

Deutsche  
Forschungsgemeinschaft

## **Deutsche Forschung in der Antarktis**

Wissenschaftlicher Fortschritt  
und Perspektiven

Denkschrift

Redaktionskomitee:

Michael Spindler, Wolf Arntz, Georg Kleinschmidt, Hans Oerter,  
Angelika Brandt, Susanne Faulhaber, Jürgen Wohlenberg,  
Franz Tessensohn, Monika Huch



**WILEY-  
VCH**

WILEY-VCH Verlag GmbH & Co. KGaA

**DFG**

# Inhalt

Vorwort	XI
Einführung	XIII
Koordination	XXI
<b>1 Die globale Sonderstellung der Antarktis</b>	<b>1</b>
1.1 Geologische Entwicklung der Antarktis	4
1.1.1 Geologische Komponenten und Entwicklungsschritte Antarktikas	5
Geotektonischer Aufbau Antarktikas	6
Rodinia- und Gondwana-Fragmente	7
Die Suture zwischen Ost- und Westgondwana	8
Einheitlichkeit des Ostantarktischen Kratons	9
Der aktive Außenrand Gondwanas und der frühe Pazifik	9
Die jungen Kontinentalränder	11
Klimaentwicklung	11
1.1.2 Subglaziale Geologie	12
Einsatz moderner Methoden zur Erkundung der Geologie unter dem Eis	12
1.1.3 Entwicklung junger Kontinentalränder und Riftsysteme	13
Die Antarktis und der Zerfall von Gondwana	14
Strukturen der Küsten- und Schelfgebiete	14
Riftbildung und Dehnungstektonik	20
Junge Bewegungen	21
Aktiver Plattenrand der Antarktischen Halbinsel	23
1.1.4 Der Südozean	23
Begrenzung des heutigen Südozeans	24
Von Gondwana zum Südozean	24
Die Meeresgebiete zwischen Südamerika und der Antarktischen Halbinsel	27
Der Südozean als Sedimentarchiv	27

1.1.5	Kontinentverteilung und Klima .....	28
	Klimabestimmende Faktoren .....	31
	Klima bei Superkontinentkonstellationen .....	32
	Klimaentwicklung seit dem Tertiär .....	32
1.2	Evolution, Biogeographie und Biodiversität .....	37
1.2.1	Paläontologie: Fossile Zeugen .....	38
	Die Antarktis als Lebensraum .....	39
	Evolution und Klimarelevanz .....	39
1.2.2	Evolution und Verwandtschaftsbeziehungen antarktischer Organismen .....	42
	Rekonstruktion von Regenerationsprozessen .....	42
1.2.3	Biogeographie und Biodiversität .....	47
	Marines Ökosystem .....	48
	Wirbeltiere .....	56
	Flechten .....	59
	Farbtafel I. Geologie .....	62
	Farbtafel II. Geologie .....	63
	Farbtafel III. Antarktische Asseln .....	64
<b>2</b>	<b>Klimawandel .....</b>	<b>65</b>
2.1	Känozoische Klimaarchive .....	65
2.1.1	Marine Sedimente .....	66
	Marine Sedimentologie und Bilanzierungen von Sedimentakkumulationen als Schlüssel zur Paläoumwelt .....	66
	Bilanzierung rezenter Stoffflüsse ins Sediment .....	69
2.1.2	Seesedimente .....	70
	Periglaziale Landschaften in der Antarktis .....	70
2.1.3	Eis als Klimaarchiv .....	72
	Klimainformationen aus Eisbohrkernen .....	73
	Genese und Stabilität von Proxies .....	78
2.2	Klimaänderungen und Meeresspiegel .....	80
2.2.1	Numerische Modellierung der Eisdynamik .....	80
	Dreidimensionale thermodynamische Modelle zur Beschreibung der Eisbewegung .....	81
	Eingangsparameter und Verifizierung .....	82
	Schelfeismodellierung .....	83
	Alters-Teufen-Beziehung .....	84
	Modellierung von glazialen Zyklen .....	86
2.3	Klimawandel: Auswirkungen auf Flora und Fauna .....	86
2.3.1	Störungen in marinen Ökosystemen .....	87
	Globale Erwärmung .....	88

	Eisbergstrandungen . . . . .	89
	Zunahme der ultravioletten Einstrahlung . . . . .	91
2.3.2	Störungen in terrestrischen Ökosystemen . . . . .	94
	Auswirkungen auf die Böden . . . . .	94
	Auswirkungen auf die Vegetation . . . . .	98
	Farbtafel IV. Antarktische Zoobenthos-Gemeinschaft . . . . .	99
<b>3</b>	<b>Energie- und Stoffkreisläufe . . . . .</b>	<b>101</b>
3.1	Stoffkreisläufe im Südozean . . . . .	102
	Die biogeochemische CO <sub>2</sub> -Pumpe des Südozeans . . . . .	103
	Natürliche Tracer für biogeochemische Kreisläufe im Südozean . . .	106
3.2	Kryo-pelago-benthische Kopplungen . . . . .	106
	Einfluss des Meereissystems auf das pelagische und benthische Partialsystem . . . . .	108
3.3	Trophische Beziehungen und Nahrungsnetz . . . . .	110
	Protisten . . . . .	111
	Zooplankton . . . . .	111
	Evertebraten und Fische . . . . .	112
	Robben . . . . .	114
	Pinguine . . . . .	116
	Trophische Modelle in der Antarktis . . . . .	119
	Farbtafel V. Antarktische Robben . . . . .	121
	Farbtafel VI. Antarktische Pinguine . . . . .	122
<b>4</b>	<b>Physikalische und biologische Prozesse in polaren Systemen . . . .</b>	<b>123</b>
4.1	Prozesse und Wechselwirkungen im System Atmosphäre-Eis-Ozean . . . . .	123
4.1.1	Veränderungen im Südozean . . . . .	124
	Veränderung der Zirkulation im Weddellmeer . . . . .	125
	Zukünftige Untersuchungen . . . . .	127
4.1.2	Schelfeis und Eisberge . . . . .	127
	Die Rolle des Süßwassereises im Klimasystem . . . . .	128
	Entwicklung eines vollständig gekoppelten Eis-Ozean-Modells . . .	130
4.1.3	Meereis . . . . .	131
	Meereis im Klimasystem . . . . .	131
	Verbesserung von Meereismodellen . . . . .	133
4.1.4	Atmosphäre . . . . .	134
	Gekoppelte Modelle . . . . .	135
	Austausch Atmosphäre-Ozean und Atmosphäre-Eis . . . . .	136
	Atmosphärische Grenzschicht . . . . .	136

	Katabatischer Wind .....	138
	Wolken und Niederschlag .....	138
	Großräumige Wechselwirkungen .....	139
	Synoptische Prozesse .....	139
	Treibhausgase .....	139
	Beobachtungen und Datensätze .....	140
4.1.5	Schnee .....	141
	Schnee auf Landeis .....	142
	Schnee auf Meereis .....	144
4.1.6	Kleine Gletscher und Eiskappen .....	144
	Klimarelevanz kleinerer Gletscher und Eiskappen .....	145
4.2	Funktion polarer Ökosysteme .....	147
4.2.1	Physiologie und Biochemie polarer ektothermer Organismen .....	147
	Physiologische Ursachen der Biogeographie .....	149
	Rolle von Sekundärmetaboliten in ökologischen Interaktionen .....	152
4.2.2	Lebensstrategien .....	152
	Anpassung in marinen Lebensräumen .....	153
	Anpassung in terrestrischen Lebensräumen .....	160
	Farbtafel VII. Arktische und antarktische Makroalgen .....	162
<b>5</b>	<b>Rahmenbedingungen für die deutsche Antarktisforschung .....</b>	<b>163</b>
5.1	Infrastrukturen .....	164
5.1.1	Forschungsplattformen .....	164
	Mobile Plattformen .....	165
	Polarstationen in der Antarktis .....	169
	Status und Ausblick .....	174
5.1.2	Observatorien: Beiträge zu globalen Netzwerken .....	174
	Langzeitbeobachtungen atmosphärischer Größen .....	175
	Langzeitmessungen geophysikalischer Größen .....	175
5.2	Einsatz neuer Technologien .....	177
5.2.1	Satellitenprogramme .....	177
	Fernerkundung der Land-, Eis- und Ozeanoberflächen .....	180
	Fernerkundung der polaren Troposphäre .....	180
5.2.2	Eiskern-Tiefbohrprojekte .....	183
5.2.3	Eistraversen-Programme .....	184
5.2.4	Geologische Bohrprojekte .....	186
5.3	Einbindung in langfristige internationale Großprojekte .....	189
5.3.1	ACCESS – Zirkumpolares Klima- und Ökosystem des Südozeans ..	189
5.3.2	Internationale biologische Programme im Rahmen von SCAR .....	192
	RiSCC .....	192
	EASIZ .....	192

	EVOLANTA .....	193
	ANDEEP .....	193
5.3.3	Internationales Polarjahr 2007/08 .....	195
5.4	Förderinstrumente der Polarforschung .....	197
	Farbtafel VIII. Antarktische Flohkrebse .....	198

**Anhang**

A.1	Liste der beteiligten Wissenschaftler .....	201
A.2	Glossar .....	203
A.3	Karten der Antarktis .....	210