

Peter Fabian

Leben im Treibhaus

Unser Klimasystem –
und was wir daraus machen

Mit 60 Abbildungen, 17 Tabellen und 14 Farbtafeln



Springer

Inhaltsverzeichnis

Einleitung	1
Leben im Treibhaus – der privilegierte Planet Erde	1
1 Wie alles begann: Die Evolution der Erdatmosphäre	5
1.1 Vom solaren Nebel zur Uratmosphäre	5
1.2 Evolution des atmosphärischen Sauerstoffs	9
1.3 Sedimente und Fossilien: Konservierte Indizien der Evolution	14
2 Das irdische Treibhaus	23
2.1 Zusammensetzung und Struktur der Atmosphäre	23
2.2 Unsere Energiequelle: Die Sonne	28
2.3 Die atmosphärische Ozonschicht – UV-Filter des irdischen Treibhauses	31
2.3.1 Ozonbildung und –Verteilung	31
2.3.2 Katalytischer Ozon-Abbau	37
2.3.3 Reservoir- und Senkengase	41
2.4 Strahlungsbilanz und Treibhauseffekt	43
2.5 Dynamische Prozesse	48
2.5.1 Die allgemeine Zirkulation der Atmosphäre	48
2.5.2 Vermischung und Lebensdauern von Spurengasen	51
2.5.3 Ausbreitung in höheren Atmosphärenschichten	53
2.6 Das Wasser der Erde	56
2.6.1 Bedeutung des Wassers	56
2.6.2 Der globale Wasserkreislauf	57
2.6.3 Klimaeinfluß der Ozeane	59
2.7 El Niño: Tropisches Phänomen mit weltweiten Auswirkungen	61
2.7.1 El Niño, La Niña und die Walker-Zirkulation	61
2.7.2 Weltweite Auswirkungen von El Niño	64
2.8 Die Klimazonen der Erde	67
2.8.1 Wetter und Klima, Klimafaktoren	67
2.8.2 Das Klima der Tropen	69
2.8.3 Monsune	73
2.8.4 Außertropische Klimate	73

3 Die Rolle der Biosphäre im Klimasystem	77
3.1 Geo-Biosphäre und Hydro-Biosphäre	77
3.2 Vegetationszonen und globale Biomasseverteilung	79
3.3 Wald als Klimafaktor	83
3.3.1 Direkte Klimawirkung des Waldes	83
3.3.2 Der Wald als Kohlenstoffspeicher	90
3.4 Biogeochemische Kreisläufe	93
3.4.1 Der globale Kohlenstoffkreislauf	94
3.4.2 Der globale Stickstoffkreislauf	98
3.5 Spurengase aus biogenen Quellen	100
3.6 Photochemische Prozesse – das atmosphärische Oxidationspotential	110
3.7 Schwefelkreislauf, Sulfataerosol und Vulkanismus	115
4 Natürliche Klimavariationen – Die wechselvolle Klimageschichte der Erde	121
4.1 Neoklimatologie und Paläoklimatologie	121
4.2 Methoden der Paläoklimatologie	123
4.3 Klima und Klimänderungen im vergangenen Millennium	130
4.4 Eiszeiten und Warmzeiten: Ursachen der Vereisungszyklen	133
5 Umweltveränderungen als Folge menschlicher Eingriffe	141
5.1 Photosmog	142
5.1.1 Photochemische Reaktionen und Ozonbildung	143
5.1.2 Ozonverteilung und Trends	147
5.1.3 Die Bedeutung von Ruß	149
5.1.4 Auswirkungen von Photosmog	150
5.2 Biomasse-Verbrennung	152
5.2.1 Produkte der Biomasse-Verbrennung	153
5.2.2 Waldbrände in den Tropen	154
5.2.3 Globale Auswirkungen	155
5.3 Saurer Regen	157
5.3.1 Saurer Regen – ein neues Problem?	157
5.3.2 Anthropogene Quellen	159
5.3.3 Säuredeposition und ihre Auswirkungen	161
5.3.4 Die „neuartigen“ Waldschäden	162
5.4 Auswirkungen des Luftverkehrs	166
5.4.1 Emissionen des Luftverkehrs	167
5.4.2 Kondensstreifen und Abgasfahnen	168
5.4.3 Klimawirkung des Luftverkehrs	169
5.5 Veränderungen der stratosphärischen Ozonschicht	170
5.5.1 Die „Ozonkiller“ und der globale Ozonschwund	170
5.5.2 Das Ozonloch über der Antarktis	173
5.5.3 Ein Ozonloch auch in der nördlichen Hemisphäre?	177
5.5.4 Auswirkungen der stratosphärischen Ozonausdünnung	178
5.6 Weltweite Klimaveränderungen und ihre Auswirkungen	181
5.6.1 Die globale Erwärmung	181

5.6.2	Abkühlung der höheren Atmosphärenschichten	184
5.6.3	Ozeantemperaturen, Gletscherschwund und Anstieg des Meeresspiegels	187
5.6.4	Veränderungen der globalen Niederschlagsverteilung	188
5.6.5	Auswirkungen der Klimaveränderungen auf den Wald	191
6	Internationale Abkommen zum Schutz der Umwelt	199
6.1	Das Montreal-Protokoll	199
6.2	Das Kyoto-Protokoll	203
7	Die zukünftige Entwicklung	209
7.1	Klimaveränderungen schreiten ungebremst fort	209
7.2	Einsparen und Aufforsten	212
7.3	Schlußbemerkungen	215
	Farbtafeln	219
	Literatur	233
	Sachverzeichnis	253