

WARNSIGNAL KLIMA

HOCHGEBIRGE IM WANDEL

HERAUSGEBER: JOSÉ L. LOZÁN • SIEGMAR-W. BRECKLE • HEIDI ESCHER-VETTER
HARTMUT GRASSL • DIETER KASANG • FRANK PAUL • UDO SCHICKHOFF



WISSENSCHAFTLICHE AUSWERTUNGEN

GEO

Herausgeber:

José L. Lozán • Siegmar-W. Breckle • Heidi Escher-Vetter • Hartmut Graßl
Dieter Kasang • Frank Paul • Udo Schickhoff

Wissenschaftliche Fakten

WARNSIGNAL KLIMA: Hochgebirge im Wandel

Mit 245 Abbildungen, 72 Tabellen und 4 Tafeln

*In Kooperation mit dem Arbeitskreis Klima
der Deutschen Gesellschaft für Geographie*

Wissenschaftliche Auswertungen

In Kooperation mit
GEO

Inhaltsverzeichnis

Vorwort	5
Liste der Autoren/Autorinnen und der Gutachter	9
Hochgebirge: Definition, Bedeutung, Veränderungen und Gefahren (José L. Lozán, Siegm. W. Breckle, Heidi Escher-Vetter, Hartmut Grassl & Dieter Kasang)	11
<u>1 Bedeutung der Hochgebirge</u>	<u>21</u>
1.1 Der Einfluss von Hochgebirgen auf die Zirkulation der Atmosphäre (Jürgen Böhner)	21
1.2 Die Entstehung der Hochgebirge (Martin Meschede)	27
1.3 Übersicht über die wichtigsten Gebirge der Erde (José L. Lozán, Siegm. W. Breckle, Dieter Kasang & Heidi Escher-Vetter)	33
1.4 Berge und Gebirge im Meer (Bernd Christiansen)	41
1.5 Hochgebirge: Wassertürme für eine anwachsende Weltbevölkerung (Carmen de Jong)	45
1.6 Erdoberflächenprozesse im Hochgebirge – Der Einfluss des Klimawandels (Lothar Schrott & Jan Blöthe)	53
1.7 Hochgebirge: Hotspots der Biodiversität (Severin Irl & Andreas H. Schweiger)	62
1.8 Hochgebirge als Ressourcenräume für Tiefländer (Matthias Winiger)	70
1.9 Bevölkerung und Siedlungsstrukturen im Hochgebirge (Christoph Stadel & Axel Borsdorf)	78
1.10 Lokale Anpassungsstrategien für Landnutzung in Hochgebirgen (Hermann Kreuzmann)	85
<u>2 Paläoökologische Veränderungen in Hochgebirgen</u>	<u>92</u>
2.1 Globale Klima- und Gletscherveränderungen im Pleistozän und Holozän (Heinz Veit & Alexander Groos)	92
2.2 Welche Umweltinformationen können aus Jahrringen abgeleitet werden? (Achim Bräuning & Jussi Grießinger)	98
2.3 Holozäne Klimaänderungen und Waldgrenzschwankungen in den Alpen (Conradin A. Burga)	103
2.4 Anthropogene Einflüsse auf die Hochgebirgsumwelt im Holozän: Einblicke aus einer alpinen Bergbaulandschaft (Kerstin Kowarik & Hans Reschreiter)	109
<u>3 Veränderungen der Kryosphäre in Hochgebirgen</u>	<u>115</u>
3.1 Gletscherbeobachtung und globale Trends (Frank Paul & Martin Hoelzle)	115
3.2 Die Gletscher Hochasiens im Klimawandel (Tobias Bolch, Atanu Bhattacharya & Owen King)	122
3.3 Die Karakorum-Anomalie (Christoph Mayer, Astrid Lambrecht & Alexander Groos)	129
3.4 Wenn Gletscher abrutschen (Andreas Kääh)	135
3.5 Tropische Gletscher: Ostafrika (Rainer Prinz & Thomas Mölg)	141
3.6 Die Gletscher der Anden im Klimawandel (Thorsten Seehaus)	146
3.7 Gletscher und Schnee in Hochgebirgen Nordamerikas (Dieter Kasang)	152
3.8 Gletscherschmelze unter Schuttbedeckung: Verbreitung, Prozesse und Messmethoden (Pascal Buri, Simone Schauwecker & Jakob Steiner)	160
3.9 Permafrost in den Alpen – Langzeitbeobachtung und Entwicklung über zwei Jahrzehnte (Jeannette Nötzli)	166
3.10 Globale Klimaänderung und die Gletscher auf Neuseeland (Stefan Winkler)	174
3.11 Einfluss des Klimawandels auf die Schneebedeckung (Kay Helfricht & Marc Olefs)	181

4	<i>Hydrologische Veränderungen in Hochgebirgen</i>	187
4.1	Hochgebirgsgewässer im Wandel (Heike Zimmermann-Timm, Deep Narayan Shah & Ram Devi Tachamo Shah)	187
4.2	Einfluss des globalen Wandels auf die Bodenstabilität des alpinen Graslandes (Christine Alewell, Lauren Zweifel & Katrin Meusburger)	194
4.3	Sozio-Hydrologie des Trans-Himalaya – Schmelzwassererfügbarkeit und Bewässerungslandwirtschaft (Marcus Nüsser, Juliane Dame & Susanne Schmidt)	199
4.4	Hochgebirge und Wasserressourcen in Peru und Kalifornien (Dieter Kasang)	205
5	<i>Vegetation und Biodiversität der Hochgebirge im Klimawandel</i>	213
5.1	Klimawandel und Vegetationsdynamik im Hochgebirge (Harald Pauli)	213
5.2	Phänologische Veränderungen in Hochgebirgen (Christian Rixen)	220
5.3	Klimawandel und Gebirgswälder: Bedrohung der Multifunktionalität (Georg Gratzer)	225
5.4	Alpine Waldgrenzen im Klimawandel – Wie sind die heterogenen Reaktionsmuster zu erklären? (Udo Schickhoff, Maria Bobrowski & Niels Schwab)	232
5.5	Vegetation und Klimawandel an der Ostkordillere von Ecuador am Beispiel des Páramo de Papallacta (M. Daud Rafiqpoor & Siegm. W. Breckle)	239
5.6	Auswirkungen des Klimawandels auf das Wachstum von Zwergsträuchern in Hochgebirgen (Stef Weijers & Jörg Löffler)	246
5.7	Pflanzen besiedeln neue Lebensräume: Primärsukzession auf Gletschervorfeldern (Brigitta Erschbamer & Conradin A. Burga)	252
5.8	Klimawandel und biologische Invasionen im Hochgebirge (Anna Schertler, Franz Essl & Bernd Lenzner)	257
5.9	Die Tierwelt der Alpen im Klimawandel (Peter Huemer, Hermann Sonntag, Friederike Barkmann & André Stadler)	264
5.10	Ökologische Folgen des Landnutzungswandels in den Alpen (Erich Tasser & Ulrike Tappeiner)	272
6	<i>Sozioökonomische Veränderungen in Hochgebirgsregionen</i>	279
6.1	Ökonomische Bewertung von Biodiversität und Ökosystemleistungen in den Alpen (Andreas Bartel & Barbara Färbel)	279
6.2	Der sozioökonomische Strukturwandel in den Alpen (Oliver Bender & Andreas Haller)	285
6.3	Klimawandel und Wintersporttourismus: Wahrnehmung und Reaktion der Touristen (Jürgen Schmude & Maximilian Witting)	292
6.4	Mensch-Umwelt-Interaktionen im Äthiopischen Hochland (Simon Strobelt & Michèle von Kocemba)	297
7	<i>Naturgefahren in Hochgebirgsregionen</i>	304
7.1	Klimawandel, Morphodynamik und gravitative Massenbewegungen (Thomas Glade)	304
7.2	Einfluss der Permafrostdegradierung auf Hangstabilität (Friederike Günzel & Wilfried Haeberli)	310
7.3	Warnsignal Klima - Die Lawinengefahr im Klimawandel (Benjamin Reuter, Christoph Mitterer & Sascha Bellaire)	317
7.4	Gefahren aus vergletscherten Vulkanen: Das Beispiel Nevado del Ruiz (Simon Allen, Christian Huggel & Frank Paul)	325
7.5	Bedrohung durch Erdbeben im Himalaya (Birger-G. Lühr)	331
7.6	Risiken durch Gletscherseen im Klimawandel (Holger Frey & Wilfried Haeberli)	337
7.7	Bergstürze, Seeausbrüche und Muren im Pamir (Siegm. W. Breckle & Martin Mergili)	344
8	<i>Maßnahmen zum Klimaschutz und zur Anpassung</i>	352
8.1	Klimawandel und Naturschutz im Gebirge: Neue Herausforderungen (Mario F. Broggi)	352
8.2	Klimawandel und Anpassungsstrategien im Alpentourismus (Ulrike Pröbstl-Haider)	358
8.3	Klimawandel in den Lebenswelten und Handlungslogiken ländlicher Bevölkerung im Hochgebirge: Perspektiven aus dem Callejón de Huaylas, Peru (Martina Neuburger)	364
8.4	Hochland-Tiefend Beziehungen in ihrer Bedeutung für eine nachhaltige Entwicklung in Gebirgsräumen (Paul Messerli, Susanne Wymann von Dach & Thomas Kohler)	371
9	<i>Sachregister</i>	379