

Inhaltsverzeichnis

	Seite
Gelcitwort	V
Vorbemerkung und Danksagung	VI
Liste der Abkürzungen und Umrechnungsfaktoren	XIV
Verzeichnis der Abbildungen	XV
Verzeichnis der Tabellen	XIX
Verzeichnis des Anhangs	XXI
Gesamtzusammenfassung	1
I. Einleitung	25
II. Klima und Klimaänderungen	28
1. Klimageschichte der Erde	28
2. Klimasystem	30
2.1 Strahlungshaushalt des Systems Erde-Atmosphäre	32
2.2 Anthropogene Beeinflussung des natürlichen Strahlungshaushalts	34
2.3 Ursachen für Klimaänderungen und Möglichkeiten der Früherkennung	35
3. Klimamodelle und Klimavorhersage	36
3.1 Einfache Klimamodelle	37
3.2 Energiebilanz-Klimamodelle	37
3.3 Zonal gemittelte Klimamodelle	38
3.4 Stochastische Klimamodelle	38
3.5 Zirkulationsmodelle	39
3.6 Vorhersagbarkeit des Klimas	40
4. Klimaforschung	40
III. Gesellschaftspolitische Aspekte des CO₂/Klima-Problems	43
1. Bevölkerungsentwicklung	43
1.1 Wachstum in der Vergangenheit	43
1.2 Wachstumsaussichten für die Zukunft	43
2. Gesellschaftsstruktur	46
2.1 Verstädterung in den Industrieländern	47
2.2 Verstädterung in den Entwicklungsländern	47
3. Wirtschaftswachstum	49
4. Verfügbarkeit fossiler Brennstoffe	51
4.1 Kohle	51
4.2 Erdöl	53
4.3 Erdgas	54

5. Energieentwicklung	55
5.1 Energiemenge und Energiezusammensetzung	55
5.2 Disparitäten im Energieverbrauch	57
5.3 Markteinführungszeiten	59
5.4 Energiepreisentwicklung	60
6. Eingriffe in Wald und Boden	62
6.1 Waldvernichtung	62
6.2 Bodenverlust	64

IV. Die wichtigsten anthropogenen Klimafaktoren 65

1. Klimaeffekte durch CO ₂	65
1.1 Das CO ₂ /Klima-Problem	65
1.2 Der natürliche Kohlenstoff-Kreislauf	66
1.3 Nachweis der Störung des Kohlenstoff-Kreislaufs	69
1.3.1 Der gemessene CO ₂ -Anstieg in der Atmosphäre	69
1.3.2 Das CO ₂ -Meßstellennetz	69
1.4 Ursachen der Störung	72
1.4.1 Die Rolle der konventionellen fossilen Brennstoffe	72
1.4.2 Die Rolle der unkonventionellen Brennstoffe	76
1.4.3 Die Rolle der Biosphäre	77
1.4.4 Die Rolle des Ozeans	82
1.4.5 Das Gesamt-C-Budget	85
1.5 Abschätzung der CO ₂ -Entwicklung in der Vergangenheit	86
1.5.1 Indirekte Methoden: Analyse an Jahresringen von Bäumen	86
1.5.2 Direkte Methoden: Analyse von Eisbohrkernen	88
1.6 Abschätzung der zukünftigen CO ₂ -Entwicklung	89
1.6.1 Modelle des Kohlenstoffkreislaufs	89
1.6.2 Der zukünftige CO ₂ -Gehalt der Atmosphäre	90
1.7 Klimaauswirkungen eines CO ₂ -Anstiegs	94
1.7.1 Sensitivität des Klimagleichgewichts gegenüber einer CO ₂ -Zunahme um einen festen Betrag	96
1.7.2 CO ₂ -Auswirkungen im zeitlichen Ablauf	103
1.7.3 Kritischer Vergleich der Modellergebnisse	109
2. Klimaeffekte durch andere anthropogene Spurengase	112
2.1 Produktion und Konzentration	116
2.2 Klimatisch-chemische Wechselwirkungen	118
2.3 Abschätzung möglicher Klimaeinflüsse	119
3. Klimaeffekte durch Aerosole	120
3.1 Quellen, Emissionen, Konzentrationen	120
3.2 Mögliche Klimabeeinflussung	122

4.	Klimaeffekte durch Landnutzungsänderungen	124
4.1	Überweidung – Wüstenbildung – Entwaldung	125
4.2	Urbanisierung und Industrialisierung	128
4.3	Energiegewinnungsprojekte	128
4.4	Wasserbauvorhaben	129
5.	Klimaeffekte durch Abwärme	129
5.1	Natürliche und anthropogene Energieeinflüsse	129
5.2	Klimaeinflüsse durch Wärmeemission	131
5.3	Möglichkeiten der Abwärmeminderung	133
6.	Abschätzung der Gesamteffekte – kritische Schwellenwerte – Ausblick	133
6.1	Beteiligung der einzelnen Klimafaktoren am Glashaus-Effekt	133
6.2	Kombinierter Glashaus-Effekt und kritische Schwellenwerte für den CO ₂ - und Temperaturanstieg	135
6.3	Ausblick	136

V.	Auswirkungen von Klimaänderungen auf die Gesellschaft	139
1.	Klima-Impaktprogramm	139
1.1	Aufgabe und Methodik der Impakt-Analyse	139
1.2	Szenarien für die Klimaentwicklung	141
1.3	Szenarien für die sozio-ökonomische Entwicklung	142
2.	Ökosystem – Gesellschaften	143
2.1	Einfluß des Menschen auf die Biome	143
2.2	Reaktion der Biome auf Klimaänderungen	143
3.	Energieversorgung	146
3.1	Klima und Energienachfrage	147
3.2	Klima und Energieangebot	148
3.3	Klima und Energiekosten	150
4.	Ernährungssicherung	151
4.1	Klima und Welternährungslage	152
4.2	Klima und Ernteerträge	153
4.3	Klima und Schädlingsbekämpfung	156
4.4	CO ₂ -Düngung und Pflanzenproduktivität	157
4.5	Erkenntnisse aus der Vergangenheit und Folgerungen	157
5.	Wasserversorgung	158
5.1	Wasservorrat und Wasserbedarf	159
5.2	Wasserverfügbarkeit	160
5.3	Globale Wasserprobleme	162
6.	Fischfang	164
7.	Bevölkerung und Besiedlung	165
7.1	Beispiele aus der Vergangenheit: Untergang von Kulturen – Völkerwanderungen – Wüstungen – Klima als auslösender Faktor?	166
7.2	Mögliche Szenarien für die Zukunft: Kollaps des westantarktischen Eis-	

schildes – Meeresspiegelanstieg – Verlust von Küstenregionen; eisfreie Arktis – Verlagerung der Klima- und Anbauzonen

167
174
174
175
176
177

8. Gesundheit, Krankheit und Wohlbefinden	174
8.1 Klima und Lebensbereich	174
8.2 Klima und Krankheitserreger	175
8.3 Klimaänderungen und Wohlbefinden	176
9. Freizeitgestaltung	177

VI. Vorsorgemaßnahmen zur Vermeidung eines CO₂/Klima-Problems 179

1. Handlungsspielraum und Handlungskonzept	179
2. Technische Eingriffe	180
2.1 CO ₂ -Abscheidung	180
2.2 CO ₂ -Speicherung	183
2.3 CO ₂ -Nutzbarmachung	185
2.4 Albedomodifikation	185
3. Biologische Methoden	186
3.1 CO ₂ -Speicherung in Landpflanzen	186
3.2 CO ₂ -Speicherung in Wasserpflanzen	187
3.3 CO ₂ -Speicherung im Bodenhumus	188
4. Energieeinsparung durch bessere Energienutzung	188
4.1 Energieprognosen	190
4.2 Einige ausgewählte Studien zur rationellen Energienutzung	193
4.2.1 Deutsche Beiträge	193
4.2.2 Europäische Studien	198
4.2.3 US-Studien	199
4.3 Rationelle Energienutzung in Industrie- und Entwicklungsländern	200
5. Einsatz erneuerbarer Energiequellen	201
5.1 Substitution nicht erneuerbarer durch erneuerbare Energiequellen	201
5.2 Das globale Potential erneuerbarer Energiequellen	203
6. Auswirkungen unterschiedlicher Energiestrategien	206
6.1 Merkmale ausgewählter Szenarien	206
6.1.1 Kohleveredelungs-Szenario	206
6.1.2 IIASA-Szenarien	207
6.1.3 Nullwachstums-Szenario	209
6.1.4 Effizienz-Szenario	210
6.2 Effekt unterschiedlicher Energiestrategien auf CO ₂ - und Temperaturänderung	212
6.2.1 Synthetische Brennstoff-Variante	212
6.2.2 Rein fossile Brennstoff-Strategie	213
6.2.3 Spektrum verschiedener Strategien	214
7. Flankierende Maßnahmen	219
8. Entscheidungshilfen	220

VII. Zukunftschancen	224
1. Alter Fortschrittsglaube – neue Glaubwürdigkeit	224
2. Der Mensch: Gestalter seiner eigenen Zukunft?	225
3. Zukunftschancen: Die bisherigen Trends fortschreiben	227
3.1 Wachstum	227
3.2 Nord-Süd-Konflikt	228
4. Zukunftschancen: Neue Akzente setzen	231
4.1 Neuorientierung	231
4.2 Einsatz unseres technologischen Wissens	232
4.2.1 Kraft-Wärme-Kopplung	232
4.2.2 Heizkraftwerke	232
4.2.3 Blockheizkraftwerke	233
4.2.4 Wirbelschichtfeuerung	233
4.2.5 Fernwärme	234
4.2.6 Wärmepumpen	235
4.3 Produktinnovation	235
4.3.1 Wärmedämmung	237
4.3.2 Energiesparende Glühlampen	237
4.3.3 Kraftstoffökonomie	237
4.3.4 Kohlenstoff als Werkstoff	238
4.3.5 Mikroelektronik	238
4.4 Abbau alter Barrieren	239
5. Wege aus der CO ₂ /Klima-Gefahr	241
Literaturverzeichnis für die einzelnen Kapitel	245
Auswahl von neueren Hand-, Text- und Taschenbüchern	267
Anhang	271
Glossar	289
Autorenverzeichnis	296
Sachverzeichnis	302