

Bergsteigen auf allen Kontinenten

Teil 1: Medizinische Herausforderungen bei Hypothermie und Erfrierungen

Ulf Gieseler
Speyer

Unterwegs zu sein auf den Gipfeln der Welt, ist für jeden Bergsteiger sowohl eine alpinistische Herausforderung als auch ein Abenteuer. In insgesamt 3 Beiträgen gebe ich meine persönlichen Erfahrungen als Expeditionsarzt wieder.

Will man die hohen Berge auf allen Kontinenten besteigen, so sind es neben den alpinistischen Herausforderungen oft auch medizinische Probleme, mit denen sich der begleitende Expeditions- und Trekkingarzt konfrontiert sieht. Er sollte nicht nur ein breites allgemeinmedizinisches Wissen, sondern auch einen Blick über den eigenen Tellerrand hinaus in andere Teilgebiete haben. Kenntnisse zur chirurgischen Wundversorgung, Höhen-, Reise- und Sportmedizin sind hilfreich.

In Deutschland haben bisher 10 Alpinisten die höchsten Gipfel aller Kontinente bestiegen, die sogenannten Seven Summits. Die Einteilung von Alpinisten und Geografen ist nicht immer deckungsgleich. Diese zählen den Elbrus und die Carstensz-Pyramide zu Asien. Tabelle 1 gibt die heute überwiegend akzeptierte alpinistische Einordnung wieder.

Die Berge Mount Vinson und Mount McKinley (Denali)

In diesem Beitrag informiere ich über die speziellen Probleme an sehr kalten Bergen in der Nähe der Pole. Sie stellen an die Alpinisten besondere

Bergsteigen an den hohen Bergen der Welt ist einerseits ein unvergessliches Abenteuer, andererseits aber auch mit gewissen Risiken verbunden. Ziel dieses Beitrages ist es, auf die oft nur unzureichend dargestellten Probleme von Hypothermie und Erfrierungen hinzuweisen. In heutiger Zeit sind Erfrierungen im Alltag sehr selten und so sind das Interesse und die Erfahrung der Krankenhäuser sehr gering. Nur einige wenige Kliniken des Alpenraumes machen hier eine Ausnahme und können auf eigene Behandlungserfolge oder Studien zurückgreifen. Mit drei Beiträgen in diesem Jahr will ich sowohl aus alpinistischer als auch medizinischer Sicht als Expeditionsarzt anhand 20jähriger Erfahrungen an den hohen Bergen sowie der vorliegenden Literatur und Studien einige ausgewählte, häufige Probleme darstellen.

Herausforderungen. Durch ihre Lage sind sie anspruchsvoller, als die Gipfel nahe des Äquators, wie zum Beispiel der Kilimandscharo oder der Cotopaxie in Ecuador. Der Grund: Die Ausdehnung der Troposphäre ist an den Polen nur halb so hoch wie am Äquator. Das Verhältnis beträgt circa 8:16 km. Dadurch ist die Luftsäule über den Alpinisten und somit der Luftdruck an den Polen nur halb so hoch. Als Folge des verminderten Luftdrucks haben sie nur die Hälfte des Sauerstoffpartialdruckes zur Verfügung. Die Anforderungen des Denali (63. nördlicher Breitengrad) entsprechen deshalb in etwa den Anforderungen eines 7000ers im Himalaja am 28. Breitengrad. Der Mount Vinson am 78. Grad südlicher Breite entspricht einem 6000er.



Abb. 1 Gipfelgrat des Denali.

Tab. 1 Seven Summits und Kontinente.

Kontinent	Gipfel	Höhe (m)	Land
Europa	Elbrus	5642	Kaukasus/Russland
Nordamerika	Mount McKinley	6194	Alaska/USA
Südamerika	Aconcagua	6962	Argentinien
Ozeanien/Australien	Carstensz-Pyramide	4884	Neuginea/Indonesien
Antarktis	Mount Vinson	4897	International
Asien	Mount Everest	8850	Nepal/Tibet
Afrika	Kilimandscharo	5895	Tansania

Tab. 2 Stadien der Hypothermie.

Stadium	Leitsymptom	Körperkerntemperatur
HT 1	Bewusstsein klar mit Muskelzittern	35–32°C
HT 2	Verlangsamt, kein Zittern mehr	32–28°C
HT 3	Bewusstlos	28–24°C
HT 4	Klinisch tot, Wiederbelebung in Einzelfällen möglich	14–13,7°C
HT 5	Tod (irreversible Hypothermie)	< 13°C

HT = Hypothermie

Der Denali ist aus meiner Sicht nicht nur der alpinistisch anspruchsvollere, sondern auch der interessantere Berg. Nach offiziellen Statistiken erreichen jährlich etwa 50% aller Bergsteiger seinen Gipfel, in manchen Jahren aber auch nur 30%. Die Besteigung dauert etwa 18 Tage, die Distanzen über den Kahiltna Gletscher sind sehr lang und der Gipfelgrat ist ausgesetzt und wesentlich steiler. Im Gegensatz zum Mount Vinson muss am Denali mit hohen Schneemengen gerechnet werden. Am Mount Vinson sollte man circa 10 Tage einplanen. Die Temperaturen waren bei mir mit -45°C deutlich tiefer als am Denali.

Es gibt an diesen Bergen keine Träger wie im Himalaja. Die komplette Ausrüstung und die Nahrungsmittel werden in Rucksäcken und auf Schlitten selbst transportiert. Für jeden kommen gut 45 kg zusammen.

Für beide Berge gilt: Sie sind hoch, sehr kalt und sturmtost. Die Alpinisten sind in einer der extremsten und menschenfeindlichsten Regionen dieser Erde unterwegs.

Grundlagen zu Kälteschäden

Eines der Hauptprobleme an diesen Bergen sowie in großen Höhen sind neben den Höhenerkrankungen die Kälteschäden, die der Schwerpunkt in diesem Beitrag sind. So ist der Mount Vinson vom Südpol nur 1100 km entfernt, der Denali circa 3000 km vom Nordpol. Aber auch auf dem europäischen Kontinent werden am Elbrus und am Mont Blanc Kälte und Wind häufig unterschätzt. Beide Berge können ebenfalls sehr kalt und stürmisch sein. Im akklimatisierten Zustand kann man diese Gipfel einschließlich Hüttenzustieg in 2 Tagen erreichen. Sie sind von der Höhe und den alpinistischen Anforderungen in etwa gleich einzuschätzen, auch wenn die alpinistischen

Schwierigkeiten deutlich unterhalb von Denali und Mount Vinson angesiedelt sind.

Die Kältetoleranz des Menschen ist individuell sehr unterschiedlich, abhängig von körperlicher und mentaler Konstitution, Nässe, Wind, Ernährungszustand sowie Muskelmasse. Der ständige Wind zerrt nicht nur an Kleidung und Zeltwänden, sondern ganz gewaltig auch an der Psyche. Bergsteigen in Wind, Kälte und großer Höhe erfordert von den Alpinisten daher eine weit überdurchschnittliche Leidensfähigkeit und eine hohe psychische Stabilität!

Der wichtigste Kälteparameter ist neben der gemessenen Minustemperatur der Wind. Kälteschäden teilt man ein in Hypothermie (HT) und lokale Erfrierungen.

Kälteschäden durch Hypothermie

Die Ursachen einer Unterkühlung sind in der Regel alpine Unfälle wie zum Beispiel ein Sturz in eine Gletscherspalte, Verschüttung durch eine Lawine oder einfach nur körperliche Erschöpfung. Sie führt zur Zentralisation mit zunehmender Minderdurchblutung der Peripherie. Die Stadieneinteilung der Hypothermie nach Empfehlungen der International Commission for Mountain Emergency Medicine (ICAR MedCom) [1] hat sich im Gelände bewährt (Tab. 2).

Die tiefste, klinisch dokumentierte Kerntemperatur eines Menschen betrug $13,7^{\circ}\text{C}$. Erst knapp 3 Stunden nach dem Unfall konnte eine erfolgreiche Wiedererwärmung in einer Klinik eingeleitet werden. Die Betroffene hat das Ereignis ohne Folgeschäden überlebt [2].

Länger anhaltende Hypothermie geht mit Muskelzittern einher. Dies ist ein Prozess, der mit einem bis zu fünffach erhöhten Energieverbrauch und Entleerung der Glykogenspeicher verbunden ist. Ein Nachlassen von Muskelzittern bedeutet daher nicht zwangsläufig eine Besserung der Hypothermie. Diabetiker können bei fehlender oder nicht adäquater Kohlenhydrat- und Wärmezufuhr sehr schnell in eine Hypoglykämie abrutschen.

Im Gelände muss man sich überwiegend auf rein klinische Zeichen der Unterkühlung verlassen. Die Beurteilung durch Ersthelfer oder Arzt orientiert sich daher zunächst einmal an der simplen Frage: Muskelzittern: ja – nein?

Sofortmaßnahmen bei Hypothermie

Die wesentliche Sofortmaßnahme der HT 1 ist der Schutz des Patienten vor Wind und weiterer Auskühlung sowie aktive Bewegung solange die Muskeln noch zittern. Die Zufuhr von warmen, gezuckerten Getränken und Schokolade, Müsliriegeln oder anderen Kohlenhydraten füllt die entleerten Depots wieder auf. Helfer müssen bei Diabetikern den Blutzucker kontrollieren und bei zusätzlicher diabetischer Polyneuropathie Erfrierungen mit beachten.

Tab. 3 Windchill-Faktor.

Windstärke	km/h	Temperaturen in -C°									
		9	12	15	18	21	24	26	29	31	34
2	8	12	15	18	21	24	26	29	31	34	37
3	16	18	24	26	29	31	37	40	42	45	51
4	24	24	29	31	34	40	42	45	51	54	56
5	32	26	31	34	37	42	45	51	54	60	62
6	45	31	34	40	45	47	54	56	62	65	71
7	56	34	37	40	45	51	54	60	62	68	73

Liegt eine HT 2 vor, ist insbesondere bei stärkerer Verlangsamung oder Orientierungslosigkeit immer eine Klinikeinweisung erforderlich. Ein Wiedererwärmen im Gelände ist nicht möglich, sondern lediglich Schutz vor weiterer Auskühlung.

Zur Notfallversorgung bei HT 2 und HT 3 eignen sich Biwaksack oder Schlafsack sowie Lagerung der Patienten auf einer Isomatte. Sind diese bei HT 2 noch ansprechbar, gibt man ebenfalls Kohlenhydrate und warme Getränke. Eine aktive oder auch passive Bewegung sollte jedoch vermieden werden, da dies zum Bergungstod durch Kammerflimmern führen kann. Vor der Feststellung des Todes in HT 4 und 5 gilt immer noch das Gregory's Prinzip von 1972: „Nobody is dead until rewarmed and dead!“ [3]

Prophylaxe der Hypothermie

An den hohen Bergen empfinden Menschen -20°C-Lufttemperatur anders als auf den Gipfeln unserer Berge. Die hypobare Hypoxie in der Höhe führt zu einer Vasokonstriktion über eine sympatiktone Reaktion. Sie ist an tieferen Bergen viel geringer ausgeprägt.

Unterkühlungen lassen sich verhindern durch:

- Fleece- oder Wollbekleidung und Daune
- Gore-Tex® als Windschutz
- Handschuhe
- Kopfbedeckung
- Biwaksack
- warme Getränke
- Kohlenhydrate
- guter Trainingszustand

Kälteschäden durch Erfrierungen

Erfrierungen sind im Gegensatz zur Hypothermie lokale Kälteschäden, die ein verschieden starkes Ausmaß erreichen können. Ursächlich spielen neben den Minustemperaturen Faktoren wie Wind, Luftfeuchtigkeit und die Hypothermie eine entscheidende Rolle. Auf der unbedeckten Hautoberfläche entwickeln sich unter Windeinfluss und Feuchtigkeit sehr schnell extrem tiefe Temperaturen, die innerhalb weniger Minuten zu Erfrierungen führen. Betroffen sind besonders Finger, Zehen, Nasenspitze, Ohrmuscheln und Wangen.



Abb. 2 Leichte Erfrierungen der Zehen eines Diabetikers mit peripherer Neuropathie.



Abb. 3 Erfrierungen auf 8000m.



Abb. 4 Erfrierungen vor und nach Stellatumblockade.

Tab. 4 Einteilung von Erfrierungen.

	Oberflächliche Erfrierungen	Tiefe Erfrierungen
Betroffene Körperteile	Haut und Subkutis	Muskulatur, Bänder und Gelenke
Inhalt von Blasen	klare Flüssigkeit	Blut
Prognose	Gut	Schlecht

Häufigkeit

Am Denali treten laut Angabe der Ranger 3–4% Erfrierungen bei etwa 1000 Bergsteigern pro Saison auf, die von April bis Ende Juni dauert. Im Vergleich sind am Mount Vinson in der kurzen Saison Dezember–Januar nur etwa 200 Bergsteiger aus aller Welt unterwegs. Gesehen habe ich in einer Woche am Berg eine schwere Erfrierung der Nasenspitze durch alpinistisches Fehlverhalten.

Das Hospital in Chamonix beziffert seine Anzahl der Erfrierungen mit 80 pro Jahr und 1750 in 22 Jahren. 57% betrafen die Fußregion, 46% die Hand- und Fingerregion.

Risikofaktoren

An den hohen Bergen sind Windgeschwindigkeiten von 100 und mehr Kilometern pro Stunde häufig. Die Beziehung Windstärke und Temperatur wird in der Meteorologie durch den Windchill-Faktor beschrieben (Tab. 3). Innerhalb des rot markierten Temperaturbereiches können Erfrierungen an der ungeschützten Haut innerhalb von 1–3 Minuten auftreten.

Weitere Risikofaktoren sind die Behinderung der peripheren Zirkulation durch Steigeisenriemen auf Lederschuhen, zu kleine oder feuchte Schuhe sowie Handschuhe und natürlich Immobilisation. Durch Anstieg des Hämatokrits entsteht eine Viskositätserhöhung und damit eine Verschlechterung der Mikroperfusion in der Peripherie. Alkohol, Schlafmittel und Nikotin erhöhen das Risiko zusätzlich.

Nicht vergessen sollte man auch bestimmte internistische Erkrankungen, wie eine periphere Neuropathie bei langjährigem Diabetes mellitus oder den Morbus Raynaud, der mit einem Vasospasmus der peripheren Gefäße der Finger einhergeht.

In Verbindung mit Nikotin verstärkt sich die Kälteempfindlichkeit deutlich. Diese Patienten sind durch ihre geringe Kältetoleranz sehr anfällig für Erfrierungen (Abb. 2).

Schweregrade von Erfrierungen

Erfrierungen werden schulmedizinisch in 3 Stadien eingeteilt. Dies hilft bei der Akutversorgung nicht weiter, da die Nekrosen einer Erfrierung 3. Grades nicht sofort erkennbar sind. Zu Recht ist eine solche Unterteilung im Laufe der Jahre wieder mehr in den Hintergrund getreten [3, 4]. Bei der Erstdiagnose ist daher niemals eine sichere Angabe der Schwere der Erfrierungen möglich. Erst nach mehreren Tagen bis zu einer Woche lässt sich eine einigermaßen sichere prognostische Aussage treffen. Zur Akutversorgung ist die Einteilung in oberflächliche und tiefe Erfrierungen ausreichend (Tab. 4).

Akutversorgung von lokalen Kälteschäden

Bei Erfrierungen und Hypothermie werden beide Kälteschäden simultan versorgt, wobei die Hypothermie immer Vorrang hat. Die Wiedererwärmung einer Erfrierung erfolgt im ansteigend handwarmen Wasserbad von etwa 37°C. In Amerika erwärmt man mit über 40°C warmen Wasser, was aber nur nach der Applikation eines Sedativums oder Schmerzmittels möglich ist. Einreiben mit Schnee ist strikt kontraindiziert. Man erkennt in Abbildung 3 Blasen mit klarer bis leicht blutig tingierter Flüssigkeit der End- und Mittelglieder beider Hände nach Wiedererwärmung im Basecamp des Cho Oyu in Tibet. Die Therapie erfolgte mit Azetylsalizylsäure und



Abb. 5 High Camp Mount Vinson.

Antibiotika sowie sterilen Verbänden. Blasen werden am Berg niemals geöffnet, zu groß wäre die Gefahr einer schweren Infektion. Man verbindet sie lediglich steril. Eine erneute Erfrierung der geschädigten Areale, zum Beispiel bei einem langwierigen Abtransport eines Verletzten, muss unter allen Umständen vermieden werden. Erst, wenn diese sicher ausgeschlossen ist, darf mit der Wiedererwärmung begonnen werden. Die Bergschuhe werden bei Erfrierungen am Berg erst dann ausgezogen, wenn kein weiterer Weg mehr zurück gelegt werden muss, da der Fuß nach dem Ausziehen sofort anschwillt und danach nicht mehr in den Schuh passt.

Falls möglich, ist eine Hämodilution hilfreich zur Senkung des Hämatokrits und damit Verbesserung der Fließeigenschaften des Blutes. Medikamentös haben sich Azetylsalizylsäure, ein Breitbandantibiotikum und Ibuprofen als Schmerzmittel bewährt. Effektiv ist aus eigener klinischer Erfahrung auch eine Stellatumblockade. Diese hebt die Vasokonstriktion auf, was zu einer deutlichen Verbesserung der Durchblutung führt.

Man sieht in Abbildung 4 oben die deutlich weiß verfärbten „Leichenfinger“ als Folge der Vasokonstriktion. Im Bild unten die wieder gut durchblutete Hand nach Sympathikolyse. Es handelte sich um eine ältere Patientin mit Erfrierungen nach einem nächtlichen Aufenthalt im Freien bei -15°C . Zusätzlich zur Stellatumblockade gaben wir Azetylsalizylsäure, ein Breitbandantibiotikum und führten eine lokale Wundversorgung durch. Die Schäden heilten folgenlos ab.

Auch Patienten mit Morbus Raynaud leiden sehr stark unter der Kälte. Dagegen hilft eine medikamentöse Behandlung mit einem Phosphodiesterase-Hemmer wie Tadalafil oder Sildenafil [5]. Für einen Alpinisten eignen sie sich jedoch nur bedingt wegen Nebenwirkungen wie Kopfschmerzen und einer verstopften Nase. Als sehr effektiv erwies sich bei mir im Selbstversuch am Mount Vinson (Abb. 5) die Einnahme von 20 mg Nifedipin retard. Eine halbe Stunde nach Einnahme am Gipfeltag waren sowohl Finger und Zehen sehr warm. Das hielt den ganzen Auf- und Abstieg über 10 Stunden an. Nifedipin hat eine vasodilatierende Wirkung.

Bei Hypoxie und großer Kälte (hier -45°C) reagiert unser Körper über eine sympatiktone Zentralisation mit Engstellung der peripheren Gefäße. Dem lässt sich zumindest teilweise mit einem Kalziumantagonisten entgegenzutreten. Menschen mit Neigung zu einer überschießenden Vasokonstriktion werden in der Regel von dieser Behandlung profitieren. Nebenwirkungen im Sinne einer Hypotonie hatte ich nicht, was durch die Aktivierung des Sympathikus bei Kälte und hypobarer Hypoxie auch nicht zu erwarten war.

FTR 2011; 18 (2): 65–69

Mountaineering on all continents –

Part 1: Medical challenges of hypothermia and frostbite

It goes without saying that climbing the world's high mountains is a never-to-be forgotten adventure on the one hand but also fraught with danger and some risks on the other. The following contribution aims at pointing out the often incompletely explained problems of hypothermia and frostbite. Nowadays, to suffer frostbite are very rare and hence hospitals are hardly experienced or interested in how to tackle them. In the alpine region only few hospitals are an exception and can refer to successfully treated cases or studies. It is my intention to present three contributions pointing out selected but more or less frequently occurring alpine and medical incidences encountered in high mountain ranges, basing on my own experiences as an expeditionary physician and on available albeit rare literature and studies.

Key words

mountaineering – hypothermia – frostbite

Prophylaxe von Erfrierungen

Da schwere Erfrierungen sehr oft mit einem Verlust von Gliedmaßen einhergehen, kommt der Prophylaxe eine entscheidende Bedeutung zu. Dazu eignen sich aus persönlicher Erfahrung Handschuhe mit einer Kombination von Daunen- und Primaloftfüllung in Verbindung mit Seidenhandschuhen als zweite Schicht darunter. Nur eine Gesichtsmaske aus Windstopper® schützt Nase und Wangen ausreichend. Die Augen sind unter einer mit der Haut dicht abschließenden Skibrille gut geschützt. In kalten Regionen wie am Denali oder Mount Vinson haben sich Dampfsperrschichten, sogenannte „Vapor barrierer“ für Hände und Füße bewährt: Über eine dünne Seiden- oder Propylensocke zieht man einen Plastikbeutel und über ihn die Wollsocke. Dadurch verdunstet keine Feuchtigkeit mehr, die der Haut die Wärme entzieht und Ursache der kalten Zehen oder Finger ist. Für die Hände verwende ich Seidenhandschuhe und darüber einfache Erste-Hilfe-Handschuhe aus Plastik. Beides hat sich bewährt und wurde an vielen hohen Bergen von mir und anderen Alpinisten erfolgreich eingesetzt. Allerdings überwiegt häufig noch die Skepsis zu diesen Maßnahmen.

Literatur

- 1 Zafren K. Prehospital diagnosis and staging of hypothermia (ICAR). Österr. Gesellschaft für Alpin- & Höhenmedizin, Jahrbuch 2001: 11–15
- 2 Skagseth A, Gilbert M, Busund R et al. Reanimation nach akzidenteller Hypothermie von $13,7^{\circ}\text{C}$ mit Herzkreislaufstillstand. Österr. Gesellschaft für Alpin- & Höhenmedizin, Jahrbuch 2001: 31–38
- 3 Günther Suman G. Grenzen der Kältetoleranz. Österr. Gesellschaft für Alpin- & Höhenmedizin, Jahrbuch 2005: 31–44
- 4 Küpper Th, Ebel K, Gieseler U, Hrsg. Moderne Berg- und Höhenmedizin. Stuttgart: Gentner: 2010: 396–410
- 5 Caspary L, Creutzig A. Raynaud-Phänomen – Aktuelle Diagnostik und Therapie. Dtsch Med Wochenschr 2006; 131: 1223–1227

Teil 2 im nächsten Heft

Medizinische Probleme am Kilimandscharo und der Carstenz-Pyramide

Korrespondenz

Dr. Ulf Gieseler
Internist, Kardiologie-Angiologie
Intensiv-, Sport- u. Reisemedizin
Alpin- u. Expeditionsarzt (CUIAA)

www.high-mountains.de
Ulf-Gieseler@High-Mountains.de

Autorenerklärung

Der Autor erklärt, dass er keine finanziellen Verbindungen mit einer Firma haben, deren Produkt in dem Beitrag eine wichtige Rolle spielt (oder mit einer Firma, die ein Konkurrenzprodukt vertreibt).