

DAS KLIMA DES 21. JAHRHUNDERTS

WARNSIGNAL KLIMA



Mehr Klimaschutz – weniger Risiken für die Zukunft

Herausgeber:

José L. Lozán • Hartmut Graßl • Peter Hupfer

Unter Mitwirkung von Horst Sterr

In Kooperation mit

GEO

Herausgeber:

José L. Lozán • Hartmut Graßl • Peter Hupfer

Warnsignal KLIMA

Wissenschaftliche Fakten

Mit 195 Abbildungen, 46 Tabellen und 10 Tafeln

326/4008 INSTITUT
FÜR METEOROLOGIE U. KLIMATOLOGIE
UNIVERSITÄT HANNOVER
HERRENHAUSER STR. 2 - 30419 HANNOVER

In Kooperation mit

GEO

Wissenschaftliche Auswertungen

INHALTSVERZEICHNIS

Vorwort	5
Autoren- und Gutachterverzeichnis	9
0 Szenarien der Klimaveränderungen durch den Menschen Eine anhaltende Herausforderung für die Wissenschaft (Graßl)	11
I DAS KLIMA UND SEINE VARIABILITÄT	17
1.1 Klima und Klimasystem (Hupfer)	17
1.2 Die Bedeutung der Allgemeinen Zirkulation der Atmosphäre und der Ozeane für das Klima (Steinrücke)	25
1.3 Orbitale und solare Faktoren mit Langzeitwirkung auf das Klima (Mende & Stellmacher)	31
1.4 Die Rolle der Vulkane (Sachs & Graf)	38
1.5 Der Kohlenstoffkreislauf im Klima- system (Häger, Würth & Kohlmaier)	42
1.6 Die Klimaentwicklung von den Anfängen bis zum Holozän (Ehlers)	49
1.7 Ursachen der Klimaschwankungen im Quartär (Wefer)	55
1.8 Eis der Erde (Herterich)	59
1.9 40 000 Jahre Geschichte des Klimas in der Alten Welt (Frenzel)	65
1.10 Auswirkungen von Klimaschwan- kungen auf die obere Waldgrenze am Beispiel der Alpen (Pott, Bauerochse & Katenhusen)	72
1.11 Dendroklimatologische Beiträge zur Kenntnis der jüngsten Klimageschichte (Frenzel)	78
1.12 Einfluß des Klimas auf die Kulturge- schichte der Menschheit (Lozán)	82
1.13 Klima und Binnenseen (Lozán, Merkt & Pachur)	90
2 ANTHROPOGENE KLIMABEEINFLUSSUNG	99
2.1 Zur beobachteten Klimaentwicklung im 19. und 20. Jahrhundert: Gefahr im Verzug? (Hupfer & Schönwiese)	99
2.2 Der natürliche und anthropogene Treibhauseffekt – Veränderung der chemischen Zusammensetzung der Atmosphäre durch menschliche Aktivitäten (Seiler & Hahn)	114
2.3 Luftverkehr und Klima (Schumann)	122
2.4 Rolle der natürlichen und anthropogenen troposphärischen Aerosole im Klimageschehen (Schulz)	126
2.5 Ozonrückgang in der Stratosphäre (Wahner)	132
2.6 Entstehung von bodennahem Ozon und Auftreten von Sommersmog (Fiedler)	138
2.7 Klimaveränderungen durch Landnut- zungsänderungen (Höper)	144
2.8 Veränderungen der Wälder (Dörfler & Mitlöhner)	150
3 DAS KLIMA DES 21. JAHRHUNDERTS: Änderungen und Folgen	155
3.1 Natürliche Klimavariabilität und anthro- pogene Klimabeeinflussung (Hegerl, Hasselmann & Latif)	155
3.2 Möglichkeiten und Voraussetzungen für eine Klimavorhersage (Gerstengarbe)	161
3.3 Veränderung der allgemeinen Zirkulation der Atmosphäre (Roeckner)	165
3.4 Modellierung Regionaler Klima- änderungen (Cubasch)	170
3.5 Intensivierung des Wasserkreislaufs? (Jacob)	177
3.6 Statistische Untersuchung der Nieder- schlagsänderungen aus hydrologischer Sicht (Bardossy)	179
3.7 Stürme, Seegang und Sturmfluten im Nordostatlantik (v. Storch, Langenberg & Pohlmann)	182
3.8 Die Alternative: Natürliche Klimaver- änderungen – Umkippen zu einer neuen Kaltzeit? (Thiede & Tiedemann)	190
3.9 Veränderungen im Nordatlantik (Latif & Meincke)	197
3.10 Auswirkung auf den Meeresspiegel (Sterr)	201
3.11 Variabilität der polaren Meereisdecke als Anzeiger für Klimaschwankungen (Eiken & Lemke)	207
3.12 Gletscher – Schlüsselindikatoren der globalen Klimaänderung (Haeberli, Hoelzle & Maisch)	213
3.13 Veränderung der großen Eisschilde (Huybrechts)	222

3.14	Klimaänderung und ihre Folgen für den Permafrost (Siegert & Hubberten)	229	3.25	Klima und Fischerei (v. Westernhagen)	286
3.15	Desertifikation (Pilardeaux & Schulz-Baldes)	234	3.26	Binnengewässer und Klimaschwankungen (Hupfer)	292
3.16	Wie empfindlich reagieren Gebirgsregionen auf klimatische Veränderungen (Beniston, Haerberli & Schmid)	239	3.27	Klima und Biodiversität (Kinzelbach)	298
3.17	Gefährdung in den Küstenregionen (Sterr)	248	3.28	Flora und Fauna unter einer verstärkten UV-B-Strahlung (Forster & Kestler)	303
3.18	Das Beispiel: Die Auswirkungen des extrem heißen und trockenen Sommers 1992 im Norden Deutschlands (Kartschall & Flechsig)	254	3.29	Veränderungen des Auftretens von Pflanzenkrankheiten, Schädlingen und Nützlingen (Jahn & Freier)	309
3.19	Hochwasserverschärfung infolge von Klimaänderungen (Caspary)	259	3.30	Die Gefährdung der Flora und Fauna an Küsten durch den Meeresspiegelanstieg (Neuhaus, Dykema & Reinke)	313
3.20	Veränderungen der globalen Vegetation (Claußen & Cramer)	265	3.31	Klimaänderung und Wasserverfügbarkeit (Hoff)	318
3.21	Kohlendioxidzunahme und Rolle des marinen Phytoplanktons (Riebesell)	269	3.32	Auswirkungen auf Landwirtschaft und Forstwirtschaft (Hörmann & Chmielewski)	325
3.22	Rolle und Entwicklung der Korallenriffe (Schuhmacher & Reinicken)	273	3.33	Krankheiten und Klima (Dobler & Jendritzky)	334
3.23	Natürliche und anthropogene Veränderungen im arktischen marinen Ökosystem (Gradinger)	277	3.34	Gefährdung durch verstärkte UV-Strahlung (Breitbart, Greinert & Volkmer)	341
3.24	Vögel und Klimaveränderungen (Bairlein & Winkel)	281	3.35	Veränderungen des Stadtklimas (Kuttler)	348
4	WAS WIRD GETAN?	359	3.36	Soziale Folgen: Migrationen und Auseinandersetzungen um Ressourcen (Daschkeit & Dombrowsky)	354
4.1	Internationaler Klimaschutz – Rio, Berlin, Kioto und danach (Singer)	359	4	RECHTLICHE RAHMENBEDINGUNGEN (Kloepfer)	377
4.2	Wissenschaftliche Aussagen zum Klimawandel – Zum politischen Umgang mit objektiv unsicheren Ergebnissen der Klimaforschung (Helm & Schellnhuber)	364	4.5	Energieverbrauch und Klimaänderung (Pankrath)	383
4.3	Internationale Klimaschutzvereinbarungen, Protokolle und regionale Abkommen (Müller-Kraenner & Grittner)	368	4.6	Förderung von Kohlendioxid-Senken (Eschner)	391
4.4	Die zwei Gesichter der Ökonomie im Klimaschutz (Müller & Müller)	373	4.7	Herausforderungen an den Küsten- und Inselnschutz (Schirmer)	394
5	DAS »EL NIÑO«/SOUTHERN-OSCILLATION-PHÄNOMEN	407	4.8	Klimaveränderungen: Auswirkungen auf die Versicherungswirtschaft und Handlungsoptionen (Berz)	400
5.1	Dynamik und klimatologische Auswirkungen (Latif)	407	5.1	Die terrestrischen Auswirkungen (Endlicher)	415
6	ÜBERBLICK: Warnsignale aus der Klimaentwicklung (Hupfer, Lozán, Graßl)	419	6	ÜBERBLICK: Warnsignale aus der Klimaentwicklung (Hupfer, Lozán, Graßl)	419
7	AUSBLICK: Strategien für die Klimaforschung und den Klimaschutz (Graßl)	427	7	AUSBLICK: Strategien für die Klimaforschung und den Klimaschutz (Graßl)	427
8	GLOSSAR (Hupfer)	432	8	GLOSSAR (Hupfer)	432
9	LITERATUR	439	9	LITERATUR	439
10	SACHREGISTER	458	10	SACHREGISTER	458