

Enquete-Kommission
„Vorsorge zum Schutz der Erdatmosphäre“
des Deutschen Bundestages (Hrsg.)

Schutz der Erde

Eine Bestandsaufnahme mit Vorschlägen
zu einer neuen Energiepolitik

Teilband I



Economica Verlag
Verlag C. F. Müller

M III 84

DK 551.583

Schutz der Erde

Eine Bestandsaufnahme mit Vorschlägen zu einer neuen Energiepolitik

Dritter Bericht der Enquete-Kommission
„Vorsorge zum Schutz der Erdatmosphäre“
des Deutschen Bundestages

Teilband I

319/3949 INSTITUT
FÜR METEOROLOGIE U. KLIMATOLOGIE
UNIVERSITÄT HANNOVER
HERRENHAUSER STR. 2 - 30419 HANNOVER

Economica Verlag, Bonn
Verlag C. F. Müller Karlsruhe

Inhaltsübersicht Band 1

	Seite
ABSCHNITT A	
Zusammenfassung –	
Problemdarstellung, Arbeit der Kommission und Handlungsempfehlungen im Überblick	38
1. Kapitel	
Problemdarstellung im Überblick	38
2. Kapitel	
Bisherige Arbeit der Enquete-Kommission im Überblick	59
3. Kapitel	
Internationale und EG-weite Handlungsempfehlungen zur Eindämmung des zusätzlichen Treibhauseffektes und zum Schutz der Erdatmosphäre .	64
4. Kapitel	
Nationale Handlungsempfehlungen zur Reduktion der Emissionen energiebedingter klimarelevanter Spurengase	85
5. Kapitel	
Empfehlungen zur Fortführung der Arbeit der Enquete-Kommission in der nächsten Wahlperiode	114
ABSCHNITT B	
Aufgabenstellung und bisherige Arbeit der Kommission	118
1. Kapitel	
Einführung, Problembeschreibung, Entstehung und bisherige Arbeit der Kommission	118
2. Kapitel	
Zusammensetzung der Kommission	123
3. Kapitel	
Bisherige Arbeit der Kommission	125
ABSCHNITT C	
Treibhauseffekt und Klimaänderung	137
1. Kapitel	
Darstellung des aktuellen Kenntnisstandes	139
2. Kapitel	
Klimamodelle und Gütetest	241

	Seite
3. Kapitel	
Mögliche Auswirkungen des berechneten Temperaturanstiegs	260
4. Kapitel	
Die Wirksamkeit der von der Enquete-Kommission empfohlenen Maßnahmen	343
5. Kapitel	
Klimaforschung und Forschungsbedarf	434
ABSCHNITT D	
Ozonabbau in der Stratosphäre	441
1. Kapitel	
Aktueller naturwissenschaftlicher Kenntnisstand	442
2. Kapitel	
Fluorchlorkohlenwasserstoffe (FCKW), Halone, Chlorkohlenwasserstoffe (CKW) und Ersatzstoffe	490
3. Kapitel	
Modellabschätzungen zum Ausmaß zukünftiger Veränderungen	551
4. Kapitel	
Ozonzerstörung, Veränderungen der UV-B-Strahlung und deren Auswirkungen	582
5. Kapitel	
Maßnahmen zur FCKW- und Halonreduzierung	629
6. Kapitel	
Wissenschaftliche Untersuchungsprogramme und Forschungsbedarf ...	673
<i>Zusatzvotum der Kommissionsmitglieder Dr. Knabe, Frau Prof. Ganseforth, Frau Dr. Hartenstein, Dr. Kübler, Müller (Düsseldorf), Prof. Dr. Henicke zu Abschnitt D, 5. Kapitel: „Maßnahmen zur FCKW- und Halonreduzierung“</i>	686

Inhaltsverzeichnis Band 1

	Seite		Seite
ABSCHNITT A			
Zusammenfassung — Problem- darstellung, bisherige Arbeit der Kom- mission und Handlungsempfehlungen im Überblick	38	der flüchtigen organischen Ver- bindungen (ohne Methan)	70
1. Kapitel		2.1 Internationale Maßnahmen — Reduktionsziele und Internatio- nale Konvention über Klima und Energie	70
Problemdarstellung im Überblick ...	38	2.1.1 Reduktionsziele	70
1. Zusätzlicher Treibhauseffekt und weltweite Klimaänderungen	39	2.1.2 Internationale Konvention über Klima und Energie und dazuge- hörige Protokolle	76
2. Klima und Energie — Emissionen energiebedingter klimarelevanter Spurengase	47	2.2 Maßnahmen im Rahmen der Eur- opäischen Gemeinschaften ...	78
3. FCKW und andere Verbindun- gen, die sowohl den Ozonabbau in der Stratosphäre bewirken als auch zum zusätzlichen Treib- hauseffekt beitragen	54	3. Empfehlungen zum Schutz der tropischen Wälder	81
4. Vernichtung der tropischen Wäl- der	58	4. Handlungsbedarf im Bereich Landwirtschaft und Welternäh- rung	84
2. Kapitel		5. Integration der bereits bestehen- den und noch zu schaffenden sektoralen internationalen Ver- einbarungen zu einer Gesamt- konvention zum Schutz der Erd- atmosphäre im Jahr 1998	84
Bisherige Arbeit der Enquete-Kom- mission im Überblick	59	6. Schaffung eines Umweltrates ..	85
1. Erster Bericht	62	4. Kapitel	
2. Zweiter Bericht	62	Nationale Handlungsempfehlungen zur Reduktion der Emissionen ener- giebedingter klimarelevanter Spuren- gase	85
3. Dritter Bericht	63	1. Reduktionsziele für die energie- bedingten klimarelevanten Spu- rengasemissionen	86
3. Kapitel		2. Zentrale Ergebnisse des Stu- dienprogramms der Kommission zum Erreichen der Reduktions- ziele	89
Internationale und EG-weite Hand- lungsempfehlungen zur Eindämmung des zusätzlichen Treibhauseffektes und zum Schutz der Erdatmosphäre	64	3. Strategie zum Erreichen der Re- duktionsziele	96
1. Empfehlungen zur Reduktion der FCKW und anderer Verbindun- gen, die sowohl den Abbau der Ozonschicht der Stratosphäre bewirken als auch zum zusätzli- chen Treibhauseffekt beitragen .	65	4. Grundsätze und Prioritäten bei den Maßnahmen bezüglich der Energieträgerstruktur	98
1.1 Internationale Maßnahmen	65	4.1 Energieeinsparung, verbesserte Energieeffizienz, rationellere Energieverwendung	99
1.2 Maßnahmen innerhalb der Euro- päischen Gemeinschaften	67	4.2 Erneuerbare Energien	101
2. Empfehlungen zur Reduktion der Emissionen klimarelevanter Spu- rengase aus dem Energiebereich einschließlich dem Verkehrsbe- reich, insbesondere des Kohlen- dioxids, des Methans, der Stick- oxide, des Kohlenmonoxids und		4.3 Fossile Energieträger	103
		4.4 Kernenergie	104

	Seite		Seite
5. Sektorspezifische Maßnahmen und Programme	107	1.3 Chemische Zusammensetzung der Atmosphäre	143
5.1 Heizwärmebereich in allen Sektoren	107	1.4 Kreisläufe klimarelevanter Spurengase in der Atmosphäre	148
5.2 Verkehrssektor	108	1.4.1 Wasserdampf	148
5.3 Industrie und Kleinverbrauch ...	112	1.4.2 Kohlendioxid	150
5.4 Energieumwandlungssektor ...	113	1.4.3 Methan	157
5. Kapitel		1.4.4 Distickstoffoxid	162
Empfehlungen zur Fortführung der Arbeit der Enquete-Kommission in der nächsten Wahlperiode	114	1.4.5 Halogenierte Kohlenwasserstoffe	165
6. Tabellenverzeichnis	115	1.4.6 Ozon in der Troposphäre	166
7. Abbildungsverzeichnis	116	1.4.7 Indirekt klimawirksame Gase ..	170
ABSCHNITT B		— Kohlenmonoxid	170
Aufgabenstellung und bisherige Arbeit der Kommission	118	— Stickoxide	172
1. Kapitel		— Flüchtige organische Kohlenstoffverbindungen	175
Problembeschreibung, Entstehung und Auftrag der Kommission	118	2. Änderung von Klimaparametern in der jüngsten Vergangenheit ..	178
2. Kapitel		2.1 Langzeittrends klimarelevanter Spurengase und ihre Ursachen ..	178
Zusammensetzung der Kommission ..	123	2.1.1 Wasserdampf	178
1. Mitglieder der Kommission	123	2.1.2 Kohlendioxid	180
2. Kommissionssekretariat	124	2.1.3 Methan	184
3. Kapitel		2.1.4 Distickstoffoxid	186
Bisherige Arbeit der Kommission ...	125	2.1.5 Halogenierte Kohlenwasserstoffe	186
4. Literaturverzeichnis	135	2.1.6 Ozon in der Troposphäre	188
ABSCHNITT C		2.1.7 Indirekt klimawirksame Spurengase	190
Treibhauseffekt und Klimaänderung ..	137	— Kohlenmonoxid	190
Einführung	137	— Stickoxide	190
1. Kapitel		— Flüchtige organische Kohlenstoffverbindungen	191
Darstellung des aktuellen Kenntnisstandes	139	2.2 Änderungen von Klimaparametern	191
1. Allgemeine Angaben zur Erdatmosphäre	139	2.2.1 Temperatur	191
1.1 Klima und Atmosphäre	139	2.2.2 Niederschlagstätigkeit	198
1.2 Dynamik und Struktur der Atmosphäre	141	2.2.3 Meeresspiegel	201
		2.2.4 Atmosphärische Zirkulation	205
		2.2.5 Extreme Wetterereignisse	206
		3. Strahlungshaushalt und seine Beeinflussung durch den Menschen	208
		3.1 Der Strahlungshaushalt des Systems Erde-Atmosphäre	208
		3.2 Der Treibhauseffekt	210
		3.2.1 Strahlungs- und Energiebilanz ..	210
		3.2.2 Absorption der Treibhausgase ..	213

	Seite		Seite
3.2.3 Anteil der einzelnen Gase am Treibhauseffekt	215	1.4 Weitere globale Änderungen ...	271
3.3 Ursachen für die Änderung des Strahlungshaushaltes	218	1.5 Veränderte Extremwertstatistik .	272
3.3.1 Treibhausgase und indirekt klimawirksame Gase	218	2. Berechnete regionale und jahreszeitliche Klimaänderungen	273
3.3.2 Aerosolteilchen	219	2.1 Temperaturänderungen	276
3.3.3 Wolken	222	2.2 Niederschlagsänderungen	280
3.3.4 Andere Parameter	222	2.3 Änderung der Meereisausdehnung	282
4. Literaturverzeichnis	223	2.4 Schwund des Permafrostes ...	283
5. Abbildungsverzeichnis	239	2.5 Weitere regionale Effekte	283
6. Tabellenverzeichnis	240	2.5.1 Bodenfeuchte	283
		2.5.2 Regionaler Meeresspiegelanstieg durch Erwärmung	284
2. Kapitel		3. Wirkungen der Klimaänderung .	285
Klimamodelle und Gütetest	241	3.1 Terrestrische Ökosysteme	286
1. Modelle des Kohlenstoffkreislaufes	242	3.1.1 Nettoprimärproduktion und Speicherung von Kohlenstoff in der Biomasse	286
1.1 Kohlenstoff im Ozean	242	3.1.2 Verschiebung der Vegetationszonen	290
1.2 Kohlenstoff in der Land-Biosphäre	244	3.1.3 Veränderungen in Ökosystemen	292
1.3 Simulation des Kohlenstoffkreislaufs mit gekoppelten Modellen	245	3.1.4 Sozioökonomische Folgen	292
2. Vereinfachte Klimamodelle	245	3.2 Marine Ökosysteme	294
2.1 Energiebilanzmodelle	246	3.3 Landwirtschaft	296
2.2 Strahlungs-Konvektionsmodelle	246	3.3.1 Gegenwärtige Klimaempfindlichkeit und Risikogebiete	297
3. Gekoppelte Chemie-Klima-Modelle	248	3.3.2 Mögliche Auswirkungen der Spurengase und des Temperaturanstiegs	298
4. Komplexe Klimamodelle	250	3.3.3 Mögliche Auswirkungen auf Wirtschaft und Gesellschaft	302
4.1 Modelle der allgemeinen Zirkulation der Atmosphäre	250	3.4 Forstwirtschaft	303
4.2 Modelle der Zirkulation des Ozeans	252	3.5 Hydrologie und Wasserwirtschaft	307
4.3 Gekoppelte Ozean-Atmosphäre-Modelle	252	3.5.1 Empfindlichkeit des Abflusses gegenüber Klimaänderungen ..	308
4.4 Gütetest globaler Zirkulationsmodelle	253	3.5.2 Veränderter Wasserbedarf	309
4.5 Gleichgewichtsrechnungen	254	3.5.3 Wasserhaushalt der Seen	309
4.6 Zeitabhängige Rechnungen	256	3.5.4 Besonders gefährdete Regionen	310
5. Literaturverzeichnis	257	3.5.5 Weitere Aspekte	311
		3.5.6 Spezifische Folgen für Mitteleuropa	312
3. Kapitel		3.6 Fischfang	316
Mögliche Auswirkungen des berechneten Temperaturanstiegs	260	3.7 Küstenzonen	318
Einführung	260	3.7.1 Gefährdung der Bevölkerung in Marschniederungen und auf Inseln	319
1. Berechnete globale Klimaänderungen	262	3.7.2 Sturmfluten	320
1.1 Temperaturänderungen	264		
1.2 Niederschlagsänderungen	268		
1.3 Meeresspiegelanstieg	268		

	Seite		Seite		
3.7.3	Wasserversorgung und Wasserqualität	320	2.	Klimamodelle für Szenarienrechnungen der Enquete-Kommission	362
3.7.4	Ökologische Folgen eines Meeresspiegelanstiegs	321	2.1	Das vereinfachte Modellsystem	362
3.7.5	Rückzug von Küstenlinien	322	2.1.1	Modelle des Kohlenstoffkreislaufs	362
3.8	Siedlungen des Menschen	323	2.1.2	Der Methankreislauf	364
3.9	Energieversorgung	326	2.1.3	Massenbilanzmodell für Distickstoffoxid und Fluorchlorkohlenwasserstoffe	365
3.10	Verkehr	329	2.1.4	Beziehung zwischen Konzentration der Treibhausgase und Strahlungshaushalt der Erde ...	365
3.11	Industrie und Gewerbe	331	2.1.5	Energiebilanzmodell	366
3.12	Gesundheit	333	2.1.6	Temperaturänderungen mit und ohne Kopplung an den Ozean .	366
3.13	Wanderungsbewegungen	334	2.1.7	Modellgütestest	367
4.	Literaturverzeichnis	335	—	Konzentration	367
5.	Tabellenverzeichnis	342	—	Temperatur	367
6.	Abbildungsverzeichnis	342	2.2	Das dreidimensionale gekoppelte Ozean-Atmosphäre Modell	371
4. Kapitel			2.2.1	Atmosphärisches Zirkulationsmodell (ECHAM)	371
Die Wirksamkeit der von der Enquete-Kommission empfohlenen Maßnahmen	343		2.2.2	Das erste ozeanische Zirkulationsmodell (LSG)	373
1.	Emissionsszenarien	343	2.2.3	Das zweite ozeanische Zirkulationsmodell (OPYC)	374
1.1	EK-Szenarien zur FCKW-Reduktion	346	2.2.4	Kopplungsmethode	374
1.1.1	EK-Szenario London	346	2.2.5	Modellgütestest	375
1.1.2	EK-Szenario Washington	347	2.3	Vergleich von Klimamodellergebnissen	381
1.1.3	EK-Szenario Bonn	347	2.3.1	Vergleich von eindimensionalen Modellen untereinander	381
1.1.4	EK-Szenario Brasilia	349	2.3.2	Vergleich von eindimensionalen mit dreidimensionalen Modellen	383
1.2	EK-Szenarien zur CO ₂ -Reduktion	351	3.	Ergebnisse aus eindimensionalen Szenarienrechnungen	385
1.2.1	EK-Szenario A	351	3.1	Die Wirksamkeit der EK-Empfehlungen durch Reduktion der Emissionen von FCKW und H-FCKW	385
1.2.2	EK-Szenario B	352	3.1.1	EK-Szenario London	386
1.2.3	EK-Szenario C	352	3.1.2	EK-Szenario Washington	386
1.2.4	EK-Szenario D	352	3.1.3	EK-Szenario Bonn	386
1.3	IPCC-Szenarien	358	3.1.4	EK-Szenario Brasilia	388
—	Szenario „business as usual“ (BAU)	358	3.1.5	Bewertung der Maßnahmen ...	388
—	Szenario Br	358	3.2	Die Wirksamkeit der EK-Empfehlungen durch Reduktion der Kohlendioxid-Emissionen	390
—	Szenario Cr	358			
—	Szenario Dr	359			
—	Szenario Er	359			
1.4	MPI-Szenarien	359			
—	Szenario MD	359			
—	Szenario LD	361			
—	Szenario LW	361			
—	Szenario EK	361			
—	Szenario EKC	362			
—	Szenario LWC	362			

	Seite		Seite
3.2.1	391	ABSCHNITT D	
3.2.2	392	Ozonabbau in der Stratosphäre	441
3.2.3	393	Einführung	441
3.2.4	397	1. Kapitel	
3.3	398	Aktueller naturwissenschaftlicher	
3.3.1	398	Kenntnisstand	442
3.3.2	399	1. Ausmaß der beobachteten Ver-	
3.4	400	änderungen des Ozons in der	
3.5	401	Stratosphäre	442
3.6	403	1.1 Veränderungen in den Polarre-	
3.7	407	gionen	442
3.8	409	1.1.1 Ozonloch über der Antarktis	442
4.	413	1.1.2 Ozonveränderungen über der	
5.	415	Arktis	451
5.1	416	1.2 Globale Veränderungen	453
5.2	420	2. Wissenschaftliche Grundlagen	460
5.3	420	2.1 Konzentration, Verteilung und	
6.	429	Variabilität des Ozons	460
7.	432	2.2 Bedeutung des Ozons in der	
8.	432	Stratosphäre	463
		2.2.1 UV-Schutzfilter	463
		2.2.2 Temperatur und Stabilität der	
		Stratosphäre	465
		2.3 Chemie des Ozons in der Strato-	
		sphäre	466
		2.3.1 Photochemische Grundlagen	466
		2.3.2 Katalytische Zyklen	467
		2.4 Natürliche Einflußfaktoren auf	
		das Ozon in der Stratosphäre	469
		2.4.1 Dynamik	469
		2.4.2 Sonnenfleckenzyklus	470
		2.4.3 Vulkanismus	472
		3. Anthropogene Ursachen der	
		Ozonzerstörung	474
		3.1 Chemie des Ozonabbaus in der	
		globalen Stratosphäre	474
		3.2 Chemie der polaren Strato-	
		sphäre	476
		4. Literaturverzeichnis	486
		5. Tabellenverzeichnis	488
		6. Abbildungsverzeichnis	489
		2. Kapitel	
		Fluorchlorkohlenwasserstoffe	
		(FCKW), Halone, Chlorkohlenwasser-	
		stoffe (CKW) und Ersatzstoffe	
		1. Wirtschaftliche und technische	
		Situation	490
5. Kapitel			
Klimaforschung und Forschungsbedarf	434		
1. Die Klimaforschung in der Bundesrepublik Deutschland	435		
2. Forschungsbedarf	437		

	Seite		Seite		
1.1	Produktionsverfahren	490	3.2.1 Allgemeines	530	
1.2	Produktions- und Verbrauchsmengen sowie Hersteller	492	3.2.2 Feuerlöschung	530	
1.2.1	Fluorchlorkohlenwasserstoffe (FCKW)	492	3.3	Chlorkohlenwasserstoffe (CKW)	534
	— International	492	3.3.1	Methylchloroform (CH ₃ CCl ₃)	534
	— In der EG	498	3.3.2	Tetrachlorkohlenstoff (CCl ₄)	535
	— Bundesrepublik Deutschland	498	4.	FCKW-Ersatzstoffe	536
1.2.2	Halone	500	4.1	Allgemeines	536
	— International	500	4.2	Forschungsprogramme	537
	— In der EG	501	4.3	Mechanismen und Folgeprodukte des chemischen Abbaus in der Atmosphäre	539
	— Bundesrepublik Deutschland	501	4.4	Anwendung möglicher Ersatzstoffe	543
1.2.3	Chlorkohlenwasserstoffe (CKW)	504	4.4.1	Teilhalogenierte FCKW	543
	— Bundesrepublik Deutschland	504	— H-FCKW 22	543	
2.	Wirkung in der Atmosphäre	504	— H-FCKW 123	544	
2.1	Ozonzerstörungspotential, ODP-Wert	505	— H-FCKW 141 b	544	
2.2	Treibhauspotential, GWP-Wert	509	— H-FCKW 124	544	
2.3	Konzentrationstrends	512	— H-FCKW 142 b	544	
3.	Anwendungen sowie Möglichkeiten der Verbrauchs- und Emissionsreduzierung	517	— H-FCKW 225 ca und 225 cb	545	
3.1	Fluorchlorkohlenwasserstoffe	517	4.4.2	Fluorkohlenwasserstoffe (FKW)	545
3.1.1	Allgemeines	517	— FKW 134 a	545	
3.1.2	Reinigungs- und Lösemittel	517	— FKW 143 a	545	
	— Oberflächenbehandlung	518	— FKW 152 a	545	
	— Textilreinigung	519	— FKW 23	546	
3.1.3	Kunststoffverschäumung	520	— FKW 125	546	
	— Polyurethan (PUR)-Hartschaum	520	4.4.3	Perfluorierte Alkane	546
	— PUR-Integralschaum	522	4.4.4	Halogenfreie Verbindungen	546
	— Polystyrol-Hartschäume	522	4.5	Hemmnisse der Markteinführung für Ersatzstoffe	547
	— PUR-Weichschäume	523	4.5.1	Kosten	547
3.1.4	Klima- und Kältetechnik	524	4.5.2	DIN	547
	— Kälteanlagen zur gewerblichen Nutzung	525	5.	Literaturverzeichnis	548
	— Großkälteanlagen zur industriellen Nutzung	525	6.	Tabellenverzeichnis	549
	— Fahrzeugklimaanlagen und Transportkälteanlagen	525	7.	Abbildungsverzeichnis	550
	— Gebäudeklimatisierung	526			
	— Haushaltskühlgeräte	526			
3.1.5	Spraydosen	528			
3.1.6	Sonstige Anwendungen	529			
3.2	Halone	530			

3. Kapitel		
Modellabschätzungen zum Ausmaß zukünftiger Veränderungen		551
1.	Grundlagen	551
1.1	Ein-, zwei- und dreidimensionale (1-D-, 2-D- und 3-D-) Modelle	552
1.2	Beschreibung zweier Rechenmodelle	557
1.2.1	Das 1-D- und 1 1/2-D-Chemie-Klimamodell des Max-Planck-Instituts für Chemie (MPIC)	557

	Seite		Seite
1.2.2	559	3.	599
1.3	560	4.	601
2.	561	4.1	601
2.1	562	4.2	603
2.2	564	4.3	606
2.3	565	4.3.1	607
2.4	567	4.3.2	608
3.	571	4.3.3	608
3.1	571	4.4	610
3.2	576	4.4.1	611
3.3	576	4.4.2	612
4.	578	4.4.3	613
5.	581	4.4.4	613
6.	582	4.4.5	614
4. Kapitel		4.5	616
Ozonzerstörung, Veränderungen der UV-B-Strahlung und deren Auswirkungen	582	4.5.1	616
1.	582	— Ökologische Bedeutung	616
1.1	583	— Schädigung	617
1.2	588	— Gegenwärtige Situation	618
2.	590	4.5.2	618
2.1	590	4.5.3	619
2.2	592	4.6	621
2.3	592	5.	621
2.3.1	594	5.1	623
2.3.2	597	5.2	623
		5.3	624
		6.	625
		7.	628
		8.	628

	Seite		Seite	
5. Kapitel		2.2	EG-Umweltratssitzung (März 1989) 652	
Maßnahmen zur FCKW- und Halonreduzierung	629	2.3	Vorschlag einer Verordnung des Rates über Stoffe, die zu einem Abbau der Ozonschicht führen . 652	
1. Internationale Bemühungen	629	3.	Maßnahmen in der Bundesrepublik Deutschland 653	
1.1 Internationale Vereinbarungen ..	629	3.1	Empfehlungen der Enquete-Kommission (1988) 653	
1.1.1 Wiener Übereinkommen vom 22. März 1985 zum Schutz der Ozonschicht	632	3.1.1	Internationale Maßnahmen 653	
1.1.2 Montrealer Protokoll über Stoffe, die zu einem Abbau der Ozonschicht führen	632	3.1.2	Maßnahmen innerhalb der Europäischen Gemeinschaften 654	
— Verpflichtungen der Vertragsparteien	636	3.1.3	Nationale Maßnahmen 655	
— Ausnahmeregelungen	636	3.2	Umsetzung der Empfehlungen . 657	
— Einschätzung des Montrealer Protokolls	636	3.2.1	Beschluß des Deutschen Bundestages vom 9. März 1989 ... 657	
1.1.3 Verschärfung des Montrealer Protokolls	637	3.2.2	Selbstverpflichtungen der Industrie	658
— Erste Vertragsstaatenkonferenz zum Montrealer Protokoll in Helsinki	638	3.2.3	Verordnung zum Verbot von bestimmten, die Ozonschicht abbauenden Halogenkohlenwasserstoffen (FCKW-Halon-Verbotsverordnung)	660
— UNEP-Konferenzen und Arbeitsgruppensitzungen	639	— Liste der geregelten Stoffe .	660	
— Tagung des EG-Umweltministerrats zur Überprüfung des Montrealer Protokolls ..	641	— Reduktionsquoten und Zeitpläne	661	
— Zweite Vertragsstaatenkonferenz zum Montrealer Protokoll in London	642	— Aerosolbereich	661	
— Einschätzung der Ergebnisse der zweiten Vertragsstaatenkonferenz	646	— Kältemittel	661	
1.2 Internationale Konferenzen	649	— Schaumstoffe	662	
— Konferenz über globale Erwärmung und Klimaänderungen in Neu Delhi	649	— Reinigungsmittel und Lösemittel .	662	
— Internationale Konferenz zur Rettung der Ozonschicht in London	649	— Löschmittel	663	
— Internationale Umweltschutzkonferenz in Den Haag	650	— Betrieb, Instandhaltung, Außerbetriebnahme, Rücknahmeverpflichtung	663	
— Wirtschaftsgipfel in Paris ..	651	— Kennzeichnung	663	
2. Maßnahmen innerhalb der Europäischen Gemeinschaften	651	4.	Maßnahmen in anderen Ländern	664
2.1 Verordnung (EWG) Nr. 3322/88 des Rates über bestimmte Fluorchlorkohlenwasserstoffe und Halone, die zu einem Abbau der Ozonschicht führen	651	— Australien	664	
		— Finnland	665	
		— Indien	665	
		— Kanada	665	
		— Neuseeland	665	
		— Niederlande	665	
		— Norwegen	666	
		— Österreich	666	
		— Schweden	666	
		— Schweiz	666	
		— USA	667	
		— VR China	667	

	Seite		Seite
5.	Empfehlungen zum Schutz der Ozonschicht und zur Eindämmung des Treibhauseffektes ...	667	
5.1	Internationale Maßnahmen ...	667	
5.2	Maßnahmen innerhalb der Europäischen Gemeinschaften ...	670	
6.	Literaturverzeichnis	672	
7.	Tabellenverzeichnis	672	
8.	Abbildungsverzeichnis	672	
6. Kapitel			
Wissenschaftliche Untersuchungsprogramme und Forschungsbedarf ..		673	
1.	Wissenschaftliche Untersuchungsprogramme	673	
1.1	Ozonforschungsprogramm des Bundesministers für Forschung und Technologie	673	
1.2	Stratosphärisches Ozonforschungsprogramm der EG/EFTA-Länder	680	
1.3	Planungen der amerikanischen Weltraumbehörde NASA	681	
2.	Forschungsbedarf	681	
3.	Förderschwerpunkt „Wirkungen von UV-B-Strahlung“ des Bundesministers für Forschung und Technologie	684	
<i>Zusatzvotum der Kommissionsmitglieder Dr. Knabe, Frau Prof. Ganseforth, Frau Dr. Hartenstein, Dr. Kübler, Müller (Düsseldorf), Prof. Dr. Hennicke zu Abschnitt D, 5. Kapitel: „Maßnahmen zur FCKW- und Halonreduzierung“</i>			
			686

Inhaltsverzeichnis Band 2

ABSCHNITT E

Nationales Vorgehen zur Reduktion der Emissionen energiebedingter klimarelevanter Spurengase

38

1. Kapitel

Ergebnisse, Handlungsempfehlungen und Forschungsbedarf

38

1.	Ergebnisse der Analysen zu den Minderungsmöglichkeiten der Emissionen energiebedingter klimarelevanter Spurengase bis zum Jahr 2005	38
	Vorbemerkung	38
1.1	Problemstellung und Zielsetzung	39
1.2	Ergebnisse der Abschätzung der Einsparpotentiale für die Referenz-Entwicklung und die Reduktionsszenarien bis zum Jahr 2005	40
1.2.1	Die Referenz-Entwicklung	43
1.2.2	Reduktionsszenario „Energiepolitik“	43

1.2.3	Reduktionsszenario „Ausstieg aus der Kernenergie“	53
1.2.4	Reduktionsszenario „Ausbau der Kernenergie“	63
1.3	Die Reduktionsszenarien im Vergleich	71
2.	Nationale Handlungsempfehlungen zur Reduktion der Emissionen energiebedingter klimarelevanter Spurengase	85
2.1	Reduktionsziele für die energiebedingten klimarelevanten Spurengasemissionen	87
2.2	Strategie zum Erreichen der Reduktionsziele	91
2.3	Grundsätze und Prioritäten bei den Maßnahmen bezüglich der Energieträgerstruktur	94
2.3.1	Energieeinsparung, verbesserte Energieeffizienz, rationellere Energieverwendung	94
2.3.2	Erneuerbare Energien	96
2.3.3	Fossile Energieträger	97
2.3.4	Kernenergie	98