlich gemacht werden.

KONTAKTADRESSE:

PD Dr. Simon Rauch PhD EDIC
 Institut für alpine Notfallmedizin
 Eurac Research
 I - 39100 Bozen
 Abteilung für Anästhesie und Intensivmedizin
 Krankenhaus Meran
 I - 39012 Meran



WEARABLES IM MANAGEMENT AKUTER HÖHENERKRANKUNGEN

Potenziale und Grenzen

Mahdi Sareban, Gunnar Treff und Marc Moritz Berger

Wearables sind tragbare elektronische Geräte, die am Körper getragen werden, etwa am Handgelenk, an der Kleidung, am Kopf oder in Schuhen. Sie dienen dazu, Daten zu erfassen, zu verarbeiten oder zu übertragen. Wearables eröffnen neue Perspektiven in allen Bereichen des Sports und in der Prävention, Diagnostik und Therapie verschiedenster Erkrankungen. Auch in der Höhenmedizin rücken diese Technologien zunehmend in den Fokus und hier spielen Smartwatches eine besondere Rolle. Durch die kontinuierliche und unkomplizierte Erfassung von Höhenlage, Herzfrequenz, Sauerstoffsättigung und neuerdings auch respiratorischen Variablen liefern sie potenziell relevante Informationen zur Einschätzung und Prävention akuter Höhenerkrankungen – darunter die akute Bergkrankheit (Acute Mountain Sickness, AMS), das Höhenlungenödem (High Altitude Pulmonary Edema, HAPE) und das Höhenhirnödem (High Altitude Cerebral Edema, HACE).

Gleichzeitig bestehen häufig Zweifel hinsichtlich der Messgenauigkeit, der Zuverlässigkeit sowie der klinischen Aussagekraft der von Smartwatches erfassten Daten – insbesondere unter extremen Umweltbedingungen wie Kälte, Hypoxie und intensiver körperlicher Belastung. Ziel dieses Beitrags ist es, den aktuellen Kenntnisstand zur Anwendung Smartwatch-basierter Messdaten im Management akuter Höhenerkrankungen darzustellen. Im Mittelpunkt stehen dabei die technischen Möglichkeiten, der potenzielle Nutzen und die bestehenden Limitationen dieser Technologien im höhenmedizinischen Kontext.

1. Grundlagen akuter Höhenerkrankungen

Mit zunehmender Höhe sinkt der Luftdruck, was zu einem verringerten Sauerstoffpartialdruck in der eingeatmeten Luft führt. Dadurch nimmt auch der Sauerstoffpartialdruck in den Alveolen ab, was den Sauerstofftransport im Blut reduziert. Können die daraufhin einsetzenden physiologischen Akklimatisationsmechanismen, wie z.B. Steigerung der Atem- und Herzfrequenz und vermehrte Bildung roter Blutkörperchen, diese Reduktion nicht ausreichend kompensieren, kommt es zu einer verminderten Sauerstoffversorgung des Gewebes, d.h. zu Gewebhypoxie. Bei intensiver körperlicher Belastung steigt der Sauerstoffbedarf vor allem in der Skelett-, Atem- und Herzmuskulatur nochmals deutlich an, was den hypoxischen Stress weiter verstärkt [1]. Hypoxie führt aber nicht nur zu einer spürbaren Leistungseinschränkung, die prinzipiell mit der Höhe zunimmt, sondern kann

auch akute Höhenerkrankungen auslösen [2]. Werden kritische Schwellen der Hypoxietoleranz überschritten, sind vor allem zwei Organsysteme betroffen: Im zentralen Nervensystem kann sich eine AMS entwickeln, die im Extremfall in ein HACE übergehen kann. In der Lunge wiederum besteht die Gefahr eines HAPE.

Die AMS ist ein häufiges Krankheitsbild. Ihre Prävalenz beträgt am Tag der Ankunft 6 % auf 2850 m (Konkordia Hütte), 15 % auf 3650 m (Mönchsjoehütte) und 25 % auf 4559 m (Margherita Hütte). Dazu steigt das Risiko nach einer Nacht in den jeweiligen Höhen weiter an [3]. Die Diagnosestellung erfolgt häufig auf Grundlage des Lake-Louise-Scores [4].

Verschiedene Faktoren beeinflussen das Risiko, an einer akuten Höhenkrankheit zu erkranken. Kommerzielle Wearables sind in der Lage, mehrere dieser Risikofaktoren zu erfassen. Dazu zählen:

- Akklimatisationsdauer (z. B. Anzahl der Tage in Höhenlagen zur Vorbereitung auf eine Höhentour),
- Geschwindigkeit des Höhengewinns, insbesondere Differenz der Schlafhöhen,
- absolute aktuelle Höhe,
- Verlauf der arteriellen Sauerstoffsättigung.

Darüber hinaus erfassen viele Wearables auch physiologische Variablen, deren Aussagekraft hinsichtlich des AMS-Risikos noch nicht abschließend geklärt ist:

- Herzfrequenz in Ruhe und unter Belastung,
- Herzfrequenzvariabilität (HRV),
- aerobe Kapazität ($VO_2\max$) in Tallage,
- Reduktion der $VO_2\max$ in einer gegebenen Höhe.



Abb. 1. Schematische Darstellung höhenmedizinisch relevanter Daten auf einer Smartwatch. Im Text werden die technischen Möglichkeiten von Wearables zur Erfassung dieser Risikofaktoren beschrieben.

SpO₂ = periphere Sauerstoffsättigung; VO₂max = maximale Sauerstoffaufnahme in der aktuellen Höhe (berechnet); Herzfrequenz; Atemfrequenz; aktuelle Höhe; Höhengewinn in den letzten 24 Stunden.

2. Höhenmessung: Barometer und GPS

Akklimatisationsstatus, absolute Höhe und Aufstiegs- geschwindigkeit gelten als entscheidende Einflussfaktoren für das Auftreten akuter Höhenerkrankungen. Das Risiko für eine AMS auf z. B. 4559 m lässt sich um jeweils etwa 50 % reduzieren, wenn in den letzten 2 Monaten ein Aufenthalt von mindestens fünf Tagen über 3000 m erfolgt ist und beim Aufstieg ein konservatives Höhenprofil mit maximal 300 bis 500 Hm pro Tag sowie einem zusätzlichen Ruhetag alle drei Tage eingehalten wird [5]. Smartwatches und andere Wearables können diese Größen über integrierte Sensoren erfassen – meist barometrisch, per GPS oder durch eine Kombination beider Verfahren. Auf dieser Basis können Bergsteiger*innen ihr Aufstiegsverhalten optimieren.

Die barometrische Höhenmessung basiert auf dem Luftdruckabfall mit zunehmender Höhe und ist in der Regel genauer als die alleinige GPS-basierte Methode [6]. Allerdings ist sie anfällig für äußere Einflüsse, insbesondere für Wetteränderungen, so dass beispielsweise starke Bewölkung oder Luftdruckänderungen die Messergebnisse verfälschen können. Die GPS-basierte Höhenmessung ist weniger wetteranfällig, dafür aber häufig ungenauer, insbesondere bei schwachem Satellitensignal wie es in tiefen Tälern der Fall sein kann. Die Kombination beider Verfahren liefert die genauesten Resultate und bietet eine Redundanz, wenn eine Messmethode keine plausiblen Werte anzeigt. Allerdings ist diese Doppelmessung energieintensiv. Insbesondere bei längeren Touren kann daher die Akkulaufzeit des Geräts kritisch sein. Im Stromsparmmodus verlieren viele Geräte an Präzision, da sie dann seltener messen oder nur einen Sensor verwenden. Werden nach Aufzeichnung der Höhendaten sekundäre post-processing Informationen auf den von den Wearable Herstellern zur Verfügung gestellten Apps genutzt, kann die Messungsgenauigkeit von 5 % auf 1 % deutlich reduziert werden [6]. Zusammenfassend stellt die Höhenmessung durch Wearables grundsätzlich ein nützliches Monitoring-Instrument für Höhenprofile und Aufstiegs- geschwindigkeit dar und erfasst somit zwei zentrale Risiko- faktoren für die Höhenkrankheit. Die Wahl des Gerätes, der Messmodi und die Kenntnis der messtechnischen Grenzen sind jedoch entscheidend für eine zuverlässige Nutzung.

3. Photoplethysmographische Messungen: Herzfrequenz und Sauerstoffsättigung

Die meisten modernen Wearables nutzen das Verfahren der Photoplethysmographie (PPG), um die Herzfrequenz (HF) und Sauerstoffsättigung (SpO₂) nicht-invasiv am Handgelenk zu erfassen. Dabei wird mithilfe von Lichtquellen (meist im grünen, roten oder infraroten Spektrum) die Durchblutung im Gewebe optisch gemessen. Der Sensor registriert Schwankungen der Lichtabsorption, die durch den pulsierenden Blutfluss entstehen, und leitet daraus HF und – mit zusätzlicher spektraler Analyse – die SpO₂ ab.

Die PPG ist grundsätzlich eine elegante Methode, die sich gut für Wearables eignet. Sie erlaubt eine punktuelle oder kontinuierliche Erfassung physiologischer Messgrößen ohne störende Elektroden oder Messsonden. Gleichzeitig ist sie jedoch anfällig für verschiedene Störfaktoren:

- Bewegung: Besonders bei sportlicher Aktivität und Muskelkontraktionen am Unterarm können Artefakte entstehen.
- Kälte: Vasokonstriktion reduziert die periphere Durchblutung – die optische Signalqualität verschlechtert sich.
- Hautpigmentierung, Tattoos oder Armbehaarung können die Lichtdurchlässigkeit beeinträchtigen.
- Signalqualität: Die Messfrequenz und für die Berechnung notwendigen Algorithmen variieren je nach Hersteller und Modell stark.

Je nach Umgebung, Aktivitätsniveau und Hautkontakt kann die Aussagekraft der erfassten Daten daher stark schwanken.

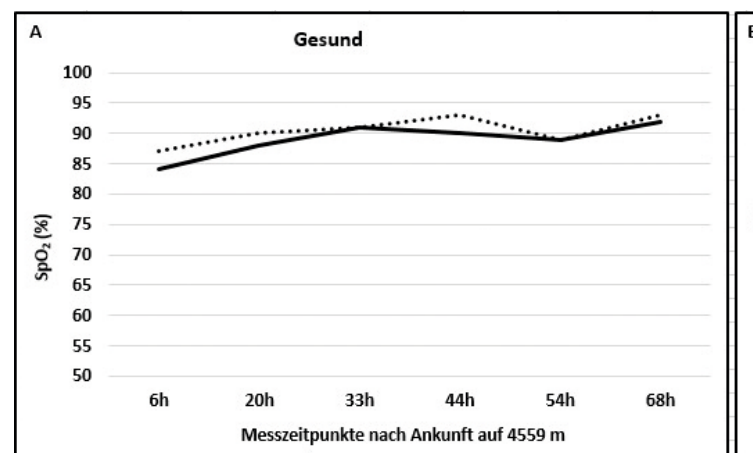
3.1 Herzfrequenz (HF)

Akute Höhenexposition führt zu einem Anstieg der HF in Ruhe und unter körperlicher Aktivität bzw. einer verzögerten Erholung nach einer körperlichen Aktivität, um die zelluläre Sauerstoffversorgung zu sichern. Dies erfolgt zum einen durch eine erhöhte sympathischen, aber wesentlich auch durch eine verminderte parasympathische Aktivität [7, 8]. Daneben kann sie jedoch auch eine kardiovaskuläre Reaktion auf eine Erniedrigung des kardialen Schlagvolumens durch höhenbedingte Hypohydration bzw. Flüssigkeitsverschiebungen vom intravasalen in den interstitiellen Raum darstellen [9]. Diese Ursachen lassen sich auf Basis von Smartwatch-Daten allerdings nicht zuverlässig differenzieren. Bei Individuen mit erhöhter parasympathischer Aktivität

in Ruhe, wie es bei Ausdauersportlern*innen der Fall ist, kann eine inadäquate höhenbedingte Anpassung des autonomen Nervensystems aufgrund einer verzögerten Einstellung der sympathovagalen Balance die Akklimation verzögern. Als Folge ist das Risiko, in den ersten 24 Stunden nach akuter Höhenexposition eine AMS zu erleiden, bei Ausdauersportlern*innen erhöht [8].

Die HF ist zudem in der Höhe eine physiologische Messgröße, die zur Beurteilung der Belastungsintensität beim Bergsteigen genutzt werden kann. Sie ermöglicht eine individualisierte Steuerung der Trainingsintensität in der Vorbereitung auf eine Höhentour – insbesondere dann, wenn eine sport- bzw. höhenmedizinische Leistungsdiagnostik die Basis bildet.

PPG-basierte Wearables erfassen die HF in der Regel zuverlässig in Ruhe und im Schlaf. Die PPG-basierte Analyse der Herzfrequenzvariabilität ermöglicht zudem eine grobe Beurteilung der sympathovagalen Balance in Ruhe, deren prognostische Aussagekraft insbesondere in Verlaufsbeobachtungen von Bedeutung ist. Bei intensiver körperlicher Belastung oder bei Kälte sinkt die Messgenauigkeit, da PPG-basierte Systeme durch Bewegung oder reduzierte Hautdurchblutung gestört werden. In einer rezenten Studie konnten wir zeigen, dass Oberarm-basierte Sensoren genauer messen als jene am Handgelenk, insbesondere bei Aktivitäten mit starker Armbewegung wie z.B. beim Bergsteigen oder Klettern und bei hoher Belastungsintensität [10]. Die Verwendung von Brustgurten, die elektrische Messtechniken nutzen, verbessert die Genauigkeit weiter, wird jedoch im traditionellen Bergsport aufgrund des eingeschränkten Tragekomforts selten genutzt (Abbildung 2).



3.2 Sauerstoffsättigung (SpO₂)

Die SpO₂-Messung kann Hinweise über den individuellen Akklimatisationsstatus und das Risiko für akute Höhenerkrankungen geben. Sinkt die SpO₂ in Ruhe auf für die entsprechende Höhe auffällig niedrige Werte, sollte bei gleichzeitigen Symptomen an eine AMS gedacht werden [11]. Im Laufe einer Nacht in der Höhe steigt die SpO₂ gewöhnlich an, ein fehlender Anstieg kann möglicherweise auf eine unzureichende Akklimatisation und somit erhöhtes AMS Risiko hindeuten [12].

PPG-basierte SpO₂-Messungen sind am Handgelenk technisch anspruchsvoll. Viele Geräte messen nur punktuell oder in längeren Intervallen, etwa während der Nacht, da die kontinuierliche SpO₂-Messung den Akkuverbrauch stark erhöht. Zudem führen Kälte, Bewegung und niedriger Blutdruck häufig zu Artefakten oder unplausiblen Messwerten.

Eine Validierungsstudie zur SpO₂-Messung mittels Smartwatch (Garmin Fenix® 5X Plus) in Ruhe nach einem aktiven Aufstieg innerhalb von 24 Stunden von 1130 m auf 4559 m zeigte im Vergleich zu einem Medizinprodukt (Covidien Nellcor) und der Referenzmethode der arteriellen Blutgasanalyse eine unzureichende Validität [13]. Abbildung 2 illustriert aus der Studie exemplarisch die SpO₂-Werte bei sechs Messzeitpunkten eines gesunden Probanden (A) sowie zweier Probanden mit AMS und HAPE, bei denen nach 33 Stunden in der Höhe eine Therapie eingeleitet wurde (B, C). Bei Proband B wurden von der Smartwatch keine SpO₂-Werte angezeigt, während bei Proband C bezüglich der SpO₂ eine deutliche Überschätzung der Werte zu beobachten war. Daher erfordert die Interpretation der SpO₂-Daten aus Wearables ein fundiertes Verständnis ihrer technischen Limitationen.

Zusammengefasst ermöglichen photoplethysmographische Sensoren die mobile Erfassung wichtiger Vitalparameter, sind jedoch unter den für Höhenlagen typischen Bedingungen oft störanfällig. Ihre größte Stärke liegt in der Beobachtung von Trends über Stunden oder Tage, weniger in der punktgenauen Einzelmessung. Für eine sinnvolle Nutzung in der Prävention akuter Höhenerkrankungen sollten die Messergebnisse daher stets im Kontext weiterer Faktoren und klinischer Symptome interpretiert werden.

4. Atemfrequenz und Atemmuster

Die Atemfrequenz (AF) nimmt bei Höhenexposition physiologisch zu und gilt als sensibler Marker der respiratorischen Akklimatisation [14]. Die kontinuierliche und zuverlässige Erfassung atembasierter Messgrößen mithilfe tragbarer Sensoren ist jedoch aktuell eine technische Herausforderung. Meist erfolgt die Messung indirekt, beispielsweise über Ableitungen aus der Herzfrequenzvariabilität oder über Brustkorbbewegungen. Ein neu entwickelter Brustgurt mit integrierten Dehnungssensoren konnte unter sportlichen Belastungen eine zufriedenstellende Validität zur Erfassung von AF, Atemzugvolumen und Minutenventilation zeigen [15]. Trotz dieser Fortschritte ist die Messgenauigkeit stark vom verwendeten Gerät abhängig und es fehlen bislang Validierungsstudien unter realen Bedingungen in großer Höhe. Zukünftige Forschung sollte daher die Genauigkeit tragbarer Atemfrequenzsensoren im Hochgebirge systematisch prüfen und deren prädiktiven Wert für das Auftreten höhenbedingter Erkrankungen untersuchen.

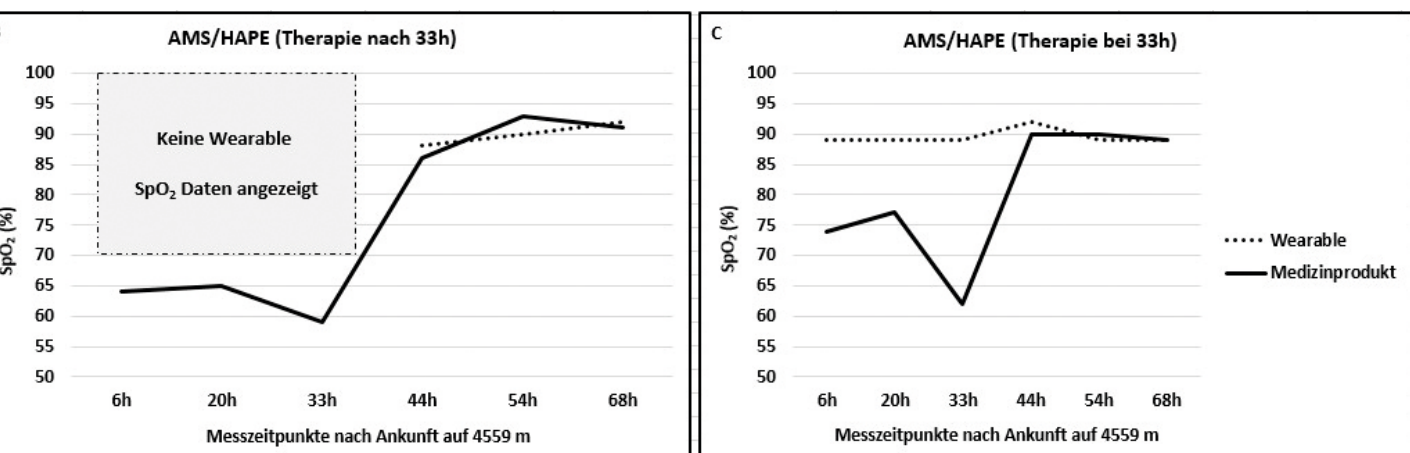


Abb. 2. Genauigkeit Smartwatch-basierter SpO₂-Messungen. SpO₂ = periphere Sauerstoffsättigung; AMS = Akute Bergkrankheit; HAPE = Höhenlungenödem

5. Maximale Sauerstoffaufnahme (VO₂max)

Die VO₂max als Maß der aeroben Kapazität beschreibt in einer Zahl komplexe Mechanismen, wie den Sauerstofftransfer aus der Luft ins Blut (Lunge), seinen Transport im Organismus (Herz, Blut) und schließlich den Sauerstoffverbrauch in den Mitochondrien (Muskel) zur Energiebereitstellung. Die Referenzmethode zur Messung der VO₂max ist eine Spiroergometrie bis zur maximalen Belastung auf einem Fahrrad- oder Laufbandergometer. Mit professionellen, mobilen medizinischen Geräten kann diese Messung auch unter Feldbedingungen – beispielsweise beim Bergsteigen – durchgeführt werden, bedarf jedoch eines erheblichen apparativen Aufwands. Consumer-Wearables ermöglichen inzwischen eine Schätzung der VO₂max auf Basis von Ruhe- oder Belastungsbedingungen mittels proprietärer Algorithmen. Systematische Untersuchungen zeigen dabei eine geringe systematische Überschätzung der Wearable-basierten VO₂max in Tallage – etwa 2,2 mL/min/kg im Falle des unter Ruhebedingungen durchgeführten Polar Fitness Tests – jedoch bei gleichzeitig hoher individueller Streuung und damit eingeschränkter Aussagekraft auf individueller Ebene [16].

Die Rolle der VO₂max als Risikofaktor für die akute Höhenkrankheit wird kontrovers diskutiert. Eine rezente Studie unserer Arbeitsgruppe zeigte wie bereits beschrieben, dass Ausdauerathleten*innen mit sehr hoher aerober Kapazität (VO₂max, > 65 mL/kg/min) ein erhöhtes Risiko für das Auftreten der AMS am ersten Tag nach einem passiven Aufstieg auf 3450 m im Vergleich zu einer Gruppe mit niedrigeren VO₂max-Werten (< 50 mL/kg/min) haben. An den Tagen 2 und 3 zeigte sich kein Unterschied in der Erkrankungshäufigkeit zwischen den Gruppen. Trainingsassoziierte Unterschiede im autonomen Nervensystem und eine erhöhte parasymphatische Aktivität bei Ausdauersportlern*innen, die in unserer Studie mittels Analyse der Herzfrequenzvariabilität beurteilt wurden, könnten den Unterschied erklären [8].

Der höhenbedingte Abfall der VO₂max durch die Abnahme des Luftdrucks liegt bei ca. 6 - 10 % pro 1000 m ab 1500 m [17]. Ob die höhenbedingten Veränderung der VO₂max in der individuellen Risikoabschätzung für die AMS eine Rolle spielt, wurde in Studien nur selten untersucht. Eine kürzlich publizierte Arbeit untersuchte sowohl die Validität eines Smartwatch-basierten VO₂max-Tests in unterschiedlichen Höhenlagen als auch den Zusammenhang mit dem Auftreten von AMS. Dabei konnte die Smartwatch die Reduktion der VO₂max auf 3900 m zuverlässig erfassen. Zudem erwies sich ein niedriger Smartwatch-basierte VO₂max-Wert im Tal als unabhängiger Prädiktor für das spätere Auftreten von AMS in großer Höhe [18].

Unabhängig von der kontroversen Diskussion zum Einfluss der VO₂max als Risikofaktor für das Auftreten einer AMS gelten eine hohe VO₂max im Flachland und eine abgeschwächte Reduktion in der Höhe als wichtige Faktoren für eine Ausdauerleistungsfähigkeit und somit Risikofaktor von bergbezogenen Zwischenfällen in großen Höhen. Treten zusätzlich zur reduzierten Ausdauerleistungsfähigkeit in der Höhe Symptome einer AMS auf – insbesondere in Verbindung mit Dehydration [19] – erhöht sich das Risiko für bergsportbedingte Zwischenfälle.

Auch wenn genetische Faktoren die VO₂max teilweise limitieren, lässt sich diese durch gezieltes Ausdauertraining relevant beeinflussen. Eine präzise diagnostische Erfassung im Vorfeld, gegebenenfalls auch durch validierte Wearables, könnte somit zur Risikoeinschätzung für AMS beitragen, auf jeden Fall jedoch das generelle Unfallrisiko am Berg durch gezielte Verbesserung der Ausdauerleistungsfähigkeit reduzieren.

6. Zusammenfassung und Ausblick

Die Nutzung von Wearables zur Überwachung vitaler Parameter im Gebirge eröffnet vielversprechende Möglichkeiten für die Prävention akuter Höhenerkrankungen. Vor allem die kontinuierliche Erfassung und langfristige Trendbeobachtung kann helfen, Risikopersonen bzw. eigene Risiken frühzeitig zu identifizieren oder Entscheidungen über Aufstiegsprofil und Pausen zu treffen. Im Gegensatz dazu bieten Einzelmessungen nur eine Momentaufnahme und reichen auch aufgrund möglicher Messfehler häufig nicht aus, fundierte Entscheidungen für die Prävention akuter Höhenerkrankungen zu unterstützen.

Gleichzeitig gilt es, die Grenzen der Technologie zu beachten. Die oft fehlende Validierung unter extremen Bedingungen, technische Artefakte (Kälte, Bewegung, Hautkontakt), limitierte Akkulaufzeiten sowie Datenschutzaspekte schränken den klinischen Nutzen ein. Nicht alle Geräte liefern zuverlässige oder reproduzierbare Werte. Die Interpretation der Daten erfordert ein gewisses Maß an Erfahrung – insbesondere im Zusammenspiel mit subjektiven Symptomen. Dennoch ist absehbar, dass Wearables für das Monitoring physiologischer Anpassungsprozesse in der Höhe in Zukunft eine größere Rolle spielen werden – vor allem in Kombination mit lernfähigen KI-basierten Algorithmen, besseren Sensoren und einem stärker personalisierten Risikoprofil und Warnsystemen. Auch eine risikoadaptierte Kommunikation mittels generativer KI erscheint perspektivisch realistisch.

Gleichzeitig gilt: Individuelle Empfehlungen werden nie vollständig fehlerfrei sein. Eine sorgfältige Vorbereitung auf Höhentouren bleibt daher essenziell. Dazu zählen grundlegende theoretische Kenntnisse über akute Höhenkrankheiten, um erhobene Daten besser mit eigenen Symptomen in Verbindung setzen zu können, eine realistische Touren- und Akklimatisierungsplanung, das vorherige Testen der eingesetzten Wearables unter Belastung sowie – bei Unsicherheiten – eine sportmedizinische Leistungsdiagnostik und höhenmedizinische Beratung.

LITERATUR:

1. Naeije R. Physiological adaptation of the cardiovascular system to high altitude. *Prog Cardiovasc Dis* 2010; 52: 456-466.
2. Berger MM, Schiefer LM, Treff G et al. Acute high-altitude illness: Updated principles of pathophysiology, prevention, and treatment. *Deut Zeitschr Sportmed* 2020; 71:267-274.
3. Berger MM, Hüsing A, Niessen N et al. Prevalence and knowledge about acute mountain sickness in the Western Alps. *PLoS One* 2023; 18: e0291060.

4. Roach RC, Hackett PH, Oelz O et al. The 2018 Lake Louise Acute Mountain Sickness Score. *High Alt Med Biol* 2018; 19: 4-6.
5. Schneider M, Bernasch D, Weymann J et al. Acute mountain sickness: influence of susceptibility, preexposure, and ascent rate. *Med Sci Sports Exerc* 2002; 34: 1886-1891.
6. Sanchez R, Villena M. Comparative evaluation of wearable devices for measuring elevation gain in mountain physical activities. *Proceedings of the Institution of Mechanical Engineers, Part P: J Sports Eng Technol* 2020; 245(4).
7. Siebenmann C, Rasmussen P, Sørensen H et al. Hypoxia increases exercise heart rate despite combined inhibition of β -adrenergic and muscarinic receptors. *Am J Physiol Heart Circ Physiol* 2015; 308: H1540-H1546.
8. Sareban M, Schiefer LM, Macholz F et al. Endurance Athletes Are at Increased Risk for Early Acute Mountain Sickness at 3450 m. *Med Sci Sports Exerc* 2020; 52: 1109-1115.
9. Siebenmann C, Hug M, Keiser S et al. Hypovolemia explains the reduced stroke volume at altitude. *Physiol Rep* 2013; 1: e00094.
10. Neudorfer M, Kumar D, Smeddinck JD et al. Validity of Four Consumer-Grade Optical Heart Rate Sensors for Assessing Volume and Intensity Distribution of Physical Activity. *Scand J Med Sci Sports* 2024; 34: e14756.
11. Mandolesi G, Avancini G, Bartesaghi M et al. Long-term monitoring of oxygen saturation at altitude can be useful in predicting the subsequent development of moderate-to-severe acute mountain sickness. *Wilderness Environ Med* 2014; 25:384-391.
12. Tannheimer M, van der Spek R, Brenner F et al. Oxygen saturation increases over the course of the night in mountaineers at high altitude (3050-6354 m). *J Travel Med* 2017; 24(5).
13. Schiefer LM, Treff G, Treff F et al. Validity of Peripheral Oxygen Saturation Measurements with the Garmin Fenix. *Sensors (Basel)* 2021; 21(19).
14. West JB, Schoene RB, Milledge JS. *High Altitude Medicine and Physiology*. 4th ed. London: Hodder Arnold 2007.
15. Innocenti L, Romano C, Greco G et al. Breathing Monitoring in Soccer: Part I-Validity of Commercial Wearable Sensors. *Sensors (Basel)* 2024; 24(14).
16. Molina-Garcia P, Notbohm HL, Schumann M et al. Validity of Estimating the Maximal Oxygen Consumption by Consumer Wearables: A Systematic Review with Meta-analysis and Expert Statement of the INTERLIVE Network. *Sports Med* 2022; 52: 1577-1597.
17. Cerretelli P. Energy sources for muscular exercise. *Int J Sports Med* 1992; 13 Suppl 1: S106-S110.
18. Ye X, Sun M, Yu S et al. Smartwatch-Based Maximum Oxygen Consumption Measurement for Predicting Acute Mountain Sickness: Diagnostic Accuracy Evaluation Study. *JMIR Mhealth Uhealth* 2023; 11: e43340.
19. Castellani JW, Muza SR, Chevront SN et al. Effect of hypohydration and altitude exposure on aerobic exercise performance and acute mountain sickness. *J Appl Physiol* 2010; 109:1792-1800.

KONTAKTADRESSE:

apl Prof. Dr Dr. Mahdi Sareban, MSc
 Universitätsinstitut für präventive und rehabilitative Sportmedizin
 Uniklinikum Salzburg
 Paracelsus Medizinische Universität Salzburg
 A - 5020 Salzburg

BESTEIGUNG EINES 7000 M HOHEN GIPFELS MIT SCHWERER LUNGENERKRANKUNG – EIN FALLBERICHT

Rainald Fischer

Zusammenfassung

Ein 61-jähriger Alpinist mit schwerer chronisch-obstruktiver Lungenerkrankung (COPD GOLD III) stellte sich der extremen Herausforderung, den 7134 m hohen Pik Lenin in Kirgisistan zu besteigen. Mithilfe eines strukturierten Hypoxietrainings, pharmakologischer Unterstützung und langsamer Akklimation gelang es ihm, sein Ziel trotz signifikanter pulmonaler Einschränkungen zu erreichen. Der Fallbericht beschreibt die medizinische Vorgeschichte, die Vorbereitung, die Durchführung sowie die subjektiv empfundene Wirkung der eingesetzten Maßnahmen und soll als Grundlage für Diskussionen zur Belastbarkeit von COPD-Patienten*innen in extremen Höhen dienen.

Vorgeschichte

Ein Bergsteiger, geboren 1963, wohnhaft in Bayern, stellte sich im Vorfeld einer geplanten Expedition zum Pik Lenin (7134 m) in meiner Praxis zur präventiven Untersuchung vor. Die Lungenfunktionsdiagnostik (siehe Abbildung 1) ergab eine bislang unerkannt gebliebene COPD GOLD III mit einem FEV_1 von 41 % des Sollwertes. Es zeigt sich eine mäßige Überblähung bei normalen Lungenvolumina und normaler Diffusionskapazität. Nach Broncholyse zeigte sich zwar eine Verbesserung des FEV_1 um mehr als 12 %, trotzdem war eine Asthma-Erkrankung aufgrund der Anamnese und Befunde (fehlende Allergien, Beschwerdebeginn erst ab dem 50. Lebensjahr, Raucheranamnese, normales FeNO mit 8 ppB, kein erhöhtes IgE, keine Eosinophilie, keine Exacerbationen) unwahrscheinlich.

In der Rückschau zeigten sich über Jahre hinweg Hinweise auf eine progrediente respiratorische Einschränkung wie zum Beispiel verlängerte Aufstiegszeiten bei Bergtouren, abgebrochene Kletterrouten aufgrund unerklärlicher Erschöpfung sowie eine ausgeprägte Dyspnoe nach einer pulmonalen Infektion im Kaukasus. Dennoch war bis dahin keine Diagnostik erfolgt. Die Person ist aktiver Raucher (ca. 20 Zigaretten/Tag). Eine pharmakologische Therapie für eine mögliche Lungenkrankheit erfolgte nie. Dennoch war der Bergsteiger immer viel unterwegs, zuletzt ein Jahr zuvor auf dem Khan Tengri (7010 m). Allerdings ist es dort anamnestisch wahrscheinlich zu einem Höhenhirnödem gekommen (mit Ataxie, Bewußtseinseinschränkung und Amnesie), das zum Glück durch orale Steroidgabe und Abstieg folgenlos blieb.

Nach Durchführung der Lungenfunktionsdiagnostik erfolgte eine ausführliche Besprechung der pulmonalen Situation und die Überlegung, wie trotz der massiven pulmonalen Einschränkung eine Besteigung des Pik Lenins möglich sein könnte.

Vorbereitung und Therapie

Schließlich erfolgten eine Vorbereitung und Therapie durch folgende Maßnahmen:

1. Hypoxie-Training:

- Verwendung eines Hypoxiezelts zur nächtlichen Sauerstoffreduktion bei Normobarie.
- Beginn 14 Tage vor Abreise, tägliche Steigerung der simulierten Höhe um 400 m bis zu 4000 m, wobei eine einmalige Übersteigerung auf 4000 m direkt von 2400 m als Fehler erkannt wurde.
- Letzte Nacht im Hypoxiezelt 8 Tage vor Ankunft im Basislager (3600 m).
- Nebenwirkungen der normobaren Hypoxie: leichte morgendliche Benommenheit, aber keine ernsthaften Komplikationen.

2. Pharmakologische Therapie während der Expedition:

- Inhalation von Spiolto Respimat (Tiotropium/Olodaterol) 1-mal täglich 2 Hübe.
- Einnahme von Ibuprofen 600 mg 2× täglich (wurde ärztlich nicht angeraten aber vom Patienten selbstständig angewendet).
- Keine inhalative oder orale Steroidgabe, keine Sauerstofftherapie.
- Gelegentlich hat der Bergsteiger, die inhalative Therapie bei nächtlichen Aufstiegen vergessen, allerdings ohne erkennbare Leistungsreduktion.

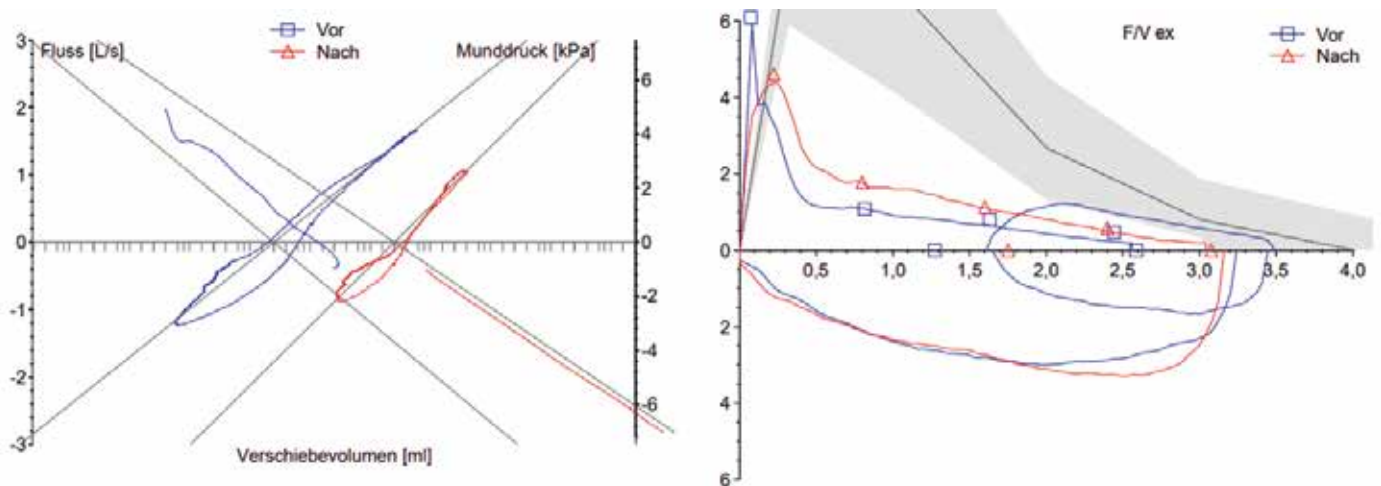
Verlauf der Expedition

1. Akklimation:

- Basislager (3600 m) wurde 5 Tage lang mit Akklimationstouren genutzt.
- Besteigung des Yuchin Peak (5100 m) zusammen mit einer Partnerin ohne vorherige Einnahme von Spiolto war problemlos.

2. Aufstieg:

- Langsame Höhensteigerung mit mehreren Ruhetagen.
- Maximale Leistung oberhalb 7000 m: <100 HM/h und somit deutlich unterhalb der früheren individuellen Leistungsfähigkeit.
- Daher brauchte er für den Gipfeltag insgesamt 17 Stunden, beim Gegenanstieg zum Lager 3 konnte er nur noch sehr langsam gehen. Dies war aber gewollt, um weiter einen möglichst niedrigen Puls zu haben.
- Keine Zeichen eines akuten Höhenlungenödems oder Höhenhirnödems während dieser Expedition. Als Test für die zerebrale Funktionsfähigkeit spielte er immer wieder Sudoku auf Zeit, um rasch eine Verschlechterung zu erkennen.



	Soll	I1	%1/S	Z-Score	I2	%2/S
Testdatum		26.06.24			26.06.24	
Testzeit		12:10			12:22	
FEV 1	3.1	1.3	41	★	1.8	56
VC MAX	4.0	3.3	81	★	3.2	80
FEV1%M	78.05	39.06	50	★	54.77	70
MEF 25	0.8	0.5	59	★	0.6	73
PEF	473	366	77	★	277	59
R tot	0.30	0.89	298		0.60	199
sR tot	1.18	4.53	385		3.39	288
FRCpl	3.38	4.38	130	★	5.07	150
RV	2.29	4.12	180	★	5.07	221
TLC	6.34	7.38	116	★	8.27	130
RV%TLC	37.36	55.85	149	★	61.35	164
MIP Spitze	8.61	8.67	101	★		
PO.1/MIP	0.02	0.07	397			
DLCO_SB	8.67	8.45	97	★		
KCO_SB	1.37	1.39	102	★		

Abb. 1. Ergebnisse der Lungenfunktionsprüfung des Bergsteigers.

Diskussion:

Dieser Fall stellt ein bemerkenswertes Beispiel dar, wie auch Patienten mit COPD GOLD III durch strukturierte Vorbereitung und individuelle Anpassung extremer körperlicher Belastung gewachsen sein können. Die Kombination aus Vorakklimatisation mittels normobarer Hypoxie, pharmakologischer Unterstützung und einem äußerst konservativen Aufstiegsprofil war entscheidend für den Erfolg. An sich wäre der Bergsteiger nach der pulmonalen Funktionsdiagnostik alleine allenfalls flugtauglich, aber sicher nicht höhentauglich für Höhen über 3000 m.

Besonders hervorzuheben ist der subjektiv berichtete Nutzen des Hypoxiezelts: Eine Verbesserung der Verträglichkeit großer Höhen wurde deutlich verspürt. Die Erfahrung legt nahe, dass solche Interventionen auch bei COPD-Patienten*innen klinisch relevant sein könnten, sofern engmaschige Überwachung und medizinische Begleitung gewährleistet sind.

Ein bemerkenswerter Aspekt ist die Tatsache, dass der Patient trotz eindringlicher ärztlicher Empfehlung das Rauchen nicht eingestellt hat (siehe auch Abbildung 2). Die bewusste 24-stündige Nikotinabstinenz vor Hochlageraufstiegen wurde von ihm selbst als „Nikotin-Doping“ (das initial durch CO blockierte Hämoglobin wird frei für mehr Sauerstoffbindung) bezeichnet – ein Ausdruck, der in der Fachliteratur nicht belegbar ist, jedoch eine interessante Perspektive auf die psychologische Kompensation bei Risikopatienten*innen eröffnet.

Fazit

Auch mit schwerer COPD ist ein Höhentrekking oder gar eine 7000er-Besteigung nicht ausgeschlossen. Entscheidend sind eine exakte Diagnostik, interdisziplinäre Vorbereitung, technische Hilfsmittel (Hypoxietraining), langsame Akklimatisation und ein realistisches Selbstbild. Der vorgestellte Fall zeigt, dass eine gut abgestimmte Strategie auch bei eingeschränkter Lungenfunktion das Erreichen extremer Ziele ermöglichen kann. Eine gewisse mentale Stärke ist dabei sicher hilfreich.

Oder in den Worten des Bergsteigers: „Bin zufrieden, was man als sturer alter Sack noch erreichen kann. War dieses Jahr der Ältteste auf'm Pik Lenin, ca. 80 % mussten aufgeben.“



Abb. 2. Am Gipfel des Pik Lenin .

KONTAKTADRESSE:

Prof. Dr. Rainald Fischer
Praxis für Lungenheilkunde München-Pasing
Gleichmannstr. 5
D - 81241 München
rainald.fischer@gmail.com





BANDAGEN, DIE NOCH BESSER SIND
SPORLASTIC SUPREME

MALLEO-HIT®
SUPREME

GENU-HIT®
SUPREME

EPIDYN®
SUPREME

SPORLASTIC
ORTHOPAEDICS

BESSER IN BEWEGUNG

FÖRDERNDE MITGLIEDER DER ÖGAHM



EIN HERZLICHES DANKESCHÖN

KOMMENTAR ZUR ANWENDUNG VON XENON BEIM EXPEDITIONSBERGSTEIGEN IN EXTREMER HÖHE

Marc Moritz Berger und Wolfgang Schobersberger

Seit jeher stellt die Dauer von Expeditionen zu den höchsten Gipfeln der Erde eine enorme Herausforderung dar. Auch heutzutage erfordern Expeditionen zum Mount Everest (8849 m) in der Regel einen Zeitaufwand von 6 – 8 Wochen, obwohl die Zustiegsdauer bei Begehungen von der nepalesischen Seite durch Flüge nach Lukla bzw. von der tibetischen Seite durch Anreise zum Basislager mit dem Auto meist um einige Tage verkürzt wird.

Auf der Suche nach weiteren Methoden zur Verkürzung der Expeditionsdauer erlangte im Frühjahr 2025 ein neuer Ansatz ein erhebliches mediales Interesse, als vier Kunden unter der Leitung eines österreichischen Bergführers im Auftrag eines Tiroler Unternehmens während ihrer Expeditionsvorbereitung für den Mount Everest das Edelgas Xenon anwendeten. Unser Anliegen, diese Applikation zu kommentieren, ist nicht jenes, ethisch-moralische Grundsätze des Höhenbergsteigens zu diskutieren, sondern zu hinterfragen, wie die aktuelle wissenschaftliche Datenlage die Effekte einer Xenon-Inhalation beim Höhenbergsteigen einstuft.

Unter großer medialer Berichterstattung wurde im Frühjahr 2025 bekanntgegeben, dass 3 Wochen vor Expeditionsbeginn diese Bergsteiger eine Inhalation von Xenon durchgeführt hatten, wobei das genaue Schema sowie die Xenon-Konzentration der Öffentlichkeit nicht preisgegeben wurden. Lediglich fünf Tage nach Aufbruch in London (UK) stand das Team auf dem Gipfel des Mount Everests. Obwohl die Inhalation von Xenon in ein umfangreiches Paket weiterer Maßnahmen eingebettet war (unter anderem Präakklimatisation in Hypoxie-Zelten in London und liberale Verwendung von Sauerstoff während des Aufstiegs), wurde die schnelle Aufstiegsgeschwindigkeit von den Expeditionsmitgliedern und der Tiroler Bergsteigeragentur vor allem auf eben diese Xenon-Inhalation zurückgeführt.

Ein Blick zurück in das Jahr 2014, wo in Sochi/Russland die Olympischen Winterspiele stattfanden, zeigt erstmals die mögliche Bedeutung einer Xenonapplikation zur Leistungssteigerung. Zu Beginn der Olympischen Spiele 2014 gab es eine Zeitungsmeldung, in welcher behauptet wurde, russische Athleten*innen hätten in der Vorbereitung für Sochi systematisch Xenon zur Leistungssteigerung inhaliert. Einige Monate später wurde Xenon von der World-Anti-Doping Agency (WADA) verboten.

Aus alpinmedizinischer Sicht ist jedoch unklar, ob Xenon beim Höhenbergsteigen tatsächlich von Nutzen ist, oder ob nicht die anderen Aspekte in der Vorbereitung und Durchführung der Everest-Expedition im Frühjahr 2025 eine wesentlich größere Rolle für die erfolgreiche, schnelle Gipfel-Besteigung gespielt haben. Für diese Annahme spricht, dass dem Ukrainer Andrew Ushakow am 19. Mai 2025 ein noch schnellerer Aufstieg vom Meeresniveau aus gelang: 3 Tage, 23 Stunden und 7 Minuten nach Aufbruch in New York (USA) stand er auf dem Gipfel des Mount Everests – mit Flaschensauerstoff, aber ohne Anwendung von Xenon [1].

Von einer Expertengruppe der Medizinischen Kommission des Internationalen Bergsteigerverbandes (Union Internationale des Associations d'Alpinisme, UIAA) wurde zu dieser Thematik bereits im Frühjahr 2025 eine Stellungnahme verfasst [2]. Eine weitere Stellungnahme befindet sich aktuell im Publikationsprozess. In diesen Positionspapieren spricht sich die Expertengruppe klar gegen eine Xenon-Inhalation zur Vorbereitung auf oder während Expeditionen in große Höhen aus, es sei denn, dass diese im Rahmen kontrollierter Studien mit entsprechend qualifiziertem medizinischen Personal erfolgt. Vielmehr weist die Kommission auf die Risiken hin, die mit einer Xenon-Inhalation verbunden sind, wie zum Beispiel Atemdepression, Hypoxämie, neurologische Beeinträchtigungen und systemische arterielle Hypertonie. Weiterhin betont die Kommission, dass wissenschaftlich aktuell nicht ausreichend belegt ist, ob potenziell vorteilhafte Effekte einer Xenon-Inhalation, wie zum Beispiel gesteigerte Erythropoese, Zunahme der Hämoglobinmasse oder erhöhte Sauerstoffverfügbarkeit für das Gewebe [3], im Kontext des Höhenbergsteigens tatsächlich von Relevanz sind.



Fotos: Robert Koch

Die Autoren dieses Artikels schließen sich der Sichtweise der Expertenkommission der UIAA an. Die Verwendung von Xenon durch vier Bergsteiger vor ihrer Everest-Expedition im Jahr 2025 hat große mediale Aufmerksamkeit erregt. Diese steht jedoch in keinem Verhältnis zu den wissenschaftlichen Erkenntnissen, welche die Wirksamkeit von Xenon beim Aufstieg auf den Mount Everest belegen. Abgesehen davon, dass die Inhalation von Xenon nur die Konzentration von Erythropoietin im Serum erhöht, aber nicht die für den Sauerstofftransport mitentscheidende Masse an Gesamthämoglobin [3], gibt es keine Belege dafür, dass dieses Edelgas die Leistungsfähigkeit [4] oder Höhenakklimatisation verbessert, akute Höhenkrankheiten (akute Bergkrankheit, Höhenhirnödem, Höhenlungenödem) verhindert oder in signifikanter Weise mit der Pathophysiologie dieser Erkrankungen interagiert. Zahlreiche Argumente lassen vermuten, dass andere Praktiken der Bergsteiger – die Verwendung von Hypoxie-Zelten zur Präakklimatisation vor der Expedition und die Verwendung liberaler Mengen Sauerstoff ab einer relativ geringen Höhe während der Expedition – eine größere Rolle für den erfolgreichen Aufstieg in sehr kurzer Zeit gespielt haben als die Xenon-Inhalation an sich. Das Fazit aus wissenschaftlicher Sicht im Sinne einer Evidenz-basierten Medizin und Forschung ist eindeutig und spricht gegen jeglichen Benefit von Xenon in der Höhenmedizin.

LITERATUR:

1. Alpin Magazin A (2025). Rekord am Mount Everest: Andrew Ushakov besteigt Gipfel in knapp vier Tagen! In: https://www.alpin.de/home/news/62482/artikel_neuer_rekord_am_mount_everest__andrew_ushakov_besteigt_gipfel_in_nur_drei_tagen.html
2. Medical Commission of the Union Internationale des Associations d'Alpinisme, UIAA (2025). UIAA Medical Commission recommends established methods for acclimatization: Statement on xenon and high-altitude mountaineering. In: <https://www.theuiaa.org/statement-on-xenon-and-high-altitude-mountaineering/>
3. Dias KA, Lawley JS, Gatterer H et al. Effect of acute and chronic xenon inhalation on erythropoietin, hematological parameters, and athletic performance. *J Appl Physiol* 2019; 127: 1503-1510.
4. Bezuglov E, Morgans R, Khalikov R et al. Effect of xenon and argon inhalation on erythropoieses and steroidgenesis: A systematic review. *Heliyon* 2023 Apr 27;9(5):e15837.

KONTAKTADRESSE:

Prof. Dr. med. Marc Moritz Berger, MBA, DESA
Klinik für Anästhesiologie, Intensivmedizin,
Notfallmedizin und Schmerztherapie
RKH Klinikum Ludwigsburg
Posilipstr. 4
D - 71640 Ludwigsburg
marc.berger@rkh-gesundheit.de

NEUE FORSCHUNGSERGEBNISSE

Publikationshighlights in der Alpinmedizin von Dezember 2024 bis Mai 2025

Peter Paal, Bernd Wallner und Simon Woyke

Mittels einer PubMed-Suche wurden für den Zeitraum 01.12.2024 - 31.05.2025 relevante Artikel gesucht. Die Suchbegriffe umfaßten "hypoxia AND mountain", dabei wurden 83 Artikel gefunden, "mountain AND emergency" 392 Artikel, "mountain AND medicine" 1194, "cold AND mountain" 114 und "heat AND mountain" 92, in der Summe also 1875 Artikel. Insgesamt wurden aufgrund ihrer praktischen oder wissenschaftlichen Relevanz 17 Artikel ausgewählt. Im diesen Zeitraum wurden 1875 Artikel publiziert. Im gleichen Zeitraum ein Jahr früher waren es 1362 Artikel, dies ist ein Anstieg der Publikationen um mehr als 30 %. Die Forschung im Bereich der Alpin- und Höhenmedizin boomt.

van Veelen MJ, Likar R, Tannheimer M et al. Emergency Care for High-Altitude Trekking and Climbing. High Alt Med Biol 2025; 26: 70-86.

Hochgebirgsregionen sind durch raue Bedingungen gekennzeichnet (Umwelt, unwegsames Gelände, Naturgefahren sowie eingeschränkte Hygiene und Gesundheitsversorgung), die alle zu einem erhöhten Unfall- und Notfallrisiko beim Trekking oder Bergsteigen beitragen können. Typische Merkmale der Höhenlage sind Sauerstoffmangel, Kälte, Wind und Sonneneinstrahlung. Notfälle in diesen abgelegenen Gebieten stellen hohe Anforderungen an die Diagnose- und Behandlungsfähigkeiten von Ärzten*innen und Ersthelfern*innen. Ziel dieser Übersicht war es, Einblicke in die bestmögliche Versorgung von Notfallopfern in großer Höhe zu geben.

Die Autoren*innen geben klinische Empfehlungen auf der Grundlage ihrer praktischen Erfahrungen, ergänzt durch aktuelle Studien und international anerkannte Leitlinien. Dieser Überblick deckt die meisten Notfälle/Gesundheitsprobleme ab, die beim Trekking oder beim Bergsteigen in großer Höhe auftreten können, d.h. Höhenkrankheit und Unterkühlung, Erfrierungen, Unfälle, z.B. schweren Verletzungen durch Stürze, Herz-Kreislauf- und Atemwegserkrankungen, Bauch-, Skelettmuskel-, Augen-, Zahn- und Hautprobleme.

Fazit: Die Notfallversorgung in Hochgebirgsregionen ist aufgrund der Umwelteinflüsse und auch der eingeschränkten Gesundheitsversorgung schwierig und erfordert ein kompetentes Behandlungsteam. Der Artikel gibt einen Überblick über häufige Verletzungs- und Erkrankungsbilder und deren teils Leitlinien- teils Expertenmeinungs-basierter Behandlungen.

Osborne EC, Rose J, Reeves L et al. Indoor climbing and well-being of young adults: Perspectives among indoor climbers. PLoS One 2025; 20: e0321542.

Die anhaltende psychische Gesundheitskrise unter Studierenden macht weitere Forschungen zum körperlichen, geistigen und sozialen Wohlbefinden sowie zur Rolle des Indoor-Kletterns für die Förderung sozialer Kontakte, die Verbesserung der psychischen Gesundheit und die Steigerung der körperlichen Fitness erforderlich. Indoor-Klettern hat viele gesundheitliche Vorteile. Immer mehr junge Erwachsene betreiben Indoor-Klettern, jedoch gibt es kaum Untersuchungen zu den Auswirkungen von Indoor-Klettern auf die Gesundheit junger Erwachsener. Das Ziel dieser qualitativen Studie war es, Indoor-Klettern und seinen Zusammenhang mit dem körperlichen, psychischen und sozialen Wohlbefinden junger Erwachsener anhand der Wahrnehmungen von Indoor-Kletterern zu beschreiben.

Von Oktober 2023 bis Dezember 2023 wurden 30 Indoor-Kletterer*innen im Alter von 18 bis 25 Jahren befragt. Die Interviews wurden transkribiert und thematisch kodiert.

Die meisten Teilnehmer*innen waren sich einig, dass Indoor-Klettern sich positiv auf alle drei Bereiche ihres Wohlbefindens auswirkt. Es kristallisierten sich Themen heraus, die zeigen, dass Klettern das Zusammengehörigkeitsgefühl fördert, als eine Form der Achtsamkeit wirkt, die allgemeine psychische Gesundheit verbessert und zu einem gesünderen Lebensstil anregt. Die Ergebnisse dieser Studie legen nahe, dass Indoor-Klettern ein wirksames Mittel zur Gesundheitsförderung bei Studierenden und jungen Erwachsenen sein kann.

Fazit: Indoor-Klettern wirkt sich bei Studierenden im Alter von 18 bis 25 Jahren subjektiv positiv auf deren Wohlbefinden aus. Das Zusammengehörigkeitsgefühl, die Achtsamkeit/Aufmerksamkeit und auch die allgemeine psychische Gesundheit wird gestärkt wie auch ein gesünderer Lebensstil angeregt.

Adams E, Peel T. Chronic Mountain Sickness: A Comprehensive Review of Current Management and Proposals for Novel Therapies. High Alt Med Biol 2025. Online ahead of print.

Chronische Höhenkrankheit (chronic mountain sickness - CMS) ist eine erworbene Erkrankung, von der 5 bis 10 % der Bewohner*innen in Höhenlagen betroffen sind. Die lebenslange Exposition gegenüber chronischer Hypoxie löst eine übermäßige Erythrozytose aus, die zu einem erhöhten Hämatokritwert führt. Die Patienten*innen zeigen Symptome wie Dyspnoe, Müdigkeit und Herzklopfen. Komplikationen wie pulmonale Hypertonie und Herzinsuffizienz sind oft tödlich.

Die Umsiedlung auf Meereshöhe ist nach wie vor die einzige definitive Behandlungsmethode für CMS, stellt jedoch eine inakzeptable persönliche Belastung dar. Eine langfristige Sauerstofftherapie lindert die Symptome, jedoch bleibt die O₂-Abhängigkeit ein Problem. Eine Phlebotomie senkt den Hämatokritwert und bietet eine kurzfristige Linderung der Symptome. Allerdings stellen Nebenwirkungen und kulturelle Konflikte weiterhin eine Herausforderung dar. Acetazolamid, Enalapril und Medroxyprogesteron haben in Studien am Menschen den Hämatokritwert gesenkt und die Symptome gelindert. Weitere Untersuchungen zu systemischen Nebenwirkungen, zur Anwendung bei Frauen und zur Langzeitanwendung sind erforderlich. Methylxanthine, Adrenorezeptorenblocker, Almitrin und Dopaminantagonisten zeigten in Versuchen an Mäusen und/oder in kurzfristigen Studien am Menschen vielversprechende Ergebnisse, was die Notwendigkeit weiterer Langzeitstudien am Menschen unterstreicht.

Die Hemmung des Hypoxie-induzierbaren Faktors und des Janus-Kinase-Signaltransduktors und Aktivators der Transkriptionswege wird derzeit zur Unterdrückung des Hämatokritwerts bei Polyzythämie vera eingesetzt und zeigt damit ein Potenzial für die Anwendung bei CMS. Topiramamat kann durch Säure-Basen-Modulation die Ventilation stimulieren und somit einen therapeutischen Nutzen haben. In ähnlicher Weise könnte die Wirkung von Aspirin und Koffein auf die Ventilation eine kostengünstige und leicht zugängliche Behandlungsoption darstellen.

Fazit: Ein aktueller Übersichtsartikel zur weniger bekannten CMS. CMS ist eine Überkompensation des Körpers auf den niedrigen Sauerstoffgehalt in großer Höhe, die zu einer übermäßigen Erythrozytose und einer Reihe damit verbundener Gesundheitsprobleme führt. Zu den typischen Symptomen gehören Kopfschmerzen, Schwindel, Müdigkeit, Kurzatmigkeit und einer Zyanose. CMS kann zu pulmonaler Hypertonie, Rechtsherzinsuffizienz und einem erhöhten Schlaganfallrisiko führen.

Horakova L, Kriemler S, Študent V et al. Hormonal Contraception and Menstrual Cycle Control at High Altitude: A Scoping Review-UIAA Medical Commission Recommendations. High Alt Med Biol 2024; 25: 255-265.

Frauen, die hormonelle Verhütungsmittel (HC) verwenden, haben möglicherweise Fragen zu deren Anwendung während Reisen in große Höhen. Diese Übersichtsarbeit fasst die aktuellen Erkenntnisse zur Wirksamkeit und Sicherheit von HC und Zyklusregulierung während Reisen in große Höhen zusammen.

Die Autoren*innen führten eine Übersichtsarbeit für die Reihe „Women's Health in the Mountains“ der Medizinischen Kommission der Internationalen Kletter- und Bergsteigerföderation (UIAA) durch. Relevante Literatur aus PubMed und Cochrane wurde durch Stichwortsuchen mit Kombinationen „Kontrazeption“ identifiziert, zusätzliche Publikationen wurden durch manuelle Recherchen gefunden. Aus 7.165 potenziell geeigneten Artikeln wurden 17 Studien identifiziert.

Kein Artikel bewertete die Wirksamkeit von Verhütungsmitteln während eines kurzfristigen Aufenthalts in großer Höhe. Aktuelle Daten zeigen keine Vor- oder Nachteile für HC-Anwenderinnen hinsichtlich der Akklimatisierung oder der akuten Höhenkrankheit (AMS). Die Anwendung von HC während Reisen in große Höhen ist weit verbreitet und sicher zur Unterdrückung der Menstruation. Ein potenzielles Problem von östrogenhaltigen HC ist das erhöhte Thromboserisiko, das theoretisch durch hypobare Hypoxie verstärkt werden könnte. Die Evidenz für die Wechselwirkung von HC und Höhenlage auf die Leistungsfähigkeit, Thrombose und Wirksamkeit der Empfängnisverhütung ist begrenzt. HC hat keinen Einfluss auf das Risiko einer AMS. Die wirksamste und sicherste Methode in großer Höhe ist in der Regel diejenige, mit der Frauen am besten vertraut sind und die sie bereits anwenden.

Fazit: Hormonelle Verhütungsmittel werden auch bei Höhengenaufhalten häufig eingesetzt. Die Autoren*innen der Studie haben eine Übersichtsarbeit zur Wirksamkeit und Sicherheit hormoneller Verhütung in großen Höhen verfasst. Hormonelle Verhütung scheint keinen Einfluss auf das Entwickeln einer akuten Höhenkrankheit zu haben, die Evidenz bezüglich des Einflusses auf Leistungsfähigkeit, Thrombosewahrscheinlichkeit und Wirksamkeit ist begrenzt. Es wird empfohlen bei derjenigen Verhütungsmethode zu bleiben, mit der die Frau vertraut ist und die bereits angewendet wird.

Ri-Li Ge. Medical Problems of Chronic Hypoxia in Highlanders Living on the Tibetan Plateau. High Alt Med Biol 2025. Online ahead of print.

Gesundheitliche Probleme in großen Höhen entstehen durch den niedrigeren Luftdruck und den damit verbundenen Rückgang des Sauerstoffpartialdrucks in der Umgebungsluft. Während zahlreiche Forschungsergebnisse zu den Gesundheitsproblemen von Menschen aus tieferen Lagen, die in große Höhen ziehen, veröffentlicht wurden, ist über die medizinischen Herausforderungen, denen Langzeit- und Dauerbewohner in großen Höhen, insbesondere auf dem Qinghai-Tibet-Plateau, ausgesetzt sind, weniger bekannt.

In dieser Übersicht fasst der Autor die chronischen Gesundheitsprobleme von Hochlandbewohnern*innen im Zusammenhang mit chronischer Hypoxie zusammen, wobei sie sich auf die spezifische Bevölkerung des Qinghai-Tibet-Plateaus konzentrieren. Die Autoren*innen behandeln wichtige Gesundheitsprobleme von Hochlandbewohnern, darunter die wichtigsten Krankheitskategorien, von chronischer Bergkrankheit und pulmonaler Hypertonie (PH) bis hin zu Nierenerkrankungen, neurokognitiven Beeinträchtigungen, perinatalen Problemen und angeborenen Herzfehlern.

Das auffälligste gemeinsame Symptom all dieser Erkrankungen ist eine übermäßige Erythrozytose, die mit spezifischen Symptomen und Anzeichen einhergeht. Höhenherzkrankheiten sind durch eine übermäßige PH, eine rechtsventrikuläre Hypertrophie und eine Rechtsherzinsuffizienz gekennzeichnet. Der Autor gibt Informationen zu möglichen Behandlungsstrategien, darunter einige traditionelle tibetische Heilmethoden sowie eine Kombination aus westlicher Medizin und traditioneller chinesischer Medizin, um diesen Erkrankungen wirksam vorzubeugen und sie zu behandeln. Dieses Review basiert weitgehend auf jahrzehntelanger Forschung chinesischer Höhenmedizin-Forschungsgruppen auf dem Qinghai-Tibet-Plateau. Diese Übersicht gibt Forschern*innen, deren Studieninteresse und Forschungsbasis im Bereich der Höhenmedizin liegt, wertvolle Einblicke.

Fazit: Die chronische höhenbedingte Hypoxie bedingt zahlreiche Krankheitsbilder, wie z.B. pulmonale Hypertonie (PH), Rechtsherzhypertrophie und -insuffizienz, Nierenerkrankungen, neurokognitive Störungen, perinatale Komplikationen. Behandlungsansätze umfassen traditionelle tibetische und westliche Medizin und Kombinationen mit traditioneller chinesischer Medizin. Die Übersicht basiert auf jahrzehntelanger chinesischer Höhenmedizin-Forschung und bietet wertvolle Einblicke für Forschende im Bereich Höhenmedizin.

Brillhart A, Seufferheld J, Abramor B et al. Medical Evacuations of Climbers on Mount Aconcagua, 2022-2024. Wilderness Environ Med 2025; 36: 209-215.

Der Aconcagua (6961 m) ist der höchste Berg der westlichen Hemisphäre und wird jährlich von über 3000 Bergsteigern*innen bestiegen. Der Aconcagua-Nationalpark (APP) und der medizinische Dienst des APP überwachen alle Rettungsaktionen und die medizinische Versorgung. Diese Studie zielte darauf ab, Patienten*innen und Zustände zu beschreiben, die eine medizinische Evakuierung auf dem Aconcagua erfordern.

Demografische, medizinische und logistische Daten, die vom APP zu allen Evakuierungen im APP bereitgestellt wurden, wurden aus den Saisonen 2022–2023 und 2023–2024 retrospektiv ausgewertet. Von insgesamt 6494 Aconcagua-Bergsteigern*innen im Untersuchungszeitraum mussten 302 vom APP evakuiert werden (durchschnittlich 151 pro Jahr), was einer Evakuierungsrate von 4,7 % entspricht. Das Durchschnittsalter lag bei 43,0 Jahren. Männliche Bergsteiger hatten ein doppelt so hohes Risiko, gerettet werden zu müssen, als weibliche Bergsteigerinnen (OR 2,01). Die meisten Patienten*innen kamen aus Europa (40 %) oder Nordamerika (33 %), wobei jene aus Afrika, Asien und Australien mehr als doppelt so häufig gerettet werden mussten (OR 2,26). Die häufigsten Gründe für eine Evakuierung waren Höhenkrankheit aller Art (62 %), Höhenlungenödem (HAPE) (49 %), Traumata/Muskel-Skelett-Erkrankungen (15 %), allgemeine medizinische Probleme (11 %) und akute Höhenkrankheit (11 %). Die meisten wurden mit dem Hubschrauber geflogen (95 %), wobei die Landeplätze hauptsächlich zwischen 4200 und 4300 m (77 %) und zwischen 5300 und 5970 m (16 %) lagen. Auf dem Aconcagua mussten 4,7 % der Bergsteiger*innen medizinisch evakuiert werden. Höhenkrankheiten erforderten häufig eine Rettung, wobei HAPE den häufigsten Grund für eine Evakuierung darstellte. Männer und bestimmte Herkunftskontinente wiesen ein erhöhtes Risiko auf. Die Evakuierung per Hubschrauber und die medizinische Überwachung durch APP scheinen zur Sicherheit der Bergsteiger*innen auf dem Aconcagua beizutragen. Es besteht Bedarf an weiteren Studien und Aufklärung der Bergsteiger*innen über die Risiken.

Fazit: Diese Observationsstudie beschreibt, dass auf dem Aconcagua 4,7 % der Bergsteiger*innen evakuiert werden mussten. Die häufigsten Gründe hierfür waren akute Höhenkrankheiten im Allgemeinen und das HAPE als häufigste Einzeldiagnose. Männer und bestimmte Herkunftskontinente wiesen ein erhöhtes Risiko auf. Risikofaktoren stellen das männliche Geschlecht und die Herkunft aus Afrika, Asien und Australien dar.

Yang X, Liu H, Wu X. High-altitude pulmonary hypertension: a comprehensive review of mechanisms and management. Clin Exp Med 2025; 25: 79.

Die pulmonale Hypertonie in großer Höhe (HAPH) ist durch einen Anstieg des Pulmonalarteriendrucks aufgrund einer längeren Exposition gegenüber einer hypoxischen Umgebung in großer Höhe gekennzeichnet. Die Entstehung von HAPH wird durch verschiedene Faktoren wie Druckveränderungen, Entzündungen, oxidativer Stress, Genregulation und Signaltransduktion beeinflusst. Die pathophysiologischen Mechanismen dieser Erkrankung wirken auf molekularer, zellulärer und genetischer Ebene.

Die Diagnose von HAPH stützt sich häufig auf Echokardiographie, Herzkatheteruntersuchungen und andere Methoden zur Beurteilung des Lungenarteriendrucks und seiner Auswirkungen auf die Herzfunktion. Die Behandlungsmöglichkeiten für HAPH umfassen sowohl medikamentöse als auch nicht-medikamentöse Therapien. Obwohl durch Forschung an Tiermodellen und klinische Studien Fortschritte beim Verständnis der pathologischen Mechanismen erzielt wurden, gibt es noch immer Einschränkungen, die es zu überwinden gilt.

Zukünftige Forschungsarbeiten sollten sich auf die Erforschung molekularer Zielstrukturen, personalisierte Medizin, langfristige Behandlungsstrategien und interdisziplinäre Ansätze konzentrieren. Durch den Einsatz fortschrittlicher Technologien wie Systembiologie, Omics-Technologie, Big Data und künstlicher Intelligenz kann eine umfassende Analyse der HAPH-Pathogenese zur Identifizierung neuer Behandlungsziele und -strategien führen, die letztlich die Lebensqualität und Prognose der Patienten*innen verbessern. Darüber hinaus sollte die Forschung zu Gesundheitsüberwachung und Präventionsmaßnahmen für Bevölkerungsgruppen, die in großen Höhen leben, intensiviert werden, um die Inzidenz und Mortalität von HAPH zu senken.

Fazit: HAPH (höheninduzierte pulmonale Hypertonie) ist eine schwere, komplexe Erkrankung, die durch längerfristigen Aufenthalt in sauerstoffarmer Höhenlage ausgelöst wird und durch vielfältige pathophysiologische Mechanismen wie Gefäßumbau, Entzündungsreaktionen und genetische Faktoren entsteht. Eine wirksame Behandlung erfordert ein multidisziplinäres, individuell angepasstes Therapiekonzept aus medikamentöser Behandlung, Sauerstoffzufuhr, Lebensstiländerungen und kontinuierlicher Nachsorge. Um Prognose und Lebensqualität der Betroffenen zu verbessern, sind Früherkennung, gezielte Forschung, bessere medizinische Versorgung in Hochlandregionen sowie gesundheitspolitische Maßnahmen von zentraler Bedeutung.

Poudel S, Wagle L, Ghale M et al. Risk factors associated with high altitude sickness among travellers: A case control study in Himalaya district of Nepal. PLOS Glob Public Health 2025; 5: e0004241.

Diese Studie zielte darauf ab, Risikofaktoren für Höhenkrankheit bei Reisenden im Mustang-Distrikt zu identifizieren.

Eine gesundheitszentrumsbasierte, nach Alter und Geschlecht 1:1 gemachte Fall-Kontroll-Studie wurde im Distriktkrankenhaus von Mustang, Nepal, durchgeführt. Die Messungen umfassten die Beurteilung der akuten Höhenkrankheit, des Höhenhirnödems und des Höhenlungenödems mittels LLS-Fragebogen sowie demografische Daten, Anamnese, Aufstiegsgeschwindigkeit und Einnahme von Prophylaxe-Medikamenten. Die Daten wurden zwischen September und November 2023 mithilfe eines vorab erstellten strukturierten Fragebogens von geschulten medizinischen Fachkräften erhoben. Mithilfe einer binären logistischen Regression wurden potenzielle Risikofaktoren für Höhenkrankheit untersucht. Insgesamt wurden 63 Fälle (Patienten*innen mit akuter Höhenkrankheit) und 63 Kontrollpersonen (ohne akuter Höhenkrankheit) befragt.

Das Durchschnittsalter der Patienten*innen und Kontrollpersonen betrug 48,5 Jahre (SD = 16,5) bzw. 48 Jahre (SD = 16,9). 38 Personen waren Schnellaufsteiger und 88 Langsamaufsteiger. 65 Personen gaben an, über Höhenkrankheit informiert zu sein, 36 nahmen prophylaktische Medikamente (Acetazolamid 125/250 mg) ein. Unter den Patienten*innen traten bei 8 HACE, bei 42 AMS und bei 13 HAPE auf. Schneller Aufstieg (bereinigtes Odds Ratio [AOR]: 6,41, 95 %-Konfidenzintervall [CI]: 2,36–17,54), Personen mit einer Vorerkrankung (AOR: 10,20, 95 % KI: 2,70–38,46) und die Nicht-Einnahme von prophylaktischen Medikamenten (AOR: 10,01, 95 % CI: 1,896–10,680) waren mit einem erhöhten Risiko für Höhenkrankheit verbunden. Diese Studie unterstreicht die entscheidende Rolle der Aufstiegsgeschwindigkeit, der Vorerkrankungen und der Anwendung prophylaktischer Maßnahmen bei der Entstehung der Höhenkrankheit.

Fazit: Dieser Artikel berichtet in einer Fall-Kontroll-Studie das Risiko für das Auftreten von Höhenkrankheiten in einem Distriktkrankenhaus von Mustang, Nepal. Es wurden 8 Fälle mit HACE, 42 mit AMS und 13 mit HAPE berichtet. Das relative Risiko wird durch schnellen Aufstieg, durch das Vorliegen von Vorerkrankungen und durch die Nicht-Einnahme von prophylaktischen Medikamenten gesteigert.

Citherlet T, Raberin A, Manferdelli G et al. Impact of menopause on responses to hypoxia and incidence of acute mountain sickness. Eur J Appl Physiol 2025. Online ahead of print.

Die Menopause führt zu einem Rückgang der Ovarialhormone, was sich möglicherweise auf die physiologischen Reaktionen auf Hypoxie und deren Toleranz auswirkt. Diese Studie untersuchte den Einfluss der Menopause auf physiologische Reaktionen während Ruhephasen und körperlicher Betätigung unter normobarer Hypoxie und ihre Rolle bei der Vorhersage der akuten Höhenkrankheit (AMS).

Dreizehn eumenorrhoeische Frauen in der mittleren Lutealphase (EF, Alter 32 ± 8 Jahre) und fünfzehn postmenopausale Frauen (PF, Alter 63 ± 2 Jahre) wurden zweimal untersucht. Ihre Ovarialhormone wurden gemessen. Bei der ersten Untersuchung wurden die hypoxische Ventilationsreaktion (HVR), physiologische Reaktionen (Ventilation, Pulsoximetrie und Herzfrequenz) in Ruhe und unter Belastung bei normobarer Hypoxie ($\text{FiO}_2 = 0,14$) sowie das Angstniveau getestet. Bei der zweiten Untersuchung wurden die Cortisol-Aufwachreaktion und oxidative Stressmarker in geringer Höhe gemessen, wobei die Cortisol-Aufwachreaktion während einer Übernachtung in großer Höhe (3375 m) wiederholt wurde, zusammen mit einer Bewertung der AMS anhand des Lake Louise Score, der peripheren Sauerstoffsättigung und des Angstniveaus.

PF wiesen niedrigere Östradiol- ($16,9 \pm 16,7$ vs. $4,6 \pm 2,3$ pg/ml, $p < 0,01$) und Progesteronwerte ($13,39 \pm 7,61$ vs. $0,06 \pm 0,07$ ng/ml, $p < 0,001$) auf als EF. Trotz einer höheren Ventilation in Ruhe bei EF im Vergleich zu PF unter Normoxie ($10,0 \pm 1,5$ vs. $8,5 \pm 0,9$ L/min; $p < 0,01$) und Hypoxie ($9,4 \pm 1,3$ vs. $8,2 \pm 1,3$ L/min) war die HVR ($-0,34 \pm 0,13$ vs. $-0,27 \pm 0,15$ L/min/%) zwischen den Gruppen ähnlich ($p = 0,26$). Die AMS-Inzidenz unterschied sich nicht zwischen EFW (31 %) und PF (40 %).

Zusammenfassend lässt sich sagen, dass EF im Vergleich zu PF eine höhere Ventilation in Ruhe unter Normoxie und normobarer Hypoxie aufwiesen, jedoch ähnliche Reaktionen und AMS-Inzidenz in großer Höhe zeigten. Das Alter hat nur einen minimalen Einfluss auf die HVR bei Frauen.

Fazit: Die Menopause und das Alter beeinflussen zwar bestimmte Basisparameter wie die Ruheventilation, wirken sich aber kaum auf die HVR oder das Risiko für AMS aus.

Troillet M, Pasquier M, Blancher M et al. The impact of a dedicated checklist on the quality of onsite management of critically buried avalanche victims in cardiac arrest in a Swiss helicopter emergency medical service. Scand J Trauma Resusc Emerg Med 2024; 32: 124.

Die Versorgung von Lawinopfern mit Herzstillstand (CA) stellt Rettungskräfte vor eine große Herausforderung. Trotz bestehender spezifischer Behandlungsalgorithmen haben frühere Studien eine schlechte Einhaltung internationaler Richtlinien sowie eine unvollständige Dokumentation und Übermittlung der für die Patientenversorgung erforderlichen Informationen festgestellt. Als Reaktion darauf wurde 2014 von der Internationalen Kommission für Alpines Rettungswesen die Avalanche Victim Resuscitation Checklist (AVRC) entwickelt. Das Ziel der Autoren*innen war es, den Einfluss der AVRC auf die Qualität der Versorgung von kritisch verschütteten Lawinopfern mit Herzstillstand vor Ort zu bewerten, d.h. die Einhaltung internationaler Leitlinien und die Vollständigkeit der Dokumentation lawinenspezifischer Informationen.

Es wurde die Einhaltung der Leitlinien und die Dokumentation bei einem Schweizer Hubschrauber-Rettungsdienst (HEMS) zwischen Januar 2010 und April 2020 bewertet. Opfer, die länger als 24 Stunden verschüttet waren, wurden ausgeschlossen. Im 10-jährigen Untersuchungszeitraum wurden 87 kritisch verschüttete Lawinopfer in CA vom HEMS versorgt, 44 davon nach Einführung des AVRC.

In über 90 % der Fälle ($n = 79$) lagen ausreichende Informationen vor, um die Einhaltung der Leitlinien zu beurteilen. Eine unzureichende Behandlung ($n = 25$, 32 %) und unvollständige Dokumentation traten häufiger bei Patienten*innen mit langer Verschüttungsdauer auf. Nach Einführung des AVRC stieg die Einhaltung der Leitlinien bei der Behandlung um 36 % (von 59 auf 95 %, $p < 0,05$) und führte zu einer vollständigen Dokumentation der für die Patientenbehandlung erforderlichen Informationen.

Die Verwendung des AVRC verbessert die Qualität der Versorgung von kritisch verschütteten Lawinopfern in CA und gewährleistet die vollständige Dokumentation lawinenspezifischer Informationen. Qualitätsverbesserungsmaßnahmen sollten sich auf die Versorgung von Lawinopfern mit langer Verschüttungsdauer konzentrieren. Die Verwendung des AVRC ermöglicht die Identifizierung und angemessene Behandlung von Patienten*innen mit hypothermischem Herzstillstand.

Fazit: Um die Erhebung und Weitergabe von behandlungsrelevanten Daten und leitlinienkonforme Behandlung von Lawinopfern mit Herzstillstand zu verbessern, wurde 2014 die Avalanche Victim Resuscitation Checklist eingeführt. Die Autoren*innen untersuchten in einem 10-Jahreszeitraum die Datenqualität und stellten fest, dass nach der Einführung die Einhaltung der Leitlinien um 36% anstieg und zu einer vollständigeren Dokumentation geführt hat.

Mendrala K, Darocha T, Pluta M et al. Outcomes of extracorporeal life support in hypothermic cardiac arrest: Revisiting ELSO guidelines. Resuscitation 2024; 205: 110424.

Prädiktive Faktoren für schlechtes Patienten*innen-Outcome bei hypothermen Herzstillstand (HCA) unterscheiden sich von denen bei normothermen Herzstillstand außerhalb des Krankenhauses (OHCA). Ziel dieser Studie war es, die Ergebnisse des Extrakorporalen Life Supports (ECLS) bei den HCA-Patienten*innen zu bewerten, die gemäß den Richtlinien der Extracorporeal Life Support Organization (ELSO) möglicherweise als nicht geeignet gelten.

Eine retrospektive multizentrische Studie umfasste 127 HCA-Patienten*innen, die in zwei Gruppen unterteilt wurden: diejenigen, die die ELSO-Eignungskriterien für ECLS erfüllten, und diejenigen, bei denen mindestens eines der folgenden ELSO-Ausschlusskriterien vorlag: Alter über 70 Jahre, nicht beobachteter Herzstillstand oder Asystolie.

Von den 62 Patienten*innen, die die ELSO-Kriterien erfüllten, überlebten 38 (61 %) bis zur Entlassung aus dem Krankenhaus, wobei 34 (89 %) ein günstiges neurologisches Ergebnis erzielten. Von den 65 Patienten*innen, die trotz Nichterfüllung der ELSO-Kriterien eine ECLS erhielten, überlebten 24 (37 %) bis zur Entlassung, wobei 20 (83 %) ein günstiges neurologisches Ergebnis zeigten. Bei Patienten*innen, die ein oder zwei ELSO-Kriterien nicht erfüllten, betrugen die Überlebensraten 18 von 47 (38 %) bzw. 6 von 16 (38 %), wobei 83 % der Überlebenden in beiden Gruppen ein günstiges neurologisches Ergebnis erzielten. Die beiden Patienten*innen, die alle drei ELSO-Kriterien nicht erfüllten, überlebten nicht.

Die Qualifizierung von Patienten*innen mit hypothermen Herzstillstand für eine ECLS-Wiedererwärmung sollte nicht streng auf der Grundlage von Leitlinien für normothermen Herzstillstand erfolgen, da dies dazu führen kann, dass potenziell lebensrettende Maßnahmen bei Patienten*innen, die eine günstige Prognose für das Überleben mit guten neurologischen Ergebnissen haben könnten, nicht eingeleitet werden.

Fazit: Auch Patienten*innen mit präklinischem hypothermen Kreislaufstillstand, die ein oder zwei der drei Ausschlusskriterien für eine ECLS-Versorgung laut Leitlinie für den normothermen Kreislaufstillstand aufweisen, können von einer solchen Therapie profitieren und ein günstiges neurologisches Outcome haben. Die Indikation zur ECLS sollte beim hypothermen Kreislaufstillstand also nicht streng den Ausschlusskriterien der ELSO folgen.

van Veelen MJ, Vinetti G, Dal Cappello T et al. Drones reduce the time to defibrillation in a highly visited non-urban area: A randomized simulation-based trial. Am J Emerg Med 2024; 86: 5-10.

Der Herzstillstand außerhalb des Krankenhauses (OHCA) hat weltweit eine hohe Inzidenz und Mortalitätsrate, wobei eine frühzeitige Defibrillation die Überlebenschancen deutlich verbessert. Das Ziel dieser Studie war es, die Machbarkeit der autonomen Zustellung von automatisierten externen Defibrillatoren (AED) per Drohne in einem nicht-städtischen Gebiet mit physischen Barrieren zu bewerten und die Zeit bis zur Defibrillation (TTD) mit der Beschaffung eines Defibrillators durch Ersthelfer*innen aus einem öffentlich zugänglichen Defibrillator (PAD) und der Defibrillation durch einen Arzt / eine Ärztin des Hubschrauber-Rettungsdienstes (HEMS) zu vergleichen.

Diese randomisierte, simulationsbasierte Studie im Cross-over-Design umfasste Ersthelfer*innen, die AEDs entweder per automatisiertem Drohnenflug oder zu Fuß von einer PAD-Station holten, sowie simulierte HEMS-Einsätze. Der primäre Endpunkt war die Zeit bis zur Defibrillation, sekundäre Endpunkte waren der Vergleich der Arbeitsbelastung, der wahrgenommenen körperlichen Anstrengung und der Benutzerfreundlichkeit.

Es wurden 36 Simulationen durchgeführt. Die AED-Intervention per Drohne hatte eine signifikant kürzere TTD [2,2 (95 % CI 2,0–2,3) min] im Vergleich zur PAD-Bereitstellung [12,4 (95 % CI 10,4–14,4) min] und HEMS [18,2 (95 % CI 17,1–19,2) min]. Die selbst eingeschätzte körperliche Anstrengung auf einer visuellen Analogskala war bei der AED-Lieferung per Drohne signifikant geringer als bei der PAD [2,5 (1–22) mm gegenüber 81 (65–99) mm, $p = 0,02$]. Die mit NASA-TLX gemessene durchschnittliche Gesamtarbeitsbelastung war bei der Lieferung per Drohne ebenfalls signifikant geringer als bei PAD [4,3 (1,2–11,7) vs. 11,9 (5,5–14,5), $p = 0,018$].

Der Einsatz von Drohnen für die automatisierte AED-Zustellung in einem nicht-städtischen Gebiet mit physischen Barrieren ist machbar und führt zu einer kürzeren Zeit bis zur Defibrillation. Mit Drohnen zugestellte AEDs sind außerdem mit einer geringeren Arbeitsbelastung und wahrgenommenen körperlichen Anstrengung verbunden als die Beschaffung von AEDs zu Fuß.

Fazit: Die Studie zeigt, dass die autonome Zustellung von Defibrillatoren (AED) per Drohne in nicht-städtischen Gebieten mit physischen Barrieren machbar ist und die Zeit bis zur Defibrillation deutlich verkürzt. Zudem empfinden Laien die körperliche Anstrengung und Arbeitsbelastung bei der Drohnenzustellung als signifikant geringer im Vergleich zur manuellen AED-Beschaffung.

Waldner NF, Hartmann SE, Muralt L et al. Oxygen saturation and acute mountain sickness during repeated altitude exposures simulating high-altitude working schedules. *Sci Rep* 2025; 15: 12987.

Ziel dieser Studie war es, die Auswirkungen von zwei aufeinanderfolgenden längeren, intermittierenden Aufenthalten in großer und sehr großer Höhe auf die Sauerstoffsättigung (SpO₂) und die akute Höhenkrankheit (AMS) zu quantifizieren.

Dazu absolvierten gesunde Tieflandbewohner*innen (n = 21) im Alter von 18 bis 30 Jahren zwei 7-tägige Aufenthalte im ALMA-Observatorium in Chile (6 Stunden pro Tag auf 5050 m, 18 Stunden pro Tag auf 2900 m), getrennt durch eine Woche auf 520 m. SpO₂ (Pulsoximetrie) und der Schweregrad der AMS (AMSc, Environmental Symptom Questionnaire cerebral score) zur Diagnose der AMS (AMSc ≥ 0,7) wurden täglich in beiden Höhenlagen gemessen.

Die SpO₂ bei Ankunft auf 2900 m und 5050 m betrug im Mittel 93,6 ± 0,5 % und 79,9 ± 1,0 % (p < 0,05 zwischen den Höhenlagen), während die AMSc-Werte 0,43 ± 0,08 bzw. 0,97 ± 0,11 (p < 0,05 zwischen den Höhenlagen) betrug. Bei 2900 m während einer 7-tägigen intermittierenden Hypoxieexposition stieg die SpO₂ um einen Mittelwert (95 %-CI) von 0,3 % pro Tag (0,1; 0,4) und um 0,9 % pro Tag (0,4; 1,3) auf 5050 m. In ähnlicher Weise sank der AMSc um 0,05 Punkte pro Tag (0,01; 0,08) auf 2900 m und um 0,16 Punkte pro Tag (0,11; 0,21) auf 5050 m. Während des zweiten Aufenthalts (im Vergleich zum ersten Aufenthalt) war der SpO₂-Wert am ersten Tag in 2900 m unverändert, in 5050 m jedoch um 2,9 % (0,6; 5,3) höher. Die AMSc war bei 2900 m und 5050 m um 0,37 (0,16; 0,59) bzw. 0,37 (0,11; 0,63) niedriger (p < 0,05 in beiden Vergleichen gegenüber dem ersten Aufenthalt). Die Akklimatisierung während des zweiten Aufenthalts erhöhte den SpO₂ auf 2900 m um 0,3 % pro Tag (0,1; 0,4) und auf 5050 m um 0,5 % pro Tag (0,1; 0,8). Die AMSc blieb bei der Akklimatisierung auf 2900 m unverändert, sank jedoch auf 5050 m um 0,08 Punkte pro Tag (0,04; 0,11).

Zusammenfassend lässt sich sagen, dass bei gesunden Tieflandbewohnern eine 7-tägige intermittierende hypobare Hypoxieexposition die SpO₂ und die Schwere der AMS in 2900 m verbesserte, wobei die Verbesserungen in 5050 m größer waren. Während eines zweiten identischen Aufenthalts war die anfängliche Schwere der AMS trotz vergleichbarer SpO₂ in 2900 m im Vergleich zum ersten Aufenthalt reduziert. Es wurden keine weiteren Akklimatisierungseffekte bei SpO₂, jedoch bei den AMS-Symptomen in 2900 m beobachtet. Im Gegensatz dazu zeigte eine erneute Exposition in 5050 m höhere anfängliche SpO₂-Werte und niedrigere AMSc-Werte mit weiterer Verbesserung bei intermittierenden erneuten Expositionen. Diese Ergebnisse unterstreichen höhenabhängige Akklimatisierungsmuster und bestätigen die Wirksamkeit der Vorkonditionierung zur Vorbeugung von AMS.

Fazit: Bei gesunden Tieflandbewohnern*innen verbessert eine 7-tägige intermittierende hypobare Hypoxieexposition die Sauerstoffsättigung (SpO₂) und die Schwere der AMS in 2900 m, was bei einer Exposition in 5050 m noch eindeutiger war. Während eines zweiten identischen Aufenthalts war zwar die anfängliche Schwere der AMS im Vergleich zum ersten Aufenthalt reduziert, es wurden aber keine weiteren Akklimatisierungseffekte in 2900 m beobachtet. Jedoch zeigte eine zweite Exposition in 5050 m höhere anfängliche SpO₂-Werte und niedrigere AMSc-Werte mit weiterer Verbesserung bei intermittierenden erneuten Expositionen. Die soll die Wirksamkeit der Vorkonditionierung zur Vorbeugung von AMS unterstreichen.

Burtscher J, Gatterer H, Niederseer D et al. Flying to high-altitude destinations. *Minerva Med* 2025; 116: 43-61.

Jedes Jahr fliegen Millionen Menschen zu hoch gelegenen Reisezielen. Dabei setzen sie sich spezifischen Höhenbedingungen aus. Die hypoxische Umgebung (geringe Sauerstoffverfügbarkeit in der Umgebungsluft) ist ein wichtiger Faktor, der die Gesundheit und das Wohlbefinden in großer Höhe beeinträchtigt. Während die Sauerstoffverfügbarkeit in der Flugzeugkabine bereits mäßig reduziert ist, verschärft sich dieser Effekt beim Verlassen des Flugzeugs an hoch gelegenen Reisezielen. Insbesondere ohne vorherige Akklimatisierung steigt mit zunehmender Höhe das Risiko, an Höhenkrankheiten wie akuter Höhenkrankheit, Höhenhirnödemen oder Höhenlungenödemen zu erkranken.

Darüber hinaus beeinträchtigt die verminderte Sauerstoffverfügbarkeit die Belastungsfähigkeit, was nicht nur die körperliche Aktivität in großer Höhe einschränkt, sondern auch eine symptomatische Verschlechterung bereits bestehender Erkrankungen hervorrufen kann. Darüber hinaus können die kalte und trockene Umgebungsluft und die erhöhte Sonneneinstrahlung zu gesundheitlichen Beeinträchtigungen in größeren Höhen beitragen. Daher sind eine ärztliche Voruntersuchung und Beratung vor dem Flug sowie eine angemessene Vorbereitung (Vorakklimatisierung, Training und gegebenenfalls Anpassung der Medikamenteneinnahme) von größter Bedeutung, um negative Auswirkungen auf die Gesundheit und frustrierende Reiseerlebnisse zu vermeiden.

Fazit: Millionen Menschen fliegen jährlich in Regionen in moderaten oder großen Höhen. Nach Ankunft sind sie sofort mit den spezifischen Umgebungsbedingungen konfrontiert, was sowohl die Leistungsfähigkeit beeinträchtigt aber auch eine symptomatische Verschlechterung bestehender Erkrankungen zur Folge haben kann. Eine ärztliche Voruntersuchung und Beratung (Vorakklimatisierung, Training, Medikation) wird vor Reiseantritt empfohlen.

Miserocchi G. Physiopathology of High-Altitude Pulmonary Edema. High Alt Med Biol 2025; 26: 1-12.

Die Gasdifffusion in der Lunge wird durch die Aufrechterhaltung einer Dicke der Alveolarmembran von ca. 0,5 µm erreicht, wodurch das extravaskuläre Lungenwasser auf ein Minimum reduziert wird. Die Exposition gegenüber hypobarer Hypoxie, insbesondere in Verbindung mit körperlicher Betätigung, ist ein Umstand, der zur Entwicklung des Höhenlungenödems (HAPE) führen kann. Dieser Artikel gibt einen Überblick über die Pathophysiologie von HAPE, indem er verfügbare Daten von Menschen, die großer Höhe ausgesetzt waren, mit Daten aus Tierversuchen zusammenführt. Außerdem wird ein Modell vorgestellt, mit dem sich Personen, die nicht anfällig für HAPE sind, von anfälligen Personen unterscheiden lassen, basierend auf der Effizienz der alveolär-kapillaren Sauerstoffaufnahme.

Fazit: Eine aktuelle Übersicht über die Pathophysiologie von HAPE und die Vorstellung eines Tools zur Abschätzung des individuellen HAPE-Risikos.

Burtscher M. $\dot{V}O_2$ max, an Important Determinant of Success when Climbing High Mountains. High Alt Med Biol 2025. Online ahead of print.

Trekking und Klettern in großen Höhen ohne zusätzlichen Sauerstoff erfordern eine hohe aerobe Grundleistung ($\dot{V}O_2$ max), vor allem aufgrund des Verlusts der $\dot{V}O_2$ max mit zunehmender Höhe. Daher ist die individuelle Grundleistung (in niedrigen Höhenlagen) besonders wichtig. Diese Tatsache wird oft unterschätzt, was dazu führen kann, dass der Gipfel nicht erreicht wird und ein erhöhtes Risiko für Unfälle und Notfälle besteht. Eine rechtzeitige Trainingsvorbereitung und Wahl eines geeigneten Ziels auf die individuelle Leistungsfähigkeit können jedoch das Risiko und die Enttäuschung in den Bergen verringern.

Fazit: Die $\dot{V}O_2$ max nimmt mit zunehmender Höhe ab, daher sollte rechtzeitig mit dem Training begonnen werden, um eine ausreichende Ausgangs- $\dot{V}O_2$ max vor dem Höhengaufenthalt zu haben. Ebenso sollte ein für den/die Bergsteiger*in individuell angepasstes Ziel anvisiert werden, um die Wahrscheinlich Enttäuschungen am Berg zu verringern.

Goves JSL, Joyce KE, Broughton S et al. Pulse oximetry for the prediction of acute mountain sickness: A systematic review. Exp Physiol 2024; 109: 2057-2072.

Die akute Höhenkrankheit (AMS) verursacht bei vielen Menschen, die sich in große Höhen begeben, schwere Erkrankungen, die jedoch durch eine angemessene Akklimatisierung verhindert werden können. AMS ist eine klinische Diagnose, wobei die Schwere der Symptome anhand des Lake Louise Score (LLS) bewertet wird. Zuverlässige Methoden zur Vorhersage, welche Personen an AMS erkranken werden, wurden bisher nicht entwickelt. Dieser systematische Review geht der Frage nach, ob ein prädiktiver Zusammenhang zwischen der Sauerstoffsättigung und der späteren Entwicklung von AMS besteht.

Es wurden nur Studien an Menschen berücksichtigt, in denen die periphere Sauerstoffsättigung (SpO_2) von gesunden Personen aus dem Flachland während des Aufstiegs in große Höhen gemessen und ein Zusammenhang zwischen SpO_2 und der Schwere der AMS bewertet wurde. Das Risiko für Bias wurde anhand eines modifizierten Newcastle-Ottawa-Tools für Kohortenstudien bewertet. Von insgesamt 980 identifizierten Studien wurden schließlich sieben für die Datenextraktion berücksichtigt. Diese Studien untersuchten SpO_2 und AMS (mittels LLS) bei 1406 Personen während des Aufstiegs in große Höhen (3952 – 6300 m). Das Risiko für Bias war bei sechs der eingeschlossenen Studien „gering“ und bei einer „moderat“. Die Aufstiegsprofile und die Methodik zur SpO_2 -Messung variierten stark, ebenso wie die statistischen Methoden zur AMS-Vorhersage.

Eine mit Pulsoximetrie während des Aufstiegs gemessene abnehmende Sauerstoffsättigung zeigt eine positive prädiktive Beziehung für Personen, die eine AMS entwickeln. Die Studien weisen eine hohe Heterogenität hinsichtlich der Aufstiegsprofile und der Protokolle zur Pulsoximetrie auf.

Fazit: Die akute Höhenkrankheit (AMS) kann durch richtige Akklimatisierung vermieden werden, doch verlässliche Vorhersagemethoden fehlen bisher. Ein systematischer Review zeigt, dass eine während des Aufstiegs gemessene abnehmende Sauerstoffsättigung (SpO_2) mittels Pulsoximetrie mit einem erhöhten Risiko für AMS verbunden ist. Trotz dieser prädiktiven Beziehung bestehen große Unterschiede in den Studien hinsichtlich Aufstiegsprofilen, Messmethoden und statistischer Auswertung.

KONTAKTADRESSE:

Prim. PD Dr. Peter Paal MBA PM.ME EDAIC EDIC ESRA-DRA FERC
Abteilung für Anästhesie und Intensivmedizin
Krankenhaus der Barmherzigen Brüder Salzburg
A-5010 Salzburg, Kajetanerplatz 1
peter.paal@bbsalz.at

ANKÜNDIGUNGEN 2026

Kurs Lawinenmedizin und Kälteschäden 2026

21. – 25. Januar 2026 in Nösslach, Gries am Brenner

Neben medizinischen Inhalten stehen praktische Ausbildungseinheiten zur Verschüttetensuche und zur Lawinenprävention im Rahmen von Skitouren auf dem Programm.

Der Lawinenkurs richtet sich an Ärztinnen und Ärzte, ist aber auch für Personen im Bergrettungsdienst offen. Wiederholer*innen sind gern gesehen, denn es gilt: Regelmäßiges Auffrischen des Wissens ist wichtig, um im Ernstfall richtig und schnell reagieren zu können.

Winterkurs Expeditionsmedizin für Alpinärzte*innen 2026

12. – 19. April 2026 im Wallis/Schweiz

Um als verantwortliche Ärzte*innen ein Trekking oder eine Expedition kompetent betreuen zu können, muss Frau/Mann heute eine ganze Reihe von Qualifikationen mitbringen. Neben profunden Kenntnissen in Allgemein-, Notfall- und Reise-medicin gilt dabei das Wissen um höhenbedingte Erkrankungen und deren Therapie als selbstverständlich.

Aber was bringen die kompetentesten Mediziner*innen, wenn sie die Patient*innen nicht aus eigener Kraft erreichen können? Gerade deshalb wird im Kurs, neben der medizinischen Ausbildung, ein ganz besonderer Schwerpunkt auf die alpinistische Ausbildung der angehenden Expeditionsärzte und -ärztinnen gelegt.

Der Expeditionskurs vermittelt u.a. Grundlagen in Höhenphysiologie und Pathophysiologie und den klinischen Aspekten der Berg- und Höhenmedizin, aber auch Fragen zum alpinistischen Anforderungsprofil an die Expeditionsteilnehmer*innen und die Expeditionsärzt*innen werden beantwortet.

Praxisnah werden Kenntnisse im Rahmen von (Ski-)hohtouren vermittelt. Themen sind z.B. Hochlagertaktik und der medizinische Umgang mit Unterkühlung, Erfrierung, Isolation sowie die Anwendung höhenmedizinischer Notfallgeräte wie Certec-Bag und Wenoll-System. Des Weiteren werden die behelfsmäßige Erstversorgung und medizinische Probleme beim Abtransport mit beispielsweise einer Biwaksackverschnürung gelehrt.

Weitere Infos und Anmeldung: www.bexmed.de

Geschäftsstelle:
**BExMed – Deutsche Gesellschaft
für Berg- und Expeditionsmedizin eV**
c/o Ruth Bucksch
Manzostraße 72
80997 München
Tel: +49 / (0)89 / 32770755
www.bexmed.de

Präsidentin:
Dr. Natalie Hölzl
Klinik für Anästhesie, Intensiv- und
Notfallmedizin
Klinikverbund Allgäu gGmbH
c/o Immenstadt
Im Stillen 2
87509 Immenstadt
natalie.hoelzl@klinikverbund-allgaeu.de

Vizepräsidentin:
Helga Vollendorf
Mobiles Palliativteam Kufstein
Endach 27
A-6330 Kufstein
helga.vollendorf@bkh-kufstein.at

Sekretär:
Dr. Georg Kunze
Klinik für Innere Medizin I
Schwarzwald-Baar Klinikum VS
Klinikstr. 11
D-78054 Villingen-Schwenningen

ANKÜNDIGUNGEN 2026

Sommerkurs Expeditionsmedizin für Alpinärzte 2026

13. – 20. Juni 2026 im Trentino/Italien

Um als verantwortliche Ärzt*innen ein Trekking oder eine Expedition kompetent betreuen zu können, muss Frau/Mann heute eine ganze Reihe von Qualifikationen mitbringen. Neben profunden Kenntnissen in Allgemein-, Notfall- und Reisemedizin gilt dabei das Wissen um höhenbedingte Erkrankungen und deren Therapie als selbstverständlich.

Aber was bringen die kompetentesten Mediziner*innen, wenn sie die Patient*innen nicht aus eigener Kraft erreichen können? Gerade deshalb wird im Kurs, neben der medizinischen Ausbildung, ein ganz besonderer Schwerpunkt auf die alpinistische Ausbildung der angehenden Expeditionsärzte und -ärztinnen gelegt.

Der Expeditionskurs vermittelt u.a. Grundlagen in Höhenphysiologie und Pathophysiologie und den klinischen Aspekten der Berg- und Höhenmedizin, aber auch Fragen zum alpinistischen Anforderungsprofil an die Expeditionsteilnehmer*innen und die Expeditionsärzt*innen werden beantwortet.

Dieser Kurs soll den Teilnehmer*innen das Rüstzeug für die medizinische Betreuung eines Trekkings oder einer Expedition an die Hand geben. Der Kurs ist auch offen für andere medizinische Berufsgruppen (Kranken- und Gesundheitspflegende, Mitarbeiter*innen im Rettungsdienst) mit Interesse an dieser Thematik.

Save the date!

20. - 22. November 2026 – 30 Jahre BExMed – die Jubiläumstagung!

Die Gründung der Deutschen Gesellschaft für Berg- und Expeditionsmedizin jährt sich im November 2026 zum 30sten Mal! BExMed feiert dieses Jubiläum nächstes Jahr in Garmisch-Partenkirchen mit einer Tagung: Im Mittelpunkt stehen neben alpinmedizinischer Fortbildung auch die Prüfungen zum "Diploma in Mountain Medicine" und zum "Diploma in Wilderness and Expedition Medicine". Workshops und Übungen sowie reichlich Möglichkeit zum Netzwerken runden das Programm ab.

Für alle Mitglieder der BExMed findet die jährlichen Mitgliederversammlung statt.

Stay tuned für weitere Informationen: Call for abstracts, Anmeldungen zu den Workshops und zur Tagung!

Weitere Infos und Anmeldung: www.bexmed.de

Schatzmeister:

Dr. Christoph Tannhof
Klinik für Pneumologie, Schlaf und
Beatmungsmedizin
Marienhospital Gelsenkirchen
Virchowstrasse 135
D-45886 Gelsenkirchen

Vorstandsmitglieder:

Prof. Dr. Rainald Fischer
Dr. Andrea Pippi
Dr. Eike Plazikowski
Dr. Ulrich Steiner
Dr. Raimund Lechner

Redaktion:

Alpinmedizinischer Rundbrief und
Zeitschrift Flug-, Tropen- und Reise-
medizin: Dr. Raimund Lechner

Bankverbindung:

**Deutsche Apotheker und
Ärztebank Düsseldorf**
IBAN: DE29 3006 0601 0004351347
BIC: DAAEDEDXXX

ÖSTERREICHISCHE GESELLSCHAFT
FÜR ALPIN- UND HÖHENMEDIZIN



DEUTSCHE GESELLSCHAFT FÜR
BERG- UND EXPEDITIONSMEDIZIN



INTERNATIONALE ALPINMEDIZINISCHE LEHRGÄNGE

Allgemeine Informationen

Die Lehrgänge für Alpinmedizin sind vom Weltbergsportverband (UIAA), der Internationalen Kommission für alpines Rettungswesen (ICAR) und der International Society for Mountain Medicine (ISMM) offiziell approbiert. Die Kurse werden von der Alpinärzteschmiede (Reinhard Pühringer, ÖGAHM) organisiert und durchgeführt. Für die Inhalte sind die Österreichische Gesellschaft für Alpin- und Höhenmedizin (ÖGAHM) und die Deutsche Gesellschaft für Berg- und Expeditionsmedizin (BEXMED) verantwortlich. Sie sind für das österreichische und deutsche Sportarzt Diplom, für das Diplom Alpin- und Höhenmedizin der Österreichischen Ärztekammer und auch als akkreditierte Diplomfortbildung der Österreichischen Ärztekammer anrechenbar.



Was bieten diese Lehrgänge?

Ein weltweit anerkanntes postpromotionelles Aus- und Fortbildungsprogramm für alle Ärztinnen und Ärzte, die fachlich an der Alpinsportmedizin, an der Bergrettungsmedizin, an der alpinen Hubschrauberrettung, an der Bergreisemedizin oder an der Trekking- und Expeditionsmedizin interessiert sind und für die Bergsteigen ein Hobby ist, und zwar in Form eines dreiwöchigen Ausbildungsturnusses Winterlehrgang - Frühjahrslehrgang - Sommerlehrgang (Standardlehrgänge).



Die drei Standardlehrgänge können mit einer internationalen Diplomprüfung abgeschlossen werden. Alle Veranstaltungen bestehen aus folgenden Ausbildungselementen:

- Alpin- und höhenmedizinische Fachseminare
- Alpinmedizinische Praxisübungen
- Aus- und Weiterbildung im hochalpinen Bergsteigen

Unsere Ausbildungsveranstaltungen verflechten alle bergmedizinischen Themenbereiche möglichst intensiv mit der Praxis des Winter- und Sommerbergsteigens. Die Ausbildung ist für jede alpinistische Könnensstufe offen, also auch für alpinistische Anfänger*innen mit guter Kondition. Man kann die Ausbildung beliebig mit jedem der drei Standardkurse beginnen.



ÖSTERREICHISCHE GESELLSCHAFT
FÜR ALPIN UND- HÖHENMEDIZIN



DEUTSCHE GESELLSCHAFT FÜR
BERG- UND EXPEDITIONSMEDIZIN



INTERNATIONALE ALPINMEDIZINISCHE LEHRGÄNGE



Wie meldet man sich an?

Bitte unbedingt die „Teilnahmebedingungen“ beachten. Die Teilnehmerzahl ist aus Platzgründen lehrgangsspezifisch limitiert, weshalb es einen stufenweisen Anmeldungsmodus gibt:

1. Ihre Anmeldung über das jeweilige Kursanmeldeformular wird online zur Weiterverarbeitung an das Sekretariat der Alpinärzteschmiede GmbH geschickt. Diese Anmeldung bedeutet eine für Sie vorerst unverbindliche Vormerkung für den gewünschten Lehrgang.
2. Nach Ihrer Anmeldung senden wir Ihnen dann nähere Informationen zu. Diese Informationen beinhalten auch den Kontakt zur jeweiligen Kursunterkunft (Hütte oder Hotel), die Sie seit 2019 selbstständig per mail oder kurzem Telefonat reservieren müssen. Wegen des großen Interesses bitten wir um eine rasche Anzahlung von Euro 400,-, welche dann als verbindliche Anmeldung für Sie gilt.
3. Mit dieser Anzahlung erklären Sie sich auch mit den Teilnahmebedingungen einverstanden. Die definitive Platzvergabe erfolgt mit dem Einlangen Ihrer Anzahlung, worüber Sie zeitnah per Email verständigt werden.
4. Spätestens vier Wochen vor Lehrgangsbeginn erhalten Sie mit der Einladung alle Lehrgangsunterlagen (Detailprogramm, Ausrüstungsliste, Teilnehmerliste, Kursgebührenrechnung) und bezahlen dann fristgerecht den Rest der Kursgebühren ein.
5. Die Rechnung für die Unterkunft ist jeweils am Kursende mit der Getränkerechnung zu bezahlen.

Lehrgangskosten 2026

Winterlehrgänge	Euro 1840,-
Sommerlehrgänge	Euro 1840,-
Frühjahrslehrgänge	Euro 1840,-

Die Lehrgangstarife beinhalten die Leistung der Bergführer (Kleingruppen mit individueller Betreuung) und die Seminarteilnahme.

ÖSTERREICHISCHE GESELLSCHAFT
FÜR ALPIN- UND HÖHENMEDIZIN



DEUTSCHE GESELLSCHAFT FÜR BERG-
UND EXPEDITIONSMEDIZIN



INTERNATIONALE ALPINMEDIZINISCHE LEHRGÄNGE

Prüfungsordnung Diplomprüfungen 2025

Die von der UIAA (Union Internationale des Associations d'Alpinisme), der ICAR (Internationale Kommission für alpinen Rettungswesen) und der ISMM (International Society for Mountain Medicine) weltweit anerkannte österreichisch-deutsche Alpinärzteausbildung kann durch eine mindestens einmal jährlich stattfindende Prüfung mit folgenden zwei Qualifikationen abgeschlossen werden:

Voraussetzungen zur Prüfungszulassung:

- erfolgreiche Absolvierung von Winterlehrgang; Frühjahrslehrgang und Sommerlehrgang (DIMM) bzw. des Speziallehrganges „Expedition and Wilderness Medicine“;
- Mitgliedschaft bei der ÖGAHM oder bei der BExMed.

Diploma in Mountain Medicine (DIMM)

Voraussetzungen:

- erfolgreiche Absolvierung von Winterlehrgang, Frühjahrslehrgang und Sommerlehrgang;
- bestandene Multiple-Choice-Prüfung. Prüfungsstoff ist das aktuelle Lehrbuch (Berghold F: Alpin- und Höhenmedizin, 2. Auflage, 2019) und die Seminarinhalte aus den Basiskursen. Es gibt darüber hinaus keine Fragenliste zur Vorbereitung;
- Approbation als Arzt/Ärztin;
- Absolventen*innen externer, von der UIAA, der ICAR und der ISMM anerkannter Lehrgänge müssen mindestens einen Lehrgang bei uns absolviert haben und die Erfüllung aller Lehrinhalte nach den DIMM-Vorgaben nachweisen können.



Diploma in Expedition and Wilderness Medicine

Voraussetzungen:

- Diploma in Mountain Medicine (DIMM);
- erfolgreiche Absolvierung des Speziallehrganges „Expedition and Wilderness Medicine“ (Höhenbergsteigen);
- bestandene Multiple-Choice-Prüfung. Prüfungsstoff ist das aktuelle Lehrbuch (Berger M et al. Alpin- und Höhenmedizin, 3. Auflage, 2025). Es gibt darüber hinaus keine Fragenliste zur Vorbereitung.

Beide Diplomprüfungen können nicht am selben Termin absolviert werden.

Diese beiden Diplome der Weltdachverbände UIAA, ICAR und ISMM sind weltweit gültig.

Prüfungswiederholung

Für das Bestehen der Prüfung müssen mindestens 60% der Prüfungsfragen richtig beantwortet werden. Wird dieses Limit nicht erreicht, ist eine Prüfungswiederholung möglich, und zwar ausschließlich an einem regulären Prüfungstermin. Eine Wiederholungsprüfung ist nur einmal möglich.



ÖSTERREICHISCHE GESELLSCHAFT
FÜR ALPIN- UND HÖHENMEDIZIN



DEUTSCHE GESELLSCHAFT FÜR BERG-
UND EXPEDITIONSMEDIZIN



INTERNATIONALE ALPINMEDIZINISCHE LEHRGÄNGE

Diplomprüfungen 2025

Nächster Prüfungstermin

Der nächste Prüfungstermin findet am 07.11.2025 um 18:00 h am Campus Sport, Fürstenweg 185, A - 6020 Innsbruck statt.

Kosten: Euro 70,00

Details und Anmeldung: www.alpinmedizin.org

Prüfungsvorbereitung

Zur Prüfungsvorbereitung empfehlen wir zusätzlich zu den theoretischen Kursinhalten das folgende Lehrbuch:

Berger M et al. (Hrsg).
Alpin- und Höhenmedizin,
3. Auflage.
Springer Verlag 2025.
ISBN: 978-3-662-69578-4

Bitte beachten:

**Ohne fristgerechte Anmeldung
ist aus administrativen Gründen
ausnahmslos keine Teilnahme
an der Prüfung möglich.**



ÖSTERREICHISCHE GESELLSCHAFT
FÜR ALPIN UND- HÖHENMEDIZIN



DEUTSCHE GESELLSCHAFT FÜR
BERG- UND EXPEDITIONSMEDIZIN



INTERNATIONALE ALPINMEDIZINISCHE LEHRGÄNGE

Lehrgangstermine 2026

WINTERLEHRGÄNGE 2026

WINTERLEHRGANG 1	HEIDELBERGERHÜTTE (Silvretta) 24.01. - 30.01.2026
WINTERLEHRGANG 2	HEIDELBERGERHÜTTE (Silvretta) 07.02. - 13.02.2026
WINTERLEHRGANG 3	FRANZ-SENN-HÜTTE (Stubai Alpen) 11.04. - 17.04.2026

Achtung:

Wegen des
großen Interesses
Vor Anmeldungen
bitte möglichst
frühzeitig!!

FRÜHJAHRSLERHANGÄNGE 2026

FRÜHJAHRSLERHANGANG 1	BRUCK AN DER MUR (Österreich) 17.05. - 23.05.2026
FRÜHJAHRSLERHANGANG 2	MUTTEKOPFHÜTTE (Lechtaler Alpen) 05.09. - 11.09.2026
FRÜHJAHRSLERHANGANG 3	MUTTEKOPFHÜTTE (Lechtaler Alpen) 19.09. - 25.09.2026

ANMELDUNG:

ausschließlich online unter

www.alpinarzteschmiede.com

SOMMERLEHRGÄNGE 2026

SOMMERLEHRGANG 1	FRANZ-SENN-HÜTTE (Stubai Alpen) 14.06. - 20.06.2026
SOMMERLEHRGANG 2	FRANZ-SENN-HÜTTE (Stubai Alpen) 27.06. - 03.07.2026

INFO:

Alpinärzteschmiede
Katrin und Reinhard Pühringer
Lehnrain 30a
A - 6414 Mieming

info@alpinarzteschmiede.com

29. Internationale Bergrettungsärztetagung

07. und 08. November 2025 in Innsbruck



EURAC
research



Vorläufiges Programm

Freitag, 07.11.2025

08:30 h – 18:00 h

Refresherkurs alpine Notfallmedizin („Notarztrefresher“)

15:00 h – 18:30 h

Flugrettungsseminar „Rund um Sicherheit – rundum sicher?“

15:00 h – 18:30 h

Taktisches Bergrettungsseminar, „Kälte“

Ab 18:30 h

Come-Together Kristall Foyer
(um Anmeldung wird gebeten!)

Samstag, 08.11.2025

08:00 h - 18:00 h Hauptvorlesung (Saal Innsbruck)

Vorträge, Pro-Con-Sessions, Fallberichte, Podiumsdiskussionen zu folgenden Themen:

- Wissenschaft trifft Realität: Umsetzung von Erkenntnissen in die Wirklichkeit – und umgekehrt
- Höher, schneller, weiter: wenn wir nicht können wie wir wollen!
- e-CPR auch im alpinen Raum: rettet Leben oder verlängert Leiden?
- Wieviel Simulation verträgt die Wirklichkeit?

Kaffeepausen und Mittagspause im Kristall-Foyer
Industrieausstellung im Kristall-Foyer (Freitag + Samstag)

09:30 h - 18:00 h Seminare und Workshops

09:30 h – 11:00 h

Wissenschafts-Seminar

09:30 h – 11:00 h und/oder 11:30 h – 13:00 h

Workshop Blutung: stoppen, stillen, therapieren

Workshop Erstversorgung: Höhe und Kälte

14:30 h – 16:00 h und 16:30 h – 18:00 h

ERC-ALS Praktikum (Reanimation Erwachsene)

ERC-PALS Praktikum (Reanimation Kinder)

Weitere Informationen und Anmeldung unter

www.bergrettungsaeztetagung.at

Allgemeine Informationen



UMIT TIROL
DIE TIROLER PRIVATUNIVERSITÄT

ALPINÄRZTE
SCHMIEDE



Veranstalter

UMIT TIROL und Österreichische Gesellschaft für Alpin- und Höhenmedizin (ÖGAHM)

Kursort

UMIT TIROL – Privatuniversität für Gesundheitswissenschaften und -Technologie, Hall/Tirol

Teilnahmebedingungen

Voraussetzung für die Anerkennung zum ÖÄK Diplom ist die Promotion in Österreich. Die Kursteilnahme setzt die Mitgliedschaft bei der ÖGAHM nicht voraus und ist auch für nicht-österreichische Ärztinnen und Ärzte möglich. Jeder Grundkurs ist separat buchbar.

Organisation

Univ.-Prof. Dr. Wolfgang Schobersberger
Institut für Sport-, Alpinmedizin & Gesundheitstourismus (ISAG),
UMIT TIROL und Tirol Kliniken GmbH Innsbruck

Grundkursgebühren

Pro Grundkurs Euro 450,- (inkl. Unterricht, Lehrgangsunterlagen und Kaffeepausen)

Tagungssekretariat und Anmeldung

Anika Köck, UMIT TIROL
alpindiplom@umit-tirol.at
Anmeldeformular sowie weitere Informationen:
www.umit-tirol.at/alpindiplom
Informationen zum ÖÄK Diplom:
www.arztakademie/alpinmedizin

DFP-Anrechenbarkeit (pro Kurs)

Allgemeinmedizin:	13 Punkte
Diplom Alpin- und Höhenmedizin:	13 Stunden
Diplom Sportmedizin:	13 Punkte



ALPINMEDIZINISCHE FORTBILDUNGSREIHE & ÖÖK DIPLOM ALPIN- und HÖHENMEDIZIN

GRUNKURS C 27. – 28.11.2025
GRUNKURS D 28. – 29.11.2025
UMIT TIROL



UMIT TIROL
DIE TIROLER PRIVATUNIVERSITÄT

GRUNKURS C

Donnerstag, 27.11.2025

- 09:00 – 11:00 **Alpine Unfallmedizin (I) Risikomanagement (1)**
(F. Elsensohn, Röhthis, Ö)
- 11:00 – 11:30 Pause
- 11:30 – 13:00 **Alpine Unfallmedizin (II) Risikomanagement (2)**
Blitzunfälle, Terrestrische Bergrettung
(F. Elsensohn, Röhthis, Ö)
- 13:00 – 14:00 Mittagspause
- 14:00 – 15:15 **Anforderungen an den Bergrettungsarzt und alpinen Flugrettungsarzt Rucksackapotheke des Bergsteigers und Arztes**
(F. Elsensohn, Röhthis, Ö)
- 15:15 – 15:30 Pause
- 15:30 – 17:30 **Alpine Unfallmedizin (III) Alpine Traumatologie**
(G. Sumann, Schwarzach, Ö)

Freitag, 28.11.2025

- 08:30 – 10:15 **Stellenwert und Anforderungsprofil des Expeditionsarztes**
(U. Steiner, Garmisch-Partenkirchen, D)
- 10:15 – 10:45 Pause
- 10:45 – 12:15 **Alpine Unfallmedizin (IV) Alpine Unfallstatistik**
(P. Plattner, Innsbruck, Ö)
- 12:15 **Ende Grundkurs C**

GRUNKURS D

Freitag, 28.11.2025

- 13:15 – 15:45 **Orthopädische Probleme beim Bergsport**
(B. Huter, Innsbruck, Ö)
- 15:45 – 16:15 Pause
- 16:15 – 17:15 **Haut und Höhe (n.n.)**
- 17:15 – 18:15 **Augenschäden in der Höhe**
(C. Palme, Innsbruck, Ö)

Samstag, 29.11.2025

- 09:00 – 10:30 **Internistische Notfälle in der Alpin- und Höhenmedizin I**
(A. Süssenbacher, Bludenz, Ö)
- 10:30 – 11:00 Pause
- 11:00 – 12:30 **Internistische Notfälle in der Alpin- und Höhenmedizin II**
(A. Süssenbacher, Bludenz, Ö)
- 12:30 – 13:30 Pause
- 13:30 – 15:30 **Alpiner Gesundheitstourismus**
(W. Schobersberger, Innsbruck/Hall, Ö)
- 15:30 – 16:00 **Abschlussdiskussion und Ende Grundkurs D**
(W. Schobersberger, Innsbruck/Hall, Ö)

BERICHT ICAR MEDCOM SPRING MEETING BAD TÖLZ/ SPITZINGSEE

Tobias Huber und Helga Vollendorf

Veranstaltet von der Bergwacht Bayern und der BExMed fand heuer vom 7. – 11. Mai das Treffen der Medizinischen Kommission der ICAR (ICAR MedCom) in Bad Tölz und am Spitzingsee statt. Vertreter der internationalen Bergrettungscommunity aus 12 Nationen (u.a. Japan und Alaska) fanden sich in Bayern ein, um gemeinsam über Bergmedizin zu diskutieren und sich auszutauschen.

Der erste Teil des Meetings fand in Bad Tölz statt. Wir trafen uns am Mittwochabend in unserer Unterkunft in der DJH-Jugendherberge, anschließend ging es zum gemeinsamen Abendessen ins Tölzer Bräustüberl.

Am Donnerstag starteten wir früh, stand uns doch den ganzen Tag das Bergwacht-Zentrum für Sicherheit und Ausbildung (BW-ZSA) zur Verfügung, und das noch dazu in angenehmer Gehdistanz von unserer Unterkunft!

Bis zum späten Nachmittag wurden wir in international ganz bunt zusammengewürfelten Gruppen durch verschiedene Szenarien geführt, von sehr erfahrenen Trainern des Zentrums angeleitet. Dabei stand uns das gesamte Leistungsspektrum der beeindruckenden Anlage zur Verfügung: Kältekammer, Hubschrauber-Simulator, Gondel und Sessellift, Klettersteig und urbane Übungsaufbauten. In kombinierten Übungsszenarien waren technische Aufgaben wie Sicherung und Seilbahnbau zum Abtransport, Arbeiten an der Winde oder Rettung aus Seilbahn-Gondeln und Schächten ebenso zu bewältigen, wie auch komplexe medizinische Aufgabenstellungen, beispielsweise CPR bei -15 °C, Einleitung einer Kindernarkose und Sicherung der Atemwege oder Polytraumaversorgung.

Interessant und eigentlich sehr schön war die Erkenntnis, dass sowohl die moderne Notfallmedizin als auch Seil- und Rettungstechnik international inzwischen schon so standardisiert sind, dass eine Gruppe aus 5 Nationen von drei Kontinenten und aus unterschiedlichen Systemen kommend, völlig problemlos zusammenarbeiten kann, weil die medizinischen Standards allen bekannt und geläufig sind. Genau deswegen kommen wir ja als ICAR MedCom zusammen und erarbeiten solche Standards für unser alpines Setting! Eigentlich ist so ein Übungstag eine tolle Bestätigung für unsere Arbeit! Demensprechend zufrieden, wenn auch müde, war die Truppe nach diesem intensiven Trainingstag. Den Abschluss bildete dann noch ein Impuls-Vortrag zu arbeitsmedizinischen Untersuchungen von Bergretter*innen. Dass wir kulinarisch von einem köstlichen Food Truck versorgt wurden, soll hier nicht unerwähnt bleiben.

Zum Abendessen führen wir diesmal nach Reutberg ins Klosterbräustüberl. Dass an beiden Abenden die Liebhaber*innen von Bayrischem Bier und Schweinsbraten voll auf ihre Rechnung kamen, versteht sich doch von selbst.

Der Freitag begann mit einem frühen Transfer ins BLSV-Haus am Spitzingsee, wo die Plenarsitzung der ICAR MedCom pünktlich um 9:00 h beginnen konnte. John Ellerton gab als Präsident der ICAR MedCom zunächst einen Überblick über die Finanzen, dann wurden laufende Studien vorgestellt, abgestimmt und Themen besprochen. Die ICAR MedCom erarbeitet zu vielen Aspekten der alpinen Notfallmedizin Empfehlungen, diese Empfehlungen müssen aber auch in regelmäßigen Abständen erneuert und gegebenenfalls verändert werden. Aktuelle Forschungsgebiete sind hier POCUS, Rettung aus großer Höhe, Airway-Management im alpinen Umfeld oder auch Mindestanforderungen an Bergretter*innen – dies ein Thema, welches am ICAR-Kongress in Zakopane 2019 vorgestellt, während der COVID-Pandemie in der Schublade verschwunden ist und nun wieder aufgegriffen werden konnte.

Der Nachmittag stand dann ganz im Zeichen der Wissenschaft: Bei einem „Science Meet and Greet“ bekamen überwiegend Nachwuchsforscher*innen die Gelegenheit, ihre Forschung den internationalen Experten*innen vorzustellen.

Raimund Lechner (BExMed), Richard-Felix Kraus (Bergwacht Bayern, BExMed Science Award), Korbinian Granel (BExMed Science Award), Simon Woyke (Bergwacht Bayern BExMed Science Award), Katharina Hüffner (BExMed Science Award), Christoph Tannhof (BExMed), Tobias Reploh (Bergwacht Bayern) und Eike Plazikowski (BExMed) präsentierten uns einen bunten Themenreigen praktischer, psychologischer und technischer Aspekte der Bergrettung und Bergmedizin.

Dabei reichten die Arbeiten von der Hubschrauberrettung von Säuglingen über die Posttraumatische Belastungsstörung Überlebender von Bergunfällen, den Einfluss von Lawenpiepsern auf die Funktion von Herzschrittmachern, präklinische Reposition von Schulterluxationen, HWS-Immobilisation und den Einfluss von Neigungswinkeln auf die Qualität der Herzdruckmassage zum modifizierten, speziell für die Kälte entwickelten crABCDE-Behandlungsalgorithmus. Den Abschluss bildete ein spannender Bericht über Vorbereitung und Training eines/r Expeditionsarztes/-ärztin.



Fotos: Helga Vollendorf, Günther Sumann, Bergwacht Bayern

Zu den Themen entwickelten sich rege Diskussionen und von den internationalen Experten*innen konnten praktische Anregungen an die jungen Wissenschaftler*innen weitergegeben werden. Somit bildete der Nachmittag für die Forscher*innen eine gute Möglichkeit, sich international zu vernetzen.

Der Abend stand erneut im Zeichen bayrischer Kultur und Brauchtums. Bei einem Hüttenabend auf der Wurzhütte wurde der bayrischen Gemütlichkeit mit Schmankerln, Bier und Musik gefrönt. Insbesondere die Musik zeigte ihre verbindende Kraft bei einer japanisch-bayrischen Konversation oder bei traditionellen Stücken, die ursprünglich aus Polen stammten. Der Landesarzt der Bergwacht Bayern und die Vizepräsidentin der BExMed ließen sich zu einem Tanz animieren. Danksagungen an alle Organisatoren des Spring-Meetings rundeten den Abend ab.

Traditionell wird den internationalen Gästen auf dem Spring-Meeting auch die Gelegenheit gegeben, die heimische Bergwelt zu entdecken. Und so machten sich, geführt von Bergführern der Bergwacht Bayern am Samstag zwei Gruppen zu Bergtouren verschiedener Schwierigkeitsgrade und Dauer auf. Der Wettergott hatte ein Einsehen und zeigte nach der Kälte und dem Regen der vergangenen Tage sein freundlichstes Gesicht und so präsentierte sich unsere Heimat mit schönster Aussicht!

Das Ziel beider Touren lag auf der Rauhkopfhütte, wo sich alle bei Kaffee und Kuchen der Wirtin stärken konnten.

Nach dem Abstieg zog es die ganz Unerschrockenen noch in das kalte Wasser des Spitzingsees, eine willkommene Abkühlung nach einem herrlichen Tag!

Der letzte Abend wurde gemütlich an einem Lagerfeuer gestaltet, was von den engagierten Wirtsleuten des BLSV-Unterkunftshauses hergerichtet worden war. Auch dieser Abend diente dem Austausch, der Vernetzung, der Planung neuer Projekte und der Vertiefung der internationalen Beziehungen und Freundschaften innerhalb der Bergrettung.

Insgesamt wurde das Spring-Meeting von allen Teilnehmern*innen als sehr positiv bewertet. Das große Interesse zeigte sich auch an der bisher größten Anzahl der Teilnehmer*innen. Ein großes Lob gilt an dieser Stelle der hervorragenden Organisation durch die Bergwacht Bayern und die BExMed!

TIROLER FÖRDERUNGSPREIS FÜR NACHWUCHSWISSENSCHAFTLER*INNEN ERGING AN ANIKA KÖCK



Foto: Die Fotografen

Seitens der ÖGAHM dürfen wir unserer jungen Kollegin Anika Köck recht herzlich zur wissenschaftlichen Nachwuchsförderung der Tiroler Landesregierung gratulieren. Seit mehreren Jahren arbeitet Anika unter der Leitung von Wolfgang Schobersberger am Institut für Sport-, Alpinmedizin & Gesundheitstourismus an den Tirol Kliniken Innsbruck und der Privatuniversität UMIT Tirol/Hall. Finanziell wird die Stelle von Anika dankenswerterweise durch die ÖGAHM Forschungsförderung von jungen Wissenschaftler*innen unterstützt.

Beim Projekt mit dem Titel „Interaction effects of cold air and hypoxia on exercise-induced Lower Airway Dysfunction in winter sports athletes“ handelt es sich um ein interdisziplinäres Forschungsprojekt unter Mitwirkung mehrerer Forschungseinrichtungen wie das Institut für Sportwissenschaften der Leopold Franzens Universität Innsbruck (Martin Faulhaber) und der EURAC Bozen (Hannes Gatterer).

Das Thema der Studie behandelt die belastungsinduzierte Dysfunktion der unteren Atemwege (LAD), die durch kalte Außentemperaturen verstärkt wird und zu einer Atemwegsverengung sowie zu einem Asthma bronchiale führen kann. Während die Auswirkungen von Kälte auf die Lungenfunktion bereits umfassend erforscht sind, ist der zusätzliche Einfluss von Hypoxie bei gleichzeitiger körperlicher Belastung noch wenig untersucht. Ziel des Projekts ist es, die Wechselwirkungen von Kälte und Hypoxie auf die Atemwegsreaktionen, Entzündungsprozesse und Veränderungen der Bluthämostase zu erfassen. Dazu werden Athleten während 8-minütiger hochintensiver Belastungen bei kombinierter Kälte- (-15 °C) und Hypoxieexposition (3000 m) untersucht. Wie auch bisher ist die ÖGAHM als Unterstützer bei allen Publikationen von Anika Köck genannt.

Seitens des ÖGAHM Vorstandes gratulieren wir Anika und wünschen ihr bei der Projektdurchführung alles Gute!

Günther Sumann (Präsident) und
Wolfgang Schobersberger (Vorstandsmitglied)

NEUAUFLAGE "ALPIN- UND HÖHENMEDIZIN"

Marc Moritz Berger, Franz Berghold, Hermann Brugger, Martin Burtscher, Rainald Fischer, Peter Paal, Wolfgang Schobersberger, Günther Sumann (Hrsg.).

Alpin- und Höhenmedizin. 3. Auflage

Springer Verlag 2025.

ISBN: 978-3-662-69577-7

- Umfassendes und wissenschaftlich fundiertes Fachbuch zum Thema,
- D-A-C-H-übergreifendes Herausgeber- und Autorenteam aus den Reihen der ÖGAHM, BExMed und SGGM,
- Von der ÖGHAM und BexMed empfohlen.



DER VORSTAND DER ÖGAHM 2022 - 2025



a.o.Univ.-Prof. Dr. Marc Moritz Berger
MBA DESA
Kassier-Stellvertreter

Klinik für Anästhesiologie, Intensivmedizin,
Notfallmedizin und Schmerztherapie
RHK Klinikum Ludwigsburg
D-71640 Ludwigsburg, Posiliopstraße 4
marcberger@hotmail.com



Mag. Dr. Beatrix Schobersberger

M +43 / (0)664 / 1407694
beatrix.schobersberger@a1.net



Univ.-Prof. Dr. Wolfgang Domej
Past-Präsident

A-8010 Graz, Hafnerriegel 11
wolfgangdomej@gmail.com



Univ.-Prof. Dr. Wolfgang Schobersberger

Institut für Sport-, Alpinmedizin und Gesund-
heitstourismus (ISAG) der Tirol Kliniken Innsbruck
und der UMIT TIROL Hall/Tirol
A-6020 Innsbruck, Anichstraße 35
T +43 / (0)512 / 504-23452
M +43 / (0)664 / 8372126
wolfgang.schobersberger@tirol-kliniken.at



PD Hannes Gatterer PhD

Institut für Alpine Notfallmedizin
Eurac Research
I-39100 Bozen, Hypatiastr. 2
T +39 / 0471 / 055
hannes.gatterer@eurac.edu



Prim. PD Dr. Mathias Ströhle, MBA

Abteilung Anästhesie und Intensivmedizin
Bezirkskrankenhaus Kufstein
A-6330 Kufstein, Endach 27
T +43 / (0)5372 / 6966-4800
mathias.stroehle@bkh-kufstein.at



Dr. Tobias Huber FRGS

Institut für Anästhesie und Intensivmedizin
Salzkammergut Klinikum Vöcklabruck
A-4840 Vöcklabruck, Dr.-Wilhelm-Bock-Str. 1
tobias.huber@bergrettung.at



Prim. Mag. Dr. Günther Sumann DESA EDIC
Präsident

Abteilung für Anästhesie und Intensivmedizin
Kardinal Schwarzenberg Klinikum GmbH
A-5620 Schwarzach im Pongau
Kardinal-Schwarzenbergplatz 1
guenther.sumann@ks-klinikum.at



Dr. Anita Maruna

Krankenanstalt Radstadt-Obertauern,
Dr. Aufmesser GmbH
A-5550 Radstadt, Judenbühel 3
anitamaruna@gmx.net



Dr. Frans van der Kallen
Kassier

A-8732 Seckau 67e
T +43 / (0)3514 / 20097
M +43 / (0)699 / 10486411
frans.vdk@aon.at



Prim. PD Dr. Peter Paal MBA PM.ME
EDAIC EDIC ESRA-DRA FERC
Vize-Präsident

Abteilung für Anästhesie und Intensivmedizin
Krankenhaus der Barmherzigen Brüder Salzburg
A-5010 Salzburg, Kajetanerplatz 1
T +43 / (0)662 / 8088 50100
peter.paal@bbsalz.at



Dr. Simon Woyke PhD

Univ.-Klinik f. Anästhesie u. Allgem. Intensivmedizin
Medizinische Universität Innsbruck
A-6020 Innsbruck, Anichstraße 35
simon.woyke@i-med.ac.at

termine 2025 / 2026

13. - 19. September 2025

Alpinmedizinischer Lehrgang, „Frühjahrs“lehrgang 2
Ort: Muttekopfhütte, Lechtaler Alpen, Österreich

www.alpinaerzteschmiede.com

26. - 28. September 2025

11th European Hypoxia Symposium
Ort: Training Centre of the German Federal Police,
Kührintalm, Berchtesgaden, Deutschland

www.hypoxiasymposium.de

27. September - 03. Oktober 2025

Alpinmedizinischer Lehrgang, „Frühjahrs“lehrgang 3
Ort: Muttekopfhütte, Lechtaler Alpen, Österreich

www.alpinaerzteschmiede.com

07. - 12. Oktober 2025

ICAR Kongress 2025
Ort: Jackson Hole, USA

17. - 18. Oktober 2025

Kongress der Österreichischen Gesellschaft für
Sportpsychiatrie und -psychotherapie 2025
Ort: Salzburg, Österreich

www.sportpsychiatrie@salk.at

07. - 08. November 2025

29. Internationale Bergrettungsärztetagung
Ort: Congress Innsbruck, Österreich

www.bergrettungsarztetagung.at

08. November 2025

Generalversammlung der ÖGAHM
Ort: Congress Innsbruck, Österreich

www.alpinmedizin.org

27. - 29. November 2025

Alpinmedizinische Fortbildungsreihe und Grundkurse C/D
2025 für das ÖÄK Diplom Alpin- und Höhenmedizin
Ort: UMIT TIROL, Hall/Tirol, Österreich

www.umat-tirol/alpindiplom

06. - 12. Dezember 2025

39. Sportärztewoche
Ort: Kaprun

www.sportaerztewoche.com

24. - 30. Januar 2026

Alpinmedizinischer Lehrgang, Winterlehrgang 1
Ort: Heidelberger Hütte, Silvretta, Österreich

07. - 13. Februar 2026

Alpinmedizinischer Lehrgang, Winterlehrgang 2
Ort: Heidelberger Hütte, Silvretta, Österreich

www.alpinaerzteschmiede.com

22. - 25. Februar 2026

WMS Winter Conference
Ort: Lake Tahoe, NV, USA or virtual

termine 2026

11. - 17. April 2026

Alpinmedizinischer Lehrgang, Winterlehrgang 3

Ort: Franz-Senn-Hütte, Stubaier Alpen, Österreich

17. - 23. Mai 2026

Alpinmedizinischer Lehrgang, Frühjahrslehrgang 1

Ort: Bruck an der Mur, Österreich

18. - 20. Mai 2026

ISMM/BMMS 9th World Congress on Mountain Medicine

Ort: Hathersage, Peak District, UK

20. Mai 2026

International Hypothermia Day

Ort: Hathersage, Peak District, UK

14. - 20. Juni 2026

Alpinmedizinischer Lehrgang, Sommerlehrgang 1

Ort: Franz-Senn-Hütte, Stubaier Alpen, Österreich

27. Juni - 03. Juli 2026

Alpinmedizinischer Lehrgang, Sommerlehrgang 2

Ort: Franz-Senn-Hütte, Stubaier Alpen, Österreich

05. - 11. September 2026

Alpinmedizinischer Lehrgang, „Frühjahrslehrgang“ 2

Ort: Muttekopfhütte, Lechtaler Alpen, Österreich

19. - 25. September 2026

Alpinmedizinischer Lehrgang, „Frühjahrslehrgang“ 3

Ort: Muttekopfhütte, Lechtaler Alpen, Österreich

6. - 11. Oktober 2026

ICAR Kongress 2026

Ort: Innsbruck, Österreich

24. Oktober 2026

Allgäuer Bergrettungstag

Ort: Bad Hindelang, Deutschland

20. - 22. November 2026

30 Jahre BExMed – die Jubiläumstagung

Ort: Garmisch-Partenkirchen, Deutschland

www.alpinaerzteschmiede.com

www.alpinaerzteschmiede.com

www.bexmed.de

termine



Wenn nicht zustellbar, bitte zurück an den Absender

Absender:
Katrín Pühringer
Lehrnrain 30a
A-6414 Mieming