

# Alpin- und Höhenmedizin

Franz Berghold • Hermann Brugger  
Martin Burtscher • Wolfgang Domej  
Bruno Durrer • Rainald Fischer  
Peter Paal • Wolfgang Schaffert  
Wolfgang Schobersberger • Günther Sumann  
(Hrsg.)

# Alpin- und Höhenmedizin

Mit 124 Abbildungen

 Springer

*Herausgeber*

**Franz Berghold**

IFFB Sport- und Bewegungswissenschaften  
Universität Salzburg  
Kaprun  
Österreich

**Hermann Brugger**

Institut für Alpine Notfallmedizin  
Europäische Akademie Bozen  
Bruneck  
Italien

**Martin Burtscher**

Institut für Sportwissenschaft  
Universität Innsbruck  
Thaur  
Österreich

**Wolfgang Domej**

Medizinische Universität Graz Klinische Abt.  
Lungenkrankheiten  
Graz  
Österreich

**Bruno Durrer**

Schweizerische Gesellschaft für  
Gebirgsmedizin REGA  
Lauterbrunnen  
Schweiz

**Rainald Fischer**

Universität München  
Martinsried  
Deutschland

**Peter Paal**

Universität Innsbruck  
Innsbruck  
Österreich

**Wolfgang Schaffert**

Bayerische Bergwacht  
Siegdsdorf  
Deutschland

**Wolfgang Schobersberger**

Institut für Sport-, Alpinmedizin  
und Gesundheitstourismus  
UMIT Hall / TILAK Innsbruck  
Innsbruck  
Österreich

**Günther Sumann**

Institut für Anästhesiologie und Intensi LKH  
Vöcklabruck  
Vöcklabruck  
Österreich

ISBN 978-3-7091-1832-0

DOI 10.1007/978-3-7091-1833-7

ISBN 978-3-7091-1833-7 (eBook)

Die Deutsche Nationalbibliothek verzeichnet diese Publikation in der Deutschen Nationalbibliografie; detaillierte bibliografische Daten sind im Internet über ► <http://dnb.d-nb.de> abrufbar.

© Springer-Verlag Wien 2015

Das Werk einschließlich aller seiner Teile ist urheberrechtlich geschützt. Jede Verwertung, die nicht ausdrücklich vom Urheberrechtsgesetz zugelassen ist, bedarf der vorherigen Zustimmung des Verlags. Das gilt insbesondere für Vervielfältigungen, Bearbeitungen, Übersetzungen, Mikroverfilmungen und die Einspeicherung und Verarbeitung in elektronischen Systemen.

Die Wiedergabe von Gebrauchsnamen, Handelsnamen, Warenbezeichnungen usw. in diesem Werk berechtigt auch ohne besondere Kennzeichnung nicht zu der Annahme, dass solche Namen im Sinne der Warenzeichen- und Markenschutz-Gesetzgebung als frei zu betrachten wären und daher von jedermann benutzt werden dürften.

Der Verlag, die Autoren und die Herausgeber gehen davon aus, dass die Angaben und Informationen in diesem Werk zum Zeitpunkt der Veröffentlichung vollständig und korrekt sind. Weder der Verlag noch die Autoren oder die Herausgeber übernehmen, ausdrücklich oder implizit, Gewähr für den Inhalt des Werkes, etwaige Fehler oder Äußerungen.

Umschlaggestaltung: deblik Berlin

Fotonachweis Umschlag: © Franz Berghold

Satz: Crest Premedia Solutions (P) Ltd., Pune, India

Gedruckt auf säurefreiem und chlorfrei gebleichtem Papier

Springer-Verlag ist Teil der Fachverlagsgruppe Springer Science+Business Media  
[www.springer.com](http://www.springer.com)

## Vorwort

---

Ein Bergarzt ist ein Arzt, der auf Berge steigt. Aber braucht er dazu die Medizin? Vielleicht schon, denn über den Kreis von Professionellen hinaus – etwa alpine Hubschrauberärzte, Bergrettungsärzte, Expeditionsärzte, Alpinsportärzte – gibt es unzählige bergsteigende Ärztinnen und Ärzte, denen die Alpin- und Höhenmedizin eine hochinteressante, aufregende Brücke zwischen Beruf und Hobby schlägt.

Historisch gesehen lässt sich die Bedeutung der Alpinmedizin leichter fassen, wenn man ihre zwei deutlichen Wurzeln betrachtet: Da ist zum einen die Disziplin der alpinen Notfallmedizin, die vor etwa 60 Jahren auf der Basis des Bergrettungswesens entstand, und da ist zum anderen der Mount Everest. Dessen Erstbesteigung, übrigens ebenfalls vor etwa 60 Jahren, war die Geburtsstunde der modernen Höhenmedizin, weil sie ohne diese nicht gelungen wäre.

Es gibt zwei Themenbereiche, die aufgrund ihrer Spezifität und ihrer Eigenheiten ausschließlich uns »gehören«: Die Lawinenmedizin und die Medizin der Großen und Extremen Höhen. Die übrige Themenfülle, eine breite Palette alpinmedizinischer Inhalte, stellt dagegen keine Neuerung der modernen Medizin dar, sondern besteht aus deren Adaptierung an die oft sehr schiefe Ebene der Berge.

Vor diesem Hintergrund präsentiert dieses Buch einen faszinierenden Überblick über die aktuelle Alpin- und Höhenmedizin, wohlgerneht ohne Anspruch auf Vollständigkeit. Aber vor allem auch ohne Anspruch auf »Wahrheit«. Das erfordert allerdings den Mut zur Widersprüchlichkeit und zur oft recht dürftigen Evidenz. Im Gegensatz zum üblichen, oft geradezu manischen Bemühen um fachliche Konformität eines Kompendiums, habe ich die Autoren dieses Buches, fast alle bekannte Repräsentanten der deutschsprachigen Alpin- und Höhenmedizin, immer wieder ermutigt, ihrem ganz persönlichen Stil und ihrer Erfahrung gemäß zu schreiben, was sie für richtig halten – und nicht, was »man« für die Wahrheit hält. Das ist lebendig, das ist spannend, gerade auch im Sinne des klassischen Falsifikationsprinzips, jener so ungemein faszinierenden Wissenschaftstheorie Karl Poppers.

Ein schönes Beispiel dafür, dass unterschiedliche Festlegungen ruhig nebeneinander Platz haben, sind die sogenannten »Höhenstufen« und der Übergangsbereich zwischen Mittleren Höhen und Großen Höhen, die früher so bezeichnete »Schwellenhöhe«. Die Schwellenhöhe, in einem Bereich zwischen 2500 und 3000 m angesiedelt, kann je nach Betrachtungsweise anders definiert werden: Aufgrund physiologischer Übergänge verlangt die Medizin der Mittleren Höhen (Touristikmedizin) ein Hinaufsetzen der Schwellenhöhe bis etwa 3000 m, was bei den Medizinern der Großen Höhen (Expeditionsärzten) blankes Entsetzen hervorruft, denn sie orientieren sich bei der Schwellenhöhe an jenen Höhen, ab welchen schwere akute Höhenkrankheit auftreten kann. Wie immer im Leben kommt es also auf den Standpunkt bzw. den Blickwinkel an.

Ja, dieses Buch durchzieht thematisch auch gewissermaßen eine Art »roter Faden« innerhalb der drei Abschnitte »alpine Sportmedizin«, »alpine Unfallmedizin« und »Höhenmedizin«. Der Bogen beginnt mit den sehr unterschiedlichen alpinistischen Belastungsmustern, deren Trainierfähigkeit und energetische Taktik, was auch spezifische Ernährungsfragen

nach sich zieht. Neben höhenbedingten Einschränkungen gibt es auch gesundheitliche Einschränkungen internistischer oder orthopädischer Natur. Besonderes gilt für Kinder und Schwangere, aber auch für die junge Disziplin des Sportkletterns. Ängste werden oft verdrängt, deshalb lohnt sich ein besonderer Blick darauf. Auch Strahlenschäden an der Haut und an den Augen werden oft unterschätzt. Schließlich öffnet der Alpinsport nicht nur mit dem Klettern auch therapeutische Möglichkeiten.

Der zweite Abschnitt, »alpine Unfallmedizin«, beginnt mit dem Risikomanagement, also mit der Prävention von Bergunfällen, bevor die Besonderheiten und Herausforderungen, die Möglichkeiten und Grenzen der Erstversorgung Verunglückter im oft extrem schwierigen alpinen Gelände inszeniert werden. Blitzschäden, Kälteschäden und Lawinenunfälle erweisen sich als alpin ebenso spezifisch wie typische internistische Notfälle und die logistischen Sonderfälle des Canyoning- und Höhlenunfalls. Besondere ärztliche Einsatztaktiken, die Technik der lebensrettenden Sofortbergung und die medizinische Ausrüstung bilden ebenso Höhepunkte wie die Anforderungskriterien des modernen Berg- und Flugrettungsarztes.

Der dritte Abschnitt, »Höhenmedizin«, befasst sich mit den Phänomenen in verschiedenen Höhenlagen, dort oben, wo die Luft so dünn ist, und mit der Anpassungsfähigkeit des Menschen daran, in Zusammenhang mit den Formen, der Klinik und der Therapie der Höhenkrankheit. Er benennt die vielschichtigen Aspekte der medizinischen Ausrüstung und der ärztlichen Betreuung beim Höhentrekking oder beim Höhenbergsteigen. Nicht zuletzt öffnet der Gesundheitstourismus in alpinen Höhen ganz neue Einsichten und Möglichkeiten.

Alle Autoren verdienen unsere besondere Bewunderung und unsere dankbare Wertschätzung. Meine neun Herausgeber-Kollegen aus der Schweiz, aus Südtirol, Deutschland und Österreich haben die ihnen anvertrauten Autoren akribisch und mit nicht enden wollender Geduld betreut, wozu ich ihnen im Namen aller Leser herzlich danken möchte. Es war einfach wunderbar, diesem engagierten Team als Koordinator gedient haben zu dürfen.

**Franz Berghold**  
Frühjahr 2015

# Inhaltsverzeichnis

---

1	<b>Einleitung: Geschichte der Alpinmedizin</b> .....	1
	<i>F. Berghold, G. Flora</i>	
1.1	<b>Entstehung der Alpinmedizin</b> .....	2
1.1.1	Der Mensch und die Alpen .....	2
1.1.2	Anfänge der alpinen Rettung .....	2
1.1.3	Epoche der Entwicklung alpiner Rettungsgeräte .....	4
1.1.4	Epoche der alpinen Flugrettung .....	5
1.2	<b>Geschichte der Medizin Großer und Extremer Höhen</b> .....	7
1.2.1	Frühe Berichte über die Höhenkrankheit .....	7
1.2.2	Eine nationale Tragödie als Geburtshelfer der modernen Höhenmedizin .....	8
1.2.3	Höhenmedizin als entscheidender Faktor auf den letzten Metern .....	9
1.2.4	The Silver Hut und andere höhenmedizinische Projekte .....	11
	<b>Literatur</b> .....	11
<b>I</b>	<b>Alpine Sportmedizin</b>	
2	<b>Spezifische Belastungsmuster des Alpinsports</b> .....	15
	<i>M. Philippe</i>	
2.1	<b>Beliebte Bergsportarten</b> .....	16
2.2	<b>Exzentrische und konzentrische Belastungen</b> .....	17
2.2.1	Exzentrisch vs. konzentrisch Drehmomente .....	17
2.2.2	Belastungsspezifische Fasertypenaktivierung .....	17
2.2.3	Kinematische, kinetische und neuronale Kontrollstrategien .....	18
2.2.4	Energieverbrauch beim Bergaufgehen und Bergabgehen .....	19
2.2.5	Exzentrische Belastungen und muskuläre Schädigung .....	20
2.2.6	Anpassungen an exzentrische Belastungen .....	21
2.2.7	Praktische Relevanz .....	21
2.3	<b>Belastungsmuster im Spezialfall Klettern</b> .....	21
2.3.1	Sauerstoffaufnahme und Energiebereitstellung .....	21
2.3.2	Leistungslimitierende Faktoren beim Klettern .....	22
2.3.3	Kraft- und Ausdauerfähigkeit der Fingerflexormuskulatur bei Kletterern .....	22
	<b>Literatur</b> .....	23
3	<b>Trainingslehre und Steigtaktik beim Bergwandern und Bergsteigen</b> .....	27
	<i>M. Faulhaber, H. Gatterer</i>	
3.1	<b>Generelle Prinzipien der Trainingsgestaltung</b> .....	28
3.1.1	Regelmäßigkeit .....	28
3.1.2	Trainingswirksamer Reiz und Progressivität .....	28
3.1.3	Wechsel von Belastung und Erholung .....	28
3.1.4	Individualisierung .....	28
3.1.5	Periodisierung und Spezifizierung .....	28
3.2	<b>Training bergsportrelevanter motorischer Fähigkeiten</b> .....	29
3.2.1	Ausdauertraining .....	29
3.2.2	Kräftigungstraining .....	31
3.3	<b>Steigtaktik</b> .....	33

3.3.1	Geh- und Steigtempo.....	33
3.3.2	Bergabgehen .....	34
	<b>Literatur.....</b>	<b>34</b>
<b>4</b>	<b>Ernährung beim Bergwandern und Bergsteigen.....</b>	<b>37</b>
	<i>V. Veitl</i>	
4.1	<b>Ernährungsanforderungen beim Bergsport .....</b>	<b>38</b>
4.1.1	Bergwandern .....	38
4.1.2	Bergsteigen.....	39
4.2	<b>Wie viel Essensvorrat ist für eine Tour notwendig?.....</b>	<b>39</b>
4.3	<b>Reichliches Frühstück für alle Tage und vor dem Aufstieg .....</b>	<b>40</b>
4.4	<b>Tourenverpflegung für den Alpinsportler.....</b>	<b>41</b>
4.5	<b>Wasserhaushalt: Flüssigkeitszufuhr .....</b>	<b>42</b>
4.5.1	Gewichtsverlust .....	43
4.5.2	Flüssigkeitsverlust.....	44
4.6	<b>Essen während der Bergtour .....</b>	<b>45</b>
4.6.1	Energieversorgung: Kohlenhydrate oder Fett? .....	45
4.6.2	Nahrungsergänzung: aktuell gesicherte Fakten .....	46
4.7	<b>Ernährung für Bergwanderer und Bergsteiger .....</b>	<b>46</b>
	<b>Literatur.....</b>	<b>48</b>
<b>5</b>	<b>Grenzen der Leistungsfähigkeit in verschiedenen Höhenlagen.....</b>	<b>49</b>
	<i>M. Bartscher</i>	
5.1	<b>Bestimmende Faktoren für die Ausdauerleistungsfähigkeit .....</b>	<b>50</b>
5.1.1	Die maximale Sauerstoffaufnahme (VO <sub>2</sub> max) .....	50
5.1.2	Dauerleistungsschwelle (% VO <sub>2</sub> max).....	54
5.1.3	Bewegungsökonomie .....	55
5.2	<b>Höhe und Kälte.....</b>	<b>55</b>
5.3	<b>Bedeutung von Zusatzgewichten .....</b>	<b>55</b>
5.4	<b>Höchstleistung und Limitierung in Extremer Höhe .....</b>	<b>56</b>
	<b>Literatur.....</b>	<b>57</b>
<b>6</b>	<b>Bergsteigen und Bergwandern mit Vorerkrankungen .....</b>	<b>59</b>
	<i>R. Fischer</i>	
6.1	<b>Vorerkrankungen .....</b>	<b>60</b>
6.1.1	Koronare Herzerkrankungen .....	60
6.1.2	Arterielle Hypertonie .....	61
6.1.3	Herzinsuffizienz .....	61
6.1.4	Herzrhythmusstörungen und Schrittmacher .....	61
6.1.5	Asthma .....	62
6.1.6	Chronisch-obstruktive Atemwegserkrankungen .....	62
6.1.7	Interstitielle Lungenerkrankungen .....	62
6.1.8	Pulmonale Hypertonie.....	63
6.1.9	Anämien.....	63
6.1.10	Antikoagulation.....	63
6.1.11	Diabetes mellitus.....	63
6.1.12	Gastrointestinale Probleme .....	64
6.1.13	Neurologische Probleme.....	64

6.1.14	Adipositas .....	64
6.2	<b>Medikamentöse Empfehlungen und Einschränkungen</b> .....	64
	<b>Literatur</b> .....	65
7	<b>Orthopädische Probleme beim Bergsteigen</b> .....	67
	<i>T. Hochholzer</i>	
7.1	<b>Kniegelenk und untere Extremität</b> .....	68
7.1.1	Femoropatellares Schmerzsyndrom .....	68
7.1.2	Therapeutisches Vorgehen beim femoropatellaren Schmerzsyndrom .....	69
7.1.3	Verwendung von Skistöcken, Ausrüstung.....	70
7.1.4	Knochenmarködem des Kniegelenks .....	71
7.2	<b>Rückenbeschwerden</b> .....	72
7.3	<b>Bergsteigen mit Hüft- und Knieprothesen</b> .....	73
	<b>Literatur</b> .....	74
8	<b>Besonderheiten des Kinder- und Jugendbergsteigens</b> .....	75
	<i>S. Kriemler</i>	
8.1	<b>Körperliche Besonderheiten</b> .....	76
8.2	<b>Höhe</b> .....	77
8.2.1	Allgemeines .....	77
8.2.2	Akute Bergkrankheit .....	77
8.2.3	Höhenlungen- und Höhenhirnödem .....	82
8.3	<b>Vorbeugung und Therapie</b> .....	84
	<b>Literatur</b> .....	85
9	<b>Schwangerschaft, Antikonzeptiva und Bergsteigen</b> .....	87
	<i>E. Baumgartner</i>	
9.1	<b>Sport und Schwangerschaft</b> .....	88
9.2	<b>Bergsteigen und Schwangerschaft</b> .....	88
9.2.1	Kardiopulmonale Veränderungen in Großen Höhen .....	89
9.2.2	Negative Effekte von Großen Höhen.....	90
9.2.3	Bergsteigen in Großen und Extremen Höhen.....	90
9.3	<b>Antikonzeptiva bei Höhenbergsteigen</b> .....	91
	<b>Literatur</b> .....	93
10	<b>Akute und chronische Schäden durch Sportklettern</b> .....	95
	<i>V. Schöffl</i>	
10.1	<b>Terminologie</b> .....	96
10.2	<b>Unfallrisiko</b> .....	96
10.3	<b>Verletzungen und Überlastungen</b> .....	98
10.3.1	Ringbandverletzungen .....	98
10.3.2	Tenosynovitis .....	99
10.3.3	Frakturen und Epiphysenfrakturen jugendlicherKletterer .....	101
10.3.4	Lumbricalis-Shift-Syndrom.....	101
10.3.5	Verletzungen beim Sturz.....	101
10.3.6	Fußprobleme .....	102
10.3.7	Möglichkeiten zur Unfallvermeidung .....	103
	<b>Literatur</b> .....	104



11	<b>Therapeutisches Klettern – eine Extremsportart geht neue Wege</b> .....	107
	<i>V. Leichtfried</i>	
11.1	<b>Geschichtlicher Hintergrund</b> .....	108
11.2	<b>Physiologische und psychologische Aspekte des Kletterns</b> .....	108
11.3	<b>Klettern als therapeutische Intervention</b> .....	110
11.4	<b>Wissenschaftliche Evidenz</b> .....	113
	<b>Literatur</b> .....	116
12	<b>Strahlenschäden an der Haut im Hochgebirge</b> .....	119
	<i>J. Koller</i>	
12.1	<b>Physikalische Aspekte der UV-Strahlung</b> .....	120
12.2	<b>Medizinische Aspekte der UV-Strahlung</b> .....	121
12.2.1	Sofortschäden bei überhöhter UV-Strahlung.....	121
12.2.2	Spätschäden der UV-Strahlung an der Haut.....	123
12.3	<b>UV-Protektion</b> .....	123
12.3.1	Textiler UV-Schutz.....	124
12.3.2	Lichtschutzmittel.....	124
12.3.3	Lichtschutzfaktor (LSF) .....	124
12.3.4	Risiken der Anwendung von Sonnenschutzcremes .....	125
	<b>Literatur</b> .....	126
13	<b>Augenschäden im Hochgebirge</b> .....	127
	<i>G. Schhmann</i>	
13.1	<b>Einfluss Großer Höhe auf das normale visuelle System</b> .....	128
13.1.1	Allgemeine Wirkungen .....	128
13.1.2	Höhenbedingte Retinopathie .....	129
13.2	<b>Einfluss Großer Höhe bei vorbestehenden Erkrankungen</b> .....	130
13.2.1	Einäugigkeit .....	130
13.2.2	Glaukom.....	131
13.2.3	Diabetes.....	131
13.2.4	Vaskulopathien .....	131
13.2.5	Netzhautabhebung .....	131
13.2.6	Makuladegeneration (ARMD) .....	132
13.2.7	Zerebrale Faktoren .....	132
13.2.8	Refraktive Chirurgie .....	132
13.3	<b>Allgemeine Risikofaktoren in extremer Umgebung</b> .....	132
13.3.1	UV-Licht .....	132
13.3.2	Entzündungen des Auges.....	133
13.3.3	Augenverletzungen .....	133
13.3.4	Kontaktlinsen .....	134
13.3.5	Trockenes Auge .....	134
	<b>Literatur</b> .....	135
14	<b>Terrestrische und kosmische Strahlung</b> .....	137
	<i>U. Prettenhofer</i>	
14.1	<b>Physikalisch-biologische Grundlagen</b> .....	138
14.2	<b>Natürliche Strahlung</b> .....	138
14.2.1	Terrestrische Strahlung .....	138

14.2.2	Kosmische Strahlung .....	140
14.2.3	UV-Strahlung .....	140
14.3	<b>Zivilisatorische Strahlenexposition</b> .....	140
	<b>Literatur</b> .....	142
<b>II</b>	<b>Alpine Unfallmedizin</b>	
15	<b>Risikomanagement und Unfallprävention im Alpinsport</b> .....	147
	<i>M. Schwiersch</i>	
15.1	<b>Studienlage und Ergebnisse</b> .....	148
15.1.1	Methodischer Ansatz .....	148
15.1.2	Studien und Stichproben .....	149
15.1.3	... und das Ergebnis: Take-Home-Message I .....	149
15.2	<b>Risikomanagement von Skitourenggehern</b> .....	149
15.2.1	Lawinenbezogenes Wissen .....	149
15.2.2	Lawinenbezogene Verhaltensfehler von Skitourenggehern .....	151
15.3	<b>Risikomanagement beim Bergwandern</b> .....	153
15.3.1	Trittsicherheit und Kondition von Bergwanderern .....	153
15.3.2	Bergwandercard als Hilfe zum Risikomanagement .....	153
15.4	<b>Risikomanagement von Hallenkletterern</b> .....	154
15.4.1	Verhaltensfehler beim Hallenklettern im Überblick .....	154
15.4.2	Dynamische Sicherungsgeräte und »Halbautomaten«: Unterschiede .....	156
15.5	<b>Fazit: Take-Home-Message II</b> .....	157
	<b>Literatur</b> .....	159
16	<b>Angstzustände im Alpinsport</b> .....	161
	<i>F. van der Kallen</i>	
16.1	<b>Angst und die neuroendokrine Stressreaktion</b> .....	162
16.1.1	Meilensteine der Stressforschung .....	162
16.1.2	Symptomatik von Angst und Stress .....	162
16.1.3	Kontrollierter oder unkontrollierbarer Stress: die innere Bewertung .....	164
16.1.4	Angst und Stress als Krankheit .....	164
16.2	<b>Höhenschwindel und Höhenangst</b> .....	166
16.2.1	Höhenschwindel .....	166
16.2.2	Höhenangst .....	167
16.3	<b>Pharmakologische Interventionen bei Angstzuständen am Berg</b> .....	167
16.3.1	Kurzfristige Interventionen .....	168
16.3.2	Langfristige Interventionen .....	168
16.4	<b>Stress und die akute Berg- und Höhenkrankheit</b> .....	169
16.5	<b>Fazit</b> .....	169
	<b>Literatur</b> .....	169
17	<b>Alpine Traumatologie</b> .....	171
	<i>C. Kruis</i>	
17.1	<b>Einsatzstrategien</b> .....	172
17.2	<b>Grundlagen</b> .....	172
17.2.1	Wundmanagement .....	172
17.2.2	Frakturen .....	173

17.2.3	Luxationen.....	174
17.2.4	Amputationsverletzungen.....	174
17.2.5	Schwerstverletzungen.....	174
17.3	<b>Schädel-Hirn-Traumata</b> .....	174
17.4	<b>Wirbelsäule und Rückenmark</b> .....	175
17.5	<b>Thorax</b> .....	175
17.5.1	Stumpfes Thoraxtrauma.....	175
17.5.2	Penetrierendes Thoraxtrauma.....	176
17.5.3	Thoraxdrainage: Minithorakotomie.....	176
17.6	<b>Bauch</b> .....	176
17.6.1	Stumpfes Bauchtrauma.....	176
17.6.2	Offenes Abdominaltrauma.....	176
17.7	<b>Becken</b> .....	176
17.8	<b>Obere Extremität</b> .....	177
17.8.1	Schlüsselbeinfraktur – Schulterergelenksprennung.....	177
17.8.2	Schulterluxation.....	177
17.8.3	Ellbogenluxation.....	178
17.9	<b>Untere Extremität</b> .....	179
17.9.1	Oberschenkel/Hüftgelenk.....	179
17.9.2	Kniegelenk.....	179
17.9.3	Unterschenkel.....	179
17.9.4	Sprungelenk.....	179
	<b>Literatur</b> .....	180
18	<b>Blitzunfälle im Gebirge</b> .....	181
	<i>P. Paal</i>	
18.1	<b>Prävention</b> .....	182
18.2	<b>Verletzungsmechanismen</b> .....	183
18.3	<b>Verletzungen</b> .....	185
18.4	<b>Risikoabschätzung und -management beim Rettungseinsatz</b> .....	186
18.5	<b>Patientenbeurteilung und Erstversorgung</b> .....	187
18.6	<b>Triage</b> .....	187
	<b>Literatur</b> .....	188
19	<b>Hypothermie</b> .....	189
	<i>B. Durrer, H. Brugger</i>	
19.1	<b>Klinische Stadieneinteilung</b> .....	190
19.1.1	Stadium I.....	190
19.1.2	Stadium II.....	190
19.1.3	Stadium III.....	190
19.1.4	Stadium IV.....	190
19.1.5	Stadium V.....	190
19.2	<b>Differentialdiagnose</b> .....	191
19.2.1	Bewusstlose Unterkühlte.....	191
19.2.2	Leblose Unterkühlte.....	191
19.2.3	Tot oder scheintot?.....	192
19.3	<b>Maßnahmen am Notfallort</b> .....	193
19.3.1	Allgemeine Maßnahmen.....	193

19.3.2	Stadium I	193
19.3.3	Stadium II	193
19.3.4	Stadium III	193
19.3.5	Stadium IV	194
19.3.6	Zielkrankenhaus	194
19.4	<b>Praktische Tipps</b>	194
19.4.1	Schutz vor weiterer Auskühlung	194
19.4.2	Stay and play or load and go?	196
	<b>Literatur</b>	196
20	<b>Erfrierungen</b>	199
	<i>R. Oberhammer, E. Cauchy</i>	
20.1	<b>Ursachen und Risikofaktoren</b>	200
20.2	<b>Pathophysiologie</b>	200
20.3	<b>Klinisches Bild</b>	200
20.4	<b>Klassifikation und Prognose</b>	201
20.5	<b>Bildgebung</b>	201
20.6	<b>Behandlung</b>	203
20.7	<b>Prähospitale Behandlung</b>	203
20.7.1	Allgemeines	203
20.7.2	Wiedererwärmung	203
20.7.3	Schmerzbehandlung	203
20.7.4	Wundbehandlung	204
20.8	<b>Behandlung im Krankenhaus</b>	204
20.8.1	Allgemeines	204
20.8.2	Vasodilantien und Thrombolyse	204
20.8.3	Chirurgische Behandlung	205
20.9	<b>Prävention</b>	205
	<b>Literatur</b>	205
21	<b>Lawinenmedizin</b>	207
	<i>H. Brugger, B. Durrer</i>	
21.1	<b>Pathophysiologie</b>	208
21.1.1	Verschüttungsgrad	208
21.1.2	Verschüttungsdauer	208
21.1.3	Atemwege und Atemhöhle	208
21.1.4	Hypothermie	208
21.1.5	Verletzungen	209
21.2	<b>Notfallmedizinische Maßnahmen</b>	209
21.2.1	Algorithmus zur Behandlung von Lawinenverschütteten	210
	<b>Literatur</b>	213
22	<b>Internistische Notfälle im Gebirge</b>	215
	<i>W. Schaffert</i>	
22.1	<b>Neurologische Probleme</b>	216
22.1.1	Typische und häufige Ursachen plötzlicher Bewusstseinsstörungen	216
22.1.2	Andere Ursachen eines plötzlichen Bewusstseinsverlusts	217
22.1.3	Differenzialdiagnostik und Therapie des Kopfschmerzes	218

22.1.4	Epilepsie.....	219
22.1.5	Transitorisch ischämische Attacke und Schlaganfall .....	220
22.1.6	Periphere Nervenausfälle, Taubheitsgefühle und Lähmungen.....	220
22.1.7	Hirnnervenlähmungen, schwere Schwindelzustände .....	221
22.2	<b>Akute Herz-Kreislauf-Probleme</b> .....	221
22.2.1	Risikobewertung bisher beschwerdefreien älteren Bergsteigern .....	222
22.2.2	Risikobewertung bei bekannter Herzerkrankung .....	222
22.2.3	Akute Herzerkrankungen, Myocarditis .....	223
22.2.4	Kardiomyopathie .....	223
22.2.5	Allergischer Schock, Hitzschlag .....	223
22.3	<b>Akute Atemungsprobleme</b> .....	224
22.3.1	Asthma bronchiale .....	224
22.3.2	Akute Atemnot .....	225
22.3.3	Chronisch obstruktive Lungenerkrankung (COPD).....	225
22.3.4	Andere Ursachen für Atemnot .....	226
22.4	<b>Diabetes mellitus</b> .....	226
22.5	<b>Gastrointestinale Erkrankungen</b> .....	227
22.6	<b>Akuter Extremitätenschmerz</b> .....	227
23	<b>Lebensrettende Sofortbergung</b> .....	229
	<i>K. Hoi</i>	
23.1	<b>Maßnahmen zur Risikoreduzierung beim Bergsport</b> .....	230
23.2	<b>Lehrbeispiel für Kameradenrettung</b> .....	230
23.2.1	Geschichte .....	231
23.2.2	Analyse .....	234
23.3	<b>Rückzugmethode</b> .....	235
23.3.1	Vorbereitung je nach Anseilart .....	236
23.3.2	Abseilverankerung vorbereiten .....	236
23.3.3	Passives Abseilen .....	236
23.3.4	Seilrolle .....	236
23.3.5	Einmannbergetechnik .....	237
	<b>Literatur</b> .....	238
24	<b>Terrestrische Bergrettung: spezifische ärztliche Einsatztaktiken</b> .....	239
	<i>F. Elsensohn</i>	
24.1	<b>Besondere Einsatzbedingungen</b> .....	240
24.2	<b>Traumamanagement</b> .....	241
24.2.1	Schmerztherapie .....	241
24.2.2	Volumentherapie .....	242
24.3	<b>Spezifische alpine Notfallsituationen</b> .....	243
24.3.1	Lawinenunfall .....	243
24.3.2	Spaltensturz .....	244
24.3.3	Hängen im Seil .....	244
24.3.4	Internistischer Notfall .....	244
24.3.5	Sucheinsatz .....	245
24.3.6	Massenunfall .....	245
24.3.7	Kombinierter Einsatz .....	245
24.3.8	Einsatzabbruch .....	245

24.3.9	Todesfeststellung .....	245
24.4	<b>Ausrüstung</b> .....	246
	<b>Literatur</b> .....	247
25	<b>Canyoning- und Höhlenunfall</b> .....	249
	<i>I. Soteras, G. Strapazon</i>	
25.1	<b>Besondere Gefahren</b> .....	250
25.1.1	Canyoning .....	250
25.1.2	Höhlenklettern .....	251
25.2	<b>Verletzungsmuster</b> .....	251
25.2.1	Canyoning .....	251
25.2.2	Höhlenunfall .....	252
25.3	<b>Canyoning- und Höhlenrettung</b> .....	253
25.3.1	Bergung, Risikomanagement und Kommunikation .....	254
25.3.2	Ausrüstung .....	254
25.3.3	Patientenbeurteilung, Erstversorgung und Abtransport .....	255
	<b>Literatur</b> .....	256
26	<b>Möglichkeiten und Grenzen terrestrischer Notfallmedizin im alpinen Gelände</b> .....	257
	<i>B. Ziegler</i>	
26.1	<b>Einsatzplanung und Vorbereitung</b> .....	258
26.2	<b>Diagnostik und Erstmaßnahmen</b> .....	258
26.2.1	Ersteindruck (»5-Second-Round«) .....	259
26.2.2	A für »Airway« .....	259
26.2.3	B für »Breathing« .....	259
26.2.4	C für »Circulation« .....	259
26.2.5	D für »Disability« .....	260
26.2.6	E für »Exposure« .....	260
26.3	<b>Spezielle Maßnahmen</b> .....	260
26.3.1	Atemwegssicherung und Beatmung .....	260
26.3.2	Narkose und Analgosedierung .....	261
26.3.3	Wärmemanagement .....	262
26.3.4	Lagerung .....	263
26.3.5	Kardiopulmonale Reanimation .....	263
26.4	<b>Abtransport</b> .....	264
	<b>Literatur</b> .....	264
27	<b>Möglichkeiten und Grenzen der alpinen Helikopterrettung</b> .....	267
	<i>B. Durrer</i>	
27.1	<b>Luftrettung</b> .....	268
27.1.1	Landung am Notfallort möglich .....	268
27.1.2	Schwebender Verlad des Patienten .....	268
27.1.3	Windenaktion (25 – 50 – 90 m) .....	268
27.1.4	Windenabseilgerät (WAG) – Variables Tau .....	269
27.1.5	Taurettung: Line- und Longline-Aktionen .....	269
27.1.6	Kombinierte Boden-Luftrettung .....	269
27.2	<b>Entscheidungsalgorithmus einer Bergrettungsaktion</b> .....	269

27.2.1	Einsatzvorbereitung des Bergrettungsarztes .....	269
27.2.2	Entscheidungen der Helicrew über dem Notfallort .....	270
27.3	<b>Medizinische Maßnahmen am Notfallort</b> .....	270
27.3.1	»Load and go« im schwierigen oder gefährlichen Gelände? .....	271
27.3.2	»Treat and run« im schwierigen Gelände? .....	271
27.3.3	»Stay and play« im schwierigen Gelände? .....	271
27.3.4	Notärztliche Maßnahmen im Gelände .....	272
	<b>Literatur</b> .....	274
28	<b>Anforderungen an den Bergrettungsarzt und den alpinen Flugrettungsarzt</b> .....	275
	<i>F. Elsensohn, B. Durrer</i>	
28.1	<b>NACA-Schema</b> .....	276
28.2	<b>Allgemeine Anforderungen an den Bergrettungsarzt</b> .....	276
28.3	<b>Spezielle medizinische Anforderungen</b> .....	276
28.4	<b>Ausrüstung</b> .....	277
28.5	<b>Alpinistische und rettungstechnische Kompetenz</b> .....	277
28.6	<b>Menschliche Kompetenz</b> .....	278
28.7	<b>Voraussetzungen des Umfelds</b> .....	279
28.8	<b>Ausbildungsmöglichkeiten</b> .....	279
28.9	<b>Anforderungskriterien an den alpinen Flugrettungsarzt</b> .....	279
	<b>Literatur</b> .....	280
29	<b>Rucksackapotheke des Bergsteigers und des bergsteigenden Arztes</b> .....	281
	<i>F. Berghold</i>	
29.1	<b>Internationale Standards</b> .....	282
29.2	<b>Quantität: wie viel soll mitgenommen werden?</b> .....	282
29.3	<b>Qualität: Was soll mitgenommen werden?</b> .....	283
29.3.1	Grundsätze .....	283
29.4	<b>Vorschlag für die Tourenapotheke eines Bergsteigers</b> .....	283
29.5	<b>Beispiel einer Tourenapotheke für den bergsteigenden Arzt</b> .....	284
29.5.1	Allgemeines .....	284
29.5.2	Ampullen .....	284
29.5.3	Weitere Medikamente .....	284
29.6	<b>Alpinistische Notfallausrüstung</b> .....	285
29.7	<b>Alpiner Notfall: Alarmierung und Ortung</b> .....	285
29.7.1	Alarmierung .....	285
29.7.2	Ortung bzw. Mobiltelefon-Peilung .....	285
<b>III</b>	<b>Höhenmedizin</b>	
30	<b>Physik der Mittleren, Großen und Extremen Höhen: die Erdatmosphäre</b> .....	289
	<i>W. Domej, G. Schwabegger</i>	
30.1	<b>Entwicklung der Erdatmosphäre und der Sauerstoffanreicherung</b> .....	290
30.2	<b>Atmosphärenmantel</b> .....	290
30.3	<b>Gesamtluftdruck (<math>P_B</math>) und inspiratorischer Sauerstoffpartialdruck (<math>piO_2</math>) in der Höhe</b> .....	292
30.4	<b>Klimatischer Einfluss</b> .....	294

30.5	<b>Hypoxische Umgebung</b> .....	294
30.6	<b>Äquivalenzmodell: hypobare und normobare Hypoxie</b> .....	295
	<b>Literatur</b> .....	296
31	<b>Physiologie der Mittleren, Großen und Extremen Höhen</b> .....	297
	<i>W. Domej, G. Schwabberger</i>	
31.1	<b>Atemantrieb, periphere und zentrale Chemorezeption</b> .....	298
31.2	<b>Chemotransduktion</b> .....	299
31.3	<b>Hämoglobin bei akuter und chronischer Hypoxieexposition</b> .....	301
31.4	<b>Sauerstoffaffinität und Sauerstoffhalbsättigung (p50-Wert)</b> .....	302
31.5	<b>Kardiorespiratorische Funktionsänderungen unter Hypoxie</b> .....	303
31.6	<b>Herzleistung unter hypobarer Hypoxie</b> .....	304
31.7	<b>Ventilation unter Höhenbedingungen (HVR)</b> .....	305
31.8	<b>Alveolärer Gasaustausch unter hypobarer Hypoxie</b> .....	308
31.9	<b>Periodische Atemmuster und physiologische Apnoen (pB) in der Höhe</b> .....	309
	<b>Literatur</b> .....	311
32	<b>Pulmonalvaskuläre und sonstige Veränderungen unter Hypoxie</b> .....	315
	<i>W. Domej, G. Schwabberger</i>	
32.1	<b>Pulmonale Vasokonstriktion und pulmonalarterielle Hypertonie</b> .....	316
32.2	<b>Chronische Hypoxie und pulmonal-vaskuläres Remodeling</b> .....	320
32.3	<b>Sauerstoff und Höhenhypoxie</b> .....	321
32.4	<b>Respiratorische Einflussfaktoren bei Höhenaufenthalt</b> .....	321
32.5	<b>Veränderung im Laufe der Akklimation</b> .....	323
32.6	<b>Skelettmuskeleränderungen und Körpergewicht</b> .....	323
32.7	<b>Genetisch bedingte Vorteile in der Höhe</b> .....	325
	<b>Literatur</b> .....	325
33	<b>Respiratorische Farbstoffe unter Hypoxiebedingungen</b> .....	327
	<i>W. Domej</i>	
33.1	<b>Physiologische Entwicklung der Hämoglobine</b> .....	328
33.2	<b>Normalhämoglobine</b> .....	328
33.3	<b>Sauerstoffaffinität und Sauerstoffhalbsättigung (p50-Wert)</b> .....	328
33.4	<b>Hämoglobin</b> .....	329
33.5	<b>Physiologische Einflüsse auf die O<sub>2</sub>-Affinität</b> .....	330
33.6	<b>Längerfristige Mechanismen der Hypoxieanpassung seitens des Hämoglobins</b> .....	331
33.7	<b>Hämoglobine im Tierreich</b> .....	331
33.8	<b>Hämoglobine mit erhöhter Sauerstoffaffinität</b> .....	333
33.9	<b>Hämoglobine mit verminderter Sauerstoffaffinität</b> .....	333
33.10	<b>Genetisch bedingte Hämoglobinopathien</b> .....	334
33.11	<b>Sichelzellenkrankheit, Sichelzelloxyhämoglobin (HbS)</b> .....	334
33.12	<b>Thalassämien</b> .....	336
33.13	<b>Methämoglobin und HbM</b> .....	337
33.14	<b>Myoglobine, intrazelluläre O<sub>2</sub>-Transporter</b> .....	337
33.15	<b>Einfluss auf die O<sub>2</sub>-Abgabe</b> .....	338
33.16	<b>Genetische Hypoxieanpassung</b> .....	338
	<b>Literatur</b> .....	339



34	<b>Höhensimulation: Technik und Bedeutung für Medizin, Training und Forschung</b> .....	343
	<i>W. Domej</i>	
34.1	Äquivalenzmodell .....	344
34.2	Atmung unter erhöhter inspiratorischer Stickstoffkonzentration .....	345
34.3	Methoden der Hypoxieerzeugung .....	346
34.4	Hypobare Hypoxie (HHX), Dekompressionskammer .....	346
34.5	Technische Voraussetzungen der Sauerstoffseparation .....	347
34.6	Normobare Hypoxie (NHX), technische Voraussetzungen .....	348
34.7	Normobare Hypoxiekammer (NHX-SAE) .....	352
34.8	Praktische Hinweise zum Betrieb einer NHX-SAE .....	352
34.9	Präakklimatisation .....	353
	<b>Literatur</b> .....	354
35	<b>Intermittierende Hypoxie: Höhentaining und Präakklimatisation</b> .....	355
	<i>M. Faulhaber, M. Wille</i>	
35.1	<b>Höhentaining</b> .....	357
35.1.1	Klassisches Höhentaining und intermittierende Hypoxie .....	357
35.1.2	Intermittierende Hypoxie zur Steigerung der aeroben Kapazität .....	358
35.1.3	Intermittierende Hypoxie zur Verbesserung der Bewegungsökonomie .....	358
35.2	<b>Präakklimatisation</b> .....	359
	<b>Literatur</b> .....	360
36	<b>Schlaf und Atmung in der Höhe</b> .....	363
	<i>Nikolaus Netzer</i>	
36.1	Subjektive und objektive Schlafqualität in der Höhe .....	364
36.2	Was stört den Schlaf in Großer Höhe? .....	365
36.3	Schlaf und Atmung in Hypoxie: komplexer als bisher gedacht .....	366
36.4	Hypoxiesensible Zellen im Gehirn: ihre Steuerung der Atmung und ihr Einfluss auf Arousals .....	368
36.5	Schnarcher und Schlafapnoeiker in der Höhe .....	369
36.6	Gegenstrategien bei schlechtem Schlaf .....	369
36.7	Fazit .....	372
	<b>Literatur</b> .....	372
37	<b>Arterieller Blutdruck und Hypoxie</b> .....	375
	<i>W. Domej</i>	
37.1	Hochlandbewohner und Hypertoniehäufigkeit .....	376
37.2	Normotension und systemischer Blutdruck unter Höhenbedingungen .....	377
37.3	Arterielle Hypertonie und hypobare Hypoxie .....	379
37.4	Anthypertensive Medikation unter Hypoxie .....	382
	<b>Literatur</b> .....	382
38	<b>Höhentrekking und Höhenbergsteigen bei Hypertonie und koronarer Herzkrankheit</b> .....	385
	<i>R. Zweiker</i>	
38.1	Bedeutung der Hypertonie als Risikofaktor .....	386
38.2	Kreislaufphysiologische Auswirkungen der Höhe .....	386

38.3	<b>Hypertonie und Sport in Höhenlagen</b> .....	387
38.4	<b>Koronare Herzerkrankung und Sport in Höhenlagen</b> .....	389
38.5	<b>Internistische Voraussetzungen für einen Höhengaufenthalt bei Hypertonie bzw. KHK</b> .....	390
	<b>Literatur</b> .....	391
39	<b>Höhentrekking und Höhenbergsteigen bei Herzinsuffizienz</b> .....	393
	<i>S. Pätzold</i>	
39.1	<b>Adaption des Herz-Kreislauf-Systems</b> .....	394
39.2	<b>Definition der Herzinsuffizienz</b> .....	394
39.3	<b>Ursachen der Herzinsuffizienz</b> .....	394
39.4	<b>Symptomatik der Herzinsuffizienz</b> .....	394
39.5	<b>Pathophysiologie der Herzinsuffizienz</b> .....	395
39.6	<b>Herzinsuffizienz in hypoxischer Umgebung</b> .....	395
39.7	<b>Klinische Bedeutung in der Beratung bei Herzinsuffizienz</b> .....	396
39.8	<b>Herzklappenfehler und Höhengaufenthalt</b> .....	397
	<b>Literatur</b> .....	397
40	<b>Präventivmedizinische und gesundheitstouristische Aspekte der Mittleren Höhen</b> .....	399
	<i>B. Schobersberger, W. Schobersberger</i>	
40.1	<b>Physiologie der Mittleren Höhen</b> .....	401
40.2	<b>Gesundheitliches Risiko beim Bergsport in Mittleren Höhen</b> .....	401
40.2.1	Kardiovaskuläre Ereignisse beim Bergwandern und Alpinskifahren .....	402
40.2.2	Alpines Skifahren aus leistungsmedizinischer Sicht .....	403
40.3	<b>Gesundheitliche Aspekte des alpinen Wanderns</b> .....	404
40.4	<b>Mögliche Auswirkungen des Klimawandels auf den alpinen Gesundheitstourismus</b> .....	405
	<b>Literatur</b> .....	407
41	<b>Praxis der alpinistischen Höhentaktik: Höhenakklimatisation</b> .....	409
	<i>F. Berghold</i>	
41.1	<b>Höhenstufen</b> .....	410
41.2	<b>Höhentaktik und Anpassungsstrategien</b> .....	411
41.2.1	Zur Evidenz von Anpassungsstrategien .....	411
41.2.2	Zentrale Bedeutung der Genetik .....	412
41.2.3	Schlafhöhendistanz oder Steigtempo? .....	412
41.2.4	Einzelhöhen oder Durchschnittsdistanz? .....	412
41.2.5	Taktischer und therapeutischer Rasttag .....	413
41.2.6	Wie effektiv sind Anpassungsstrategien? .....	413
41.3	<b>Aufstiegs geschwindigkeit</b> .....	414
41.3.1	Steigtempo (»speed of ascent«) .....	414
41.3.2	Schlafhöhendistanz (»rate of ascent«) .....	414
41.4	<b>Weitere taktische Kriterien</b> .....	415
41.5	<b>Praktische Zeichen einer gelungenen Höhenakklimatisation</b> .....	416
41.6	<b>Präakklimatisation</b> .....	416
41.7	<b>De-Akklimatisation</b> .....	416
	<b>Literatur</b> .....	417

42	<b>Akute Höhenkrankheit (AMS)</b> .....	419
	<i>W. Schaffert</i>	
42.1	<b>Definition der höhenbedingten Krankheitsbilder</b> .....	420
42.1.1	Definition der AMS .....	420
42.1.2	Symptome und Diagnose der AMS .....	421
42.1.3	Differentialdiagnose der AMS .....	421
42.2	<b>Häufigkeit und Auftreten der AMS</b> .....	421
42.3	<b>Risikofaktoren zur Entwicklung von AMS</b> .....	422
42.4	<b>Pathophysiologie und Mechanismen der AMS</b> .....	423
42.5	<b>Prävention der AMS</b> .....	424
42.5.1	Nichtmedikamentöse Maßnahmen .....	424
42.5.2	Medikamente zur Vermeidung der AMS .....	425
42.6	<b>Natürlicher Verlauf und Therapie der AMS</b> .....	426
42.7	<b>Nützliche FAQ's für zukünftige Unternehmungen</b> .....	427
	<b>Literatur</b> .....	428
43	<b>Höhenlungenödem (HAPE)</b> .....	431
	<i>R. Fischer</i>	
43.1	<b>Fallbeispiel</b> .....	432
43.2	<b>Inzidenz und Mortalität</b> .....	432
43.3	<b>Typische Klinik</b> .....	433
43.4	<b>Prädisponierende Faktoren und physiologische Charakteristika</b> .....	433
43.5	<b>Pathophysiologie</b> .....	434
43.6	<b>Prophylaxe des Höhenlungenödems</b> .....	435
43.7	<b>Therapie des Höhenlungenödems</b> .....	436
	<b>Literatur</b> .....	437
44	<b>Höhenhirnödem (HACE)</b> .....	439
	<i>F. Berghold</i>	
44.1	<b>Erscheinungsformen der akuten Höhenkrankheit</b> .....	440
44.1.1	Milde bis schwere akute Höhenkrankheit (AMS) .....	440
44.1.2	Zerebrale Form der akuten Höhenkrankheit (HACE) .....	440
44.1.3	Pulmonale Form der akuten Höhenkrankheit (HAPE) .....	440
44.2	<b>Inzidenz und Letalität</b> .....	441
44.3	<b>Disposition und Risikofaktoren</b> .....	441
44.4	<b>Pathophysiologie des HACE</b> .....	441
44.4.1	Genetik und Höhe .....	441
44.4.2	Einflussfaktoren auf eine hypoxische Gehirnreaktion .....	442
44.4.3	Ödem oder Gehirnschwellung? .....	443
44.4.4	Ödemtheorien .....	443
44.4.5	Inadäquate Autoregulation? .....	444
44.4.6	Anstieg der Gehirndurchblutung (CBF) .....	445
44.4.7	Anstieg des intrakraniellen Drucks (ICP) .....	445
44.4.8	Blutungen und Mikrohaemorrhagien .....	446
44.4.9	Kapazität der Schädelkapsel .....	446
44.4.10	Ätiologische Zusammenfassung .....	446
44.5	<b>Klinik des HACE</b> .....	446
44.5.1	Das Leitsymptom Ataxie .....	446

44.5.2	Symptomatologie des HACE .....	446
44.5.3	Häufige Differenzialdiagnosen .....	447
44.6	<b>Prävention des HACE</b> .....	447
44.7	<b>Notfalltherapie des HACE</b> .....	448
44.7.1	Medikamente .....	448
	<b>Literatur</b> .....	449
45	<b>Stellenwert und Anforderungsprofil des Expeditionsarztes in Extremer Höhe</b> .....	451
	<i>W. Schaffert</i>	
45.1	<b>Historie des Bergsteigens in Extremen Höhen außerhalb der Alpen</b> .....	452
45.1.1	Trekking in abgelegenen Hochgebirgslandschaften und Besteigungseinfacher Gipfeln in der Sechstausenderregion .....	452
45.1.2	Höhenbergsteigen mit Gipfelzielen in Großer und Extremer Höhe .....	453
45.2	<b>Gesundheitsrisiken beim außeralpinen Höhenbergsteigen</b> .....	453
45.2.1	Gefährdung durch physikalische Einflüsse .....	454
45.2.2	Gefährdung durch biologische Einflüsse .....	454
45.2.3	Gefährdung durch Umweltgefahren .....	454
45.2.4	Gefährdung durch persönliche Probleme .....	454
45.2.5	Gefährdung durch politische Einflüsse .....	454
45.3	<b>Konsequenzen für die verantwortlichen Entscheidungsträger</b> .....	454
45.3.1	Anforderungen für den medizinischen Verantwortungsbereich .....	455
45.3.2	Bedeutung für den Veranstalter .....	455
45.3.3	Bedeutung für privat organisierte Höhenbergfahrten .....	455
45.4	<b>Tätigkeitsprofil des Trekking- und Expeditionsarztes</b> .....	456
45.4.1	Klinische Fähigkeiten des Expeditionsarztes .....	456
45.4.2	Bergsteigerische und expeditionspraktische Fähigkeiten .....	457
45.4.3	Anforderungen an die persönlichen Fähigkeiten .....	458
45.5	<b>Umgang mit bekannten Vorerkrankungen und Einschränkungen</b> .....	458
46	<b>Medizinische Ausrüstung für Höhentrekking und Expeditionsbergsteigen</b> .....	461
	<i>W. Schaffert</i>	
46.1	<b>Häufige oder bedrohliche Krankheitsbilder beim Höhentrekking und auf Expeditionen</b> .....	462
46.1.1	Häufige, anfangs harmlose, aber konsequent behandlungsbedürftige Beschwerden .....	462
46.1.2	Umweltbedingte Krankheitsursachen .....	462
46.1.3	Häufige internistische Krankheitsbilder .....	462
46.1.4	Ernsthafte internistische Krankheitsbilder .....	462
46.1.5	Ernsthafte Verletzungsmuster .....	462
46.1.6	Tropenmedizinische Erkrankungen .....	462
46.1.7	Schmerzen, Blutung, Atemprobleme, Bewusstlosigkeit .....	462
46.2	<b>Einflussfaktoren auf Aufteilung, Umfang und Inhalt</b> .....	463
46.2.1	Persönliche Ausrüstung der Teilnehmer .....	463
46.2.2	Persönliche Sicherheitsausrüstung .....	463
46.2.3	Notfalltasche des Arztes .....	464
46.3	<b>Basislagerapotheke</b> .....	464

46.3.1	Notfallmedikation und Ausrüstung im Deckelfach (falls vorhanden, sonst eigens verpackt) .....	464
46.3.2	Inhalt des Medikamentenpacksacks, nach Indikation gebündelt .....	465
46.4	<b>Hochlagerapotheke</b> .....	467
46.5	<b>Trekkingapotheke</b> .....	467
47	<b>Infektionsrisiken auf Bergreisen</b> .....	469
	<i>T. Valentin</i>	
47.1	<b>Allgemeines</b> .....	470
47.1.1	Risikofaktoren .....	470
47.1.2	Spektrum .....	470
47.1.3	Vektoren und Zwischenwirte .....	470
47.2	<b>Infektionskrankheiten</b> .....	470
47.2.1	Haut-Weichteil-Infektionen .....	470
47.2.2	Durchfallerkrankungen .....	471
47.2.3	Atemwegsinfektionen .....	472
47.2.4	Infektionen des Urogenitaltrakts und sexuell übertragbare Erkrankungen .....	473
47.2.5	Zoonosen .....	473
47.3	<b>Vorbereitungen</b> .....	475
	<b>Literatur</b> .....	476
48	<b>Erratum zu: Augenschäden im Hochgebirge</b> .....	E1
	<b>Serviceteil</b>	
	<b>Stichwortverzeichnis</b> .....	480

# Autorenverzeichnis

---

## **Dr. med. Evelyn Baumgartner**

Fachärztin für Frauenheilkunde und Geburtshilfe  
A-6020 Innsbruck, Sparkassenplatz 2  
E-Mail: ordination@fem-med.at

## **Univ. Prof. Dr. med. Franz Berghold**

Universität Salzburg, IFFB Sport- und Bewegungswissenschaften  
A-5710 Kaprun, Fazokasstraße 21  
Email: bergi@sbg.at

## **Priv. Doz. Dr. med. Hermann Brugger**

EURAC Research, Institut für alpine Notfallmedizin  
I-39100 Bozen, Drususallee 1  
Email: hermann.brugger@eurac.edu

## **Univ. Prof. DDr. phil. et med. Mag. phil. Martin Burtscher**

Universität Innsbruck, Institut für Sportwissenschaft  
A-6065 Thaur, Fürstenweg 185  
Email: martin.burtscher@uibk.ac.at

## **Dr. Emmanuel Cauchy**

Directeur de l'IFREMMONT, Hôpital de Chamonix  
F-74400 Chamonix-Mont-Blanc, 509, Route des Pèlerins  
Email: cauchy@ifremmont.com

## **Univ. Prof. Dr. med. Wolfgang Domej**

Medizinische Universität Graz, Klinische Abteilung für Pulmologie  
A-8036 Graz, Auenbruggerplatz 20  
Email: wolfgang.domej@medunigraz.at

## **Dr. med. Bruno Durrer, FMH, Notarzt SGNOR**

Caremed Lauterbrunnen/Mürren  
CH-3822 Lauterbrunnen, AirGlaciers  
Email: bd@caremed.ch

## **Dr. med. Fidel Elsensohn**

Präsident der International Commission for Mountain Emergency Medicine (MEDCOM IKAR)  
A-6832 Röhthis, Schloßstraße 36  
Email: fidel.elsensohn@aon.at

## **Univ. Prof. Dr. rer. nat. Martin Faulhaber**

Universität Innsbruck, Institut für Sportwissenschaft  
A-6020 Innsbruck, Fürstenweg 185  
Email: martin.faulhaber@uibk.ac.at

## **Prof. Dr. med. Rainald Fischer**

Universität München, Präsident der Deutschen Gesellschaft für Berg- und Expeditionsmedizin  
D-82152 Martinsried, Bertha von Suttner Weg 7a  
Email: fischer@bexmed.de

## **Univ. Prof. Dr. med. Gerhard Flora**

Facharzt für Gefäßchirurgie  
A-6020 Innsbruck, Höhenstraße 54

## **Hannes Gatterer, PhD**

Universität Innsbruck, Institut für Sportwissenschaft  
A-6020 Innsbruck, Fürstenallee 185  
Email: hannes.gatterer@uibk.ac.at

## **Dr. med. Thomas Hochholzer**

Facharzt für Orthopädie und orthopädische Chirurgie  
A-6020 Innsbruck, Amraserstraße 3  
Email: office@thochholzer.com

## **Ing. Klaus Hoi**

Chefbergführer der deutsch-österreichischen Alpinärzteausbildung  
A-8960 Öblarn, Sonnleitenweg 104  
Email: k.hoi@gmx.at

## **Dr. med. Frans van der Kallen**

Facharzt für Psychiatrie, Berg- und Skiführer  
A-8732 Seckau 67e  
Email: frans.vdk@aon.at

## **OA Dr. med. Josef Koller**

PMU Salzburg, Dermatologische Universitätsklinik  
A-5020 Salzburg, Müllner Hauptstraße 48  
Email: j.koller@salk.at

**Prof. Dr. med. Susi Kriemler**

Universität Zürich, Institut für Sozial- und Präventivmedizin  
CH-8001 Zürich, Hirschengraben 84  
Email: susi.kriemler@uitikon.ch

**Chefarzt Dr. med. Christoph Kruis**

Bayerische Bergwacht, Berg- und Flugrettungsarzt, Facharzt für Unfallchirurgie  
D-82491 Grainau, Danielstraße 2  
Email: ChristophKruis@aol.com

**Mag. rer. nat. Dr. sc. hum. Veronika Leichtfried**

Private Universität für Gesundheitswissenschaften, medizinische Informatik und Technologie (UMIT), Institut für Sport-, Alpinmedizin und Gesundheitstourismus  
A-6060 Hall/Tirol, Eduard Wallnöfer Zentrum 1  
Email: veronika.leichtfried@umit.at

**Prof. Dr. med. Nikolaus C. Netzer**

PMU Salzburg, Institut für Hypoxie und Schlafforschung  
D-83043 Bad Aibling, Ghersburgstraße 9  
Email: niki.netzer@yahoo.com

**Dr. med. Rosmarie Oberhammer**

Südtiroler Sanitätsbetrieb, Krankenhaus Bruneck, Fachärztin für Anästhesiologie und Intensivmedizin  
I-39031 Bruneck (BZ), Spitalsstrasse 11  
Email: rosmarie.oberhammer@sb-bruneck.it

**Priv. Doz. Dr. med. Peter Paal, EDAIC, EDIC, MBA**

Universität Innsbruck, Universitätsklinik für Anästhesie und Intensivmedizin  
A-6020 Innsbruck, Anichstraße 35  
Email: peter.paal@uki.at

**Dr. med. Sascha Pätzold**

Medizinische Universität Graz, Abteilung für Kardiologie, Kardiologische Intensivstation  
A-8036 Graz, Auenbruggerplatz 15  
Email: sascha\_paezold@gmx.net

**Marc Philippe, MBc**

Universität Innsbruck, Institut für Sportwissenschaft  
A-6020 Innsbruck, Fürstenweg 185  
Email: csaf4822@uibk.ac.at

**Ass. Prof. Dr. med. MSc. Ulrike Prettenhofer**

Medizinische Universität Graz, Klinik für Strahlentherapie  
A-8036 Graz, Auenbruggerplatz 31  
Email: ulrike.prettenhofer@medunigraz.at

**Dr. med. Wolfgang Schaffert**

Bayerische Bergwacht, Deutsche Gesellschaft für Berg- und Expeditionsmedizin  
D-83313 Siegsdorf, Knappenfeld 25  
Email: wolfgang@wastl.net

**Mag. phil. Dr. med. Beatrix Schobersberger**

Medizinische Universitätsklinik Innsbruck, Department für Gastroenterologie und Hepatologie, Sportwissenschaftlerin  
A-6020 Innsbruck, Anichstraße 35  
Email: beatrix.schobersberger@i-med.ac.at

**Univ. Prof. Dr. med. Wolfgang Schobersberger**

Vorstand des Instituts für Sport-, Alpinmedizin und Gesundheitstourismus der UMIT Hall und der TILAK Innsbruck  
A-6020 Innsbruck, Anichstraße 35  
Email: Wolfgang.Schobersberger@uki.at

**Prof. Dr. med. Volker Schöffel, MHBA**

Sozialstiftung Bamberg, Klinik für Orthopädie und Unfallchirurgie  
D-96049 Bamberg, Bugerstraße 80  
Email: volker.schoeffl@sozialstiftung-bamberg.de

**Prof. Dr. med. Gerhard Schuhmann**

Medizinische Universität Graz, Klinik für Augenheilkunde  
A-8036 Graz, Auenbruggerplatz 31  
Email: gerhard.schuhmann@medunigraz.at

**Dr. biol. hum. Martin Schwiersch**

Diplompsychologe, psychologischer Psychotherapeut, alpiner Risikoforscher  
D-87459 Pfronten, Im Lus 17  
Email: martin@m-schwiersch.de

**Dr. med. Inigo Soterias, MD, PhD**

Head of the Emergency Department.Hospital  
transfronterizo de la Cerdanya  
Bombers de la Generalitat de Catalunya  
Ton Sirera Nº2 8º 2ª E-25002 Lleida  
Email: inigosoterias@yahoo.es

**Dr. med. Giacomo Strapazzon, MD, PhD**

EURAC Research, Institut für alpine Notfallme-  
dizin  
I-39100 Bozen, Drususallee 1  
Email: giacomo.strapazzon@eurac.edu

**Prim. Mag. phil. Dr. med.Günther Sumann,  
DESA, EDIC**

LKH Vöcklabruck, Institut für Anästhesiologie  
und Intensivmedizin  
A-4840 Vöcklabruck, Dr. Wilhelm-Bock-Strasse 1  
Email: guenther.sumann@gespag.at

**OA Dr. med. Thomas Valentin**

Medizinische Universität Graz, Klinik für Innere  
Medizin  
A-8036 Graz, Auenbruggerplatz 31  
Email: thomas.valentin@klinikum-graz.at

**Dr. phil. Dipl. troph. Volker Veitl**

Sporternährungsphysiologe  
A-5411 Oberalm, Mauerhofweg 9  
Email: veitl.volker@web.de

**Dr. phil. Maria Wille**

Universität Innsbruck, Institut für  
Sportwissenschaft  
A-6020 Innsbruck, Fürstenallee 185  
Email: maria.wille@uibk.ac.at

**OA Dr. med. Bernhard Ziegler**

PMU Salzburg, Universitätsklinik für Anästhesio-  
logie, perioperative Medizin und allg. Intensiv-  
medizin, Notarzt  
A-5020 Salzburg, Müllner Hauptstraße 48  
Email: b.ziegler@salk.at

**Univ. Prof. Dr. med. Robert Zweiker**

Medizinische Universitätsklinik Graz, Klinische  
Abteilung für Kardiologie  
A-8036 Graz, Auenbruggerplatz 15  
Email: robert.zweiker@medunigraz.at