

# Inhaltsverzeichnis

Einleitung	5	<b>3. Prognosen</b>	22
<b>1. Klimaänderungen</b>	8	3.1 Stehen wir vor einer Klimawende?	22
1.1 Temperaturzunahme im 20. Jahrhundert	8	3.2 Szenarien und Prognosen	22
1998: die höchste globale Durchschnittstemperatur seit über 100 Jahren!	8	3.3 Das Klima im 21. Jahrhundert	24
Räumliche und zeitliche Muster der Erwärmung	9	Die globale Durchschnittstemperatur	24
1.2 Ein Blick in die Klimageschichte	10	Regionale Veränderungen im 21. Jahrhundert	26
Die Eiszeit	10	<b>4. Klimasystem und Treibhauseffekt</b>	30
Das Holozän	11	4.1 Das Klimasystem	30
Warme Klimaperioden	11	Wetter und Klima	30
Kältere Klimaperioden	12	Das Klimasystem und seine Subsysteme	30
Das wärmste Jahrhundert seit 1000 Jahren	12	Sonneneinstrahlung und Atmosphäre	30
<b>2. Verändert der Mensch das globale Klima?</b>	14	Der Ozean	31
2.1 Natürlich oder anthropogen?	14	Eis und Schnee	32
Vom Opfer zum Täter?	14	Die Biosphäre	33
Das Signal vom Rauschen trennen!	14	Boden und Gestein	33
2.2 Natürliche Ursachen	14	Externe und interne Klimafaktoren	34
Veränderungen der Erdbahnparameter	14	Zeitskalen	34
Aktivitäten auf der Sonne	15	4.2 Der Stockwerkaufbau der Atmosphäre	35
Vulkanausbrüche	15	Das Temperaturprofil der Atmosphäre	35
Ozean-Atmosphäre-Variabilität	15	Die Zusammensetzung der Atmosphäre	35
2.3 Der Nachweis einer anthropogenen Klimaänderung	16	4.3 Der Treibhauseffekt	37
Die Erwärmung im 20. Jahrhundert - ein natürliches Phänomen?	16	Der Strahlungshaushalt der Atmosphäre	37
Der anthropogene „Fingerabdruck“ der Erwärmung	18	Der natürliche Treibhauseffekt	38
Den Fingerabdruck erkennen	18	Der anthropogene Treibhauseffekt	40
Verbesserte Klimamodelle	19	<b>5. Treibhausgase und Aerosole</b>	45
Der Nachweis eines Signals	19	5.1 Kohlendioxid	45
Das Muster der Erwärmung: die Frage der Zuordnung	20	Der Anstieg der CO <sub>2</sub> -Konzentration	45
		Der Kohlenstoffkreislauf	48

Der natürliche Kohlenstoff- kreislauf	48	Das Jüngere Dryas-Ereignis	82
Der anthropogene Kohlenstoffkreislauf	49	Rückkopplungsprozesse	83
5.2 Methan	51	Der Golfstrom im Treibhausklima	85
Der Anstieg der Methan- Konzentration	51	6.3 El Niño	86
Methan-Quellen	52	Das Ereignis	86
Methan-Senken	54	Die Folgen	87
5.3 Distickstoffoxid (Lachgas)	55	Die Zirkulationsverhältnisse	91
5.4 FCKW und Ozon	57	In normalen Jahren	91
Die Treibhauswirkung von FCKW und Ozon	57	In El-Niño-Jahren	92
Ozon-Zerstörung in der Stratosphäre	59	Eine Erklärung	92
Bedeutung und Verteilung von stratosphärischem Ozon	59	El Niño und der anthropogene Treibhauseffekt	97
Natürliche Ozonchemie	60	<b>7. Klimamodelle</b>	98
Anthropogene Ozonchemie	63	7.1 Wozu Klimamodelle?	98
Die Entstehung des Ozonlochs	64	7.2 Was sind Klimamodelle?	100
Beobachtungen zur Ozon-Zerstörung	66	Die Modellkomponenten	100
Der Sommersmog in der Troposphäre	68	Räumliche Auflösung	102
5.5 Aerosole	70	Global	102
Bedeutung	70	Regional	103
Entstehung und chemische Umwandlung	71	7.3 Anwendung und Ergebnisse	106
Klimatische Wirkung	72	Das gegenwärtige Klima	106
<b>6. Ozean und Klima</b>	74	Die natürliche Klimavariabilität	106
6.1 Die Rolle des Ozeans im Klimasystem	74	Das künftige Klima	107
6.2 Das große marine Förderband	75	7.4 Probleme von Klimamodellen	107
Sein Verlauf	75	Die Flusskorrektur	107
Seine Ursache	77	Das Kaltstart-Problem	108
Seine klimatischen Folgen	79	Rückkopplungen	109
Seine Stabilität	81	Probleme bei der Bestimmung der Antriebsfaktoren	109
Bleibt der Golfstrom aus?	81	7.5 Fazit	110
		<b>8. Ausblick</b>	112
		<b>Benutzte Literatur</b>	114
		<b>Internetseiten</b>	118
		<b>Index</b>	119