

Herausgeber:

Jose L. Lozán • Hartmut Graßl • Hans-Wolfgang Hubberten
Peter Hupfer «Ludwig Karbe • Dieter Piepenburg

Warnsignale aus den Polarregionen

Wissenschaftliche Fakten

Mit 218 Abbildungen, 21 Tabellen und 7 Tafeln

Wissenschaftliche Auswertungen

In Kooperation mit
i **O**

INHALT

	<i>Seite</i>
Vorwort	5
Autoren- und Gutachterverzeichnis	9
Warnsignale aus den Polarregionen: Einen Überblick (Lozän, Jose L. Hartmut Graßl, Peter Hupf er & Dieter Piepenburg)	11
<u>1</u> <u>LAND, LEUTE UND BODENSCHÄTZE</u>	<u>19</u>
1.1 • Die Arktis und ihre Grenzen: Eine physisch-geographische Einführung (Jörg Friedhelm Venzke)	19
1.2 Geologische Entwicklung und tektonischer Bau der Antarktis (Georg Kleinschmidt)	25
1.3 Geschichte der antarktischen Entdeckungen (Cornelia Lüdecke)	33
1.4 Abriss der Geschichte der Entdeckung der Arktis (Reinhard A. Krause)	39
1.5 Die indigenen Völker im Norden: frühere und gegenwärtige Entwicklung (Ludger Müller-Wille & Dietbert Thannheiser)	44
1.6 Rolle des Permafrosts bei der Landschaftsbildung in der Arktis und Subarktis (Hans-Wolfgang Hubberten & Lutz Schirrmeister)	48
1.7 Bodenschätze und wirtschaftliche Bedeutung der Polarregionen (Norbert W. Roland)	54
2 MEERESSTRÖMUNGEN, STÜRME UND EIS	62
2.1 Struktur, Dynamik und Bedeutung des antarktischen Wasserringes (Eberhard Fahrbach & Gerd Rohardt)	63
2.2 Zirkulation im Nordpolarmeer (Ursula Schauer)	70
2.3 Konvektion und Süßwasserflüsse im Nordatlantik (Jens Meincke & Detlef Quadfasel)	75
2.4 Roaring Forties und Riesenwellen - Gefahren im Südpolarmeer (Gerhard Schmager, Birger Tinz & Peter Hupfer)	80
2.5 Die Wechselwirkungen von antarktischen Schelfeisgebieten und dem Ozean und der Beitrag zur ozeanischen Wassermassenbildung (Manfred A. Lange, Klaus Grosfeld, Malte Thoma & Henner Sandhäger)	87
2.6 Die Massenbilanzen des antarktischen und grönländischen Inlandeises und der Charakter ihrer Veränderungen (Christoph Mayer & Hans Oerter)	92
2.7 Auf dünnem Eis? - Eisdickenänderung im Nordpolarmeer (Christian Haas)	97
3 FLORA, FAUNA UND ÖKOSYSTEME	102
3.1 Die Vegetation der terrestrischen Polarregionen und ihre Anpassungen (Dietbert Thannheiser & Christoph Wüthrich)	102
3.2 Die**Mammutfauna der sibirischen Arktis als Beispiel für einen klimabedingten Faunenwechsel nach <er letzten Eiszeit (Tatyana Kuznetsova, Sebastian Wetterich & Lutz Schirrmeister)	107
3.3 Die marinen Ökosysteme im Zeitalter des globalen Wandels (Arne Körtzinger)	112
3.4 Das Meereis als Lebensraum (Michael.Spindler & Iris Werner)	117
3.5 Der Einfluss von Fischerei und Klima auf die Bestände des antarktischen Krill (Volker Siegel)	121
3.6 Die Bodenfauna arktischer und antarktischer Schelfmeere (Dieter Piepenburg & Julian Gutt)	126
3.7 Die Fische des Nord- und Südpolarmeeres (Karl-Hermann Kock & Christian v. Dornen)	133
3.8 Die Vogelwelt der Polarregionen und ihre Gefährdung (Hans-Ulrich Peter)	140
: 3.9 Die Robben der Polarregionen	147
3.9a Robben und Robbenschlag in der Antarktis (Joachim Plötz, Horst Bornemann & Lars Kindermann)	147
Robben und Eisbären der Arktis: Auswirkung von Erderwärmung und Jagd (Erik W. Born)	152
Warnsignale Walfang (Petra Deimer-Schütte)	160
Marine Biodiversität in den Polarregionert: Nordpolarmeer versus Südpolarmeer (Angelika Brandt)	167

4.1	Wettersysteme, atmosphärische Zirkulation und Klima der Polarregionen (Klaus Dethloff, Annette Rinke, Dörthe Handorf, Wolfgang Dorn, Subodh Kumar Saha, Matthias Läuter & Mario Sempf)	172
4.2	Niederschläge in den Polarregionen und ihre Erfassung (Hermann Mächel & Bruno Rudolf)	178
4.3	Die Variabilität katabatischer Winde über die Antarktis und ihre Wechselwirkungen mit der großskaligen atmosphärischen Zirkulation (Thomas Spanghel, Gregor C. Leckebusch & Peter Speth)	182
4.4	Das Polarlicht (Kristian Schlegel)	187
4.5	Die Erwärmung in den Polarregionen im Vergleich zu globalen Veränderungen (Gregor C. Leckebusch, Frank Kaspar, Thomas Spanghel & Ulrich Cubasch)	191
4.6	Verhaltenes Warnsignal: Die Erwärmung des ⁵ Nordpolargebietes während der ersten Hälfte des 20. Jahrhunderts (Peter Hupfer & Birger Tinz)	196
4.7	Polareiskerne - Archive globaler Klima- und Umweltveränderungen (Hubertus Fischer)	203
4.8	Die polaren Meeressedimente als Archiv des Weltklimas (Dierk Hebbeln & Christoph Vogt)	208
4.9	Bildung und Degradierung von Permafrost in der sibirischen Arktis (Lutz Schirrmeister & Volker Rachold)	213
4.10	Arktisches Meereis - Ursachen der Variabilität und Trends in den vergangenen 30 Jahren (Jörg Bareiss, Klaus Görden & Alfred Heibig)	218
4.11	Die Lapteewsee im Wandel: Neue Seewege möglich (Heidemarie Kassens, Henning A. Bauch Jens A. Hölemann, Sergey Priamikov, Jörn Thiede & Leonid Timokhov)	226
4.12	Eischilder und der Meeresspiegel: Eine kurze Übersicht (José L. Lozán)	230
4.13	Kohlendioxid und Methan im Permafrost (Eva-Maria Pfeiffer)	232
4.14	Ozeanzirkulation und arktisches Meereis unter dem Einfluss anthropogener Klimaänderungen (Jochem Marotzke, Uwe Mikolajewicz & Torben Koenigk)	237
4.15	Methanhydrate in marinen Sedimenten - Einfluss auf Klima und Stabilität der Kontinentalränder (Gerhard Bohrmann)	242
5	FORSCHUNG, GEFÄHRDUNGEN UND SCHUTZ	247
5.1	Erfolge der deutschen Polarforschung seit dem letzten Internationalen Polarjahr (Jörn Thiede & Hartwig Gernandt)	247
5.2	Rückgang des Ozons in der Stratosphäre der Polarregionen (Martin Riese, Jens-Uwe Grooss, Reinhold Spang & Rolf Müller)	253
5.3	Auswirkung der Zunahme der UV-Strahlung (Kai Bischof & Christian Wiencke)	260
5.4	Ausbreitung von Schadstoffen in die Polarregionen (Ralf Ebinghaus & Christian Temme)	265
5.5	^Anreicherung und Effekte von organischen Umweltschadstoffen in der " polaren Umwelt (Roland Kallenborn)	271
5.6	Schwermetalle und persistente organische Verunreinigung in marinen wirbellosen Tieren und Fischen der Polarregionen (Gerd-Peter Zauke)	276
.1	Tourismus und seine Auswirkungen (Michaela Mayer)	281
.8	Gebietsspezifische Anforderung an einen sicheren und umweltverträglichen Seeverkehr in der Antarktis (Hans Gerd Knoop)	288
5.9	Die Nutzung arktischer Öl- und Gasvorkommen und damit verbundene Umweltgefährdungen (Manfred A. Lange)	293
5.10	Nukleare und andere Altlasten im Nordpolarmeer (Götz Neuneck & Ulrike Kronfeld-Goharani)	298
5.11	Globale Gefahren durch intensive Nutzung der borealen Wälder (Jörg Friedhelm Venzke & Marco Langer)	
5.12	Der internationale Status von Antarktika (Norbert W. Roland)	
5.13	Die Arktis: die Region des Umweltschutzes (Peter Prokosch)	
6	BEGRIFFSERKLÄRUNGEN	
•7	LITERATURVERZEICHNIS	
8	SACHREGISTER	

Autoren und Gutachterverzeichnis

Autoren

- HENNING A. BAUCH, Leibniz-Institut für Meereswissenschaften, IfM-Geomar. Kiel.
- JOERG BAREISS, Fachbereich Geographie / Geowissenschaften, Universität Trier.
- KAI BISCHOF, Institut für Polarökologie, Christian-Albrechts-Universität zu Kiel.
- ERIK W. BORN, Greenland Institute of Natural Resources, / ;c/o Danish Polar Centre, Copenhagen (Dänemark).
- * HORST BORNEMANN, Alfred-Wegener-Institut für Polar- und Meeresforschung, Bremerhaven.
- GERHARD BOHRMANN, DFG-Forschungszentrum Ozean- ränder, Universität Bremen.
- ANGELIKA BRANDT, Biozentrum Grindel, Universität Hamburg.
- ULRICH CUBASCH, Institut für, Meteorologie, Freie /Universität Berlin.
- PETRA DEIMER-SCHÜTTE, Gesellschaft zum Schutz der • Meeresäugetiere e.V., Hamburg
- . KLAUS DETHLOFF, Alfred-Wegener-Institut für Polar- und : -Meeresforschung, Potsdam.
- ; WOLFGANG DORN, Alfred-Wegener-Institut für Polar- und Meeresforschung, Potsdam.
- EBWGHAAUS, Forschungszentrum GKSS, Geesthacht.
- IBERHARD FAHRBACH, Alfred-Wegener-Institut für Polar- und Meeresforschung, Bremerhaven. ,
- LHUBERTÜS FISCHER, Alfred-Wegener-Institut für Polar- und ^Meeresforschung, Bremerhaven.
- IG GERNANDT, Alfred-Wegener-Institut für Polar- und Meeresforschung, Bremerhaven.
- ws GÖRGEN, School of Geography and Environmental Science, Monash University (Australia). ^
- HARTMUT GRASSL, Max-Planck-Institut für Meteorologie, Hamburg.
- JENS-UWE GROOSS, Institut für Chemie und Dynamik der Geosphäre, Forschungszentrum Jülich.
- GROSFELD, Fachbereich Physik, MARUM. Universität Bremen und Alfred-Wegener-Institut, Bremerhaven. • / *
- Julian GUTT, Alfred-Wegener-Institut für Polar- und Meeresforschung, Bremerhaven.
- CHRISTIAN HAAS, Alfred-Wegener-Institut für Polar- und • Meeresforschung, Bremerhaven.
- , HANDORF, Alfred-Wegener-Institut für Polar- und Meeresforschung, Potsdam.
- JERK HEBBELN, Geowissenschaften, MARUM - Zentrum für Marine Wissenschaften, Universität Bremen.
- HELBIG, Fachbereich Geographie / Geowissenschaften, Universität Trier.
- JENS A. HÖLEMANN, Alfred-Wegener-Institut für Polar- und Meeresforschung, Bremerhaven.
- IANS-WOLFGANG HUBBERTEN, Alfred-Wegener-Institut für Polar- und Meeresforschung, Potsdam.
- HUPFER, Institut für Physik, Humboldt-Universität zu Berlin.
- ILAND KALLENBORN, Universitätszentrum auf Svalbard, Longyearbyen (Norwegen).
- LUDWIG KARBE, Institut für Hydrobiologie und Fischereiwissenschaft, Universität Hamburg.
- FRANK KASPAR, Institut für Meteorologie, Freie Universität Berlin.
- HEIDEMARIE KASSENS, Leibniz-Institut für Meereswissenschaften, IfM-Geomar. Kiel.
- LARS KINDERMANN, Alfred-Wegener-Institut für Polar- und Meeresforschung, Bremerhaven.
- GEORG KLEINSCHMIDT, Geologisch-Paläontologisches Institut, J.W. Goethe-Universität, Frankfurt a.M.
- HANS GERD KNOOP, GAUSS mbH, Bremen.
- KARL-HERMANN KOCK, Institut für Seefischerei, Bundesforschungsanstalt für Fischerei, Hamburg.
- TORBEN KOENIGK, Max-Planck-Institut für Meteorologie, Hamburg.
- ARNE KÖRTZINGER, Marine Biogeochemie, Leibniz-Institut für Meereswissenschaften, IfM-Geomar. Kiel.
- REINHARD A. KRAUSE, Alfred-Wegener-Institut für Polar- und Meeresforschung, Bremerhaven.
- ULRIKE KRONFELD-GOHARANI, Schleswig-Holsteinisches Institut für Friedenswissenschaften, Kiel.
- . SUBODH KUMAR SAHA, Alfred-Wegener-Institut für Polar- und Meeresforschung, Potsdam.
- TATYANA V. KUZNETSOVA, Geologische Fakultät, Staatliche Moskauer Universität (Russland)."
- MANFRED A. LANGE, Institut für Geophysik, Westf. Wilhelms-Universität Münster.
- MARCO LANGER, Institut für Geographie, Universität Bremen.
- MATTHIAS LÄUTER, Alfred-Wegener-Institut für Polar- und Meeresforschung, Potsdam.
- GREGOR LECKEBUSCH, Institut für Meteorologie, Freie Universität Berlin.
- JOSE L. LOZÁN, Institut für Hydrobiologie und Fischereiwissenschaft, Universität Hamburg.
- CORNELIA LÜDECKE, Schwerpunkt Geschichte der Naturwissenschaften, Mathematik und Technik, Universität Hamburg.
- HERMANN MÄCHEL, Deutscher Wetterdienst, Offenbach.
- CHRISTOPH MAYER, Bayerische Akademie der Wissenschaft, München.
- MICHAELA MAYER, Bremen.
- JOCHEM MAROTZKE, Max-Planck-Institut für Meteorologie, Hamburg.
- JENS MEINCKE, Institut für Meereskunde, Universität Hamburg.
- UWE MIKOLAJEWICZ, Max-Planck-Institut für Meteorologie, Hamburg.
- ROLF MÜLLER, Institut für Chemie und Dynamik der Geosphäre; Forschungszentrum Jülich.
- LUDGER MÜLLER-WILLE, Department of Geography, McGill University, Montreal (Kanada).
- GÖTZ NEUNECK, Institut für Friedensforschung und Sicherheitspolitik, Hamburg.
- HANS OERTER, Alfred-Wegener-Institut für Polar- und Meeresforschung, Bremerhaven. •

- HANS-ULRICH PETER, Institut für Ökologie, Universität Jena.
- EVA-MARIA PFEIFFER, Institut für Bodenkunde, Universität Hamburg.
- DIETER PIEPENBURG, Institut für Polarökologie, Christian-Albrechts-Universität zu Kiel.
- JOACHIM PLÖTZ, Alfred-Wegener-Institut für Polar- und Meeresforschung, Bremerhaven.
- SERGEY PRIAMIKOV, Staatliches Institut für Arktis- und Antarktisforschung, St. Petersburg (Russland).
- PETER PROKOSCH, WWF Deutschland, Frankfurt.
- DETLEF QUADFASEL, Institut für Meereskunde, Universität Hamburg.
- VOLKER RACHOLD, Alfred-Wegener-Institut für Polar- und Meeresforschung, Potsdam.
- MARTIN RIESE, Institut für Chemie und Dynamik der Geosphäre, Forschungszentrum Jülich.
- ANNETTE RINKE, Alfred-Wegener-Institut für Polar- und Meeresforschung, Potsdam.
- GERD ROHARDT, Alfred-Wegener-Institut für Polar- und Meeresforschung, Bremerhaven.
- NORBERT W. ROLAND, Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe, Hannover.
- BRUNO RUDOLF, Global Precipitation Climatology Centre, c/o Deutscher Wetterdienst., Offenbach.
- HENNER SANDHÄGER, Alfred-Wegener-Institut für Polar- und Meeresforschung, Bremerhaven.
- URSULA SCHAUER, Alfred-Wegener-Institut für Polar- und Meeresforschung, Bremerhaven.
- LUTZ SCHIRRMMEISTER, Alfred-Wegener-Institut für Polar- und Meeresforschung, Potsdam.
- KRISTIAN SCHLEGEL, Max-Planck-Institut für Sonnensystemforschung, Katlenburg-Lindau.
- GERHARD SCHMAGER, Marineamt, Abteilung Geoinformationswesen, Rostock
- MARIO SEMPF, Alfred-Wegener-Institut für Polar- und Meeresforschung, Potsdam.
- VOLKER SIEGEL, Institut für Seefischerei, Bundesforschungsanstalt für Fischerei, Hamburg.
- REINHOLD SPANG, Institut für Chemie und Dynamik der Geosphäre, Forschungszentrum Jülich.
- THOMAS SPANGEHL, Institut für Meteorologie, Freie Universität Berlin.
- PETER SPETH, Institut für Geophysik und Meteorologie, / Universität zu Köln.
- vJy MICHAEL SPINDLER, Institut für Polarökologie, Christian-Albrechts-Universität zu Kiel.
- CHRISTIAN TEMME, Forschungszentrum GKSS, Geesthacht.
- DIETBERTHANNHEISER, Institut für Geographie, Universität Hamburg.
- JÖRN THIEDE, Alfred-Wegener-Institut für Polar- und Meeresforschung, Bremerhaven.
- MALTE THOMA, Institut für Geophysik, Westf. Wilhelms-Universität Münster.
- LEONID TIMOKHOV, Staatliches Institut für Arktis- und Antarktisforschung, St. Petersburg (Russland).
- BIRGER TINZ, Geschäftsfeld Seeschifffahrt, Deutscher Wetterdienst, Hamburg.
- JÖRG FRIEDHELM VENZKE, Institut für Geographie, Universität Bremen.
- CHRISTOPH VOGT, FB Geowissenschaften. Universität Bremen.
- CHRISTIAN VON DORRIEN, Institut für Ostseefischerei, Bundesforschungsanstalt für Fischerei, Rostock.
- IRIS WERNER, Institut für Polarökologie, Christian-Albrechts-Universität zu Kiel.
- SEBASTIAN WETTERICH, Alfred-Wegener-Institut für Polar- und Meeresforschung, Potsdam.
- CHRISTOPH WÜTHRICH, Geographisches Institut, Universität Basel (Schweiz).
- CHRISTIAN WIENCKE, Alfred-Wegener-Institut für Polar- und Meeresforschung, Bremerhaven.
- GERD-PETER ZAUKE, Institut für Chemie und Biologie des Meeres, Carl von Ossietzky-Universität Oldenburg.
- Gutachter*
- PD DR. KAI BISCHOF, Institut für Polarökologie, Christian-Albrechts-Universität zu Kiel.
- STAN CEJCHAN, Institut für Weltforstwirtschaft, Bundesforschungsanstalt für Forst- und Holzwirtschaft, Hamburg.
- PROF. DR. BURKKARD FRENZEL, Institut für Botanik, Universität Hohenheim.
- PROF. DR. HARTMUT GRASSL, Max-Planck-Institut für Meteorologie, Hamburg.
- DR. MICHAEL HAARICH, Institut für Fischökologie, Bundesforschungsanstalt für Fischerei, Hamburg.
- PD DR. DIERK HEBBELN, Geowissenschaften, MARUM Zentrum für Marine Wissenschaften, Universität Bremen.
- DR. GÜNTHER HEIDEMANN, Kiel.
- PROF. DR. PETER HUPFER, Institut für Physik, Humboldt-Universität zu Berlin.
- PROF. DR. ROLAND KALLENBORN, Universitätszentrum auf Svalbard, Longyearbyen, Norwegen.
- DR. LUDWIG KARBE, Institut für Hydrobiologie und Fischereiwissenschaft, Universität Hamburg.
- DR. FRANK KIENAST, Alfred-Wegener-Institut für Polar- und Meeresforschung, Potsdam.
- DR. WALTER LENZ, Zentrum für Meeres- und Klimaforschung, Universität Hamburg.
- DR. JOSE L. LOZÁN, Institut für Hydrobiologie und Fischereiwissenschaft, Universität Hamburg.
- PD DR. CORNELIA LÜDECKE, Schwerpunkt Geschichte der Naturwissenschaften, Mathematik und Technik, Universität Hamburg.
- PD DR. DIETER PIEPENBURG, Institut für Polarökologie, Christian-Albrechts-Universität zu Kiel.
- DR. EIKE RACHOR, Alfred-Wegener-Institut für Polar- und Meeresforschung, Bremerhaven.
- PROF. DR. MARTIN RIESE, Institut für Chemie und Dynamik der Geosphäre. Forschungszentrum Jülich
- DR. HEIN VON WESTERNHAGEN, Alfred-Wegener-Institut für Polar- und Meeresforschung, Bremerhaven.
- DIPL. ING. EBERHARD WAGNER, Schiffdorf-Wehdel.
- DR. GERD-PETER ZAUKE, Institut für Chemie und Biologie des Meeres, Carl von Ossietzky Universität Oldenburg.