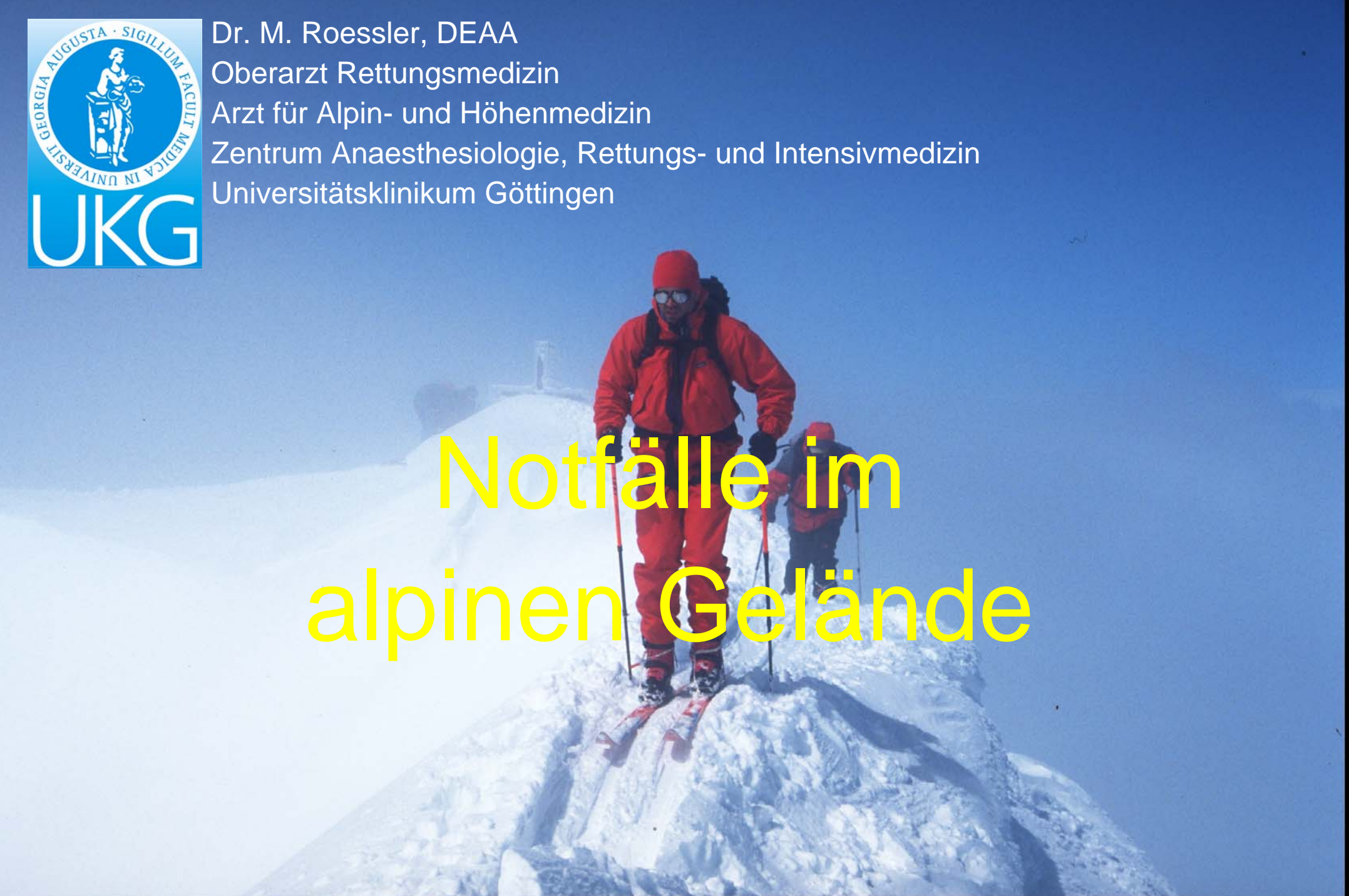




Dr. M. Roessler, DEAA
Oberarzt Rettungsmedizin
Arzt für Alpin- und Höhenmedizin
Zentrum Anaesthesiologie, Rettungs- und Intensivmedizin
Universitätsklinikum Göttingen

Notfälle im alpinen Gelände



Besonderheiten beim Bergsport

- Physiologische Besonderheiten in der Höhe
 - Erkrankungen durch Aufenthalt in der Höhe
 - Kälteschäden
 - Lawinenschäden
- 
- A person in a red jacket and dark pants stands with arms outstretched on a vast, snow-covered mountain slope. In the background, a helicopter is visible on a snowfield, and jagged, rocky mountain peaks rise against a clear blue sky.

Höhenstufen

1500 – 2500 m

Mittlere Höhen

2500 – 5300 m

Grosse Höhen

5300 – 8848 m

Extreme Höhen



Höhenstufen

1500 – 2500 m

Mittlere Höhen

- in diesen Höhenlagen grundsätzlich keine akute Höhenkrankheit



Höhenstufen

2500 – 5300 m Grosse Höhen

- Schwellenhöhe
- Körper muss sich gezielt akklimatisieren
- Akklimatisationshöhen bevorzugt in diesen Höhenlagen



Höhenstufen

5300 – 8848 m Extreme Höhen

„Todeszone“

- vollständige Akklimatisierung nicht mehr möglich
- höchste menschliche Siedlung 5340 m Aconchilqua, Chile
- Anpassung der Atmung möglich für Kurzaufenthalt. Zeitbedarf 40 Tage



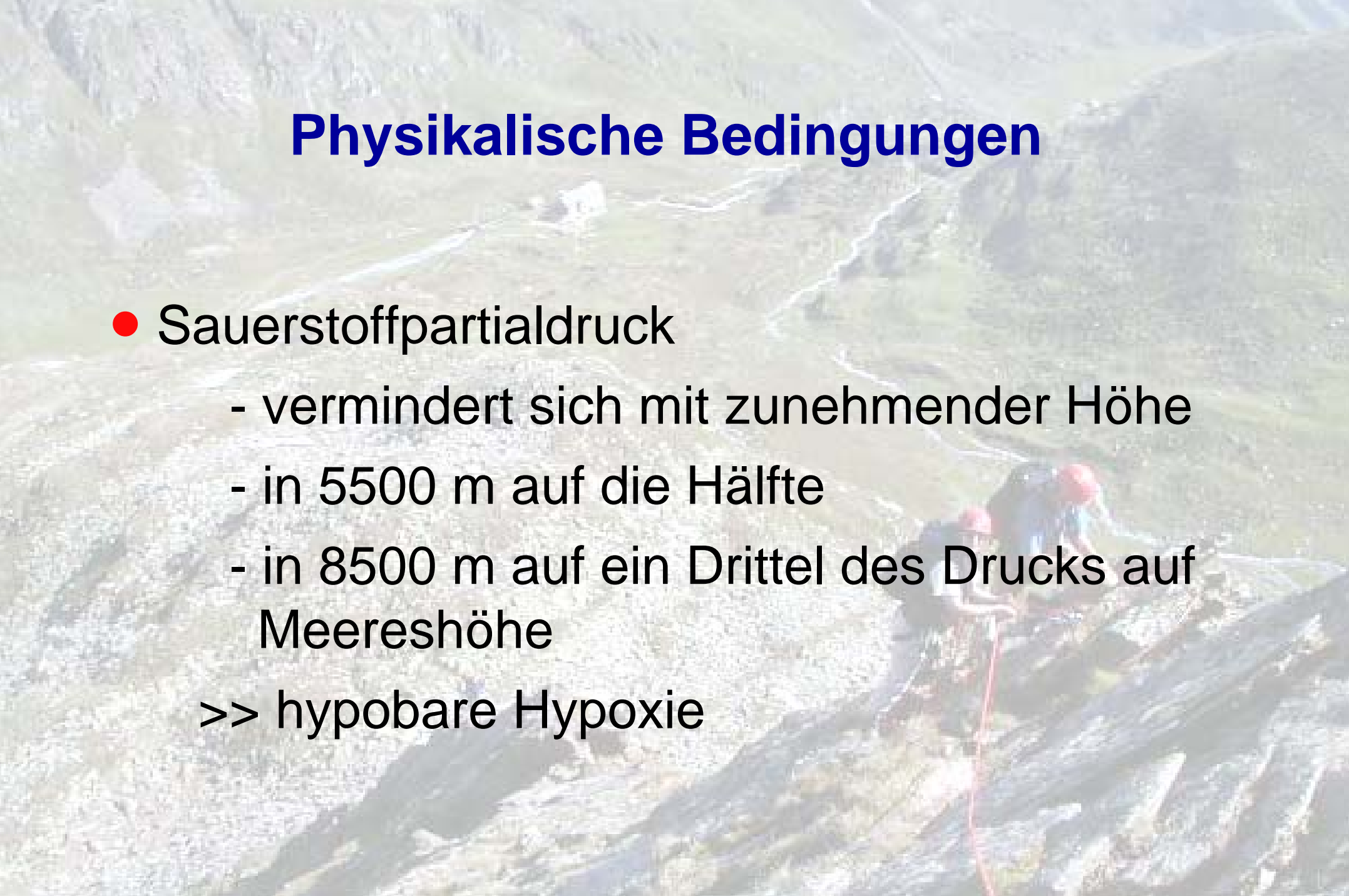
Physikalische Bedingungen

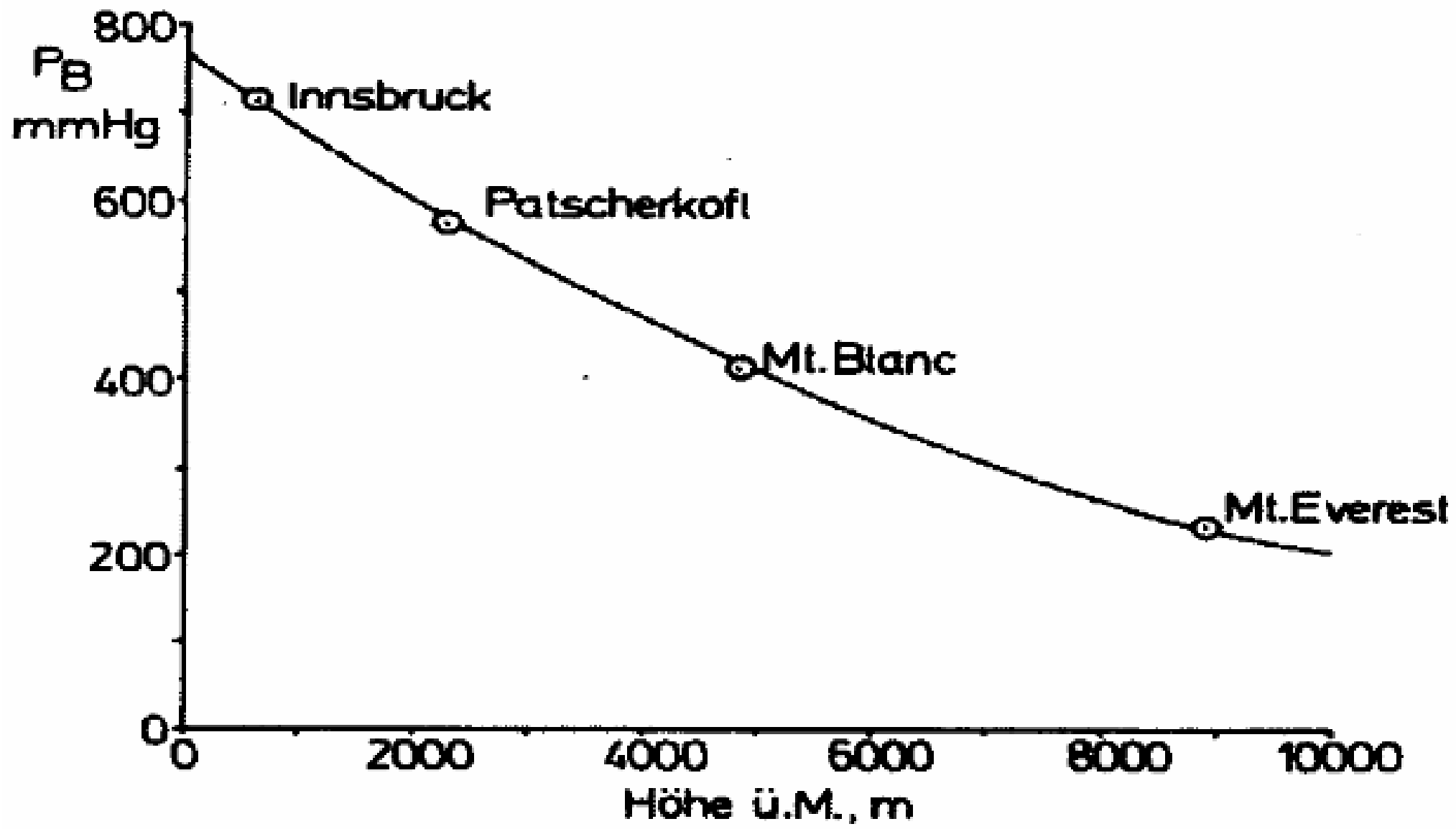
- pro 1000 Höhenmeter sinkt
 - der p_{iO_2} um 17 mmHg
 - die Temperatur um 6°C
 - die Luftfeuchtigkeit um 25 %

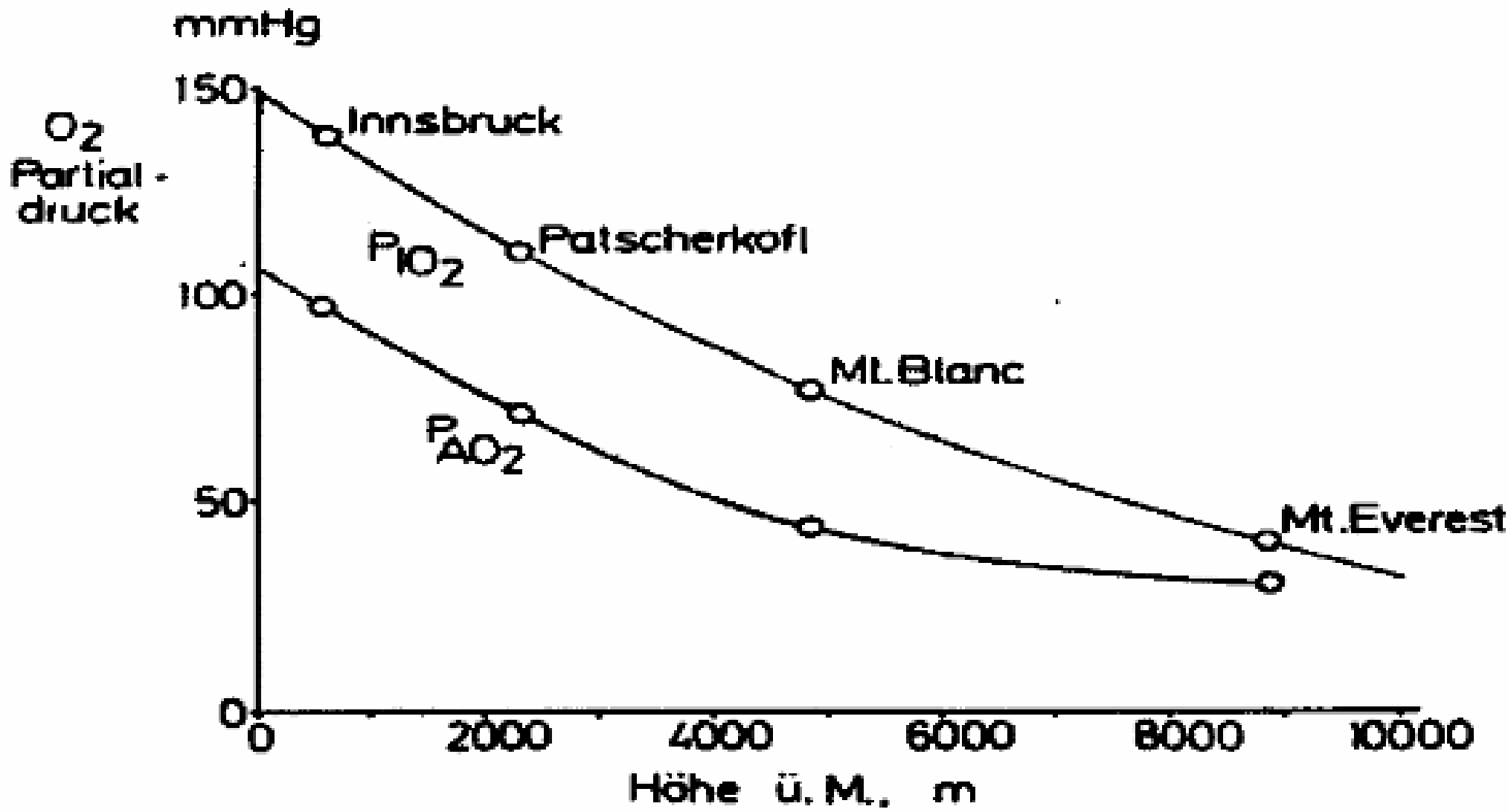


Physikalische Bedingungen

- Sauerstoffpartialdruck
 - vermindert sich mit zunehmender Höhe
 - in 5500 m auf die Hälfte
 - in 8500 m auf ein Drittel des Drucks auf Meereshöhe
- >> hypobare Hypoxie



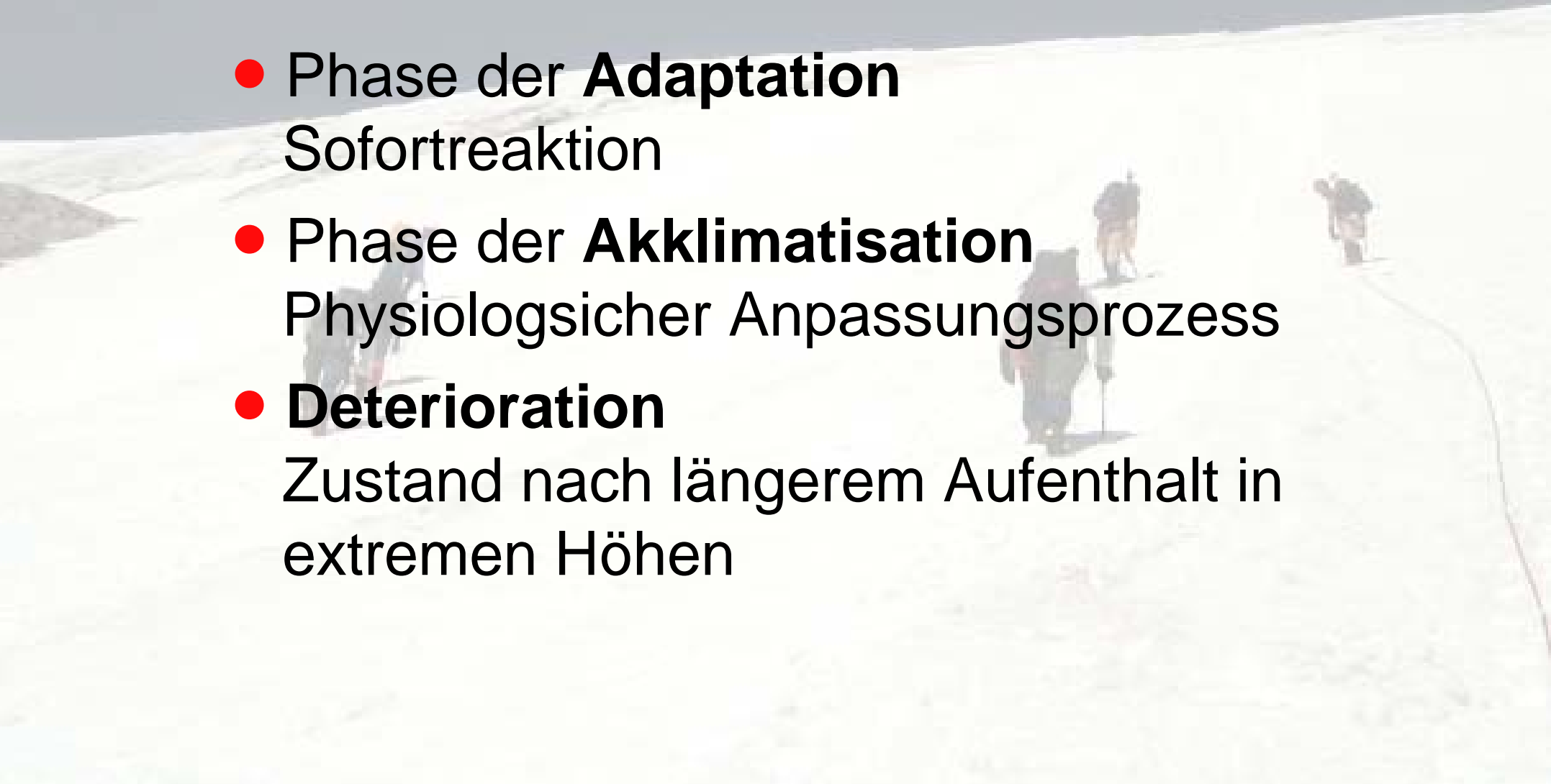






Anpassungsvorgänge

- Phase der **Adaptation**
Sofortreaktion
- Phase der **Akklimatisation**
Physiologischer Anpassungsprozess
- **Deterioration**
Zustand nach längerem Aufenthalt in extremen Höhen



Adaptation

- **Sofortreaktion**

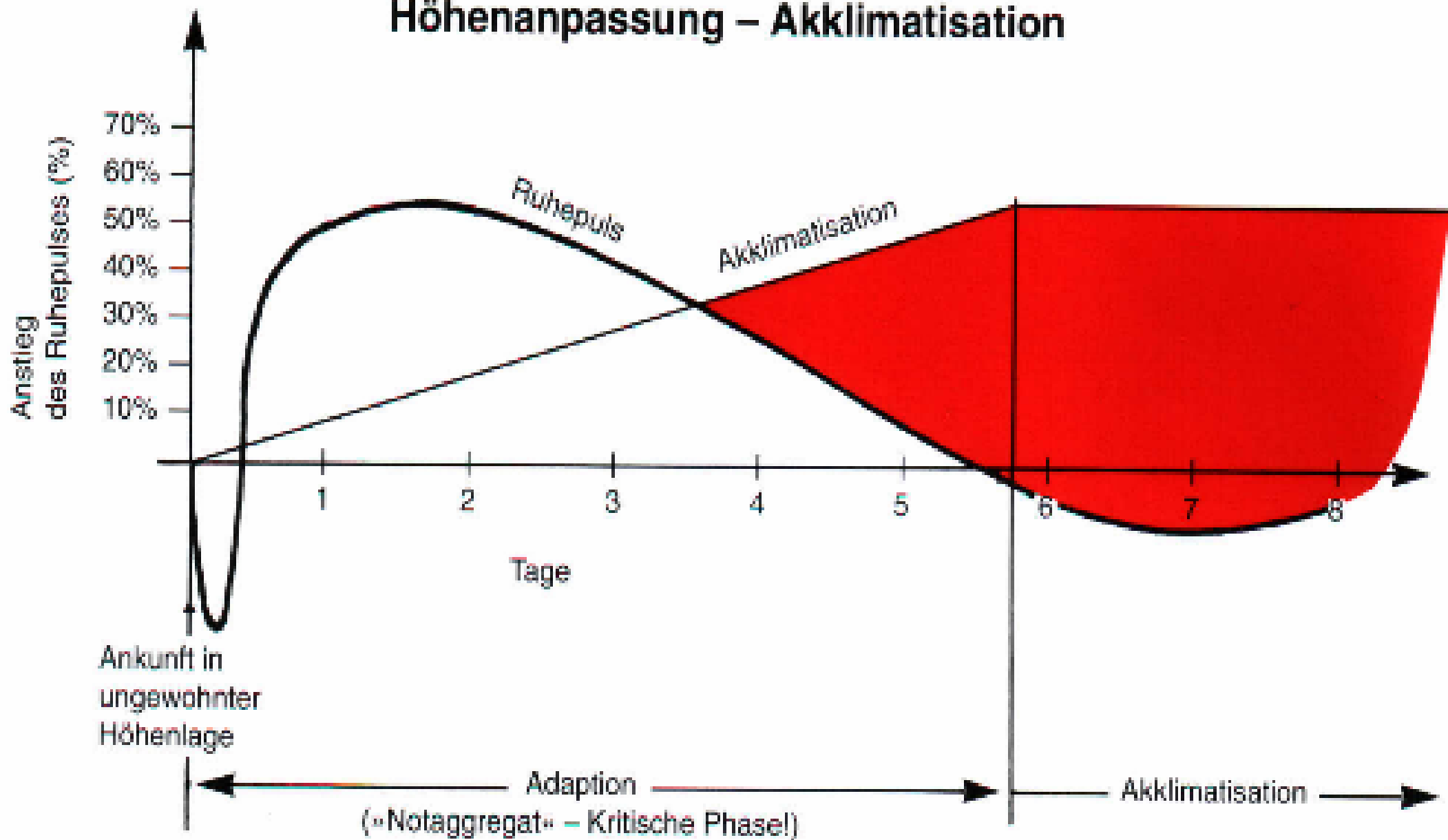
Initiale sympathoadrenerge Reaktion

- Anstieg von Herzfrequenz / Herzminutenvolumen in Ruhe und bei Belastung
- Steigerung der Atemfrequenz und des Atemzugvolumens (Hyperventilation, resp. Alkalose)

Akklimatisation

- in Höhen bis 2500 m
nach 2-4 Tagen Übergang der
Adaptationsphase in Akklimatisationsphase
 - initialer Sympathikotonus nimmt ab
 - vagales System verstärkt aktiv
- >> Rückgang des Ruhepuls als Zeichen der
Akklimatisation

Höhenanpassung – Akklimatisation



Ventilatorische Akklimation

- **Hyperventilation**

- wichtigster Anpassungsmechanismus an Höhen durch Hypoxie ab 1500 m durch Änderungen der

- **Hypoxic Ventilatory Response (HVR)**

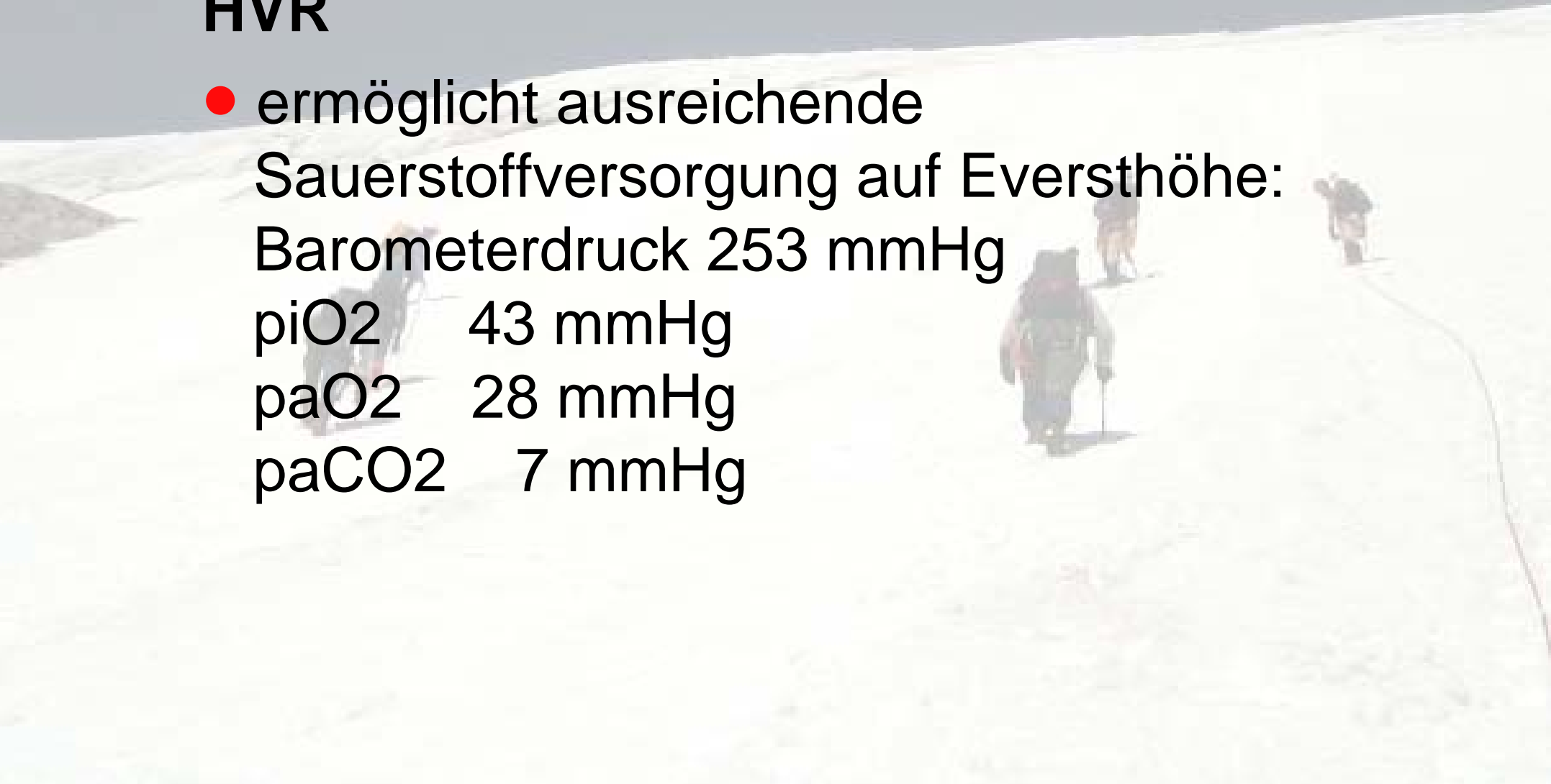
- **Hypercapnic Ventilatory Response (HVCR)**

primär durch sinkenden p_{aO_2}

Ventilatorische Akklimation

HVR

- ermöglicht ausreichende Sauerstoffversorgung auf Eversthöhe:
Barometerdruck 253 mmHg
piO₂ 43 mmHg
paO₂ 28 mmHg
paCO₂ 7 mmHg



Praxis der Höhenakklimatisation

- immer so tief wie möglich schlafen
- nach Erreichen der Schwellenhöhe (2500 m) mehrere Nächte auf dieser Höhe schlafen oder
- bei kontinuierlichem Aufstieg Schlafhöhenunterschiede 300 – 400, max. 600 m
- pro 1000 Höhenmeter zwei Nächte auf der selben Höhe schlafen
- Tagesziele maximal 1500 m höher
- möglichst mit erhöhtem Oberkörper schlafen
- auf gut durchlüftete Zelte bzw. Schlafräume achten

Salz- und Wasserhaushalt

- Physikalische Belastung steigert Wärmeproduktion bis auf das 20-fache
 - 5-fach höhere Wärmeproduktion über Stunden
- >> zusätzliche Wärmemengen können dem Körper nur durch Verdunstung von Schweiß entzogen werden

Salz- und Wasserhaushalt

Flüssigkeitsverluste über Atmung:

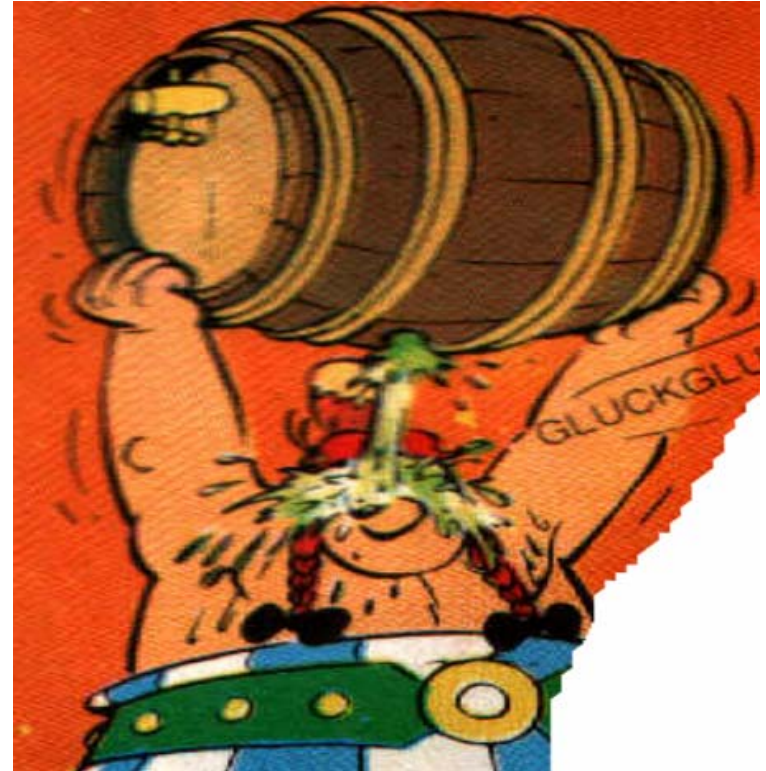
- Temperatur fällt um 1°C pro 150 m
 - Wasserdampfdruck fällt exponentiell
 - bei $+20^{\circ}\text{C}$ 17 mmHg
 - bei -20°C 1 mmHg
 - schon in 2500 m Höhe ist der Wasserdampfdruck auf $\frac{1}{4}$ gefallen
- >> 2,5 l Wasser pro Tag

Körperwasserverlust

- 1 % > Durstschwelle
- 5 % > starker Leistungsabfall, Lethargie
Appetitlosigkeit
- 7% > kaum noch Speichelproduktion,
Schlucken erschwert
- 10 % > Koordinationsstörung
- > 20 % > Hautblutungen, -risse, Tod

Verhaltensregeln

- Trinken obgleich kein Durstgefühl
- Flüssigkeitsaufnahme in kleinen Portionen über den Tag
- Vermeiden von Alkohol
- Vermeiden körperlicher Arbeit in den Stunden maximaler Sonne



Verhaltensregeln

Bei längeren Touren

- Gewichtskontrolle
- Kontrolle der Urinfarbe
- Kontrolle der Harnmenge (sec. zählen)
- Ruhepulskontrolle (Pulstagebuch)
- Orthostatischer Test
Pulsanstieg $> 25\%$ $> V. a.$ Dehydratation
- Inspektion von Lippen, Mund, Rachen



Richtige Ausrüstung

- Keine neuen Schuhe vor einer Tour !
- Professionelles Material für Polsterung und Wundversorgung



Akute Höhenkrankheit

*Jeder kann höhenkrank werden,
wenn er nur schnell genug höher steigt!*

- Akute Höhenkrankheit
Acute Mountain Sickness (AMS)
- Höhenlungenödem
High Altitude Pulmonary Edema (HAPE)
- Höhenhirnödem
High Altitude Cerebral Edema (HACE)

Akute Höhenkrankheit

3 Leitsymptome

- Höhenkopfschmerz
- Ataxie
- Plötzlicher Leistungsabfall

**Bei 2 der 3 Symptome ist die
Diagnose sicher !**

Höhenkopfschmerz

- Symptome
 - dumpf klopfende, okkzipitale oder bitemporale Schmerzen
 - häufig nachts und beim Aufwachen
 - Anstrengungen intensivieren Schmerz
 - nicht selten beim Abstieg nach Anstieg
- DD Sonnenstich, Migräne

Kopfschmerz alleine ist (noch) keine Höhenkrankheit

Milde AMS

- Kopfschmerz (Leitsymptom)
& mindestens eines der Symptome:
 - Müdigkeit
 - Schwäche
 - Appetitlosigkeit
 - Übelkeit
 - Ruheherzfrequenzanstieg $> 20\%$
 - Belastungsdyspnoe
 - Schlaflosigkeit
 - häufige nächtliche Apnoephasen
 - Apathie
 - periphere Ödeme
 - Flüssigkeitsretention (Urinmenge)

„Nobody dies from AMS but many wish they could“

AMS und Höhenkrankheit (HACE)

Leitsymptom **Ataxie**

- durch bedrohliche Zunahme des intrakraniellen Drucks
- niemals ohne 12 – 24 h bestehende AMS-Symptome (häufig verschwiegen)
- bei Verdacht Gehtest

Alarmzeichen – Lebensgefahr !

Schwere AMS / Höhenhirnödem HACE

- **Ataxie (Leitsymptom)**
 - schwerste, analgetikaresistente Kopfschmerzen
 - Übelkeit, Erbrechen
 - Schwindelzustände
 - Halluzinationen
 - Lichtscheu
 - Sehstörungen
 - vernunftwidriges Handeln
 - Bewusstseinsstörungen, Koma
 - 24 h-Urinmenge unter 0,5 l

AMS und Höhenlungenödem (HAPE)

Leitsymptom **Plötzlicher Leistungsabfall**

- unverhältnismäßige Müdigkeit
- Atemnot; anfangs bei Anstrengungen dann in Ruhe
- trockener Husten; später blutig-schaumig

**Plötzliche 2-3 fache Gehzeit,
häufig Pausen ohne Erholung**

Höhenlungenödem (HAPE)

- Ruhedyspnoe
- Orthopnoe
- Rasselgeräusche
- Tachykardie
- Erbrechen
- Fieber

CO-Vergiftung

- durch Kochen im Zelt / in Schneehöhlen
- Symptome:
 - Verwirrtheit
 - hellrote Schleimhäute
 - Kopfschmerzen
 - Übelkeit



CO₂-Narkose

- abgedichtetes Zelt
- Symptome
 - Tachypnoe
 - Zyanose
 - Schläfrigkeit



Wie AMS / HAPE / HACE erkennen ?

- Ändert sich die Stimmungslage eines Tourgefährten ?
- Rastet jemand plötzlich ungewohnt häufig ?
- Ist jemand beim Rasten auffällig still und teilnahmslos ?
- Beobachtet man einen ungewöhnlichen Leistungsabfall oder Trittunsicherheit ?

Maßnahmen bei AMS / HAPE / HACE

Milde AMS

- Rasttag
- Ibuprofen, NSAID

Schwere AMS / HACE

- Abtransport
- Sauerstoff (anfangs hohe Flussrate, dann 2-4 l/min)
- Dexamethason: initial 8 mg, dann alle 6 h 4 mg
- Überdrucksack (Gamov-Sack)





Maßnahmen bei AMS / HAPE / HACE

HAPE

- Abtransport
- Sauerstoff (anfangs hohe Flussrate, dann 2-4 l/min)
- Nifedipin ret. 20 mg alle 6 h
- Viagra (3 x 40 mg/d ?)
- Kälteschutz

So lange noch möglich: **Absteigen**

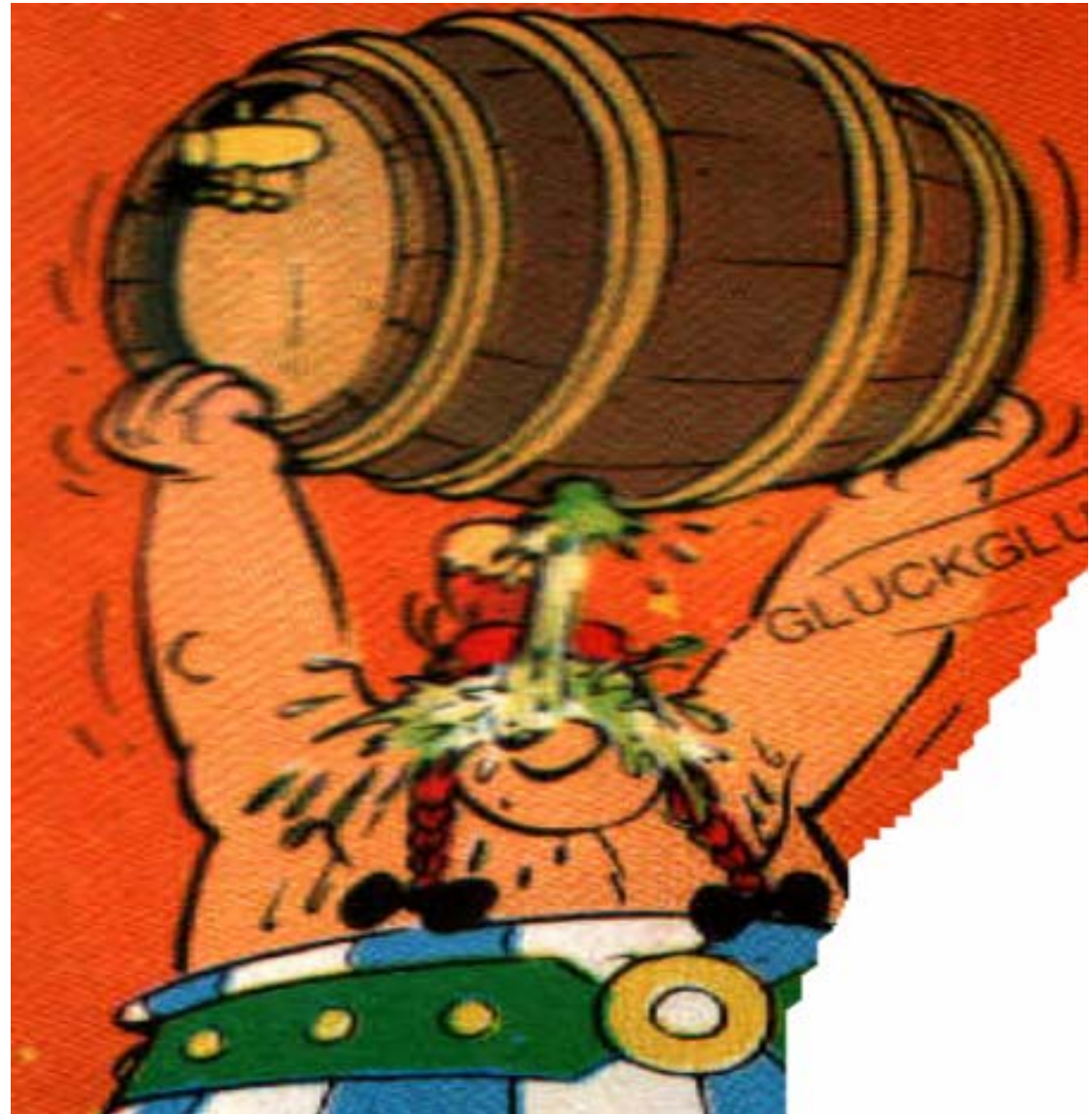


Gerinnungsstörungen und Lungenembolie

- In großen und extremen Höhen häufigste nicht-traumatologische Todesursache
- Risikofaktoren
 - Höhenpolyglobulie bei Flüssigkeitsmangel
 - Immobilität nach erschöpfender Belastung
 - bei früherer Venenthrombose
 - nach frischen Verletzungen
 - gesunde, junge Frauen:
mit Pille 3-fach erhöhtes Risiko
+ Nikotin 7-fach erhöhtes Risiko

Gerinnungsstörungen und Lungenembolie

Trinken !
Trinken !
Trinken !





Kälteschäden

- Lokaler Kälteschaden
- Erfrierungen



Örtliche Erfrierung

3 Schweregrade

- **Grad I**

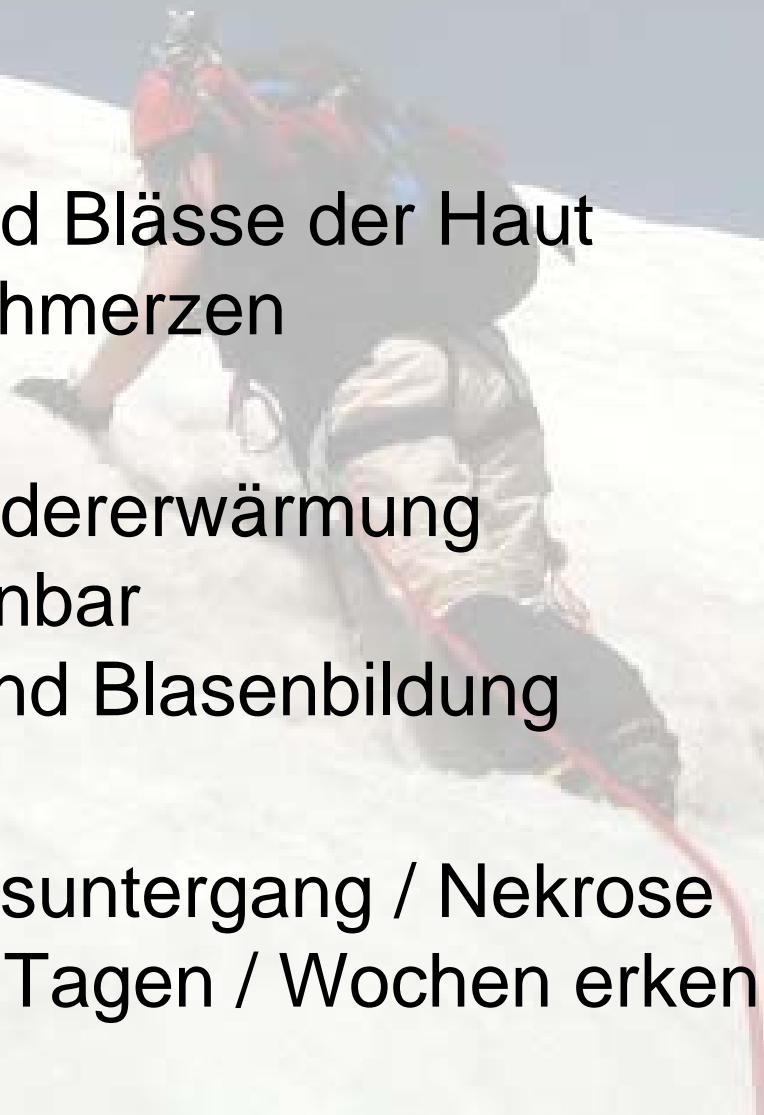
- Abkühlung und Blässe der Haut
- stechende Schmerzen

- **Grad II**

- erst nach Wiedererwärmung klinisch erkennbar
- Schwellung und Blasenbildung

- **Grad III**

- lokaler Gewebsuntergang / Nekrose
- Ausmaß nach Tagen / Wochen erkennbar





Örtliche Erfrierung

Grad II

- erst nach Wiedererwärmung klinisch erkennbar
- Schwellung und Blasenbildung

Grundsätze der Erfrierungsbehandlung

- Wiedererwärmen so früh wie möglich
- Nur dann, wenn erneuter Kälteeinfluss ausgeschlossen
- **RR – Reasonable Rewarming**
 - > Erwärmen im Wasserbad, das so warm ist, dass die Schmerzen noch zu ertragen sind

Sofortmassnahmen

- Zentrale Aufwärmung: heiße, gezuckerte Getränke
- Körperteil vor weiterer Asukühlung schützen: nasse Kleider durch trockene ersetzen
- **Kein** Einreiben mit Schnee, **nicht** massieren
- Wärmen der Körperteile am eigenen oder fremde Körperwärme
- Wenn keine allgemeine Hypothermie Körperteil aktiv bewegen
- Ggf. Aggregationshemmer

Im geheizten Raum

- Alkoholische Getränke
- Wasserbad
 - so viel heißes Wasser nachgießen wie erträglich
 - wenn möglich in 30´ auf 38°C aufwärmen
- Bei flächenhaften Erfrierungen:
feuchtwarme Umschläge
- Blasen nicht punktieren, nicht öffnen
- Extremität hoch lagern und bewegen lassen
- Ggf. Analgetika, ggf. Dextran, ggf. Heparin

Hypothermie

5 Stadien

- °I, Leichte Hypothermie, 35-32°C
 - Bewusstsein klar, Kältezittern
- °II, Mäßige Hypothermie, 32-28°C
 - Bewusstsein getrübt, häufig kein Kältezittern
- °III, Tiefe Hypothermie *mit Kreislauf*, < 28°C
 - Kreislauf vorhanden, Bewusstlosigkeit
- °IV, Tiefe Hypothermie *ohne Kreislauf*, < 28°C
 - Kreislaufstillstand, Scheintod (reversibel)
- °V, Tod, < 13,7 (9?) °C
 - Irreversibler Kältetod
 - tiefste dokumentierte reversible Hypothermie
 - 13,7 °C, eine narkotisierte Patientin 9°C

Maßnahmen

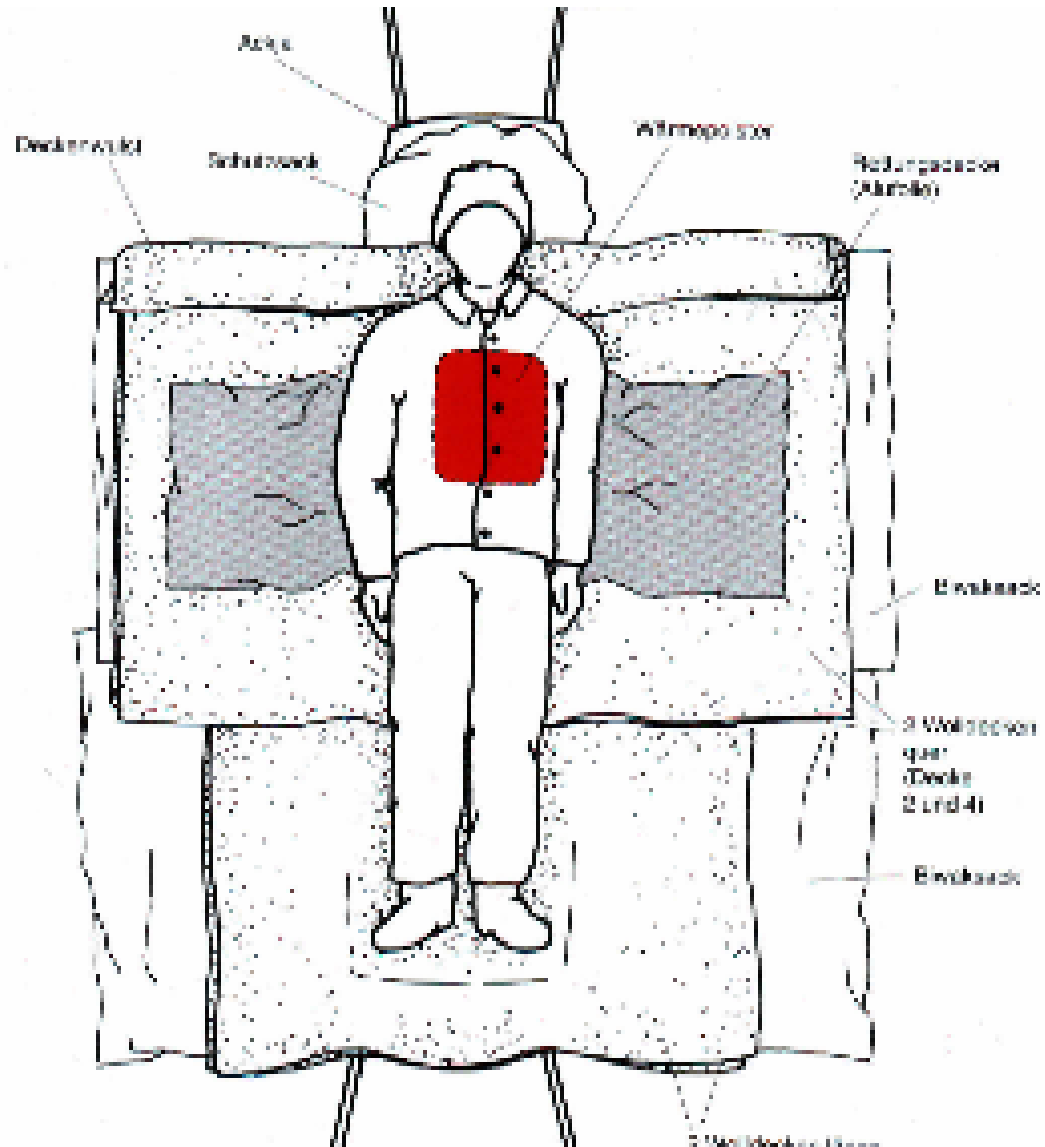
°I. leichte Hypothermie

- aktive Bewegung
- heiße, kohlenhydratreiche Getränke
- Aufwärmen in geschützter Umgebung

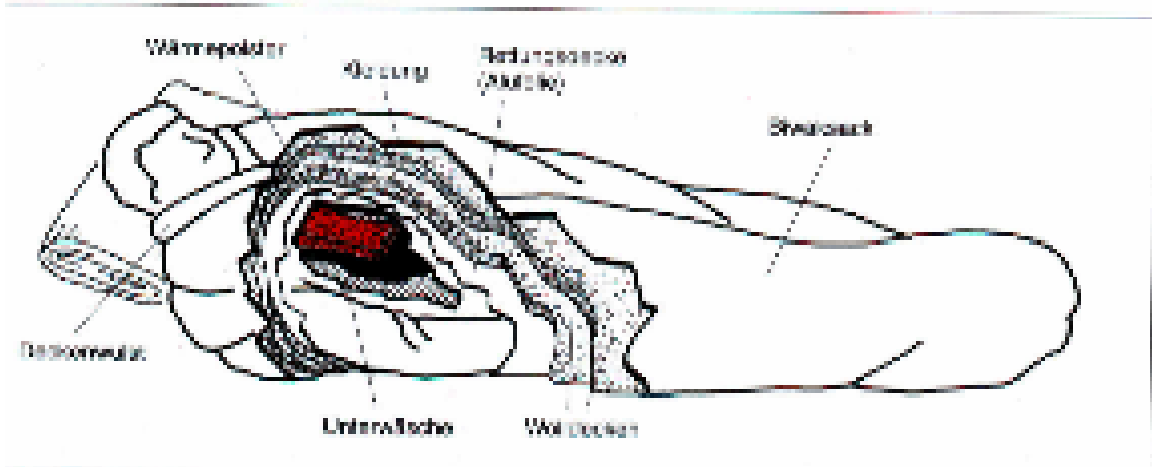
°II, mäßige Hypothermie mit getrübttem Bewusstsein

- CAVE „Bergungstod“
- Isolation zum Schutz vor Auskühlung
- „Hibler Packung“
- Liegendtransport

Hibler-Packung



Hibler-Packung



Maßnahmen

°III, Tiefe Hypothermie mit Bewusstlosigkeit

- Äußerst vorsichtige Rettung („Bergungstod“)
- Wenn i. v. Zugang ohne großen Aufwand möglich
> Intubation, sonst stabile Seitenlagerung während Transportes
- CAVE Kreislaufstillstand

Maßnahmen

°IV, Tiefe Hypothermie mit Kreislaufstillstand

- Reanimation, wenn möglich Intubation
- *Keine* Medikamente
- Maximal 3 Defibrillationsversuche
(i. d. R. erst bei $> 30^{\circ}\text{C}$ erfolgreich)
- Krankenhaus mit Möglichkeit der aktiven Erwärmung

Hypothermie

Tot oder Scheintot ?

„Totenstarre“ bei 10-20°C unsicherer Parameter !

„Asystolie“ im EKG kein sicheres Todeszeichen !

„ Totenflecken“ gelten als sicher (CAVE Prellmarken)

- Nobody is dead until he is warm and dead
- Sichere Kriterien zur Diagnose des irreversiblen Kältetodes fehlen
- Reanimation einleiten



Der Lawinenunfall

In Europa und Nordamerika
jährlich ca. 159 Lawinentote !
Tendenz steigend !

➤ Anzahl der erfahrenen Alpinisten überwiegt



A photograph of a snowy mountain slope. In the foreground, a road with white lane markings curves down the slope. In the background, a small building is visible on the mountain. The sky is overcast and grey.

Der Lawinenunfall

Schneebrett

10 x 10 m, 1 m hoch

Je nach Schneeart

20 Tonnen !

Der Lawinenunfall

Überlebenswahrscheinlichkeit

1 : 3 mit Lawinensuchgerät und Schaufel

1 : 10 mit RTH und Hund bzw. Recco

Gesamtletalität 25%

Ganzverschüttung (= Kopf und Oberkörper) 54%

Teilverschüttung (= Kopf und Oberkörper frei) 3%



Überlebenswahrscheinlichkeit

Überlebensphase = die ersten 15 Minuten

- 92% überleben
- 8% tot, meist durch Verletzung

Asphyxiephase = zwischen 15 und 30 Minuten

- Überlebenswahrscheinlichkeit sinkt auf 30%
- 62% aller Verschütteten sterben durch Ersticken (keine Atemhöhle, Aspiration, Thoraxkompression)

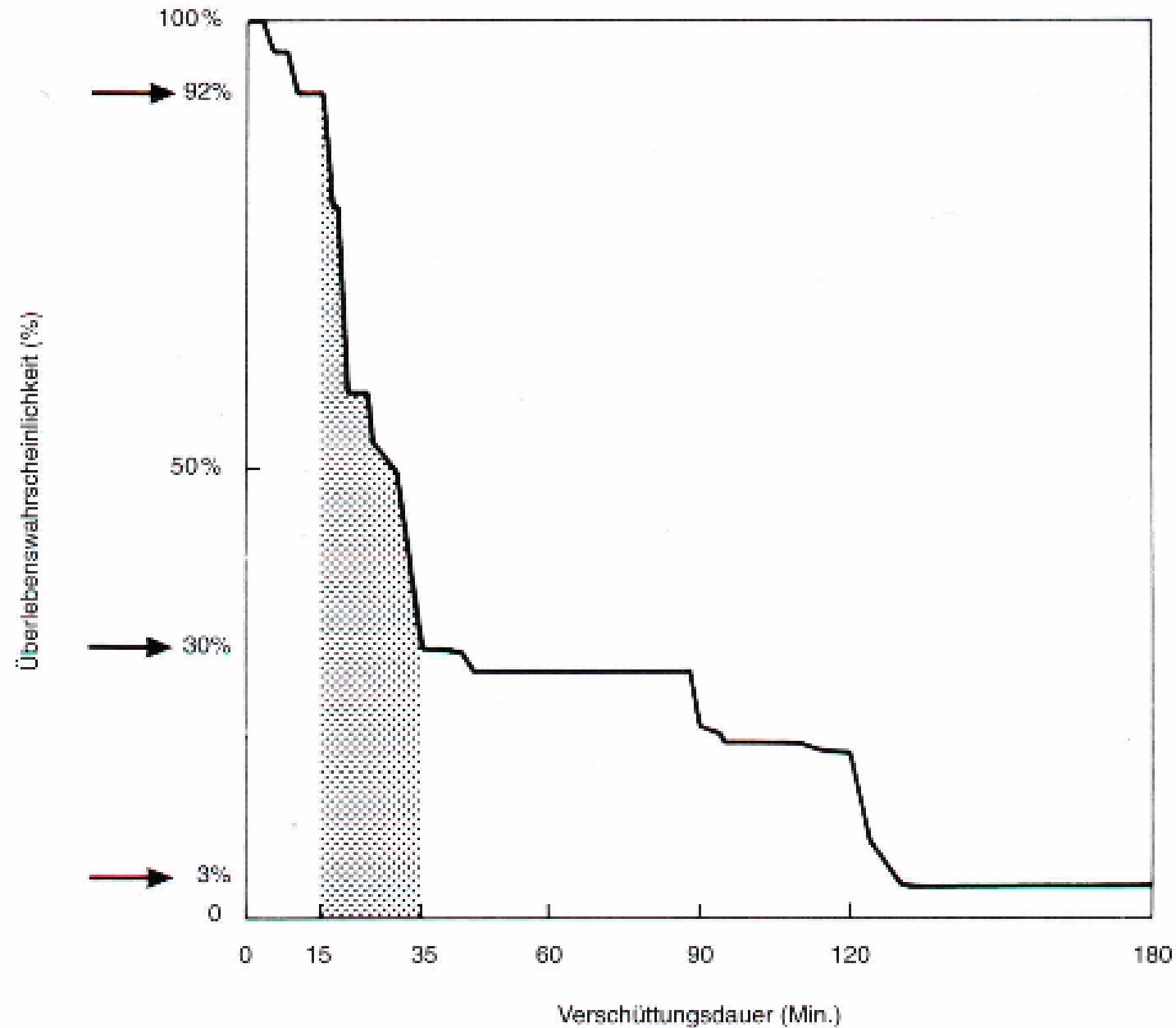
Latenzphase = 35 bis 90 Minuten

- 27% überleben dank Atemhöhle

130 Minuten

- nur 3% leben noch durch „offene Atemhöhle“

Überlebenswahrscheinlichkeit vollständig verschütteter Personen in Abhängigkeit von der Verschüttungsdauer



Lawinenabgang

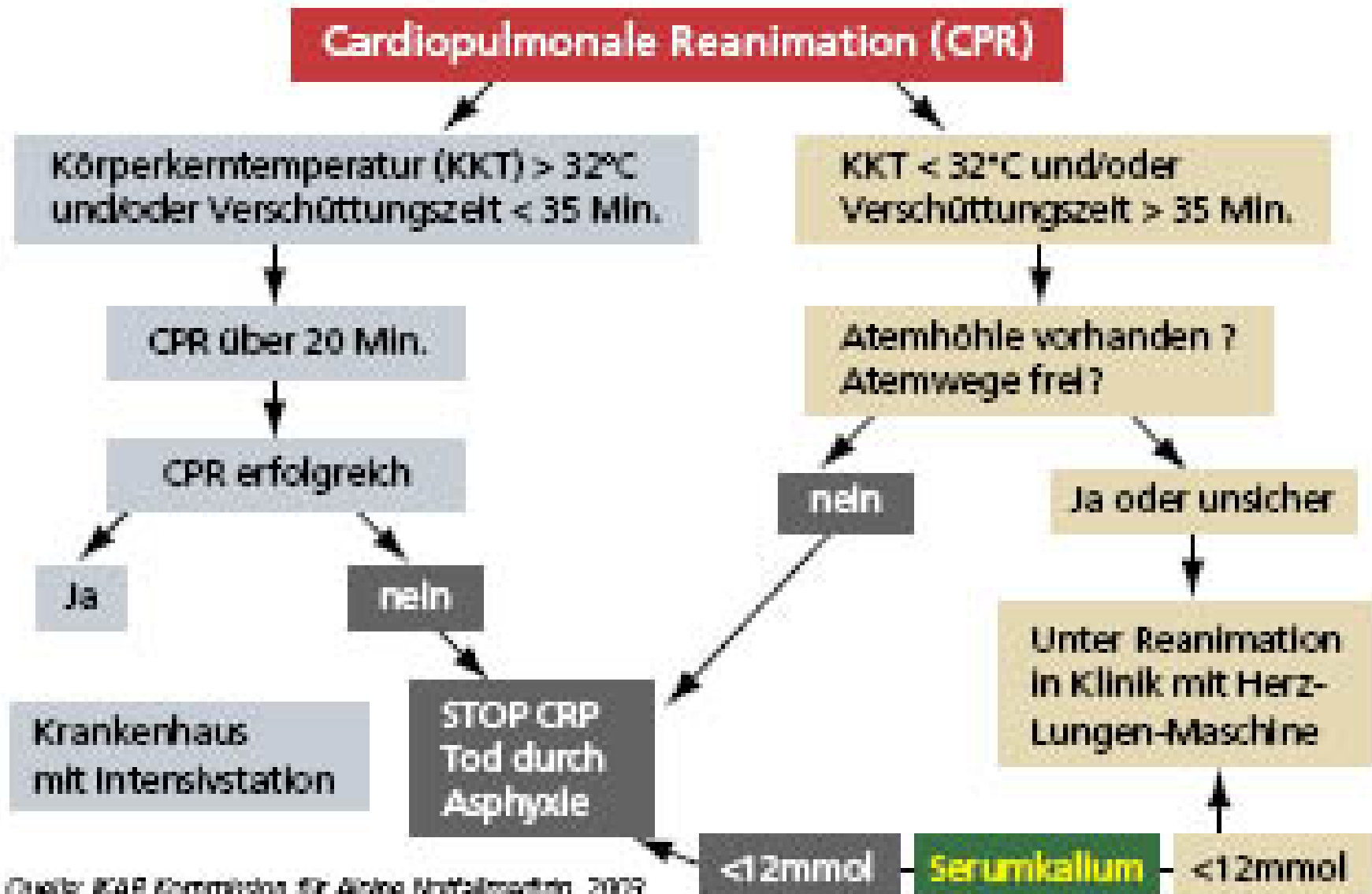
- Erfasste Person in fließender Lawine genau beobachten
- Verschwindepunkt merken
- Sofortige **Suche durch alle** nicht erfasste Personen für mindestens 15 Minuten
- Erst dann Alarmierung weiterer Kräfte durch Gruppenmitglied
- Seitlich schräges Ausgraben **mit allen** verfügbaren Mitteln
- Am Körper entlang Luftkanal zum Gesicht freigraben Atemwege freilegen





TRIAGE BEI LAWINENOPFERN MIT HKL-STILLSTAND

Beurteilung: Atemhöhle? Atemwege frei? keine tödlichen Verletzungen, EKG = Asystolie





Zusammenfassung

- Ab 2500 m ist eine Anpassung an die Höhe erforderlich, mit höhenbedingten Erkrankungen ist zu rechnen
- Die akute Höhenkrankheit ist fast immer Ausdruck einer unzureichenden Akklimatisierung
- Im alpinen Gelände ist die Kameradenhilfe bei Notfällen wie Erfrierungen oder Hypothermie von größter Bedeutung
- Bei Lawinenunfällen ist die Kameradenhilfe die wichtigste Maßnahme für ein Überleben

Fragen ?



Kurse für Alpin und Höhenmedizin

ÖGAHM www.alpinmedizin.org

BEXMED www.bexmed.de

- Winterlehrgänge
30.04. – 06.05.2005 Franz-Senn-Hütte
- Frühjahrslehrgänge
11. – 17.06.2005 Adamekhütte
18. – 24.06.2005 Adamekhütte
- Sommerlehrgänge
09. – 15.07.2005 Franz-Senn-Hütte
10. – 16.09.2005 Franz-Senn-Hütte