

KLIMA und MORAL

DIPLOMARBEIT

zur Erlangung des Magistergrades
an der Katholisch-Theologischen Fakultät
der Karl-Franzens-Universität Graz

eingereicht bei:

Herrn o. Univ.-Prof. Dr. PETER INHOFFEN
am Institut für Moraltheologie und Dogmatik,
Fachbereich Moraltheologie

vorgelegt von:

Dipl.-Ing. FRANZ KAINDL
Fachtheologie
WS 2002/2003

Diese Arbeit widme ich meinen Enkelkindern Maximilian, Paul, Katharina, Felix sowie dem für März 2003 mit Freude erwarteten.

Mögen ihnen die in dieser Arbeit angesprochenen Auswirkungen einer gravierenden Klimaänderung durch die Vernunft und das Verantwortungsgefühl der heute für die Geschicke der Welt zuständigen Menschen erspart bleiben.

Inhaltsverzeichnis

0.1	Vorwort	9
0.2	Einleitung	11
1	Klima: Bedeutungen, Elemente, Faktoren, Zonen, Schwankungen, Besonderheiten.....	11
1.1	Bedeutungen des Wortes Klima.....	11
1.2	Klimaelemente, Klimafaktoren, Klimazonen.....	12
1.2.1	Klimaelemente	12
1.2.2	Klimafaktoren	12
1.2.3	Klimazonen	12
1.3	Klimaschwankungen	13
1.4	Der Mond und seine Bedeutung für das Klima unserer Erde.....	13
1.5	Die Mechanismen des Klimageschehens.....	13
1.5.1	Der Treibhauseffekt.....	13
1.5.1.1	Der natürliche Treibhauseffekt.....	14
1.5.1.2	Der durch menschliche Aktivitäten verursachte Treibhauseffekt	14
1.5.1.3	Festlegungen:	15
1.5.2	Die Treibhausgase, ihre Herkunft, Konzentrationen, Auswirkungen.....	15
1.5.2.1	Die Treibhausgase und ihre Herkunft.....	15
1.5.2.1.1	Kohlendioxid-Quellen und -Senken.....	16
1.5.2.2	Der Anteil der einzelnen Treibhausgase am Treibhauseffekt.....	16
1.5.2.3	Die Prognosen hinsichtlich der Zunahme der Treibhausgas- Konzentrationen in der Zukunft.....	17
1.5.3	Die Reaktionen des Klimageschehens auf Änderungen	17
1.5.3.1	Positives und negatives Feedback.....	17
1.5.4	Die veränderte Energiebilanz: ein Paradoxon.....	18
1.5.5	Unsicherheiten in den Vorhersagen.....	19
1.6	Die durch den Klimawandel zu erwartenden Gefährdungen, Gefahren und Strategien ..	19
1.6.1	Einige der zu erwartenden Veränderungen	19
1.6.2	Gefährdungen.....	19
1.6.3	Sechs Strategien für die Anpassung an Klimaänderungen.....	20
1.6.4	Gefährdung der Nahrungsmittelproduktion	20
1.6.5	Küstenzonen und kleine Inseln.....	21
1.6.6	Bedrohung der Artenvielfalt	21
1.6.7	Gesundheitsgefährdungen und allgemeine Gefahren durch den Klimawandel.....	21
1.6.8	Wirtschaftliche Auswirkungen des Klimawandels im alpinen Bereich.....	22

1.6.9	Negative Auswirkungen der Klimaänderungen auf das Sachvermögen.....	22
2	Klimaextrema auf der Erde im Lauf ihrer Geschichte, Daten, Fakten, Kontroversen, Modelle	22
2.1	War unsere Erde vor rund 500 Millionen Jahren vollkommen von Eis und Schnee bedeckt?.....	22
2.2	Das andere Extrem in der Erdgeschichte	26
2.2.1	Der periodische Wechsel von Eiszeiten und warmen Perioden	26
2.2.2	Die derzeitige Kohlendioxid-Bilanz wirft Fragen auf	28
2.2.2.1	Die heutige Kohlendioxid-Freisetzung und der atmosphärische Kohlendioxidgehalt ..	28
2.2.2.2	Der extreme Temperaturanstieg vor 55 Millionen Jahren und seine geologischen Spuren.....	29
2.3	Nationale und internationale Daten, die den Treibhauseffekt untermauern.....	31
2.3.1	Die Temperatur der Atmosphäre	31
2.3.2	Niederschlag: Regionale Zu- und Abnahme in Europa.....	31
2.3.3	Die Veränderungen an Österreichs Gletschern	31
2.3.4	Kürzere Liegedauer der Schneedecke	32
2.3.5	Höhere Permafrostgrenze	32
2.3.6	Weitere Auswirkungen der steigenden Temperaturen.....	32
2.3.7	Der Meeresspiegel steigt kontinuierlich an	32
2.4	Das „ewige Eis“ schmilzt fast überall auf der Erde	33
2.4.1	Die Arktis schmilzt.....	33
2.4.1.1	Die Konsequenzen der Klimaveränderung für die Tierwelt	33
2.4.2	Der Rückgang des Eises in der Antarktis	34
2.4.2.1	Der größte Gletscher der Westantarktis schmilzt	34
2.4.2.2	Der Eisschwund an den drei größten Gletschern der Antarktis	34
2.4.2.3	Warmes Meer als Ursache der Gletscherschmelze.....	35
2.4.3	Der Gletscher des Kilimandscharo schmilzt mit erhöhtem Tempo	35
2.4.4	Fotos belegen Gletscherschwund	36
2.5	Eiszeit oder Treibhaus? Beiträge zur kontrovers geführten Diskussion	36
2.5.1	Beiträge, in denen eine Eiszeit prognostiziert wird	36
2.5.1.1	Die nächste Eiszeit steht bevor.....	36
2.5.1.2	In 30 Jahren beginnt die neue Eiszeit	37
2.5.1.3	Schritt für Schritt ins Eiszeitalter	37
2.5.1.4	Sind die heutigen Trends schon verlässlich?	38
2.5.2	Wurde Kohlendioxid als Klimafaktor überbewertet?.....	38
2.5.3	Kontroversen um das Klima.....	38

2.5.3.1	Eckdaten der Klimaänderung:	38
2.5.3.2	Worüber bestehen Kontroversen?.....	39
2.5.3.3	Die Politik um die globale Klimapolitik	40
2.5.4	Leider ist auch Österreich vom Kyoto-Ziel weit entfernt	41
2.6	Die Klima- und Erdsystemmodelle und ihre laufende Verbesserung	41
2.6.1	Computermodelle zur Klimasimulation	41
2.6.1.1	Ozon: neue Erkenntnisse	42
2.6.1.2	Computermodelle: ihre derzeitigen Grenzen.....	42
2.6.1.3	Neue, leistungsfähige Klimarechner.....	43
2.6.1.4	Grazer Wissenschaftler entwickeln neue Methode zur Verbesserung der Klimamodelle	43
3	Die Klimaverhandlungen – ein geschichtlicher Rück- und Überblick	43
3.1	Die Vorgeschichte der Klimakonferenzen.....	43
3.1.1	Die Umweltkrisen in den Fünfziger- und Sechziger-Jahren des 20. Jahrhunderts.....	43
3.1.2	Erste Umweltkonferenzen	44
3.1.2.1	Die UN-Umweltkonferenz in Stockholm	44
3.1.2.2	Die Folgekonferenz in Nairobi	46
3.1.2.3	Der Brundtland-Bericht	46
3.1.3	Ökosoziale Marktwirtschaft: Die österreichische Variante von „Ecodevelopment“/ „Sustainable Development“	47
3.2	Das politische Werden der Klimarahmenkonvention	48
3.2.1	Erste Schritte der politischen Willensbildung auf der 1. Weltklimakonferenz in Genf... 48	
3.2.1.1	Zwischenstaatliche Konferenzen über den Klimawandel	49
3.2.1.2	Die Einsetzung eines internationalen Expertengremiums	49
3.2.1.3	Die Gründung des Zwischenstaatlichen Verhandlungsausschusses.....	49
3.2.2	Die UN-Konferenz über Umwelt und Entwicklung in Rio	50
3.2.2.1	Das Inkrafttreten der Klimarahmenkonvention	50
3.2.2.1.1	Ratifikation.....	50
3.2.3	Die Vertragsstaatenkonferenzen, Conference of the Parties (COP).....	51
3.2.3.1	Die erste Vertragsstaatenkonferenz in Berlin (COP 1)	51
3.2.3.2	Die zweite Vertragsstaatenkonferenz in Genf (COP 2).....	51
3.2.3.3	Die dritte Vertragsstaatenkonferenz in Kyoto (COP 3).....	51
3.2.3.3.1	Die Klauseln für das Inkrafttreten des Kyoto-Protokolls:	52
3.2.3.3.2	Nähere Erläuterungen zu den Inhalten der Klimarahmen-Konvention und des Kyoto-Protokolls	52

3.2.3.3.2.1	Die Klimarahmenkonvention (United Nations Framework-Convention on Climate Change, UNFCCC)	52
3.2.3.3.2.2	Der wesentliche Inhalt des Kyoto-Protokolls	54
3.2.3.4	Die vierte Vertragsstaatenkonferenz in Buenos Aires (COP 4)	56
3.2.3.5	Die fünfte Vertragsstaatenkonferenz in Bonn (COP 5)	56
3.2.3.6	Die sechste Vertragsstaatenkonferenz (COP 6) in zwei Teilen	56
3.2.3.6.1	Teil 1 von COP 6 in Den Haag	56
3.2.3.6.2	Teil 2 von COP 6 in Bonn	56
3.2.3.7	Die siebente Vertragsstaatenkonferenz in Marrakesch (COP 7)	57
3.2.3.7.1	Die wesentlichen Details von Marrakesch	57
3.2.3.8	Der UN-Weltgipfel für nachhaltige Entwicklung in Johannesburg	58
3.2.3.8.1	Für die USA ist Umweltschutz kein Thema	58
3.2.3.9	Die achte Vertragsstaatenkonferenz in Delhi (COP 8)	59
3.2.3.10	Österreich hat das Kyoto-Protokoll ratifiziert	60
4	Energiesparmaßnahmen und alternative Energien	60
4.1	Der Energieverbrauch in Österreich	61
4.2	Energiesparmaßnahmen	62
4.2.1	Energiesparen im Kleinen und im Großen	62
4.2.1.1	Energiesparen im Alltag durch Disziplin und (Nach-) Denken	62
4.2.1.2	Die Übertragung des Sparens im Kleinen auf größere Einheiten/Bereiche	63
4.2.2	Maßnahmen zur Verbesserung der Energieeffizienz	64
4.2.2.1.1	Verbesserung der Energieeffizienz durch den Einbau neuer Geräte und Anlagen mit besserer Energienutzung	64
4.2.2.1.1.1	Beispiele für die Energieeinsparung bei neueren Klein- und Großanlagen auf dem Heizungssektor	64
4.2.2.1.1.2	Ein Beispiel für die Energieeinsparung bei Großanlagen des Klima- und Lüftungssektors	66
4.2.2.2	Energiesparen durch den Einsatz von Materialien und bautechnischen Komponenten, die einen geringeren Energieverlust sicherstellen	67
4.2.2.2.1	Wärmedämmung von Gebäudeaußenflächen	67
4.2.2.2.1.1	Ein überschlägiges Rechenbeispiel	68
4.2.2.2.2	Kältebrücken und ihre Vermeidung	68
4.2.2.2.3	Fensterflächen: Trotz neuer Technologien noch immer ein Schwachpunkt der Energieoptimierung	69
4.2.2.2.4	Die Isolierung von Fußböden	69
4.2.3	Der Einsatz neuer Technologien	70

4.2.3.1	Blockheizkraftwerke, Kraft-Wärme-Kopplung	70
4.2.3.2	Der Stirling-Motor	70
4.2.3.2.1	Aufbau und Arbeitsprinzip des Stirling-Motors	70
4.2.3.2.2	Die Besonderheiten dieses Motors.....	71
4.2.3.2.3	Die Vor- und Nachteile eines Stirlingmotors gegenüber einem Verbrennungskraftmotor	71
4.2.3.2.4	Ausblicke	72
4.2.3.3	Die Brennstoffzelle	72
4.2.3.3.1	Erläuterungen der prinzipiellen Funktion der Brennstoffzelle	72
4.2.3.3.2	Arten von Brennstoffzellen	73
4.2.3.3.3	Die zukünftigen Möglichkeiten des Einsatzes von Brennstoffzellen	73
4.2.3.3.4	Erzeugung, Verteilung und Sicherheitsaspekte von Wasserstoff als Betriebsmittel von Brennstoffzellen und Kraftfahrzeugen.....	74
4.2.3.3.4.1	Die Erzeugung des Wasserstoffs.....	74
4.2.3.3.4.2	Die Verteilung von Wasserstoff.....	74
4.2.3.3.4.3	Sicherheitsaspekte bei der Verwendung von Wasserstoff in Kraftfahrzeugen.....	75
4.3	Alternative Energiegewinnung.....	75
4.3.1	Die Sonnenenergie	75
4.3.1.1	Die Nutzung der direkten Sonnenenergie	76
4.3.1.1.1	Photovoltaik	76
4.3.1.1.1.1	Funktion und Kosten.....	76
4.3.1.1.1.2	Energieausbeute und Wirkungsgrad	76
4.3.1.1.1.3	Wieviel Fläche bräuchte Österreich, um seinen jährlichen Gesamt-Energiebedarf mit Photovoltaik -Strom abzudecken? (eigene Berechnung).....	76
4.3.1.1.2	Sonnenkollektoren.....	76
4.3.1.1.2.1	Funktion und Kosten.....	77
4.3.1.1.2.2	Zukunftsaussichten für die Verwendung von Sonnenkollektoren.....	77
4.3.1.1.3	Solarthermische Kraftwerke.....	77
4.3.1.1.3.1	Funktion und Kosten.....	77
4.3.1.1.3.2	Kosten und Zukunftsaussichten	78
4.3.1.2	Die indirekte Nutzung der Sonnenenergie	78
4.3.1.2.1	Wasserkraft.....	78
4.3.1.2.1.1	Kraftwerkstypen:.....	78
4.3.1.2.1.2	Kosten und Zukunftsperspektiven	79
4.3.1.2.2	Die Nutzung von Windenergie	79
4.3.1.2.2.1	Funktion und Wirkungsgrad.....	79

4.3.1.2.2	Kosten und Zukunftsperspektiven	80
4.3.1.2.3	Biomasse	80
4.3.1.2.3.1	Einsatzgebiete und Kosten	80
4.3.1.2.3.2	Besondere Varianten der Brennstoffnutzung.....	80
4.3.1.2.3.3	Zukunftsperspektiven für die Nutzung von Biomasse	81
4.3.1.2.3.4	Die Erzeugung von Biodiesel aus Raps	81
4.3.1.2.4	Biogas.....	81
4.3.1.2.4.1	Die Ausgangsprodukte und Quellen für die Entstehung von Biogas	81
4.3.1.2.4.2	Kosten der Energieerzeugung aus Biogas und Zukunftsperspektiven	82
4.3.1.2.5	Erdwärme	82
4.3.1.2.5.1	Arten und Kosten der Erdwärmennutzung	82
4.3.1.2.5.2	Wärmepumpen.....	83
5	Der Versuch einer ethisch-theologischen Beleuchtung unseres Handelns und unsere Verantwortung gegenüber Klima und Umwelt auf unserer Erde	84
5.1	Mögliche theologische Ursachen und geistesgeschichtliche Hintergründe der heutigen Umweltsituation	84
5.1.1	Allgemeine Ursachen und geistesgeschichtliche Hintergründe für die heutige ökologischen Krise	84
5.1.1.1	Galileo Galilei.....	85
5.1.1.2	Der geistesgeschichtliche Einfluss Francis Bacons	86
5.1.1.3	Der Dualismus des Rene Descartes.....	87
5.1.2	Der Vorwurf des Anthropozentrismus, gerichtet an die jüdisch–christliche Tradition ..	88
5.1.2.1	Die verschiedenen Auslegungsmöglichkeiten des Wortes ḥdr (radah) zur Bibelstelle Gen 1,26.28.....	88
5.1.2.1.1	Eigene Überlegungen zu dieser Bibelstelle	88
5.1.2.1.2	Fachlich fundierte Exegese zu Gen 1,26.28	89
5.1.2.2	Handeln mit der oder gegen die Natur	91
5.1.2.3	Die ökologische Krise als Folge einer Entmythologisierung und selbstherrlichen Manipulation der Natur mit den effizienten Mitteln der Technik und der Naturwissenschaft.	93
5.1.2.4	Christlicher Anthropozentrismus als Kernproblem	95
5.1.3	Versuche, eine ausgewogene Stellungnahme zu finden.....	96
5.1.3.1	Der Unterschied zwischen der biblischen Botschaft und ihrer Wirkungsgeschichte...	96
5.1.3.2	Unschuld der Bibel, Mitschuld des Christentums.....	97
5.1.3.3	Der Einfluss mittelalterlich-christlicher Bestimmungsfaktoren auf die neuzeitliche Entwicklung von Naturwissenschaft und Technik	98
5.2	Einige wichtige Vertreter des ökologischen Bewusstseins	100

5.2.1	Franz von Assisi.....	100
5.2.2	Franz von Baader.....	100
5.2.3	Albert Schweitzer.....	101
5.2.4	Hans Jonas.....	101
5.2.5	Wilhelm Korff.....	102
5.3	Kirchliche Dokumente zur gegenwärtigen Umweltsituation	103
5.3.1	„Frieden in Gerechtigkeit“. Europäische ökumenische Versammlung Basel 1989	103
5.3.2	„Umwelt und Entwicklung - eine Herausforderung an unsere Lebensstile“ - Kreta 1995.....	107
5.3.3	Gefährdetes Klima – Eine Studie des Rates der evangelischen Kirche Deutschlands 1995	109
5.3.4	„Die Bewahrung der Schöpfung“. Eine Handreichung für Pfarrgemeinden der Diözese Graz-Seckau 1992	112
5.3.5	„Handeln für die Zukunft der Schöpfung“ – Die deutschen Bischöfe 1998.....	113
5.3.6	„Friede mit Gott, dem Schöpfer – Friede mit der ganzen Schöpfung“. Papst Johannes Paul II. zum Weltfriedenstag 1990	115
6	Schlussbemerkungen.....	119

Anhang:

1.	Literatur.....	123
2.	Dokumente.....	124

KLIMA und MORAL

0.1 Vorwort

Während meines Berufslebens hatte ich die Möglichkeit, mich auf dem technischen Sektor bei Neu- und Umbauten von Großprojekten für Energieeinsparung und Energieoptimierung einzusetzen. Bei unserem Wohnhaus realisierte ich das mir zum Hobby gewordene Anliegen der sparsamen Nutzung von Energie schon vor einigen Jahrzehnten durch Wärmedämm-Maßnahmen und den Einbau von Anlagen zur Nutzung von solar- und geothermischer Energie. Besonders danke ich daher Herrn o. Univ.-Prof. Dr. Peter Inhoffen, Vorstand des Instituts für Moraltheologie und Dogmatik, Fachbereich Moraltheologie, an der Karl-Franzens-Universität Graz, der mich ermutigte, dieses Anliegen des verantwortungsvollen Umgangs mit Energie an seinem Institut im größeren Rahmen einer Diplomarbeit zu thematisieren.

Weiters danke ich folgenden Personen für die mir von ihnen zuteil gewordene Hilfe:

Herrn Oberrat Dr. Alois Wolkingner vom Institut für Moraltheologie für die wissenschaftliche und von freundschaftlichem Geist getragene Betreuung beim Werden dieser Arbeit.

Den Herren Univ. Prof. Dr. Johannes Marböck vom Institut für Alttestamentliche

Bibelwissenschaften und Univ.-Prof. Dr. Stefan P. Schleicher vom Institut für

Wirtschaftswissenschaften der Universität Graz danke ich für ihre jeweilige, mir gewährte Hilfestellung.

Bei Herrn Hannes Ortner vom Bibliotheksinstitut der Diözese Graz-Seckau bedanke ich mich für die kopierte Literatur und für die vielen wertvollen Hinweise zum Auffinden von Literatur.

Herrn Dir. Ing. Walter Schiefer von der Feistritzwerke-Steweag-AG Gleisdorf danke ich für die zur Verfügung gestellte Literatur und für die wertvollen Informationen über alternative

Energieversorgung und Energieeinsparung. Von besonderer Wichtigkeit sind mir seine Hinweise, da sich die Feistritzwerke Gleisdorf schon während des Wirkens seines Vorgängers, Herrn Dir.

Ing. Rupert Portugaller, über Jahre intensiv mit den Themen Energieeinsparung, optimale Nutzung von Primärenergie, Wärmedämmung und alternative Energien befassten.

Nicht zuletzt danke ich meiner Tochter Susanne für die geduldige Erledigung der Schreib- und Korrekturarbeiten sowie meinem Sohn Helmut für seine oftmalige Hilfe bei der Lösung von Fragen und Problemen im Zusammenhang mit Internet- und EDV-Anwendungen.

Meiner Frau Ingrid sage ich Dank für die Geduld, mit der sie mein nunmehr zweites Studium während unserer Ehe ertrug.

Anmerkung:

Änderungen gegenüber dem Einreichungstext der Diplomarbeit:

- a) Angleichung an die neue Rechtschreibung; Herrn Mag. Werner Prenner danke ich sehr herzlich für die bei diesem Unternehmen geleistete gewissenhafte Korrekturarbeit.
- b) Einige geringfügige inhaltliche Verbesserungen.

0.2 Einleitung

Ein Teil des Verses 26 aus dem ersten Kapitel des ersten Buches der Bibel (Genesis) lautet in der Einheitsübersetzung: „Sie [die Menschen] sollen herrschen über die Fische des Meeres, über die Vögel des Himmels, über das Vieh, über die ganze Erde und über alle Kriechtiere auf dem Land.“

Wurde dieser Satz seit dem Beginn der Industrialisierung:

- missbraucht,
- missverstanden,
- missverstanden und missbraucht?

Ist dieser Satz mit schuld an dem, was die Menschheit dem Planeten Erde, den Tieren und Menschen zugefügt hat und zufügt?

Wie lange ist dieser Satz noch Teil des moralischen Freibriefes für unser Handeln?

Die ersten drei Teile dieser Arbeit haben das Klimageschehen der Erde, die in der Erdgeschichte ohne Zutun des Menschen eingetretenen Klimaänderungen und die mit großer Wahrscheinlichkeit überwiegend von den Industrienationen ausgelösten Ursachen für die Klimaänderungen in unserer Zeit sowie deren mögliche Folgen zum Thema. Weiters werden bereits in Gang befindliche politische, technische und moralisch-ethische Maßnahmen, die das Ziel verfolgen, den vom Menschen ausgelösten Teil des Klimawandels zu stabilisieren oder rückgängig zu machen, angesprochen.

Im vierten Teil gebe ich einen Überblick über Maßnahmen zur Einsparung von Primärenergie, zu der wir alle aufgerufen sind.

Der fünfte Teil der Arbeit beleuchtet die moralische Komponente unserer Verantwortung gegenüber der Schöpfung und gegenüber den Menschen, die nach uns leben werden.

In den Schlussbemerkungen versuche ich zusammenzufassen und mit eigenen Gedanken abzurunden.

1 Klima: Bedeutungen, Elemente, Faktoren, Zonen, Schwankungen, Besonderheiten

1.1 Bedeutungen des Wortes Klima¹

Das Wort Klima ist griechisch-lateinischen Ursprungs.

Seine Bedeutungen sind:

- a) clima, „Neigung (zum Äquator)“

¹ Vgl. Klima, in: Der Brockhaus multimedial, CD-Rom, Mannheim 1998 (= Bmm).

- b) Das Klima ist der mittlere Zustand der Atmosphäre über einem bestimmten Gebiet und der für dieses Gebiet charakteristischen (durchschnittlichen) Witterung. Wegen der Schwankungen ist das Klima nur für bestimmte Zeiträume, z. B. für die als Normalperiode angenommene Zeit von 1931 bis 1960, streng definiert.

1.2 Klimaelemente, Klimafaktoren, Klimazonen

1.2.1 Klimaelemente

Die wichtigsten Klimaelemente sind Temperatur, Luftdruck, Windrichtung und -Stärke, Niederschläge, Luftfeuchtigkeit, Bewölkung und Sonnenscheindauer.

1.2.2 Klimafaktoren

Zu den Klimafaktoren zählen: Die geographische Breite, die unterschiedliche Ausbildung der Erdoberfläche (Land, Meer, Berge, Täler, Ebene/Freiland, Wald), die Höhe über dem Meeresspiegel.

Das Klima eines Ortes auf der Erde ist das Ergebnis aus dem Zusammenwirken der allgemeinen atmosphärischen Zirkulation mit den lokalen Klimafaktoren.

1.2.3 Klimazonen

Auf Grund der von der geographischen Breite abhängigen Sonneneinstrahlung und der jeweils typischen Zirkulation der Atmosphäre über Kontinenten und Ozeanen entsteht eine gewisse Regelmäßigkeit in der räumlichen Verteilung der sogenannten Klimazonen:

- a) Um den Äquator befindet sich die Region der tropischen Regenwaldklimate mit jahreszeitlich variierenden Niederschlägen. Dabei wird zwischen den
 - inneren Tropen (immerfeucht/vollhumid) mit fast gleichbleibenden Monatstemperaturmittelwerten von über 18 Grad Celsius und den
 - äußeren Tropen (wechselfeucht/semihumid) unterschieden, wobei die Jahresamplitude der Temperatur zu den Wendekreisen hin ansteigt. Die äußeren Tropen gehen in die Savannen und Steppen über.
- b) An die Steppen schließen die Trockenklimate (die Zone der Wüsten) an. In den Trockenklimaten übertrifft die mögliche Verdunstung stets den Niederschlag. Polwärts folgen in den hohen Mittelbreiten
- c) die warmgemäßigten Klimate, die entweder winter- oder sommertrocken sind und große jahreszeitliche Temperaturunterschiede aufweisen.
- d) Das kontinentale Klima ist durch relativ warme Sommer und kalte Winter sowie durch geringe Luftfeuchtigkeit und geringe Niederschläge charakterisiert.

- e) Das maritime Klima weist dagegen hinsichtlich Temperatur, Luftfeuchtigkeit und Niederschlag einen ausgeglicheneren Verlauf aus.
- f) Die Schnee- oder Eisklimate der Polargebiete: In diesen Klimazonen ist der monatliche Temperaturmittelwert stets kleiner als 10 Grad Celsius.

1.3 Klimaschwankungen

- a) Unter Klimaschwankungen versteht man im Allgemeinen die kurzzeitigen periodischen Veränderungen der klimatischen Gegebenheiten (Klimaelemente) gegenüber den über einen längeren Zeitraum ermittelten Werten.
- b) Zu den kurzzeitigen Klimaabweichungen im Gegensatz stehen nachhaltige Klimaveränderungen, die nur in eine Richtung verlaufen.

1.4 Der Mond und seine Bedeutung für das Klima unserer Erde²

Die Neigung unserer Erdachse verdankt ihre Konstanz dem Mond.

Theoretische Berechnungen im Lauf des letzten Jahrzehntes haben ergeben, dass die inneren Planeten unseres Sonnensystems Merkur, Venus und Mars, die alle keinen Mond besitzen, in ihrer Geschichte Phasen durchliefen, in denen sie wie ein langsam werdender Kreisel taumelten. Für einen längeren Zeitraum konnte sich ihre Achse bis zu 80 % neigen. Nur der Erde war dank der stabilisierenden Wirkung ihres Mondes diese Taumelbewegung erspart geblieben. Ohne Mond hätte sich die Erdachse bis zu 85 % neigen können. Die Auswirkungen auf das Klima der Erde wären katastrophal gewesen. Möglicherweise gäbe es dann kein Leben auf unserem blauen Planeten.

1.5 Die Mechanismen des Klimageschehens

Die Erde erhält ihre Energie von der Sonne überwiegend in Form von sichtbarem Licht. 30 Prozent dieser Energie werden in den Weltraum reflektiert, ohne die Erdoberfläche zu erreichen. Die restlichen 70 Prozent durchdringen die Atmosphäre und erwärmen die Erdoberfläche. Damit die Erde in einem Temperaturgleichgewicht bleibt, muss sie die überschüssige Wärmeenergie in Form von Strahlung im Infrarotbereich abgeben.

1.5.1 Der Treibhauseffekt³

Die Atmosphäre der Erde hat die Wirkung eines Treibhauses. Sie lässt das kurzwellige Licht durch und behält zum Teil die Infrarotstrahlung zurück. Dadurch kann sich innerhalb der Atmosphäre:

² Vgl. Kuriosum zu „Klima“ in: BMM.

- a) die Erde erwärmen,
- b) eine wesentlich konstantere Temperatur einstellen als es ohne sie der Fall wäre.

Unter „Treibhauseffekt“ wird im Zusammenhang mit dem Klimageschehen die Tatsache verstanden, dass bestimmte Gase besser als andere die Abstrahlung der von der Erde abgegebenen Infrarotstrahlung in den Weltraum behindern. Der Energiehaushalt und damit das Weltklima wird also von der Zusammensetzung der Gase in der Atmosphäre mitbestimmt. Grundsätzlich haben wir zwischen einem natürlichen Treibhauseffekt und einem vom Menschen verursachten (anthropogenen) erhöhten Treibhauseffekt zu unterscheiden.

1.5.1.1 Der natürliche Treibhauseffekt⁴

Am natürlichen Treibhauseffekt haben Anteil:

- a) in erster Linie der Wasserdampf,
- b) Kohlendioxid,
- c) Methan, Distickoxid und Ozon.

Diese Gase sind ohne Zutun des Menschen für den natürlichen Treibhauseffekt, der den Energiefluss der Infrarotstrahlung steuert, verantwortlich. Der Anteil der Treibhausgase in der Atmosphäre beträgt weniger als 1 Prozent.

1.5.1.2 Der durch menschliche Aktivitäten verursachte Treibhauseffekt⁵

- a) Als „Treibhauseffekt“ wird allgemein nur dieser erhöhte (anthropogene) Treibhauseffekt verstanden.
- b) Die wesentlichsten, für den erhöhten Treibhauseffekt verantwortlichen menschlichen Aktivitäten sind:
 - das Verbrennen von fossilen Energieträgern,
 - Intensivlandwirtschaft,
 - das Abholzen der Tropenwälder,
 - Brandrodung,
 - der Verlust von Agrarland,
 - die chemische Industrie.

Durch diese Aktivitäten werden:

1. Seit Jahrtausenden gebundenes Kohlendioxid in die Atmosphäre abgegeben,
2. Kohlendioxid-Senken vernichtet,
3. neue Treibhausgase produziert und freigesetzt.

³ Vgl. Der Treibhauseffekt und seine Ursachen, s. Dok. 1 (Anhang); Schönwiese, Christian-Dietrich: Grad-Wanderungen im Treibhaus. Für eine Versachlichung der Klimadebatte, in: zeitzeichen 2/7 (2001), 22-23.

⁴ Vgl. Climate Change Information Kit (= Kit) 3, s. Dok. 2 (Anhang).

⁵ Vgl. Ebd.

1.5.1.3 Festlegungen:

Fortan sind in dieser Arbeit

- a) unter dem Wort „Treibhauseffekt“ der erhöhte Treibhauseffekt und
- b) unter „Treibhausgase“ die anthropogenen Treibhausgase gemeint, wenn nicht Zusätzliches vermerkt wird.

1.5.2 Die Treibhausgase, ihre Herkunft, Konzentrationen, Auswirkungen

1.5.2.1 Die Treibhausgase und ihre Herkunft⁶

1. Kohlendioxid:

Seit dem Beginn der Industrialisierung vor ca. 200 Jahren werden vorwiegend fossile Brennstoffe (Kohle, Erdöl, Erdgas) verheizt. Bei der Verbrennung dieser Stoffe wird das in ihnen gebundene Kohlendioxid frei und zusätzlich zu dem schon in der Atmosphäre vorhandenen hinzugefügt.

Die Hauptverbraucher der fossilen Energieträger (und damit auch Hauptverursacher des Treibhauseffekts) sind Industrie und Verkehr.

2. Methan:

Die gestiegene Konzentration von Methan in der Atmosphäre hat folgende Hauptverursacher:

a) die Landwirtschaft durch:

- Intensivtierhaltung (insbesondere Rinderhaltung),
- wasserbedeckte Reisfelder,
- Düngung.

b) Die Kohle- und Erdölindustrie:

- Beim Abbau von Kohle wird Methan [als sogenanntes „Grubengas“, F.K.] frei.
- Bei der Erschließung und Förderung von Erdöl, bei der Gewinnung von Erdgas und durch Verluste beim Erdgastransport (Erdgas besteht zum überwiegenden Teil aus Methan).

c) Mülldeponien: Bei der Verrottung entsteht Methan.

3. Fluor-Chlor-Kohlenwasserstoffe (FCKW) und andere Fluorkohlenwasserstoffverbindungen:

Diese Gase sind Erzeugnisse der chemischen Industrie. Die Fluor-Chlor-Kohlenwasserstoffe werden unter anderem für die Zerstörung der Ozonschicht verantwortlich gemacht. Bis in die Mitte der 90-iger Jahre des 20. Jahrhunderts wurden sie als Kältemittel in Kühlgeräten,

⁶ Vgl. Kit 2, s. Dok. 3 (Anhang) und Kit 3.

zum Schäumen von Dämmstoffen, als Lösungsmittel und als Treibmittel in Spraydosen verwendet.

4. Distickstoffoxid (Lachgas):

Dieses Gas entsteht

- bei Brandrodungen,
- durch die Verwendung von Kunstdünger und wird
- als Anästhesiegas bei der medizinischen Anwendung für Anästhesie frei.

5. Ozon:⁷

Troposphärisches Ozon entsteht in bodennahen Schichten mit erhöhter Abgasentwicklung. Es bildet sich aus Stick- und Schwefeloxiden unter Einwirkung des Sonnenlichts.

6. Schwefelhexafluorid:

Dieses Gas findet vorwiegend als Isoliermittel in gekapselten Hochspannungsanlagen für dicht verbaute Gebiete Verwendung. Wegen der hohen Isolierfähigkeit dieses Gases können Hochspannungsanlagen sehr klein gebaut werden.

1.5.2.1.1 Kohlendioxid-Quellen und -Senken

Kohlendioxid-Quellen:

Im Sinne des Treibhauseffekts sind darunter Quellen zu verstehen, die über den natürlichen Kohlendioxid-Kreislauf hinausgehend dieses Gas an die Atmosphäre abgeben (Verfeuern fossiler Energieträger, Brandrodungen zur Landgewinnung, Abholzen von Tropenwäldern). Dadurch entsteht in der Atmosphäre ein Kohlendioxid-Überschuss.

Kohlendioxid-Senken:

Darunter versteht man Vorgänge, bei denen dauerhaft Kohlendioxid gebunden und dadurch dem Kohlendioxid-Kreislauf der Atmosphäre entzogen wird. (Aufforstungen, Bodenumwidmungen, Revitalisierung). Auch vermehrtes Wachstum von Tropenwäldern und vermehrtes Algenwachstum werden als Kohlendioxid-Senken angesehen.

1.5.2.2 Der Anteil der einzelnen Treibhausgase am Treibhauseffekt⁸

- Kohlendioxid ist derzeit mit über 60 Prozent am Treibhauseffekt beteiligt. Jährlich werden davon mehr als 7 Milliarden Tonnen Kohlendioxid an die Atmosphäre abgegeben.
- Methan ist ein sehr wirksames Treibhausgas und hat in der Atmosphäre eine Verweildauer von ca. 12 Jahren. Es wird durch chemische Prozesse abgebaut, die allerdings schwer zu simulieren und vorherzusagen sind. Methan aus vergangenen

⁷ Vgl. Der Brockhaus in 15 Bänden, Leipzig-Mannheim: Brockhaus 1997, X, 333-334.

⁸ Vgl. Kit 3.

Emissionen ist am Treibhauseffekt mit 15 bis 20 Prozent beteiligt. Diese Angaben beziehen sich auf einen 20-jährigen Zeithorizont (Beobachtungszeitraum). Vergleicht man demgegenüber den 100-jährigen Zeithorizont, dann beträgt der Anteil von Methan auf Grund seiner wesentlich kürzeren Verweilzeit gegenüber Kohlendioxid nur noch 7,9 Prozent.

- Die restlichen 20 Prozent der für den Treibhauseffekt zuständigen Gase entfallen auf Distickstoffoxid, Fluor-Chlor-Kohlenwasserstoffe, Ozon und Spurengase.

1.5.2.3 Die Prognosen hinsichtlich der Zunahme der Treibhausgas-Konzentrationen in der Zukunft⁹

Unter den Voraussetzungen einer steigenden Weltbevölkerung, einer Zunahme des Wirtschaftswachstums in den Entwicklungsländern und unter der Annahme, dass keine Anstrengungen zur Beschränkung der Treibhausgas-Konzentrationen unternommen werden, erhöhen sich die Emissionen an Kohlendioxid von 7 Milliarden Tonnen im Jahr 1990 auf ca. 20 Milliarden Tonnen im Jahr 2100. Bei einer Umrechnung aller Treibhausgase auf Kohlendioxid-Äquivalente würde dies einer Verdreifachung des Kohlendioxid-Wertes in der Atmosphäre gegenüber dem Wert in der vorindustriellen Zeit bedeuten.

1.5.3 Die Reaktionen des Klimageschehens auf Änderungen

Die Anpassung des Klimageschehens an die steigenden Treibhausgas-Konzentrationen besteht primär in der weltweiten Erwärmung der Erdoberfläche und der tieferen Schichten der Atmosphäre.

- a) Die vordergründigen Auswirkungen dieser Erwärmung sind geänderte Bewölkung und veränderte Windverhältnisse.
- b) Zeitlich verzögert reagieren auch die Ozeane mit z. B. veränderten Meeresströmungen und verändertem Algenwachstum.

1.5.3.1 Positives und negatives Feedback

Positives Feedback¹⁰:

- a) Ein positives Feedback entsteht durch die früher eintretende Schnee- und Eisschmelze: Verdunstung, Schnee und Eis können die direkten Reaktionen auf Treibhausgasemissionen um das Doppelte bis Dreifache verstärken. Wenn durch Erwärmung die Schneeschmelze früher im Jahr eintritt, fehlt die sonst länger andauernde Reflexion des Sonnenlichts von Schnee und Eis. Dadurch kann sich der Boden früher erwärmen (deshalb sind im

⁹ Vgl. Kit 4, s. Dok. 4 (Anhang).

¹⁰ Vgl. Kit 7 S.1, s. Dok. 5 (Anhang).

Winterhalbjahr die Temperaturen in den nördlichen hohen Breiten heute gegenüber früheren Zeiten wesentlich höher).

b) Durch erhöhte Wasserdampfkonzentrationen entsteht ein positives Feedback:

Durch die bereits global gestiegene Temperatur der Atmosphäre kann diese mehr Wasserdampf speichern. Da Wasserdampf ein sehr wirkungsvolles Treibhausgas ist, wirkt dieser Mechanismus als ein das Treibhausklima steigernder Effekt.

Negatives Feedback¹¹:

Besonders in den 50-iger und 60-iger Jahren des 20. Jahrhunderts wurde der Treibhauseffekt durch Schwefelemissionen aus der Verfeuerung von Kohle und Erdöl in Industrieregionen und durch Brandrodungen teilweise verdeckt:

Schwefelaerosole verursachen eine negative Rückkoppelung. Durch sie wird das Sonnenlicht entweder direkt reflektiert oder sie sind Kondensationskerne für Wolken. Eine vermehrte Wolkenbildung kann ebenfalls eine kühlende Wirkung ausüben, da nur mehr ein Teil des Sonnenlichts die Erdoberfläche erreicht.

1.5.4 Die veränderte Energiebilanz: ein Paradoxon¹²

Durch den Treibhauseffekt ist heute gegenüber der vorindustriellen Zeit der globale Energiehaushalt je Quadratmeter um 2,5 Watt erhöht. Dies entspricht etwa 1 Prozent der Energie, die die Sonne der Erdoberfläche liefert und die das Klimasystem in Gang hält. 1 Prozent klingt bescheiden, aber mit dem Flächeninhalt der Erdoberfläche multipliziert ist es mit dem Energieinhalt von 1,8 Millionen Tonnen Erdöl je Minute vergleichbar. Das bedeutet, dass die Erde gegenüber der vorindustriellen Zeit pro Jahr um das 100-fache ihres kommerziell erfassten Energieverbrauchs weniger in den Weltraum abgibt. Insofern ist es ein Paradoxon, dass der laufende Energieverbrauch der Menschheit sich bescheiden ausnimmt gegenüber den durch die Treibhausgase verursachten Auswirkungen auf die natürlichen Energieflüsse im Klimasystem.

Die angegebenen Zahlen erschienen mir derart riesig, dass ich nachrechnete. Sofern die 2,5 Watt pro Quadratmeter korrekt sind, ist der Betrag von 1,8 Millionen Tonnen Erdöl pro Minute richtig.¹³

¹¹ Vgl. Kit 2.

¹² Vgl. Kit 3 S.2.

¹³ Größe der Erdoberfläche: ca. $510 \times 10^6 \text{ km}^2$, Heizwert von Erdöl: ca. 42.000 kJ/kg

Eine Minute = 60 Sekunden = 60 [s]

$2,5 \text{ [W/m}^2\text{]} = 2,5 \times 10^6 \text{ [W/km}^2\text{]}$

$P = 510 \times 10^6 \text{ [km}^2\text{]} \times 2,5 \times 10^6 \text{ [W/km}^2\text{]} = 1,275 \times 10^{15} \text{ Watt}$

Formel: $W = P \times t = 1,275 \times 10^{15} \text{ [W]} \times 60 \text{ [s]} = 76,5 \times 10^{15} \text{ [Ws = J]}$

$76,5 \times 10^{15} \text{ [J]} : 42 \times 10^9 \text{ [J/t]} = 1,8 \times 10^6 \text{ [t]} = 1,8 \text{ Millionen Tonnen Erdöl je Minute}$; ein Jahr hat 525.600 Minuten, diese mit $1,8 \times 10^6 \text{ [t]}$ je Minute multipliziert, ergibt tatsächlich den hundertfachen Betrag des weltweit erforderlichen Jahresenergiebedarfs. F.K.

1.5.5 Unsicherheiten in den Vorhersagen

Die Geschwindigkeit des Anstiegs der Treibhausgase ist wegen der noch relativ wenig erforschten Kohlendioxid-Senken ungewiss. Besondere Unsicherheitsfaktoren stellen das Verhalten der Meere (Meeresströmungen, Umwälzungen des Wassers in küstennahen Gebieten, Algenwachstum, etc.) und das Verhalten der Vegetation, insbesondere der Tropenwälder, dar.

1.6 Die durch den Klimawandel zu erwartenden Gefährdungen, Gefahren und Strategien¹⁴

1.6.1 Einige der zu erwartenden Veränderungen¹⁵

a) Steigen des Meeresspiegels:

Im Mittel wird bis zum Jahre 2100 mit einem Steigen des Meeresspiegels um 50 cm gerechnet, wobei der Unsicherheitsbereich mit 15 bis 95 cm angegeben wird.

b) Der Anstieg der Temperatur:

Bis 2100 werden sich die Temperaturen durch ein positives Feedback im Winter (weniger Schnee und Eis) in den nördlichen Teilen von Kanada und Sibirien gegenüber heute um bis zu 10 Grad erhöhen. Im Sommer dagegen wird die Temperaturerhöhung mit nur 2 Grad prognostiziert.

c) Veränderung der Niederschlagsmuster:

Für die höheren Breiten werden im Winterhalbjahr höhere Niederschläge in Form von Regen und Schnee vorhergesagt, während die Sommer gegenüber heute niederschlagsärmer sein werden.

1.6.2 Gefährdungen¹⁶

Ökologische und sozioökologische Systeme, die gegenüber Klimaänderungen empfindlich reagieren oder die sich ihnen nur sehr schwer anpassen, sind gefährdet.

Definitionen:

a) Die Empfindlichkeit ist das Maß für die Reaktion auf Klimaänderungen.

b) Die Anpassungsfähigkeit ist ein Maß für die Reaktion der Systeme, sich schon im Vorfeld der Änderungen auf diese einzustellen.

¹⁴ Vgl. Bruckner, T./Petschel-Held, G./Toth, F.: The Tolerable Windows Approach to Global Warming, in: Abele, Hanns/Heller, Thomas C./Schleicher, Stefan P.(Eds.): Designing Climate Policy. The Challenge of the Kyoto Protocol, Wien: Service Fachverlag 2001, 49-87.

¹⁵ Vgl. Die Folgen des Treibhauseffektes, s. Dok. 6 (Anhang); Kit 5, s. Dok. 7 (Anhang).

¹⁶ Vgl. Kit 9, s. Dok. 8 (Anhang).

c) Die Gefährdung berücksichtigt das Ausmaß der möglichen Schäden oder Beeinträchtigungen eines Systems. Die Größe der Gefährdung ist durch die Empfindlichkeit und Anpassungsfähigkeit mitbestimmt.

Beispiel: Eine geringere Empfindlichkeit und eine höhere Anpassungsfähigkeit ergeben eine geringere Gefährdung. Sozioökologische Systeme sind daher in Entwicklungsländern stärker gefährdet, da ihre Empfindlichkeit größer und/oder ihre Anpassungsfähigkeit geringer ist.

Am meisten gefährdet sind jene landlosen und armen Menschen, die geographisch isoliert sind. Viele davon leben in Afrika südlich der Sahara, in Süd-, Ost-, und Südost-Asien, in Tropengebieten Lateinamerikas und auf pazifischen Inseln.

1.6.3 Sechs Strategien für die Anpassung an Klimaänderungen¹⁷

- 1) Verluste verhindern, z. B. durch Errichtung von Dämmen, Lawinenschutzbauten und dergleichen;
- 2) Verluste minimieren, z. B. durch Misch- statt Monokulturen;
- 3) Verluste gemeinsam tragen, z. B. durch staatliche Fonds und Institutionen;
- 4) Nutzung oder Aktivitäten ändern oder
- 5) Aktivitäten an einen anderen Ort verlegen; 4) und 5) treffen u.a. für die Nahrungsmittelproduktion zu;
- 6) Standortverlegung, z. B. durch Absiedelung der Bevölkerung von einer durch Überschwemmung gefährdeten Insel.

1.6.4 Gefährdung der Nahrungsmittelproduktion¹⁸

Die Nahrungsmittelproduktion kann gefährdet sein durch:

- a) klimabedingte polwärtige Verschiebungen der landwirtschaftlichen Flächennutzungsmöglichkeiten,
- b) die Veränderung der Niederschlagsmuster,
- c) höhere Temperaturen.

Eine unterschiedliche Wirkung übt ein erhöhtes Kohlendioxid-Angebot auf die Pflanzen aus.

Die sogenannten C3-Pflanzen, zu denen u.a. Weizen, Gerste und Reis zählen, werden durch ein erhöhtes Kohlendioxid-Angebot zu einer besseren Wasserverwertung angeregt.

Experimente mit doppeltem Kohlendioxid-Angebot unter Idealbedingungen ergaben eine Ertragssteigerung bei dieser Pflanzengruppe um bis zu 30 Prozent.

Die Gruppe der sogenannten C4-Pflanzen (überwiegend tropische Kulturpflanzen), zu denen

¹⁷ Vgl. Kit 9.

¹⁸ Vgl. Kit 10, s. Dok. 9 (Anhang).

u.a. Mais, Zuckerrohr und Hirse gehören, sind gegenüber einem erhöhten Kohlendioxid-Angebot weniger sensibel.

1.6.5 Küstenzonen und kleine Inseln¹⁹

- a) Diese Lebensräume sind durch Überflutungen und Küstenerosion vermehrt gefährdet, weil sie in den letzten Jahrzehnten intensiv erschlossen wurden. Vom Ansteigen des Meeresspiegels sind daher auch lebenswichtige Wirtschaftsfaktoren wie die Nahrungsmittelproduktion und die Fremdenverkehrswirtschaft betroffen.
- b) Durch das Ansteigen des Meeresspiegels und durch Küstenerosion ist weltweit mit einem regional unterschiedlich hohen Landverlust zu rechnen.

1.6.6 Bedrohung der Artenvielfalt²⁰

Eine Bedrohung der Artenvielfalt besteht überall dort, wo die Lebensräume selbst bedroht sind:

- a) In Wäldern, die sich nur sehr schwer an ein geändertes Klima anpassen, in Wüsten, Trocken- und Halbtrockengebieten verschlechtern sich die Lebensbedingungen.
- b) Für Weideland (Savannen) ändern sich die Vegetationszeiten. Damit ändert sich das Futterangebot für Wildtiere.
- c) Die Ökosysteme der Bergregionen sind einem anderen Klima ausgesetzt, wodurch massive Auswirkungen auf Flora und Fauna zu befürchten sind.

1.6.7 Gesundheitsgefährdungen und allgemeine Gefahren durch den Klimawandel²¹

- a) Hitzewellen (als Ursache von Herz-Kreislauf-Erkrankungen);
- b) Trinkwassermangel;
- c) Nahrungsmittelverknappung und Hungersnöte in bestimmten Regionen, vor allem verursacht durch Dürreperioden;
- d) Änderung der geographischen Verteilung von Tierarten, die Krankheitserreger übertragen, wodurch das Auftreten neuer Infektionskrankheiten in bisher nicht befallenen Gebieten möglich wird;
- e) erhöhte psychische Belastungen durch die drohenden Gefahren;
- f) die Zunahme extremer Wetterereignisse erhöht die Wahrscheinlichkeit für:
 - Felsstürze, Erdbeben, Muren- und Lawinenabgänge,
 - Hochwasser,

¹⁹ Vgl. Kit 11, s. Dok. 10 (Anhang).

²⁰ Vgl. Kit 12, s. Dok. 11 (Anhang).

²¹ Vgl. Kit 14, s. Dok. 12 (Anhang).

- Hagelunwetter,
- Überflutungen durch das Ansteigen des Meeresspiegels,
- Stürme,
- Dürreperioden (als eine der Voraussetzungen für Flächenbrände).

1.6.8 Wirtschaftliche Auswirkungen des Klimawandels im alpinen Bereich

- a) Die Klimaänderung wirkt sich besonders auf den Wintertourismus aus.
- b) Das Schwinden der Kryosphäre hat - abgesehen vom höheren Gefahrenpotenzial - Auswirkungen auf die Holzwirtschaft, auf die Trinkwasserversorgung und auf die Energiegewinnung aus Wasserkraft.
- c) Die Holzwirtschaft, die nicht nur Nutz- sondern auch Schutzfunktionen hat, muss sich vielen neuen Herausforderung stellen.

1.6.9 Negative Auswirkungen der Klimaänderungen auf das Sachvermögen²²

Gefährdungen des Sachvermögens bestehen durch:

- a) den gestiegenen Meeresspiegel,
- b) extreme Witterungsereignisse.

Die unter 1.6.7 f) beschriebenen erhöhten Gefahrenmomente sind die Ursache für ein vermehrtes Auftreten von Schäden. Diese haben Auswirkungen auf den Versicherungssektor bzw. auf die Höhe der Versicherungsprämien von Sachversicherungen.

2 Klimaextrema auf der Erde im Lauf ihrer Geschichte, Daten, Fakten, Kontroversen, Modelle

2.1 War unsere Erde vor rund 500 Millionen Jahren vollkommen von Eis und Schnee bedeckt?²³

Lange Zeit war unter den Forschern unbestritten, dass – so extrem einzelne Eiszeiten in der Erdgeschichte auch gewesen sein mochten – die Tropen immer eisfrei waren.

In Namibia, im Süden Afrikas, ereignete sich jedoch vor rund 600 Millionen Jahren etwas Rätselhaftes. Der Geologe Paul Hoffmann (Harvard University, Boston), gehört zu den Wissenschaftlern, die von der Theorie eines „Schneeballs Erde“ überzeugt sind. Die Theorie der

²² Vgl. Kit 15, s. Dok. 13 (Anhang).

²³ Vgl. Durchlacher, Chris: Schneeball Erde, s. Dok. 14 (Anhang).

„tiefgefrorenen Tropen“ wurde vor 50 Jahren erstmals veröffentlicht. Die meisten Forscher reagierten ablehnend bzw. hielten eine Eiszeit am Äquator für absurd.

Die Spuren einer derartigen katastrophalen Eiszeit sind laut Paul Hoffmann in der heute sonnendurchglühten Felslandschaft Namibias zu suchen.

Vor 600 Millionen Jahren bildeten diese Gebirge den Grund eines Ozeans. Das Gestein dieses urzeitlichen Meeresbodens enthält rätselhafte Einschlüsse, sogenannte „Fallsteine“. Dies sind Steine, die einst auf Gletschern in Richtung Ozean transportiert wurden und dort nach dem Schmelzen des Eises auf den Meeresgrund sanken.

Diese urzeitlichen Zeugen lassen darauf schließen, dass Namibia einst eisbedeckt war. Darüber hinaus fand man Gletscherablagerungen auf fast allen Kontinenten in Gesteinen, die vor etwa 600 Millionen Jahren entstanden waren.

Andererseits: Auf dem Höhepunkt der letzten, vor 10000 Jahren endenden Eiszeit drangen die Gletscher der nördliche Hemisphäre nur bis Südeuropa vor. Weiters gibt es Spuren, dass in den Tropen während der letzten Eiszeit ein warmes Klima herrschte.

Die wissenschaftlichen Skeptiker der „Schneeball-Theorie“ hatten weitere gewichtige Argumente auf ihrer Seite:

a) Die Kontinente der Erde wandern mit einer Geschwindigkeit von einigen Zentimetern pro Jahr. Dadurch wäre es möglich, dass sich in 400 Millionen Jahren Material des Globus auf seine gegenüberliegende Seite verlagert. Die Kritiker argumentierten, dass die Gletscher vor 600 Millionen Jahren aus polaren Gebieten die Felsbrocken südwärts mitgeführt hätten. Auf diese Weise seien „exportierte“ Felsteile nach dem Abschmelzen des Eises zu „Fallsteinen“ in Afrika geworden.

In den Sechziger-Jahren des 20. Jahrhunderts, am Höhepunkt des „Kalten Krieges“, wurde die Möglichkeit eines „nuklearen Winters“, ausgelöst durch riesige Mengen von Rauch und Staub als Folge von Atombombenexplosionen, diskutiert. Die Möglichkeit, dass über Jahre die Sonne verdunkelt wäre und dadurch auch die Tropen unter einer Eisdecke verschwinden, schien zumindest rechnerisch möglich. Da Eis das Sonnenlicht reflektiert (Albedoeffekt), behielte die Erde, wenn sie bis zum 30. Breitengrad vereist wäre, nur noch 50 % des eingestrahlteten Sonnenlichtes. Die übrigen 50 % würden in den Weltraum reflektiert. Dieser Zustand wäre zugleich der Wendepunkt des Weltklimas. Die Erde würde laut den vom russischen Forscher Michail Budyko vom hydrologischen Institut St. Petersburg²⁴ angestellten Berechnungen weiter abkühlen und sich im Lauf der Zeit in einen Eisplaneten verwandeln. Dabei stieß Budyko auf ein vorerst unlösbares Problem: Würde die Erde für immer unter Schnee und Eis verschwinden?

²⁴ Durchlacher, 5-6.

In den 70-er Jahren des 20. Jahrhunderts glaubte Joseph Kirschvink (California University, Pasadena) an die allgemein anerkannte Lehrmeinung, dass vor 600 Millionen Jahren die Felsbrocken per Kontinentaldrift von den Polen in die Tropen gelangten und wollte dies mit einer neuen Untersuchungsmethode (thermoremanenter Magnetismus)²⁵ beweisen: Nahezu jedes Gestein enthält magnetische Mineralien. Ihre Ausrichtung entspricht den Feldlinien des tatsächlich vorherrschenden Erdmagnetfeldes, das für jede Region und Zeit unterschiedlich und charakteristisch ist. Die Lage (Ausrichtung) der Mineralien bleibt im Gestein gespeichert und kennzeichnet damit seinen Entstehungsort [und seine Entstehungszeit, da sich das Magnetfeld der Erde laufend ändert, F.K.]. Die Überprüfung der Felsbrocken ergab, dass sie in den Tropen und nicht an den Polen oder sonstwo entstanden sind.

Die nächste drängende Frage: Wie ist dieser „Eisplanet Erde“ wieder aufgetaut? Joseph Kirschvink hält den Vulkanismus für die wahrscheinlichste Möglichkeit. Nicht nur, dass das 1000 Grad heiße Magma Eis schmelzen kann – Vulkane setzen auch große Mengen an Gasen frei. Eines davon ist Kohlendioxid. Der von Kirschvink angenommene Kohlendioxidgehalt von 10 % in der Atmosphäre (ca. 300 Mal mehr als heute) hätte ein Ansteigen der Temperatur von 50 Grad Celsius ermöglicht und dadurch den „Schneeball Erde“ aufgetaut.

Das bestehende Problem: Es gab für den von Kirschvink angenommenen extremen Treibhauseffekt noch keine Beweise.

Diese lieferte der Geologe Paul Hoffmann. In Namibia fiel ihm auf, dass direkt über der Gesteinsschicht, in der sich die Gletscherablagerungen befinden, eine mächtige Kalkgesteinsschicht besteht, die – geologisch gesehen – aus dem Nichts aufgetaucht ist. Üblicherweise bilden sich derartige Kalkgesteinsschichten nur in warmen Gewässern; in Namibia tauchten sie jedoch plötzlich nach einer Zeit der Vergletscherung in großen Mengen auf.

Bei der Suche nach einer Antwort auf das „Woher“ dieses Kalkgesteins half Kirschvinks Treibhaustheorie. Beim raschen Schmelzen des Eises entstanden riesige Mengen von Wasser und Wasserdampf. Die Forscher vermuten, dass dieser Umstand zu einer in der Erdgeschichte noch nie vorgekommenen Klimaveränderung mit unvorstellbaren Mengen an Niederschlägen und Wirbelstürmen von katastrophaler Gewalt führte.

Die Regenfälle hielten vermutlich über 100 Jahre an und das Wasser reagierte mit dem reichlich in der Atmosphäre vorhandenen Kohlendioxid zum „Sauren Regen“ [$\text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O} = \text{H}_2\text{CO}_3$, F.K.]. Dieser „Saure Regen“ zerlegte das Gestein, welches Kalzium enthielt, sodass

²⁵ Hennig, Benjamin: Einführung in die Stratigraphie und Geochronologie, 4, s. Dok. 15 (Anhang).

sich Kalk [CaCO_3 , F.K.] in großen Mengen bilden konnte. Damit waren im Zusammenwirken von Geologie, Chemie und planetarer Wissenschaft Beweise für die kühne Theorie eines „Schneeballs Erde“ vorerst geglückt.

- b) Auch die Biologen meldeten Zweifel an: Durch die vollkommene Vereisung der Erde würde auf ihr jedes Leben ausgelöscht.

Die vor 600 Millionen Jahren existierenden Lebewesen waren ausschließlich Meeresbewohner (u.a. Cyano-Bakterien). Sie waren auf Sonnenlicht angewiesen, da ihre Lebensgrundlage die Photosynthese ist. Aus diesem Grund – so Guy Narbonne (Queen's University, Kingston, Ontario, Kanada) – müsste am Äquator der Ozean frei von Eis gewesen sein.

Gemäß Hoffmanns Berechnungen war das Eis im Bereich des Äquators aber einige Dutzend Meter dick. Nach Meinung der Biologen hätte dies jedoch den sicheren Tod für Organismen, die auf Photosynthese angewiesen waren, bedeutet. Es waren aber nicht alle von der Photosynthese abhängigen Lebewesen ausgestorben. Vielmehr überlebten auch höher entwickelte Organismen, wie Grünalgen, diese extreme Eiszeit.

Es war, um die Theorie vom „Schneeball Erde“ zu retten, noch der Beweis nötig, dass diese Lebewesen unter meterdickem Eis überleben können.

Den NASA-Planetenforscher Chris McKay (Space Science Division, NASA) interessiert Leben in extrem kalter und trockener Umgebung. Dazu hatte er schon zuvor Forschungen am kältesten Ort der Erde, der Antarktis, angestellt. Die dortigen Temperaturen entsprechen etwa jenen der Mega-Eiszeit vor 600 Millionen Jahren.

Tief in der Antarktis existieren trockene Täler. Die dort befindlichen Seen sind unter einer meterdicken Eisschicht verborgen und vollkommen von der Umwelt abgeschnitten. Sie stellen laut McKay ein gutes Modell für den „Schneeball Erde“ dar. Die Wissenschaftler stellten fest, dass der Raum unter dem 5 Meter dicken Eis lichtdurchflutet und voll von Pflanzen und Bakterien ist. Darunter waren auch zwei Organismen aus der Zeit des „Schneeballs Erde“: Bei den Tauchgängen in diesen Seen fanden sie Bakterien und Grünalgen.

Die Erklärung von McKay für dieses Phänomen: Die Eigenschaften des Eises selbst erlauben, dass es unter bestimmten Umständen lichtdurchlässig ist. Wenn Wasser langsam gefriert, ist es frei von Trübungen, Salz und Verunreinigungen und daher transparent.

Dadurch wäre es tatsächlich möglich gewesen, dass während der Megaeiszeit zumindest der Äquatorbereich eine Zufluchtstätte für das Überleben einiger damaliger Meeresbewohner war.

Nach dem Ende der Eiszeit kam noch eine Begünstigung für die Lebensformen, die sie überlebt hatten, dazu. Sie hatten kaum noch Konkurrenten um Nahrung, Licht und

Lebensraum. Damit waren ideale Bedingungen für einen neuen Start der Evolution gegeben. Der Beweis dafür sind Fossilien, die eine Fülle von Arten kurz nach dieser Extrempériode der Erde belegen. Alle dieser Arten sind größer und komplexer als es die Organismen zuvor waren. Diese mehrzelligen Lebewesen sind auch die Urahnen des Menschen.

So betrachtet könnte diese Extrem-Eiszeit der Erde mit ihrem Massensterben der stärkste Impuls für die Evolution gewesen sein.

Unbeantwortet bleibt derzeit noch die Frage nach den Ursachen jener Eiszeit.

2.2 Das andere Extrem in der Erdgeschichte²⁶

Vor 55 Millionen Jahren war die Durchschnittstemperatur unserer Erde um 6 Grad Celsius höher als heute. Die Badlands des Bundesstaates Wyoming waren dichtes Dschungelgebiet, ähnlich dem heutigen Regenwald am Amazonas. Beide Polgebiete waren eisfrei und in der Antarktis wuchsen Bäume.

Danach ereignete sich eine weltweite Katastrophe. Die globalen Temperaturen stiegen um weitere 8 Grad Celsius. Die Ursache für dieses scheinbar ebenfalls einzigartige Ereignis in der Erdgeschichte versucht die Wissenschaft heute zu ergründen. Es scheint im Bereich des Möglichen, dass sich eine derartige Katastrophe durch das Zutun des Menschen wiederholt, indem er seit dem Beginn des Industriezeitalters das in den fossilen Energieträgern gespeicherte Kohlendioxid freisetzt.

2.2.1 Der periodische Wechsel von Eiszeiten und warmen Perioden²⁷

Die Eisbohrkerne des Grönland- und Antarktiseises stellen für die Klimaforscher ein „gefrorenes Archiv“ des wechselnden Weltklimas dar.

Die von der russischen Forschungsstation vom Inneren der Antarktis stammenden Eisbohrkerne lassen die Klimaforscher über 400.000 Jahre zurück in die klimatische Vergangenheit der Erde blicken:

- a) Die im Eis eingeschlossenen Luftblasen geben Aufschluss über die jeweilige Gaszusammensetzung der Atmosphäre jener Zeit, in der sich das Eis bildete.
- b) Die Analysen der Schnee- und Eiskristalle informieren über die zur Zeit ihrer Bildung herrschenden Lufttemperaturen.

Ein Resultat dieser Untersuchungen ist, dass die Eiszeiten jeweils einem etwa 100.000 Jahre – Rhythmus folgen.

Jim White, Geologe an der University of Colorado, konnte für die letzten 400.000 Jahre feststellen, dass es jeweils sogenannte warme Zwischeneiszeiten gab, nach denen die

²⁶ Vgl. Sington, David: Klima an der Kippe, s. Dok. 16 (Anhang).

²⁷ Vgl. Ebd. 6ff.

Temperatur wieder langsam auf einen tiefsten Punkt sank, um dann aber in kurzer Zeit wieder innerhalb weniger Jahrzehnte um 20 Grad Celsius (auf den Wert einer Zwischeneiszeit) zu steigen. Eben dieser Zyklus dauert ca. 100.000 Jahre. Dazwischen liegen jedoch kürzere, weniger ausgeprägte Zyklen.

Interessante Details²⁸

Norddeutschland war beispielsweise vor 20.000 – 14.000 Jahren das letzte Mal vereist²⁹. Die Vereisung der Kontinente ist mit einem dramatischen Sinken des Meeresspiegels verbunden. Mit der letzten großen Vereisung, die vor 700.000 Jahren mit dem Frieren des arktischen Ozeans eingeleitet wurde, sank der Meeresspiegel um 132 Meter³⁰. Auch während der letzten Eiszeit vor ca. 18.000 Jahren war der Meeresspiegel um 76 Meter niedriger als heute³¹.

Ein weiteres interessantes Detail: Die Eiskappe des antarktischen Kontinents enthält ca. 99 % des Eises unserer Erde und ca. 90 % aller Süßwasserreserven. Ihre Masse beträgt $2,7 \times 10^{16}$ kg. Im Mittel ist sie etwa 2150 Meter dick und erstreckt sich über 14 Millionen km². Bei ihrem Schmelzen würde der Meeresspiegel um 75 Meter steigen.

Zum Vergleich: Beim Schmelzen der Eiskappe über Grönland stiege der Meeresspiegel um „nur“ 6 Meter an³².

Bedeutsam ist, dass die Temperaturschwankungen in unmittelbarem Zusammenhang mit den Konzentrationen von Kohlendioxid und Methan stehen.³³

Eine mögliche Erklärung für den sägezahnartigen Verlauf der Temperatur (Sinken über einen längeren Zeitraum mit anschließendem sprunghaftem Anstieg) könnte der Amazonas-Urwald liefern: Er kann gewaltige Mengen von Kohlendioxid im Lauf der Zeit speichern. Dadurch wird es, bedingt durch die Verringerung des Treibhausgases Kohlendioxid, auf der Erde langsam kälter. Beim Absterben des Urwaldes wird das zuvor gespeicherte Kohlendioxid in wesentlich kürzerer Zeit wieder freigesetzt, wodurch ein sprunghaftes Ansteigen der Temperatur erfolgt. Diese Zyklen liefen in der Vergangenheit ohne Zutun des Menschen ab.

Anmerkung: In besonders trockenen Jahren, in denen mehr Bäume absterben, weisen Messungen im Urwaldgebiet nach, dass von ihm mehr Kohlendioxid abgegeben als aufgenommen wird.

Gemäß einem von Peter Cox, Klimaforscher, The Hadley Centre, erstellten Klimamodell, welches variable Kohlendioxidspeicher für die Ozeane und das Festland annimmt, sollten zukünftig am

²⁸ Vgl. Beeley, Brian (u.a.): Die Erde. Meere, Klima, Kontinente. München: Bertelsmann 1984 (= Natur und Wissen 2) 116.

²⁹ Ebd. 117.

³⁰ Ebd. 117.

³¹ Beeley, Die Erde 116.

³² Ebd. 117.

Amazonas häufiger Trockenperioden auftreten. Die Ergebnisse der Simulationen sagen aus, dass bei einem Rückgang der Regenwald-Vegetation ein entscheidender Wendepunkt im Klimageschehen eintreten kann und dass dann der Kohlendioxidgehalt der Atmosphäre sprunghaft ansteigt. Diese Schwelle wird laut diesem Modell für das Jahr 2050 vorausgesagt. Im Jahr 2100 würde durch das Absterben des Regenwaldes der Kohlendioxidgehalt das 3-fache des heutigen Wertes erreichen.³⁴

2.2.2 Die derzeitige Kohlendioxid-Bilanz wirft Fragen auf

2.2.2.1 Die heutige Kohlendioxid-Freisetzung und der atmosphärische Kohlendioxidgehalt

Aus der Analyse der Eisbohrkerne konnte ermittelt werden, dass in den letzten 400.000 Jahren die maximale Kohlendioxidkonzentration 280 ppm (parts per million) betrug. Der heutige Wert des Kohlendioxids beträgt 370 ppm.

Im letzten Jahrzehnt setzten Industrie und Verkehr pro Jahr etwa 6 Milliarden Tonnen [laut 1.5.2.3 sogar 7 Mrd. Tonnen, F.K.] Kohlendioxid in die Atmosphäre frei. In der Atmosphäre lässt sich jährlich aber nur eine Steigerung von 3 Milliarden Tonnen Kohlendioxid feststellen. Somit müssen die fehlenden 3 Milliarden Tonnen Kohlendioxid irgendwo in der Natur gespeichert werden.

Lange Zeit führte die Wissenschaft diese unbekannt Kohlendioxidspeicher als Konstante. Es wurde also angenommen, dass sich diese Kohlendioxidspeicher nie erschöpfen werden, das heißt, dass sie auch zukünftig unbegrenzt in der Lage sind, Kohlendioxid zu speichern.

Weiters wurde angenommen, dass die Urwälder hinsichtlich ihrer Kohlendioxidaufnahme und -Abgabe (durch Verrottung) im Gleichgewicht seien.

Das Amazonasbecken beherbergt den größten Regenwald der Erde. Seit einigen Jahren wird in diesem ca. 5 Millionen Quadratkilometer großen Gebiet (ca. 60 Mal so groß wie Österreich) ein Experiment durchgeführt. Der Leiter dieses Projektes ist der Biologe Antonio Nobre (Amazonas Forschungsinstitut, Manaus). Im Rahmen dieses Projektes wurden Gittermasttürme durch das Blätterdach des Urwaldes hindurch errichtet, ohne Zweige zu knicken. Diese Türme stören das umliegende Ökosystem nicht.

Hier wurden und werden Messungen des Gasaustausches zwischen Blätterdach und Atmosphäre durchgeführt. Die Ergebnisse sind erstaunlich: Der Wald nimmt sehr viel mehr Kohlendioxid auf, als er abgibt. Die Folge ist, dass die Vegetation mit unerwartet hohem Tempo wächst. Antonio Nobre meint, dass der Zuwachs das Resultat des von der Menschheit

³³ Sington, 8.

³⁴ Sington, 10.

verursachten Kohlendioxidangebotes ist. Sollten die Messergebnisse für das gesamte Regenwaldgebiet zutreffen, dann verarbeitet dieses gigantische Mengen von Kohlendioxid. Dieser Speicher ist jedoch keine Konstante; vielmehr ist zu fragen, wie lange er noch in der Lage ist, mehr Kohlendioxid aufzunehmen als abzugeben, bzw. wann dieser Prozess kippt. Dazu merkt Antonio Nobre an: "Wir müssen die geologischen Daten nach ähnlichen Klimawechseln durchforsten, wie wir einen heute offenbar auslösen. Wir müssen herausfinden, ob diese früheren Klimawechsel natürliche Ursachen haben, und wie sich der Wald dieser Zeiten verhielt."³⁵

Weiters ist der Versuch zu unternehmen, die Frage zu beantworten, ob der Mensch durch das Freisetzen des in den fossilen Energieträgern gebundenen Kohlendioxids in der Lage ist, einen ähnlichen Temperaturanstieg auszulösen, wie er sich vor 55 Millionen Jahren ohne Zutun des Menschen ereignete. Die Berechnungen anhand des bereits angesprochenen Klimamodells von Jim Cox deuten zumindest in diese Richtung.

Ein deutliches Zeichen für die Sensibilität des Regenwaldgebietes gegenüber geringfügigen Änderungen der Regenmenge ist die an den Regenwald anschließende Savanne. Im Amazonasbecken ist die Trockenzeit nur von kurzer Dauer. Würde sie gleich lange wie in der Savanne andauern (und das sind nur einige Wochen mehr als in den Tropen) dehnte sich die Savanne aus. Zusätzlich begünstigt könnte die Ausdehnung der Savanne in Richtung Äquator durch Brände werden. Die Folgen für den Kohlendioxidhaushalt wären doppelt bedeutsam:

- a) Es würde durch die enorme Verringerung der lebenden Biomasse Kohlendioxid in riesigen Mengen freigesetzt.
- b) Die Savanne kann nur etwa ein Zehntel jener Kohlendioxidmenge speichern, die der Regenwald aufnehmen kann.

Das Klimamodell von Jim Cox sagt den geschilderten Anfang des Rückganges des Regenwaldes für 2050 voraus, falls nicht konsequent Gegenstrategien für eine Verringerung des Kohlendioxidausstoßes umgesetzt werden.

2.2.2.2 Der extreme Temperaturanstieg vor 55 Millionen Jahren und seine geologischen Spuren³⁶

Der uns interessierende Zeitraum liegt an der Grenze zwischen dem Paläozän (vor 65 –54 Millionen Jahren) und dem Eozän (vor 54 – 38 Millionen Jahren). Erdgeschichtlich kurz zuvor hatten sich die Rocky Mountains aufgefaltet. Flüsse führten von diesen tonnenweise Sedimente mit sich. Bohrkerne aus diesen Sedimenten konnten das Geheimnis für den plötzlichen Temperaturanstieg lüften. In diesen Sedimenten sind Überreste von Foraminiferen, winzigen

³⁵ Sington, 6.

³⁶ Vgl. Ebd. 11ff.

Meeresbewohnen. Vor 55 Millionen Jahren starb plötzlich ein großer Teil dieser Meeresbewohner aus. Ihre [fossilisierten, F.K.] Gehäuse lassen Rückschlüsse auf die damalige Wassertemperatur und den Kohlendioxidgehalt der Atmosphäre zu.

Die Analysen der Bohrkerne lassen zeitlich versetzt drei Anstiege des Kohlendioxidgehaltes erkennen.

Santo Bains (Geowissenschaftler, Oxford University) wies 3 Temperaturanstiege von jeweils einigen Grad Celsius in ein paar Jahrhunderten nach. Insgesamt wurde es um 8 Grad Celsius wärmer und das in einer Zeit, in der es bereits um 5 – 7 Grad Celsius wärmer als heute war. Für die enorme Zunahme des Kohlendioxids und der Temperatur gibt es laut Bains nur eine Erklärung: Die am Meeresgrund als „gefrorenes Erdgas“ gelagerten Methanhydrate begannen sich aufzulösen und setzten Methan in die Atmosphäre frei. Methan ist nach Kohlendioxid ein Mitverursacher des Treibhauseffekts. Hinsichtlich Methan merkt Euan Nisbet, Geologe (University of London) an:

- a) Es ist als Treibhausgas bezogen auf sein Gewicht fast sechzigmal wirksamer als Kohlendioxid.
- b) Nach ca. 10 Jahren entsteht daraus zum Teil Kohlendioxid [welches weiterhin am Treibhauseffekt beteiligt ist, F.K.].

Methan entsteht aus absterbender Pflanzenmasse unter Mitwirkung von Bakterien. Aus diesem bildet sich bei niedrigen Temperaturen und genügend hohem Druck am Boden des Ozeans durch Vermischen mit Wasser gefrorenes Methan (Methanhydrat). Bei diesem Prozess verliert das gasförmige Methan das 170-fache seines Volumens.

Vor 55 Millionen Jahren begannen sich die Ozeane durch die höhere mittlere Erdtemperatur zu erwärmen. Die Folge war, dass sich das Methanhydrat auflöste und Methan freisetzte. Dies steigerte den Treibhauseffekt.

Der erhöhte Treibhauseffekt wiederum bewirkte die weitere Freisetzung von Methan aus Methanhydrat und führte dadurch zu einer weiteren Stufe der globalen Erwärmung.

Der Klimawandel vor 55 Millionen Jahren kann somit in etwa folgendermaßen rekonstruiert werden:

- 1) Eine Erwärmung, deren Ursachen bis dato nicht eruierbar sind, führte zum Rückgang des Tropenwaldes.
- 2) Durch die Freisetzung von Kohlendioxid aus dem absterbenden Tropenwald wurde eine erste Stufe der globalen Erwärmung ausgelöst.
- 3) Diese löste ihrerseits eine Erwärmung der Ozeane aus, durch die die Freisetzung von Methan aus gefrorenem Methanhydrat eingeleitet wurde.
- 4) Das freigewordene Methan generierte jene Erwärmung, durch die schließlich auch Gase aus den sonst unter Permafrost liegenden Böden freigesetzt wurden.

Letztlich dürfte dieser Mechanismus zur Klimakatastrophe vor 55 Millionen Jahren geführt haben. Damals kehrte erst nach ca. 60.000 Jahren das Klima der Erde wieder zu seinem üblichen Rhythmus zurück.

Jim Cox sieht die Ergebnisse der gegenwärtigen Forschung mehr als Warnung denn als Vorhersage. Sie beruhen auf der Annahme, dass wir nichts gegen den Kohlendioxidausstoß unternehmen, der zunächst zum Verlust des Regenwaldes und (als Auslöser) in der Folge zur Klimakatastrophe führen könnte.

2.3 Nationale und internationale Daten, die den Treibhauseffekt untermauern

2.3.1 Die Temperatur der Atmosphäre³⁷

Weltweit wurde im 20. Jahrhundert ein Temperaturanstieg von 0,6 Grad Celsius nachgewiesen. Aus einer gemeinsamen Stellungnahme der deutschsprachigen Gesellschaften für Meteorologie geht hervor, dass in Deutschland die Temperaturerhöhung 0,9 Grad Celsius und in Österreich im Mittel 1,1 Grad Celsius betrug; dabei war die Temperaturerhöhung im Sommerhalbjahr 1,2 Grad Celsius und im Winterhalbjahr 1,0 Grad Celsius.

Für die Experten steht fest, dass die Klimaänderungen andauern und sich in den letzten Jahrzehnten noch verstärkt haben. Das Jahr 1998 war das wärmste Jahr seit dem Beginn der systematischen und weltweiten Messungen. Diese gibt es seit 1856.

Gemäß neuester Untersuchungen ist das Jahr 1998 sogar das wärmste seit 1000 Jahren. Das Jahr 2000 war gemeinsam mit dem Jahr 1994 das zweitwärmste Jahr seit 1767.

2.3.2 Niederschlag: Regionale Zu- und Abnahme in Europa³⁸

Eine Zunahme der Niederschläge wurde am deutlichsten in Skandinavien und eine Abnahme im Mittelmeergebiet festgestellt. In Österreich haben die Niederschläge im 20. Jahrhundert im Westen vor allem im Winter geringfügig zugenommen. Regional sind sie im Osten und Süden zurückgegangen. Im Norden Österreichs wurde keine Veränderung der Niederschlagsmengen registriert.

2.3.3 Die Veränderungen an Österreichs Gletschern³⁹

Laut Helga Kromp-Kolb von der Zentralanstalt für Meteorologie und Geodynamik (ZAMG), Wien steht fest, dass der Großteil der österreichischen Gletscher trotz vermehrter Niederschläge

³⁷ Vgl. Klimaerwärmung: Globale Trends sind unbestritten, 1, s. Dok. 17 (Anhang).

³⁸ Vgl. Ebd. 1-2.

³⁹ Vgl. Klimaerwärmung, 2.

zurückgeht, wobei die Hauptursache für deren Rückgang ihr vermehrtes Abschmelzen im Sommer ist.

2.3.4 Kürzere Liegedauer der Schneedecke⁴⁰

Besonders in tiefer gelegenen Regionen ist die durchschnittliche Liegedauer der Schneedecke messbar kürzer geworden. Dieser Umstand kann in der Wintersaison zukünftig vermehrt zu finanziellen Einbußen für die betroffenen Fremdenverkehrsorte führen.

2.3.5 Höhere Permafrostgrenze⁴¹

Laut Aussagen des Schweizer Meteorologen Hans Richter ist durch das Höhersteigen der Permafrostgrenze (das ist der Bereich, der auch im Sommer gefroren bleibt) in den Alpen vermehrt mit Murenabgängen und Felsstürzen zu rechnen, da durch die wegfallende dauernde Vereisung das Material seiner Bindung verlustig wird.

2.3.6 Weitere Auswirkungen der steigenden Temperaturen⁴²

In den meisten Gebieten ist eine Zunahme der Heftigkeit der Niederschläge zu beobachten, wodurch die Gefahr von Überschwemmungen steigt.

Der Direktor des deutschen Max-Planck-Instituts für Meteorologie, Hartmut Graßl, erklärt dieses Geschehen damit, dass durch die Temperaturerhöhung die Atmosphäre mehr Wasserdampf speichern kann. Daher wird auch eine höhere Menge abgeregnet. Da die Gesamtniederschlagsmengen nur leicht ansteigen oder gleich bleiben, steigt durch heftigere Niederschlagsereignisse die Gefahr, dass zwischen diesen Niederschlägen mit längeren, für die Landwirtschaft sich nachteilig auswirkenden Trockenperioden zu rechnen ist.

2.3.7 Der Meeresspiegel steigt kontinuierlich an⁴³

Durch Satellitendaten kann festgestellt werden, dass der Meeresspiegel jährlich um 2 mm steigt. Im 20. Jahrhundert betrug der Anstieg immerhin 18 cm. Die Ursachen dafür sind laut Graßl das Abschmelzen der Gletscher und die Volumenzunahme des Meerwassers auf Grund seiner gestiegenen Temperatur.

⁴⁰ Vgl. Ebd. 2.

⁴¹ Vgl. Ebd. 2.

⁴² Vgl. Ebd. 2-3.

⁴³ Vgl. Ebd. 3.

2.4 Das „ewige Eis“ schmilzt fast überall auf der Erde

2.4.1 Die Arktis schmilzt⁴⁴

Die Welt stellt sich auf eine Zunahme der globalen Temperatur um 1 Grad Celsius in den nächsten 50 Jahren ein.

Die Bewohner des hohen Nordens sind bereits jetzt Zeugen von bis zu 10 Mal höheren Klimaveränderungen. Der am 28.8.2002 in der Serie „Brennpunkt“ ausgestrahlte Film von Guy Smith und Julian O´Halloran vermittelt die dramatische Entwicklung in Alaska. Die Eskimos berichten, dass sie dort an der Grenze, wo das arktische Eis auf den eisfreien Ozean trifft, seit Jahrhunderten jagen. Wegen des außergewöhnlichen Rückganges des Packeises hat sich ihre Jagdsaison von ursprünglich 12 Wochen auf 6 Wochen verkürzt.

Laut diesem Bericht wird befürchtet, dass das arktische Packeis, das sich über 2000 Meilen erstreckt, bis zum Ende des nächsten Jahrhunderts im Sommer jeweils weggeschmolzen sein kann. Auch in diesem Fall wird als einer der Mitverursacher für den Rückgang des Packeises die Verbrennung fossiler Energieträger angegeben. Die Ironie dabei ist die, dass auch in Alaska Erdöl gefördert wird.

2.4.1.1 Die Konsequenzen der Klimaveränderung für die Tierwelt⁴⁵

Der Klimawandel hat weltweit für die Artenvielfalt nach den Erkenntnissen des World Wide Fund for Nature, geläufigere Bezeichnung: World Wildlife Fund (WWF), katastrophale Folgen. Die Klimaexpertin des WWF, Regina Günther, weist darauf hin, dass Tiere und Pflanzen keine Chance hätten, ihre Lebensbedingungen der raschen Erderwärmung anzupassen. Die Bedrohung wird an einigen Beispielen konkretisiert:

- a) In küstennahen Feuchtgebieten werden nach den derzeitigen Voraussagen der Experten die Brut- und Rastplätze der Zugvögel überschwemmt.
- b) Eisbären werden von ihren Jagdgebieten abgeschnitten, wenn es kein Packeis mehr gibt.
- c) In den Tropen ist das Leben unzähliger Klein- und Großtiere durch die erhöhte Gefahr von Bränden bedroht.

Insgesamt sei in einem Fünftel der Gebiete, die entweder eine hohe Artenvielfalt auszeichnet oder die weltweit den einzigen Lebensraum bestimmter Arten darstellen, mit einem verstärkten Artensterben zu rechnen.

⁴⁴ Vgl. Smith, Guy / O´Halloran, Julian: Die Arktis schmilzt, s. Dok. 18 (Anhang).

⁴⁵ Vgl. WWF: Katastrophale Folgen des Klimawandels, s. Dok. 19 (Anhang).

2.4.2 Der Rückgang des Eises in der Antarktis

2.4.2.1 Der größte Gletscher der Westantarktis schmilzt⁴⁶

Andrew Shepherd und dessen Kollegen (Centre of Polar Observation and Modelling, University College, London) ermittelten, dass die Abnahme des Eissockels des Pine-Island-Gletschers sich bis zu 150 Kilometer in das Innere des Gletschers nachweisen lässt. Die britischen Forscher errechneten, dass dieser größte Gletscher der Westantarktis in 600 Jahren komplett weggeschmolzen sein wird. Eine der Auswirkungen wäre, dass der Meeresspiegel allein durch dieses Ereignis um ca. 5 Meter ansteige.⁴⁷ Laut des vorliegenden Dokuments wurde dieses Thema im Wissenschaftsmagazin „Science“ (Band 291, S. 862, 2001) unter dem Titel „Inland Thinning of Pine Island Glacier, West Antarctica“ behandelt. Gemäß diesem Bericht nahm der Sockel des Gletschers in den Jahren zwischen 1992 und 1999 jährlich um 1,6 m ab. Diese Abnahme bedeutet einen jährlichen Eisverlust von 4 Milliarden Tonnen. Der dadurch verursachte jährliche Anstieg des Meeresspiegels liest sich mit 0,01 mm als unerheblich scheinende Zunahme.⁴⁸

Die Gletscher der Westantarktis lagern gegenüber jenen der Ostantarktis auf Gestein, das unter dem Meeresspiegel liegt, auf. Daher reagiert der Pine-Island-Gletscher gegenüber Klimaänderungen besonders sensibel. Das Schmelzwasser dieses Gletschers kann ungehindert in das Meer abfließen. Daten über diesen Gletscher werden, was seine Höhe betrifft, mittels Satellitenvermessungen gewonnen. Andere Daten geben Aufschluss über die Geschwindigkeit seiner Eisströme. Laut Shepherd vermitteln die Messdaten nicht nur die oben beschriebene Abnahme des Eisvolumens: Der Gletscher verlor von 1992 bis 1994 auch 5 km an Länge. Die Wissenschaftler schließen aus, dass der Rückgang des Gletschereises nur eine Folge eines kurzzeitig geringeren Schneeangebotes ist.

2.4.2.2 Der Eisschwund an den drei größten Gletschern der Antarktis⁴⁹

Anlässlich der Herbsttagung der Amerikanischen Geophysikalischen Union 2001 in San Francisco wurden Ergebnisse einer Studie über den Eisschwund an den wahrscheinlich drei größten Gletschern der Antarktis vorgestellt. Untersucht wurden im Rahmen dieser Studie die Gletscher

⁴⁶ Vgl. Einer der größten Antarktislsgletscher schmilzt, s. Dok. 20 (Anhang).

⁴⁷ Ebd. 1.

⁴⁸ 4 Milliarden m³ Eis entsprechen etwa 4 km³ Wasser. Die gesamte Oberfläche aller Meere: ca.362 Mio km².

$4 \text{ [km}^3 \text{]} : (362 \times 10^6) \text{ [km}^2 \text{]} = (0,01 \times 10^{-6}) \text{ [km]} = 0,01 \text{ mm.}$

Bei einem jährlichen Anstieg von 0,01 mm betrüge der Anstieg des Meeresspiegels in 600 Jahren nur 6mm. Dass der Meeresspiegel aber um 5m steigen soll (siehe vorne), ist vermutlich auf den enormen Einfluss des laufend wärmer werdenden Meerwassers zurückzuführen. F.K.

⁴⁹ Vgl. Geologen warnen vor Eisschmelze in der Antarktis, s. Dok. 21 (Anhang).

Pine-Island, Thwaites und Smith. Die mittels europäischer Speziatsatelliten gewonnenen Daten belegen den Eisverlust dieser drei Gletscher, wodurch seit 1991 der Meeresspiegel weltweit um 0,38 mm gestiegen sei. Dabei seien stellenweise Eisplatten mit einer Dicke von bis zu 45 Metern geschmolzen. Diese Studie widerspricht früheren Forschungen, wonach trotz der globalen Erwärmung die Eismasse der Antarktis zunehme.

2.4.2.3 Warmes Meer als Ursache der Gletscherschmelze⁵⁰

Die Zunahme der Meerestemperatur könnte eine Ursache sein, dass die antarktischen Gletscher an ihrer Unterseite rascher schmelzen, als angenommen wurde. Eric Rignot (California Institute of Technology, Pasadena) und Stanley Jakobs (Lamont - Doherty Erd-Observatorium der Columbia University, New York) stellten bei radar-interferometrischen Messungen den Zusammenhang zwischen Meerestemperatur und Schmelzrate des Meereseises fest. Demnach beschleunigte sich die Schmelzrate des Eises je 0,1 Grad Celsius höherer Wassertemperatur um 1 m. In absoluten Zahlen beträgt die Schmelzrate am Untergrund der Gletscher 4 bis 40 Meter pro Jahr, wobei der Pine-Island-Gletscher am schnellsten schmilzt. An zweiter Stelle hinsichtlich der Schmelzgeschwindigkeit steht der Thwaites-Gletscher. Am stabilsten von allen antarktischen Gletschern ist der Stancomb – Wills – Gletscher.

2.4.3 Der Gletscher des Kilimandscharo schmilzt mit erhöhtem Tempo⁵¹

Douglas Hardy (University of Massachusetts) ist der Leiter eines Wissenschafterteams, das die Ursachen des derzeitigen dramatischen Rückganges des Gletschers am höchsten Berg Afrikas zu ergründen versucht. Das Team um Hardy setzt sich mit der Gegenwart des Gletschers auseinander. Es gewinnt seine Daten mittels GPS-Technologie und einer Wetterstation am Gipfel des Berges. Die Wissenschaftler rechnen, dass es bei einem gleich anhaltenden Tempo des Eisrückganges den Gletscher am Kilimandscharo in 20 Jahren nicht mehr gibt.

Ein anderes Wissenschafterteam der Ohio State University unter der Leitung von Lonnie Thompson untersucht Eisproben des Gletschers, um über seine Vergangenheit Aussagen treffen zu können. Das Alter des Gletschers am Kilimandscharo wird von der Forschergruppe um Thompson auf 11700 Jahre geschätzt.

Aus den Eisuntersuchungen konnte ermittelt werden, dass Afrika im Holozän bereits von drei katastrophalen Dürreperioden, und zwar vor 8300, 5200 und 4000 Jahren heimgesucht wurde. In den Eisbohrkernen weisen Staubablagerungen auf diese dritte Dürre vor rund 4000 Jahren hin. Sie soll laut Thompson rund 300 Jahre gedauert haben. Diese letzte Dürreperiode wird

⁵⁰ Vgl. Warmes Meer beschleunigt Gletscherschmelze, s. Dok. 22 (Anhang).

⁵¹ Vgl. Gletscher des Kilimandscharo bald abgeschmolzen, s. Dok. 23 (Anhang).

durch historische Daten aus dem alten Ägypten bestätigt.

Im Jahre 1912 betrug die Fläche des Gletschers immerhin noch 12 Quadratkilometer, am Ende des 20. Jahrhunderts jedoch nur noch 2,6 Quadratkilometer. Der Rückgang der Fläche beläuft sich – abgesehen vom Rückgang der Eismassen – in weniger als 90 Jahren auf etwa 80 Prozent. Mit dem völligen Verschwinden des Gletschers wird in den Jahren zwischen 2015 und 2020 gerechnet.

2.4.4 Fotos belegen Gletscherschwund⁵²

Ein von Münchner Wissenschaftlern im Internet eingerichtetes Gletscherarchiv weist den massiven Gletscherschwund nach, indem es deren frühere Ausdehnung der heutigen bildlich gegenüberstellt. Dazu werden die Ansichten der Gletscher von alten Postkarten mit heutigen Fotografien verglichen.

Mit ihrem Beitrag wollen die Münchner Wissenschaftler die nüchternen Messdaten in eindrucksvoller Form visualisieren. Seit der Mitte des 19. Jahrhunderts haben die Gletscher etwa ein Drittel ihrer Fläche und etwa die Hälfte ihres Volumens eingebüßt.

Sowohl die messtechnischen Daten als auch deren optische Untermauerung lassen befürchten, dass ein Großteil der Gletscher der Alpen am Ende des 21. Jahrhunderts weggeschmolzen sein wird, wenn der Rückgang der Gletscher sich in Zukunft nicht verlangsamt.

2.5 Eiszeit oder Treibhaus? Beiträge zur kontrovers geführten Diskussion

2.5.1 Beiträge, in denen eine Eiszeit prognostiziert wird

2.5.1.1 Die nächste Eiszeit steht bevor⁵³

Hermann Kudrass (Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe, Hannover) hält der gegenwärtigen Diskussion über die zunehmende Erderwärmung eigene Forschungsergebnisse entgegen. Gestützt auf paläoklimatische Daten, die aus Meeresablagerungen gewonnen wurden, erklärt er, dass wir der nächsten Eiszeit entgegengehen.

Die Warmzeiten in der Klimageschichte der Erde dauerten stets etwa 10.000 Jahre. Ebenso lang dauert bereits die derzeitige Warmperiode. Die Hannover Wissenschaftler sind der Meinung, dass wir uns am Ende einer Warmperiode befinden. Wann aber diese Warmperiode von einer Eiszeit abgelöst wird, kann derzeit kein Wissenschaftler seriös voraussagen. Der Spielraum wird von den Hannover Wissenschaftlern mit 100 bis 1000 Jahren angegeben.

⁵² Vgl. Schmitzer, Ulrike: Gletscherschwund: Alte Postkarten und neue Fotos, s. Dok. 24 (Anhang).

⁵³ Vgl. Schmitzer, Ulrike: Zukunft der Erde: Eiszeit statt Treibhaus? s. Dok. 25 (Anhang).

Im einzelnen gewinnen die Klimaforscher ihre Daten aus Ablagerungen von Algen und Mikroorganismen in urzeitlichen Meeren, wobei

- a) die Artenvielfalt eine Rekonstruktion der Meerestemperatur vergangener Zeiten bis auf 1 Grad Celsius genau zulässt;
- b) der Salzgehalt der Mikroorganismen in den Sedimenten Aufschluss über die Menge des Niederschlags in jener Zeit, in der diese Lebewesen gebildet wurden, gibt.

An Land sind Pollen die Hauptinformationsquelle für die Paläoklimatologen. In Seen lagern sich Pollen und Bodenpartikel im Lauf der Geschichte in bis zu meterdicken Schichten ab. Auf diese Weise bildete sich ein Archiv der Vegetationsgeschichte der jeweiligen Region.

Seit neuestem sind auch fossile Käferreste für die Forschung von Bedeutung. Die damals lebenden Käfer reagierten mit Wanderbewegungen auf das sich ändernde Klima. Damit werden ihre Überreste heute für die Forscher zu Indikatoren für die an einem bestimmten Ort und zu einer bestimmten Zeit herrschenden Temperaturen in der Erdgeschichte.

2.5.1.2 In 30 Jahren beginnt die neue Eiszeit⁵⁴

Für den ehemaligen Präsidenten des geologischen Landesamtes Nordrhein-Westfalen, Peter Neumann-Mahlkau, steht fest, dass die nächste Eiszeit mit oder ohne Zutun des Menschen unabwendbar ist.

Neumann-Mahlkau begründet seine These damit, dass in den letzten 3 Milliarden Jahren der Erdgeschichte größtenteils Treibhausklima auf unserer Erde herrschte. Der Mensch hingegen kenne nur Eiszeitklimaformen.

Vor einer Milliarde Jahren sei der Kohlendioxidgehalt 400 mal so hoch wie heute bei nicht bedeutend höheren Temperaturen gewesen. Noch 225 Millionen Jahre vor unserer Zeitrechnung sei der Kohlendioxidgehalt der Atmosphäre 50 mal höher als jetzt gewesen, während die Erde von einer extremen Eiszeit heimgesucht wurde.

Vor 1000 Jahren habe es noch keine Kohlendioxid produzierenden Fabriksschlote gegeben; wohl aber gab es sie am Ende der kleinen Eiszeit im Jahre 1890.

2.5.1.3 Schritt für Schritt ins Eiszeitalter⁵⁵

Der gegenständliche Artikel von Albert Gerdes (MARUM, Zentrum für Marine Umweltwissenschaften, BRD) versucht zu erklären, warum die Warmzeit vor 2,5 Millionen Jahren jäh zu Ende ging.

Vor vier Millionen Jahren hatte die Erde ein anderes Aussehen als heute. Zwischen Nord- und

⁵⁴ Vgl. Ripota, Peter: In 30 Jahren beginnt die neue Eiszeit, in: PM-Magazin H. 6 (1998) 8-15.

⁵⁵ Vgl. Gerdes, Albert: Schritt für Schritt ins Eiszeitalter - „Science“-Studie erhellt langfristige Klimaveränderungen, s. Dok. 26 (Anhang).

Südamerika gab es keine Landverbindung. Diese entstand erst durch Bewegungen der Erdplatten. Dadurch ergaben sich völlig andere Wind- und Meeresströmungen. Die Folge war, dass vor ca. 2,5 Millionen Jahren die Temperaturen auf der Südhalbkugel um 8 Grad Celsius sanken und schließlich eine Trendumkehr in Richtung Eiszeit eröffneten. Vor 900.000 Jahren stellte sich dann ein neuer Klimazyklus ein. Seitdem wechseln die Kalt- und Warmzeiten in einem 100.000 Jahre-Takt.

2.5.1.4 Sind die heutigen Trends schon verlässlich?⁵⁶

Der Glaziologe Christian Haas (Alfred-Wegener-Institut, Bremerhaven) erklärte, dass das Klima in der Vergangenheit stets variabel gewesen sei. Laut Haas seien sehr lange Zeitreihen - er spricht von 50 bis 100 Jahren - notwendig, um verlässliche Trends für eine Klimaänderung ableiten zu können. Erst dann, wenn diese Trends eine Klimaänderung bestätigen, sei als nächstes die Frage zu klären, ob diese Trends auf Aktivitäten des Menschen oder auf natürliche Ursachen zurückzuführen seien; denn massive Klimaveränderungen fanden schon statt, bevor es Menschen auf dieser Erde gab.

2.5.2 Wurde Kohlendioxid als Klimafaktor überbewertet?⁵⁷

Kohlendioxid wurde bei bisherigen Klimaprozessen laut Hans Jörg Streif (Niedersächsisches Landesamt für Bodenforschung) überbewertet. Neuere Forschungen lasten die Hälfte des Temperaturanstiegs in der Atmosphäre der Sonne an.

2.5.3 Kontroversen um das Klima⁵⁸

Wetterprognosen sind sehr selten für den Zeitraum von einer Woche gültig. Schon daraus ist ersichtlich, dass Klimaprognosen extrem unsicher sind.

2.5.3.1 Eckdaten der Klimaänderung⁵⁹:

- a) Im letzten Jahrhundert waren die globalen Durchschnittstemperaturen so hoch wie sonst in keinem der letzten 1000 Jahre.
- b) Diese Temperaturerhöhung ist am deutlichsten am Rückgang des Eises bei den meisten Gletschern erkennbar.
- c) Die für Großschäden zuständigen Rückversicherungen stellten für die letzten drei Jahrzehnte ein um das 5-fache gestiegenes Risiko für Schadensfälle durch Starkniederschläge und Stürme fest.

⁵⁶ Vgl. WWF, 2, Dok. 19.

⁵⁷ Vgl. Schmitzer, Zukunft der Erde, 2, Dok. 25.

⁵⁸ Vgl. Schleicher, Stefan: Globales Klima und Klimapolitik, in: Kontroversen um das Klima, 1-4, s. Dok. 27 (Anhang).

2.5.3.2 Worüber bestehen Kontroversen?⁶⁰

- a) Die große Mehrheit der mit dem Klima befassten Wissenschaftler ist sich einig, dass eine globale Klimaänderung stattfindet.
- b) Unterschiedliche Standpunkte gibt es vor allem über das vom Menschen verursachte Ausmaß dieser Klimaänderung und über die in erster Linie [von der Politik, F.K.] zu treffenden Richtungsweisungen.

Seit dem Jahr 1988 besteht ein internationales Netzwerk von Wissenschaftlern, das Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC), das im Auftrag der UNO und der World Meteorological Organisation (WMO) tätig ist. Seine Aufgabe ist die Beratung des 1992 von der UNO eingesetzten Gremiums zur globalen Klimapolitik, die UN – Framework Convention on Climate Change (UNFCCC).

Das IPCC hat bisher drei Berichte (Assessment Reports) vorgelegt. Den letzten im Jahr 2001.

Die deutlichsten Aussagen dieses Dokuments zum globalen Klimawandel sind:

- a) Eine Bekräftigung, dass für die gegenwärtige Klimaänderung mit zunehmender Wahrscheinlichkeit die Menschheit vor allem durch die Emission der Treibhausgase Kohlendioxid und Methan verantwortlich ist.
- b) Dass in den nächsten 100 Jahren die durchschnittliche globale Temperatur um weitere 1,4 bis 5,8 Grad Celsius steigen wird. Bereits seit dem Jahre 1860 wurde ein Ansteigen der globalen Temperatur um 0,6 Grad Celsius beobachtet.

Anmerkung:

- Beide Aussagen geben den derzeitigen Wissensstand wieder.
- Derzeit sind der Wissenschaft außer der Zunahme der Treibhausgase in der Atmosphäre keine anderen Ursachen für den globalen Temperaturanstieg bekannt.

Der große Unsicherheitsbereich des prognostizierten Temperaturanstiegs zwischen 1,4 und 5,8 Grad Celsius resultiert aus den vielen Unsicherheiten, da noch viele Klimaeinflüsse, wie z. B. die Wolkenbildung und der Einfluss der Meere, zu wenig erforscht sind.

Das sogenannte „Kyoto-Protokoll“ ist das politische Ergebnis auf der Basis der wissenschaftlichen Aussagen des IPCC. Zugleich ist es das Produkt von fast zehnjährigen zähen Verhandlungen. Die Erstfassung stammt aus dem Jahr 1997; seine völkerrechtliche Verbindlichkeit hat es leider bis heute [wegen der 55 Prozent-Regel, s. 3.2.3.3.1., F.K.] noch nicht erlangt.

⁵⁹ Vgl. Schleicher, 1, Dok. 27.

⁶⁰ Vgl. Ebd. 2.

2.5.3.3 Die Politik um die globale Klimapolitik⁶¹

Die USA distanzierte sich schon im März 2001 vom Kyoto-Protokoll. Der Grund dafür war eine starke Lobby der Kohle- und Erdölindustrie, die ihre wirtschaftlichen Interessen gefährdet sah. Diese Lobby fand bei der Bush-Administration Gehör.

Um diesen politisch-wirtschaftlichen [und moralischen, F.K.] Abschied vom Kyoto-Protokoll zu rechtfertigen, wurde von den National Academies of Science um eine Beurteilung der Einschätzungen des IPCC hinsichtlich des Stattfindens eines globalen Klimawandels gebeten. Die Antwort der Wissenschaftler war für die verantwortlichen amerikanischen Politiker nicht die erwartete, denn sie bestätigte die Kernaussagen des IPCC.

Es gibt zwar eine in den USA vom Marshall Institut erarbeitete Studie, die die Aussagen des IPCC in Frage stellt, und deren Inhalt für die Minderheit der IPCC-Kritiker repräsentativ ist. In Europa wird diese Studie über das European Science and Environment-Forum verbreitet. Der Angelpunkt der Gegenargumentation liegt für diese Wissenschaftler in den evidenten Mängeln und Unsicherheiten der Klimamodelle, die für die Simulation der Klimaphänomene benutzt werden. Gerade in diesem Punkt stimmen sie mit den neueren Erkenntnissen der Wissenschaftler des IPCC überein, die bereits mit längeren Vorhersageintervallen reagierten, um eben diese Unsicherheiten selbst erfassen und bestimmen zu können.

Dessen ungeachtet lässt sich mit den verfügbaren Computermodellen, welche die Treibhausgasemissionen berücksichtigen, der gegenwärtig stattfindende Klimawandel gut erklären.

Die Tatsache, das Kyoto-Protokoll bloß wegen der Unsicherheiten in den derzeitigen Computersimulationen abzulehnen, scheint die evidenten Daten, Fakten und Auswirkungen des gegenwärtig stattfindenden Klimawandels zu ignorieren oder zumindest nicht ernst genug zu nehmen. Stefan Schleicher fragt, ob wegen der Rückschläge der aufwändige politische Prozess des Kyoto-Protokolls gestoppt werden soll, zumal das Klima selbst auf Grund der dort festgeschriebenen bescheidenen Emissionsziele kaum Wirkung zeigen wird. Schleichers Antwort beinhaltet, dass die ersten zehn Jahre der internationalen Klimapolitik erfolgreich ein massives Umdenken eingeleitet haben. Als Beispiele führt er an:

- den Bau von Niedrigenergie-Häusern,
- den Übergang von einem stauanfälligen Verkehr zu einem integrierten Mobilitätssystem,
- den kontrollierten Abschied von der Nutzung fossiler Energieträger.

Stefan Schleicher resümiert, dass „[...] sich aber auch das Klima im Windschatten dieser Wirtschaftsstrukturen wohler fühlen [wird]“.

⁶¹ Vgl. Schleicher, 3, Dok. 27.

2.5.4 Leider ist auch Österreich vom Kyoto-Ziel weit entfernt⁶²

Stefan Schleicher (Mitglied des Österreichischen Klimabeirates, ACCC, Universität Graz) weist in einem Artikel des „Kurier“ darauf hin, dass Österreich seine Treibhausgase um 13 Prozent gegenüber dem Wert von 1990 reduzieren müsste, um die Bedingungen des Kyoto-Protokolls zu erfüllen. Damit rangiere Österreich auf dem 11. Platz in der EU.

Der Ministerrat hätte im Juni 2002 eine Klimastrategie beschlossen, die beispielsweise für die Wärmedämmung von Altbauten die Verwendung von nicht in der Wohnbauförderung für Neubauten benötigten Mitteln vorsieht. Stefan Schleicher: „Tatsächlich werden die Überschüsse für alles Mögliche verwendet - bis hin zum Straßenbau.“⁶³

2.6 Die Klima- und Erdsystemmodelle und ihre laufende Verbesserung

2.6.1 Computermodelle zur Klimasimulation

Da das Weltklima von sehr vielen Faktoren beeinflusst wird, die aufeinander rückwirken, ist die Vorhersage von Klimaänderungen ein komplexes Unterfangen, welches das Zusammenwirken verschiedener Wissenschaften bedarf. Um die vielen Messdaten, Parameter und deren Einflüsse auf das Klimageschehen einigermaßen sicher verarbeiten zu können, sind geeignete Rechenmodelle und Rechner notwendig.

Beispiele für Parameter, die das Klima beeinflussen:

- 1) Die eingestrahelte Sonnenenergie.
- 2) Änderungen der Erdumlaufbahn.
- 3) Änderungen der Neigung der Erdachse.
- 4) Physikalische und chemische Abläufe in höheren Luftschichten.
- 5) Änderungen in der Gaszusammensetzung der Atmosphäre und deren Auswirkungen auf die Biosphäre.
- 6) Bewölkung, Luftverschmutzungsgrad, Vulkanismus.
- 7) Meeresströmungen und Windverhältnisse.
- 8) Änderungen der globalen Temperatur und deren Auswirkungen auf viele der zuvor aufgezählten Parameter.

⁶² Vgl. Schleicher, Stefan: Vom Kyoto-Ziel sind wir weit entfernt, in: Kurier v. 22.8.2002, 13.

⁶³ Ebd.

2.6.1.1 Ozon: neue Erkenntnisse⁶⁴

Tilman Märk (Institut für Ionenphysik, Innsbruck) entdeckte in Zusammenarbeit mit dem University College, London, dass langsame Elektronen in der Ionosphäre einen wesentlichen Beitrag an der Zerstörung der Ozonschicht haben. Dieser Prozess läuft ohne Zutun des Menschen ab. In den bisherigen Klimamodellen habe man angenommen, dass lediglich hochenergetische Teilchen in der Lage wären, Ozon zu zerstören. Der Prozess der Zerstörung der Ozonschicht sei also noch vielschichtiger als angenommen. Nicht nur die bisher bekannten natürlichen Einflüsse und die des Menschen durch Treibhausgase, sondern auch der jetzt entdeckte Prozess des Aufbrechens von Ozon durch langsame Elektronen sei maßgeblich am Gesamtprozess beteiligt. Unter Berücksichtigung dieses Aspekts seien die Klimamodelle neu durchzurechnen.

2.6.1.2 Computermodelle: ihre derzeitigen Grenzen⁶⁵

Ausgelöst wurde die Diskussion durch die Veröffentlichung einer Studie eines deutsch-israelischen Forscherteams in den „Physical Review Letters“ vom 8. Juli 2002 (der volle Wortlaut der Studie von R.B. Govinden et al.: „Global Climate Models Violate Scaling of the Observed Atmospheric Variability“), an der u.a. Hans Joachim Schellnhuber (Direktor des Potsdamer Instituts für Klimaforschung, PIK) beteiligt war. Diese Studie unterzog die 7 international führenden Klimasimulationsmodelle einem statistischen Test.

Es besteht ein Gesetz im Klimageschehen, wonach der Atmosphäre eine universelle Neigung zur Erhaltung von Temperaturanomalien zu eigen ist. Diese Gesetzmäßigkeit wurde aus den langjährigen Temperaturlaufzeichnungen von über 100 Wetterstationen in aller Welt gewonnen. Das Klima besitzt also eine Art Gedächtnis für heiße und kalte Episoden.⁶⁶

Ernüchternd war, dass keines der führenden Klimamodelle die Erhaltungsneigung der Temperaturanomalien zufriedenstellend nachzuahmen in der Lage war. Dadurch ist es in der Diskussion in Deutschland nach Ansicht der Potsdamer Forscher zu irrigen Ansichten über die Aussagekraft von Klimamodellen gekommen.

Die Forscher stellten fest, dass die vorgelegten Prognosen über die Erwärmung der Atmosphäre, basierend auf den bisherigen Modellen, keinesfalls einer Revision zu unterziehen sind, da sich der von ihnen durchgeführte Test lediglich auf einen speziellen Aspekt der Dynamik der Atmosphäre beziehe. Die Studie weise lediglich auf die Möglichkeit der Überschätzung einzelner Trends (z. B. von Kohlendioxidemissionen) durch die Modelle hin.

Schellnhuber betont: „Hochentwickelte Forschungswerkzeuge – wie die Klimamodelle – werden

⁶⁴ Vgl. N.,N.: Die Klimamodelle neu berechnen, in: Salzburger Nachrichten v. 17.10.2001, 3.

⁶⁵ Vgl. Streit um computergestützte Klimamodelle, s. Dok. 28 (Anhang).

⁶⁶ Ebd. 2.

laufend neuen Leistungstests unterworfen, um nach und nach sämtliche Schwachstellen auszumerzen. Dies ist kein Beweis für die Krise der Klimasimulation, sondern im Gegenteil ein Beleg für ihre Glaubwürdigkeit und Vitalität. Deshalb werden auch die skizzierten Testverfahren weiter verbessert und angewandt werden.“⁶⁷

2.6.1.3 Neue, leistungsfähige Klimarechner⁶⁸

Höchstleistungsrechner arbeiten mit Erdsystemmodellen statt der bisherigen Klimamodelle. Damit ist das Wettergeschehen noch genauer und realistischer darstellbar. Der in Hamburg aufgestellte Höchstleistungsrechner für Erdsystemforschung (HLRE) ist in der Lage, 1,5 Billionen Rechenoperationen in der Sekunde auszuführen. Bei seinem Endausbau wird er über ein Datenarchiv von 10^{15} Byte verfügen.

2.6.1.4 Grazer Wissenschaftler entwickeln neue Methode zur Verbesserung der Klimamodelle⁶⁹

Wasserdampf ist der wichtigste und zugleich unberechenbarste Bestandteil der Erdatmosphäre. Klimaforscher am Institut für Geophysik, Astrophysik und Meteorologie der Universität Graz bereiten derzeit mit dänischen Wissenschaftlern und einem Kernteam aus 12 Institutionen ein weltweit einzigartiges Projekt vor. Mit Hilfe von zwei mal zwei Satelliten, die in jeweils unterschiedlichen Höhen (650 km und 850 km) die Erde umkreisen, sollen der Wasserdampfgehalt und die Temperatur von bewölkten Bereichen gemessen werden. Die Satelliten verwenden dazu die Brechung und Dämpfung von langwelligen Radiosignalen anderer Satelliten.

3 Die Klimaverhandlungen – ein geschichtlicher Rück- und Überblick

3.1 Die Vorgeschichte der Klimakonferenzen

3.1.1 Die Umweltkrisen in den Fünfziger- und Sechziger-Jahren des 20. Jahrhunderts⁷⁰

In den 50-iger und 60-iger Jahren des 20. Jahrhunderts ereigneten sich einerseits Umweltkatastrophen, wie ein großes Tankerunglück vor den Scilly-Inseln (40 km vor der SW-

⁶⁷ Streit um computergestützte Klimamodelle, 2, Dok. 28.

⁶⁸ Vgl. Europas größter Klimarechner geht in Betrieb, s. Dok. 29 (Anhang).

⁶⁹ Vgl. Schmidt Martina: Klimamodelle: Grazer Forscher entwickeln neue Methode, s. Dok. 30 (Anhang).

⁷⁰ Vgl. Born, Manfred: Von Stockholm 1972 bis Rio 1992: Ein Rückblick auf das Leitbild der nachhaltigen Entwicklung, s. Dok. 31 (Anhang).

Spitze Großbritanniens) im Jahre 1967⁷¹ mit nachfolgender, verheerender Ölpest. Zum anderen litten damals die Menschen besonders im Winter unter den Folgen der Luftverschmutzung, wie z.B unter dem Smog in London und New York. Aus Japan wurden in jenen Jahrzehnten Fälle von massiven Quecksilbervergiftungen bekannt.

In der Folge sorgten Bürgerinitiativen, vor allem in der USA und in Skandinavien, dass das Thema der industriellen Umweltverschmutzung zum politischen Thema wurde. Durch diese Initiativen kamen die Regierungen unter Druck, etwas gegen die evidente Umweltzerstörung zu unternehmen. Weiters sorgten Aktivisten in Skandinavien und den USA dafür, dass das Thema des Umweltschutzes im Rahmen der Vereinten Nationen aufgegriffen wurde.

Die vom Club of Rome in Auftrag gegebene Studie „Die Grenzen des Wachstums“, die den ökologischen Kollaps innerhalb der nächsten 100 Jahre voraussagte, prägte nachhaltig die Diskussion um den internationalen Umweltschutz. Die Prognose des Dokuments gründete auf der Annahme einer steigenden Umweltverschmutzung bei gleichzeitiger Verknappung der Rohstoffe und einer rapiden Zunahme der Weltbevölkerung.

3.1.2 Erste Umweltkonferenzen

3.1.2.1 Die UN-Umweltkonferenz in Stockholm⁷²

Im Jahre 1972 fand in Stockholm die erste internationale Konferenz der vereinten Nationen über Umweltfragen (United Nations Conference of Environment) statt. Das politische Ziel dieser Konferenz wurde von den Industrieländern in der Suche nach Maßnahmen zur Begrenzung der von ihnen verursachten Umweltverschmutzung gesehen. Es sollten Vereinbarungen zum Schutz der Ökosysteme getroffen werden, um die drohenden zukünftigen Umweltkatastrophen abzuwenden.

Für die Entwicklungsländer stand an erster Stelle deren sozialpolitische und wirtschaftliche Entwicklung. Die sozialpolitischen Schwerpunkte waren:

- Bekämpfung der Armut,
- Aufbau eines Schul- und Bildungssystems,
- Sicherstellung einer medizinischen Versorgung,
- die Versorgung mit sauberem Wasser.

Das wirtschaftliche Hauptziel der Entwicklungsländer war ein kostengünstiges „Nachholen“ der Industrialisierung. Umweltprobleme waren für sie damals kein politisches Thema.

Von brasilianischen Wissenschaftern wurde sogar vermutet, dass die Industrieländer mit der Forderung nach Umweltschutzmaßnahmen für industriell rückständige Länder

⁷¹ Vgl. Große Tankerkatastrophen 1967-2001, s. Dok. 32 (Anhang).

⁷² Vgl. Born, 1.

Entwicklungshemmnisse erzeugen.

Dennoch kam es in Stockholm zu einer Annäherung der Standpunkte.

Den Industriestaaten gelang es darzulegen, dass zwischen Umweltschutz und Entwicklung kein Widerspruch besteht, bzw. dass Dürren, Überschwemmungen, schlechte Hygienebedingungen Ergebnisse von Umweltproblemen sind. Die in Stockholm gefundene und für die ärmeren Länder entwicklungspolitisch nicht schädliche Kompromissformel lautete: „poverty is the biggest pollutor“⁷³.

1972 wurden in Stockholm das erste Mal die Abholzung der tropischen Regenwälder, die Verschmutzung der Meere, das Ozonloch, das Waldsterben und der Treibhauseffekt als Umweltschutzprobleme thematisiert, deren Lösung eine soziale und wirtschaftliche Herausforderung für die Menschheit darstellen. 1972 wurde von der UN-Generalversammlung der „Action Plan for the Human Environment“ gebilligt.

Er enthält:

a) Maßnahmen

- zum Erfassen von Umweltdaten,
- zur Umweltforschung,
- zur Überwachung und zum Austausch von Informationen.

b) Übereinkommen über

- Umweltschutz und den schonenden Umgang mit Ressourcen,
- den Aufbau einer Umweltadministration,
- Bildung,
- Maßnahmen für die Öffentlichkeitsarbeit.

Für die Umsetzung des Aktionsplanes wurde von den Vereinten Nationen die Einrichtung eines Umweltprogrammes (UNEP) mit Sitz in Nairobi, Kenia, beschlossen.

Der erste Executiv-Director der UNEP, Maurice Strong, führte 1973 den Begriff „Ecodevelopment“ für eine Entwicklungsstrategie ein, die die Kritik der Globalstudie „Grenzen des Wachstums“ berücksichtigte und den Gedanken von Stockholm weiterführte. Einige Schwerpunkte dieser Strategie waren:

- Befriedigung der Grundbedürfnisse,
- Maßnahmen zur Ressourcen- und Umweltschonung,
- Partizipation der Betroffenen,
- Begleitende Erziehungs- und Bildungsprogramme.

Das Konzept, das ursprünglich vor allem als Entwicklungsansatz für die Entwicklungsländer gedacht war, stellte somit einen Mittelweg zwischen den in den 70-iger Jahren noch relativ

⁷³ Born, 1.

starren ökozentrischen und technozentrischen Positionen dar. Später wurde dieser Begriff als neue Definition für Wachstum und Wohlstand verstanden. Der Begriff „Ecodevelopment“ wurde danach in „Sustainable Development“ geändert.

3.1.2.2 Die Folgekonferenz in Nairobi⁷⁴

1982, 10 Jahre nach Stockholm, lud das UNEP zur Konferenz nach Nairobi ein. In diesen 10 Jahren hatten sich sowohl die Wahrnehmung als auch die Einschätzung von Umweltanliegen geändert. Es zeichnete sich klar ab, dass die im Jahre 1972 verhandelten Umweltstrategien unzulänglich sind. Besonders die skandinavischen Länder äußerten gegenüber der UNO Kritik. Gefordert wurden damals langfristige und internationale Strategien für den Umweltschutz. Die UNEP gab daraufhin die Erstellung einer „Umweltperspektive bis zum Jahr 2000“ in Auftrag. Von den skandinavischen Ländern wurde eine Studie durch eine unabhängige Kommission gefordert, die Lösungsvorschläge zum Problemfeld „Umwelt und Entwicklung“ erarbeiten sollte.

1983 wurde von der UN-Generalversammlung die Einsetzung einer Sonderkommission, der „Weltkommission für Umwelt und Entwicklung“, veranlasst, zu deren Leiterin man die norwegische Ministerpräsidentin Gro Harlem Brundtland bestellte.

3.1.2.3 Der Brundtland-Bericht⁷⁵

1987 lag der Abschlussbericht „Our common future“ vor. Bemerkenswert ist, dass die Kommission zur Erarbeitung des Brundtland-Berichts wieder die Erklärungsmuster der 70-er Jahre („Proverty is the biggest polluter“, „Grenzen des Wachstums“) aufgriff.

Den Schlüssel zur Lösung der Probleme „Umwelt“ und „Entwicklung“ sah die Kommission im Wirtschaftswachstum: Ohne Wachstum sei keine Bekämpfung der Armut möglich.

Um Wachstum mit Entwicklung ohne Umweltzerstörung in Einklang zu bringen, wurde von der Kommission der Begriff „Sustainable Development“ (Dauerhafte /Nachhaltige Entwicklung) als Lösungsansatz formuliert. Einige Elemente dieser „Dauerhaften/Nachhaltigen Entwicklung“ sind:

- die Kontrolle des Bevölkerungswachstums,
- die Förderung des technologischen Wandels,
- eine Preispolitik, die die Knappheit natürlicher Rohstoffe reflektiert,
- die Veränderung der Wachstumsqualität,
- die Befriedigung der Grundbedürfnisse,
- Schulung und Bildung,
- die Beeinflussung des Produktions- und Konsumschemas.

Zusammenfassend wird angemerkt:

⁷⁴ Vgl. Born, 2.

⁷⁵ Vgl. Ebd. 3.

- a) Der Brundtland-Bericht brachte nach 10 Jahren, in denen wenig geschehen war, wieder Bewegung in die politische Diskussion des Umweltschutzes.
- b) Der im Brundtland-Bericht formulierte Konsens einer „Nachhaltigen Entwicklung“ entsprach dem in Stockholm formulierten Kompromiss „Armutsbekämpfung im Süden und Einführung von Grenzwerten [für umweltbelastende Schadstoffe, F.K.] im Norden“.

Der Brundtland-Bericht gab den Anstoß zur 2. Internationalen Konferenz für Umwelt und Entwicklung in Rio de Janeiro im Jahr 1992.

3.1.3 Ökosoziale Marktwirtschaft: Die österreichische Variante von „Ecodevelopment“/ „Sustainable Development“

Bereits im Jahr 1979 setzte sich Josef Riegler als Agrarsprecher im Nationalrat nachdrücklich mit dem Thema „Energie aus nachwachsenden Rohstoffen“ – nicht ohne dafür auch Kritik zu ernten – auseinander.⁷⁶ Bei seinem Amtsantritt als Landwirtschaftsminister im Jahre 1987 formulierte er 3 Ziele:

- 1) Die Verbesserung der ökonomischen Leistungs- und Wettbewerbsfähigkeit unserer bäuerlichen Betriebe.
- 2) Die ökologische Verantwortung der übrigen Wirtschaft für die Land- und Forstwirtschaft, aber auch die Verantwortung der Land- und Forstwirtschaft selbst.
- 3) Die bestmögliche soziale Fairness in der Entwicklung, daher Schutz für die kleineren Betriebe und besondere Hilfe für Betriebe in benachteiligten Lagen.

Damit war der Begriff „Ökosoziale Agrarpolitik“ geboren.⁷⁷

Als Bundesobmann (und späteren Vizekanzler) seiner Partei gelang es ihm, die ökosoziale Marktwirtschaft zur Leitlinie seiner Partei zu erheben. Leider wurde es mit seinem Ausscheiden aus der Politik wieder stiller um sein Anliegen. Es scheint, dass - ähnlich wie nach der ersten UN-Umweltkonferenz in Stockholm 1972 - wieder 10 Jahre vergehen mussten, bis dieses Anliegen erneut stärker thematisiert wurde.

Das „ökosoziale Forum Österreich“ (österreichische Gesellschaft für Land- und Forstwirtschaftspolitik), dessen Präsident Josef Riegler ist, engagiert sich für die ökosoziale Marktwirtschaft, die den Gegensatz zwischen Wirtschaft und Umwelt zu überwinden versucht. Das Programm der ökosozialen Marktwirtschaft ist in 10 Prinzipien zusammengefasst, auf die nachfolgend in allgemeiner und gekürzter Form eingegangen wird.⁷⁸

⁷⁶ Riegler, Josef/Moser, Anton: Ökosoziale Marktwirtschaft. Denken und Handeln in Kreisläufen, Graz: Stocker ²1997, 8.

⁷⁷ Ebd. 10.

⁷⁸ Die 10 Prinzipien der ökosozialen Marktwirtschaft, s. Dok. 33 (Anhang).

- Ökosoziale Marktwirtschaft stellt die ursprünglich „freien Güter“, wie Luft, Wasser in ein neues Wertesystem. Diese Güter sind für das Leben unverzichtbar und daher wertvoll und schützenswert.
- Ihre wichtigste ordnungspolitische Aufgabe hat die ökosoziale Marktwirtschaft, indem sie durch steuerliche Maßnahmen umweltfreundliche Energien schrittweise finanziell attraktiver und umweltbelastende Aktivitäten schrittweise unattraktiver macht. Die steuerlichen Erlöse müssen zweckgebunden, z. B. zum Aufbau erneuerbarer Energiesysteme, verwendet werden.
- Die Kosten für die Belastung der Umwelt sind in die Produktionskosten einzurechnen.
- Eine Erziehung durch Verbote sollte nur noch dort, wo die Instrumente des Marktes (Preis, steuerliche Maßnahmen, Pfandsystem) nicht ausreichend sind oder nicht funktionieren, eingesetzt werden.
- Durch Produktkennzeichnung, etc. muss umweltbewusstes Kaufen ermöglicht werden.
- Investitionen in Technologien zur Umweltsanierung und für umweltfreundliche Produktionsverfahren sind zu forcieren.
- Bemühungen um eine umweltförderliche Erziehung und Ausbildung muss alle Bereiche erfassen (Schule, Familie, Arbeitsplatz).
- Der Umweltschutz muss ein internationales Anliegen sein und bleiben (Schadstoffe kennen keine Landesgrenzen).
- Die Ökosoziale Marktwirtschaft muss als politisches Ziel die „Qualifizierung“ des Wachstums verfolgen und damit die klassischen Kennzahlen der Volkswirtschaft, wie das Bruttoinlandsprodukt, neu definieren. Weiters muss die Wirtschaft, um erfolgreich zu sein, Fernziele definieren, bei deren Umsetzung von vornherein Umweltschäden vermieden werden, um sich die hohen Kosten der Reparatur der Umwelt zu ersparen.

3.2 Das politische Werden der Klimarahmenkonvention

3.2.1 Erste Schritte der politischen Willensbildung auf der 1. Weltklimakonferenz in Genf⁷⁹

Auf der ersten Weltklimakonferenz in Genf im Jahr 1979 wurde zum ersten Mal die Erwärmung der Erdatmosphäre durch Treibhausgase auf dieser politischen Ebene thematisiert.

Der Treibhauseffekt ist allerdings schon seit etwa 100 Jahren bekannt und Wissenschaftler wiesen schon Jahre zuvor auf Klimaanomalien hin.

⁷⁹ Vgl. Geschichte der Klimarahmenkonvention, s. Dok. 34 (Anhang).

Um die klimatischen Wirkungsmechanismen zu erforschen und auszuwerten wurde beschlossen, unter der Leitung von UNEP (United Nations Environment Program) und der WMO (World Meteorological Organisation) ein Welt-Klima-Programm (WCP) zu erstellen.

3.2.1.1 Zwischenstaatliche Konferenzen über den Klimawandel⁸⁰

Diese Konferenzen trugen weltweit zur Sensibilisierung der Öffentlichkeit bei. Der Teilnehmerkreis umfasste staatliche Entscheidungsträger, Wissenschaftler und Umweltschützer. Einige der wichtigsten Konferenzen waren:

- 1985 (Oktober), Villach
- 1988 (Juni), Toronto
- 1989 (Februar), Ottawa
- 1989 (März), Den Haag
- 1990 (Mai), Bergen

3.2.1.2 Die Einsetzung eines internationalen Expertengremiums⁸¹

1988 wurde von der UNO das Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC) eingesetzt. Dessen Aufgabe ist die Erforschung von möglichen Ursachen für die Klimaänderung und der daraus zu erwartenden Folgen sowie die davon abzuleitenden Schutzziele zu erarbeiten bzw. zu formulieren.

Seinen ersten Bericht veröffentlichte das IPCC 1990. Darin wurde u.a. die Notwendigkeit von internationalen Vereinbarungen zur Reduktion der Treibhausgase angesprochen. Innerhalb des IPCC legte insbesondere die dritte Arbeitsgruppe „response strategies“ den Grundstein für die UN-Klimarahmenkonvention (UNFCCC).

3.2.1.3 Die Gründung des Zwischenstaatlichen Verhandlungsausschusses⁸²

Im Jahr 1990, bald nach der zweiten Weltklimakonferenz in Genf, wurde das International Negotiating Committee (INC) von der UNO-Generalversammlung mit der Vorgabe eingesetzt, eine weltweit gültige Konvention zum Schutz des Klimas vorzubereiten.

In den Jahren von 1990 bis 1992 verhandelten Vertreter von mehr als 150 Staaten. In fünf Sitzungen wurde die Klimarahmenkonvention der Vereinten Nationen (United Nations Framework Convention on Climate Change, UNFCCC) erarbeitet.

Angenommen wurde die Konvention am 9. Mai 1992 in New York.⁸³

⁸⁰ Vgl. Kit 17, s. Dok. 35 (Anhang).

⁸¹ Vgl. Geschichte der Klimarahmenkonvention, Dok. 34.

⁸² Vgl. Ebd. 1.

⁸³ Kyoto-Protocol, Art. 1, 2, s. Dok. 36 (Anhang).

3.2.2 Die UN-Konferenz über Umwelt und Entwicklung in Rio⁸⁴

Im Juni 1992 fand in Rio de Janeiro die United Nations Conference on Environment and Development (UNCED) statt. Dieser historisch bedeutsame „Erdgipfel von Rio“ verabschiedete die Klimarahmenkonvention, die die völkerrechtliche Vertragsgrundlage für den internationalen Klimaschutz darstellt. Ihr Ziel: gefährliche oder störende Einwirkungen des Menschen auf das Klimasystem zu verhindern. Die Industrieländer sagten zu, ihre Kohlendioxid-Emissionen bis zum Jahr 2000 auf den Stand von 1990 zurückzuführen.

Außer der Klimarahmenkonvention wurden in Rio noch verabschiedet:

- a) Die „Erklärung von Rio über Umwelt und Entwicklung“. Sie enthält 27 Grundsätze betreffend die Schaffung von neuen Ebenen der Zusammenarbeit und einer neuen und gerechten weltweiten Partnerschaft.
- b) Die „Agenda 21“.⁸⁵ Das Ziel dieses Programmes ist die nachhaltige (dauerhafte) Sicherung der Entwicklung, die Vermeidung der Ausbeutung der Ressourcen, um den nachfolgenden Generationen eine lebenswerte Umwelt zu hinterlassen. Die Bereiche Umwelt, Wirtschaft und Gesellschaft müssen dabei gemeinsam und gleichwertig betrachtet werden. Um die weltweiten Probleme zu lösen, bedarf es auf globaler und kommunaler Ebene Bündnisse und Akteure, wobei die gemeinsamen Ziele folgende sind:
 - der fortschreitenden Umweltzerstörung entgegenzuwirken und
 - weltweit eine sozial gerechte Verteilung der Güter zu erreichen.
- c) Weiters wurden in Rio noch das Übereinkommen über die Artenvielfalt und die Welt-Prinzipien verabschiedet.⁸⁶

3.2.2.1 Das Inkrafttreten der Klimarahmenkonvention

Die Klimarahmenkonvention (Klimakonvention) trat am 21. März 1994, 90 Tage nachdem vom fünfzigsten Mitgliedsstaat die Ratifizierungs-Urkunde hinterlegt worden war, in Kraft.

Ein Jahr später fand in Berlin die erste Vertragsstaatenkonferenz der Klimarahmenkonvention (COP 1) statt.

3.2.2.1.1 Ratifikation⁸⁷

Die Ratifizierung ist die an die Partner eines völkerrechtlichen Vertrages gerichtete Mitteilung, dass der Vertrag innerstaatlich nach Durchlaufen des Ratifizierungsverfahrens in Kraft gesetzt worden ist. Da völkerrechtliche Verträge im Verhältnis der Vertragsparteien bereits verbindlich

⁸⁴ Vgl. Chronik der UN-Klimaverhandlungen, s. Dok. 37 (Anhang).

⁸⁵ Vgl. Agenda 21, s. Dok. 38 (Anhang).

⁸⁶ Vgl. Kit 17 S.2.

⁸⁷ Der Brockhaus in 15 Bänden, XI, 305-306.

werden, bedarf der Vorbehalt der Ratifikation einer entsprechenden Klausel im Vertrag. Dieser wird dann erst durch den Austausch der Ratifikationsurkunden verbindlich.

3.2.3 Die Vertragsstaatenkonferenzen, Conference of the Parties (COP)

3.2.3.1 Die erste Vertragsstaatenkonferenz in Berlin (COP 1)⁸⁸

Auf dieser – im Jahr 1995 stattfindenden Konferenz – konnten sich die Vertragsstaaten nicht auf konkrete Fristen und Ziele für die Verringerung der Treibhausgasemissionen einigen. Es wurde lediglich festgestellt, dass die Bedingungen der Klimarahmenkonvention nicht ausreichend sind. Verabschiedet wurde daraufhin das „Berliner Mandat“, das vorsah, bis zur dritten Vertragsstaatenkonferenz in Kyoto ein verbindliches Protokoll mit Treibhausgas-Reduktionsfristen und -Zielen zu verhandeln. Diese Aufgabe wurde der Ad Hoc Group on the Berlin Mandate (AGBM) übertragen.

Gemäß der Klimakonvention hatte die COP 1 zu überprüfen, ob die für das Jahr 2000 vorgesehenen Rückführungen ihrer Emissionen auf das Niveau von 1990 ausreichend seien, um die Ziele der Klimarahmenkonvention zu erfüllen. Übereinstimmend wurde festgestellt, dass dazu für die Zeit nach dem Jahr 2000 neue Verpflichtungen nötig seien.

3.2.3.2 Die zweite Vertragsstaatenkonferenz in Genf (COP 2)⁸⁹

Diese zweite Vertragsstaatenkonferenz fand im Juli 1996 in Genf statt. Auf ihr konnten keine nennenswerten Fortschritte erzielt werden. Von der Kohle- und Erdöllobby bzw. von den OPEC-Staaten sowie von Russland und Australien wurde die geplante Vereinbarung über verbindliche Kohlendioxidreduktionen verhindert.

3.2.3.3 Die dritte Vertragsstaatenkonferenz in Kyoto (COP 3)⁹⁰

Vom 1. bis 10. Dezember 1997 fand in Kyoto die durch 8 Vorbereitungstreffen der Ad Hoc Group on the Berlin Mandate (AGBM) gut vorbereitete dritte Vertragsstaatenkonferenz der Klimarahmenkonvention statt, auf der das „Kyoto-Protokoll“ verabschiedet wurde.

Das Kyoto-Protokoll verpflichtet unter anderem die Industriestaaten, ihre Emissionen hinsichtlich der 6 Treibhausgase Kohlendioxid, Methan, Distickstoffoxid, halogenierte Fluorkohlenwasserstoffe (H-FKW /HFC), perfluorierte Kohlenwasserstoffe (FKW/PFC), Schwefelhexafluorid, gemeinsam im Mittel um 5,2 Prozent gegenüber den Werten von 1990

⁸⁸ Vgl. Chronik der UN-Klimaverhandlungen, 2, s. Dok. 37 und Kit 17.

⁸⁹ Vgl. Chronik der UN-Klimaverhandlungen, 2f und Kit 17.

⁹⁰ Vgl. Ebd. 3f.

spätestens bis zum Zeitraum zwischen 2008 und 2012 zu reduzieren, wobei den einzelnen Ländern unterschiedliche Reduktionsziele zugewiesen wurden [anmerkwürdig ist, dass das troposphärische Ozon nicht mehr als Treibhausgas aufscheint, F.K.].

Das Protokoll lag vom 16. März 1998 bis 15. März 1999 zur Unterschrift am Sitz der Vereinten Nationen in New York auf und wurde in dieser Zeit von 83 Ländern und der Europäischen Union unterzeichnet. Der Punkt 1. der unten angeführten Klauseln für das Inkrafttreten war damit erfüllt.

3.2.3.3.1 Die Klauseln für das Inkrafttreten des Kyoto-Protokolls:

1. Das Protokoll muss von mindestens 55 Vertragsparteien der Klimarahmen-Konvention unterzeichnet werden.
2. Unter den Unterzeichnerstaaten müssen so viele entwickelte Länder (Anlage I - Staaten der Klimarahmenkonvention) sein, auf die zusammen mindestens 55 Prozent der gesamten Kohlendioxidproduktionen aller Anlage I - Staaten (auf der Basis von 1990) entfallen.
3. Es tritt am 90. Tag nach Erfüllung der Klauseln 1 und 2 in Kraft, das heißt, am 90. Tag, nachdem jenes Mitglied der Anlage I - Staaten seine Ratifikationsurkunde hinterlegt hat, mit dessen Beitritt die 55 Prozent-Emissionsgrenze überschritten ist.

3.2.3.3.2 Nähere Erläuterungen zu den Inhalten der Klimarahmen-Konvention und des Kyoto-Protokolls.

3.2.3.3.2.1 Die Klimarahmenkonvention (United Nations Framework-Convention on Climate Change, UNFCCC)⁹¹

Die Klimarahmenkonvention wurde im Mai 1992 in New York angenommen und im gleichen Jahr auf dem „Erdgipfel von Rio“ verabschiedet. Sie trat am 21. März 1994 in Kraft.

Völkerrechtlich stellt sie die Vertragsgrundlage für den internationalen Klimaschutz dar.

Ihre wesentlichen Inhalte sind:

I. Allgemeines:

1. Die Stabilisierung der Treibhausgase in der Atmosphäre auf einem Niveau, um gefährliche anthropogene Störungen des Klimasystems zu vermeiden.
2. Die Stabilisierung sollte in einem solchen Zeitraum erzielt werden, dass
 - a) sich die Ökosysteme auf natürliche Weise der Klimaänderung anpassen können;
 - b) die Nahrungsmittelversorgung nicht bedroht ist;
 - c) eine nachhaltige (dauerhafte) Wirtschaftsentwicklung möglich ist.

⁹¹ Vgl. Kit.18, s. Dok. 39 (Anhang).

II. Leitprinzipien der Klimarahmenkonvention:

1. Das Vorsorgeprinzip:

Es besagt, dass das Fehlen von absoluter wissenschaftlicher Gewissheit kein Vorwand für Tatenlosigkeit sein darf, wenn ernste, nicht wieder gutzumachende Schäden drohen.

2. Das Prinzip der „Gemeinsamen, aber unterschiedlichen Verantwortlichkeiten der Staaten“:

Dieses Prinzip streicht die Verantwortlichkeit der entwickelten Staaten bei der Hintanhaltung des Klimawandels heraus.

3. Prinzipien hinsichtlich der besonderen Bedürfnisse von Entwicklungsländern und die Notwendigkeit zur Förderung einer nachhaltigen Entwicklung.

III. Verpflichtungen der Vertragsstaaten (auszugsweise):

1. Die Erstellung und Vorlage von nationalen Mitteilungen über Treibhausgas-Emissionen unter Anführung der Kohlendioxid-Quellen und -Senken.

2. Die Verabschiedung nationaler Programme für die Abschwächung des Klimawandels.

3. Strategien zur Anpassung an die zu erwartenden Auswirkungen des Klimawandels zu entwickeln.

4. Förderung des Technologietransfers.

5. Die Einbindung von Überlegungen zum Klimawandel in die sozial-, wirtschafts- und umweltpolitischen Strategien.

6. Zusammenarbeit in wissenschaftlichen, technischen und in Bildungsfragen.

7. Konkrete Verpflichtungen der Industrieländer (Vertragsstaaten gemäß Anhang I) Die Anhang I – Staaten (das sind die meisten Mitgliedsstaaten der Organisation für wirtschaftliche Zusammenarbeit und Entwicklung, OECD, und die Mittel- und Osteuropäischen Staaten) sind verpflichtet:

a) Maßnahmen zu ergreifen, um ihre Treibhausgasemissionen bis zum Jahr 2000 auf das Niveau von 1990 zurückzuführen.

b) Regelmäßig nationale Mitteilungen über ihre Strategien hinsichtlich des Klimawandels vorzulegen.

Dabei können mehrere Staaten zusammen gemeinsam Emissionsgrenzen festlegen. Jenen im Übergang zur Marktwirtschaft befindlichen Reformstaaten werden gewisse Flexibilitäten bei der Umsetzung ihrer Verpflichtungen eingeräumt.

8. Die reichsten Länder (das sind die Anhang II – Staaten, im wesentlichen die Mitglieder der OECD) stellen „neue und zusätzliche finanzielle Mittel“ zur Verfügung und erleichtern den Technologietransfer. Diese Annex II – Staaten finanzieren die „vereinbarten vollen Kosten“, die den Entwicklungsländern bei der Erstellung ihrer nationalen Mitteilungen erwachsen. Diese Gelder dürfen nicht von bestehenden Entwicklungshilfen abgezweigt werden (deshalb werden sie in der Konvention als „ neue und zusätzliche finanzielle Mittel“ bezeichnet).

Weiters werden die Annex II – Staaten unter anderem die Weitergabe von umweltverträglichen Technologien bzw. den Zugang zu diesen Technologien vor allem für die Entwicklungsländer fördern und finanzieren.

9. Das oberste Gremium der Klimarahmenkonvention ist die Konferenz der Vertragsparteien (COP).
10. Ein „Finanzierungsmechanismus“ ist zuständig für die Bereitstellung von nicht rückzahlbaren Zuschüssen. Er arbeitet unter der Aufsicht der COP und ist ihr gegenüber rechenschaftspflichtig. Mit der Erfüllung der Aufgabe des „Finanzierungsmechanismus“ können eine oder mehrere internationale Einrichtungen betraut werden.
11. Die COP und ihre Nebenorgane werden von einem Sekretariat unterstützt.

3.2.3.3.2.2 Der wesentliche Inhalt des Kyoto-Protokolls

Das „Protokoll von Kyoto zum Rahmenübereinkommen der Vereinten Nationen über Klimaänderungen“ enthält gegenüber der Klimarahmenkonvention für die entwickelten Länder gemäß Anhang I der Klimakonvention wesentlich detailliertere Verpflichtungen:

1. Ihre Emissionen im Mittel bei den sechs wichtigsten Treibhausgasen gemeinsam um 5,2 Prozent zu senken, wobei den einzelnen Ländern unterschiedliche Vorgaben betreffend die Höhe ihrer erlaubten Treibhausgasemissionen zugewiesen werden.

Beispiele:

- Europäische Union: - 8 Prozent
 - USA : - 7 Prozent
 - Russland u.a.: 0 Prozent
 - Norwegen: + 1 Prozent
 - Australien: + 8%
 - Island: + 10 Prozent
2. Jedes Land muss sein vorgegebenes Emissionsziel im Zeitraum zwischen 2008 und 2012 erreichen, wobei:
 - a) bis zum Jahr 2005 nachweisbare Fortschritte zu erzielen sind;
 - b) die Reduktionen bei den drei wichtigsten Treibhausgasen Kohlendioxid, Methan und Distickstoffoxid (mit Ausnahmen für einige Reformstaaten) auf der Basis von 1990 berechnet werden;
 - c) die Reduktionen bei den langlebigen Industriegasen:
 - Teilhalogenierte Fluorkohlenwasserstoffe (H-FKW/HFC),
 - Perfluorierte Kohlenwasserstoffe (FKW/PFC),
 - Schwefelhexafluorid (SF₆),können entweder auf der Basis von 1990 oder 1995 errechnet werden.

Die Reduktion der Fluor-Chlor-Kohlenwasserstoffe (FCKW) wurde gemeinsam mit anderen die Ozonschicht zerstörenden Gasen durch das „Montrealer Protokoll“ von 1987 geregelt.

3. Vor allem auf Betreiben der USA⁹² wurden drei „Spielräume“⁹³ [im wahrsten Sinn des Wortes, F.K.], sogenannte Mechanismen für die Messung und Umsetzung ihrer Emissions-Reduktion eröffnet:

- a) Der Emissions-Handel. Länder, die weniger Treibhausgase freisetzen, als sie gemäß der Vorgabe des Protokolls dürften, können die eingesparte Differenz an andere Länder verkaufen.
- b) Der Mechanismus für umweltverträgliche Entwicklung („clean development mechanism“). Er ermöglicht den Industrieländern, Projekte zur Emissionsreduktion in Entwicklungsländern zu finanzieren und sich diese Leistung im eigenen Land als Emissionsreduktion anrechnen zu lassen.
- c) Die gemeinsame Umsetzung von Projekten mit anderen Industrieländern („joint implementation“), das heißt, Länder können durch die Finanzierung umweltfreundlicher Projekte in anderen Industrieländern Emissionsreduktionseinheiten erwerben.

Die Richtlinien für die Umsetzung dieser drei Mechanismen sollten laut Protokoll bis spätestens 2001 festgelegt sein.

4. Die COP (Conference of the Parties) sollte auch als Tagung der Vertragsparteien des Protokolls (MOP, Meeting of the Parties to the Kyoto-Protokoll) dienen.

Ergänzend folgt eine überschlägige Inhaltsangabe einiger wichtiger Artikel des Kyotoprotokolls: Artikel 1 enthält Definitionen.

Artikel 2 beinhaltet begleitende Maßnahmen zur Erfüllung der Emissionsziele.

Artikel 3 definiert die Verpflichtungen der Anhang I – Staaten der Klimakonvention und weist auf die Anlagen A und B des Protokolls hin.

Mehrere weitere Artikel enthalten zum Teil bereits angesprochene Vereinbarungen, Mechanismen, administrative Richtlinien sowie Verpflichtungen für die nicht in Anlage I angeführten Staaten.

Artikel 25 enthält die Klauseln für das Inkrafttreten des Protokolls.

In Artikel 27 sind die Rücktrittsbedingungen vom Protokoll formuliert.

Die Anlage A zum Protokoll enthält die Auflistung der 6 Treibhausgase und die Gruppen der Verursacher (Quellen).

Die Anlage B hat die erlaubten Emissionen bzw. die Emissionsbegrenzungen bei den Treibhausgasen in Prozenten bezogen auf die erlaubten Emissionswerte von 1990 zum Inhalt.

⁹² Geschichte der Klimarahmenkonvention, 3.

⁹³ Kit 21 S.2, s. Dok. 40 (Anhang).

3.2.3.4 Die vierte Vertragsstaatenkonferenz in Buenos Aires (COP 4)⁹⁴

Im November 1998 wurde in Buenos Aires die Umsetzung des Kyoto-Protokolls verhandelt. Verabschiedet konnte lediglich ein Arbeitsplan werden, der die Etappen und die Ausgestaltung der Klimaschutzmaßnahmen regelt.

Das Problem der Schlupflöcher blieb bestehen.

3.2.3.5 Die fünfte Vertragsstaatenkonferenz in Bonn (COP 5)⁹⁵

Vom 25.10. bis 5.11.1999 wurde in Bonn die fünfte Vertragsstaatenkonferenz veranstaltet. Verhandelt wurde die Ausformulierung der Vertragstexte, wobei auf dieser Konferenz die flexiblen Mechanismen (Emissions Trading, ET, Joint Implementation, JI, und Clean Development Mechanism, CDM) besonders strittig waren. Leider wurden gerade bei diesen Themen keine Fortschritte erzielt.

3.2.3.6 Die sechste Vertragsstaatenkonferenz (COP 6) in zwei Teilen⁹⁶

Die sechste Vertragsstaatenkonferenz der Klimarahmenkonvention wurde in zwei Teilen verhandelt.

3.2.3.6.1 Teil 1 von COP 6 in Den Haag

Der erste Teil der Verhandlungen fand im Jahr 2000 in Den Haag statt. Die deutsche Bundesregierung stellte im Vorfeld dieser Konferenz ein Klimaschutzprogramm vor, das eine 25-prozentige Reduzierung der Treibhausgaskonzentrationen bis zum Jahr 2005 vorsieht. Auf der Konferenz waren eine Positivliste über die Clean Development Mechanismen (CDM), und das Anrechnen von Aufforstungen als Kohlendioxid-Senken Dissens-Themen.

Einige Länder wollten in den CDM-Maßnahmen nur die Einschränkung auf erneuerbare Energien und Maßnahmen zur Energieeffizienzsteigerung (= „Positivliste“) zulassen.

Andere Länder, unter ihnen die USA und Frankreich, wollten unter den CDM-Maßnahmen auch den Bau von Atomkraftwerken eingebunden haben.

Einige Länder wollten sogar den Neubau von modernen Kohlekraftwerken in Entwicklungsländern als CDM-Maßnahme zulassen, bzw. die Kosten solcher Bauten auf das Klimakonto der sie tragenden Länder gutgeschrieben wissen.

3.2.3.6.2 Teil 2 von COP 6 in Bonn

Ende Juli 2001 fand in Bonn der zweite Teil der COP 6 statt. Auf dieser Konferenz wurde eine

⁹⁴ Vgl. Chronik der UN-Klimaverhandlungen, 4 und Kit 17.

⁹⁵ Vgl. Chronik der UN-Klimaverhandlungen, 5.

⁹⁶ Vgl. Ebd. 5f.

wichtige Basis für den Klimaschutz geschaffen. **Die Industriestaaten (außer den USA) verpflichteten sich erstmalig verbindlich zu einer Verminderung der Treibhausgase und waren bereit, ein international gültiges Regelwerk anzuerkennen.** Die Reduktionsziele von Kyoto wurden aber auf ein „Kyoto-Light“ abgeschwächt.

3.2.3.7 Die siebente Vertragsstaatenkonferenz in Marrakesch (COP 7)⁹⁷

Im November 2001 fand in Marrakesch die siebente Klimakonferenz statt.

Auf dieser wäre der politische Kompromiss von Bonn in eine Entscheidung umzusetzen gewesen.

Letztlich kam ein Kompromiss über das in Bonn verhandelte Regelwerk zu Stande, weil die EU und die Entwicklungsländer in einem nächtlichen Verhandlungsmarathon zu erheblichen zusätzlichen Zugeständnissen an Japan, Russland und Kanada bereit waren.

Wieder einmal stünde einer Ratifizierung dieses Abkommens nichts mehr im Wege. Allerdings wird seine tatsächliche für das Klima notwendige Wirkkraft bezweifelt. Aus diesem Grund wird der „Meilenstein“ Marrakesch (bzw. sein Ergebnis) von den Umweltorganisationen als ungenügend betrachtet⁹⁸

Jedenfalls war das Ziel von Marrakesch, dass das Kyoto-Protokoll bis zum Weltumweltgipfel in Johannesburg im September 2002 in Kraft tritt.

3.2.3.7.1 Die wesentlichen Details von Marrakesch⁹⁹

Das Kompromissabkommen von Marrakesch enthält folgende Details:

1. Um die Reduzierung der Treibhausgase im Mittel um 5,2 Prozent bis 2012 gegenüber 1990 zu senken, sind neben den tatsächlich erzielten nationalen Reduktionen 3 Wege vorgesehen:
 - a) Der Handel mit den sogenannten Emissionsrechten (das Hauptverkäuferland ist Russland, das durch seinen wirtschaftlichen Rückgang viel weniger Kohlendioxid produziert, als ihm auf der Basis von 1990 im Kyoto-Protokoll zugestanden wurde).
 - b) Projekte von Industrieländern zur umweltfreundlichen Entwicklung in ärmeren Ländern z. B. durch den Bau von regenerativen Energieanlagen:
den Industrieländern dürfen auf Grund dieser Bestimmung für Forstmaßnahmen in Entwicklungsländern maximal 1 Prozent ihrer Emissionen gutgeschrieben werden.
 - c) Projekte von Industrieländern in anderen Industrieländern:
Beispielsweise der Bau von effizienteren Kraftwerken, die die OECD-Staaten in Ländern

⁹⁷ Vgl. Chronik der UN-Klimaverhandlungen, 6f.

⁹⁸ Klimagipfel von Marrakesch: Einigung durch Zugeständnisse, 1, s. Dok. 41 (Anhang).

⁹⁹ Vgl. Die Details des Marrakesch-Abkommens, s. Dok. 42 (Anhang).

Osteuropas errichten, kann als Reduktionsgutschrift geltend gemacht werden.

2. Auch Wälder und Böden als Kohlendioxid-Senken dürfen innerhalb bestimmter Grenzen als Beitrag zum Klimaschutz in Rechnung gestellt werden. [Wenn ein Boden einer besseren Kohlendioxidaufnahme zugeführt wird. Das ist der Fall, wenn Weideland in Wald oder nicht mehr gebrauchte Straßen in Grünland rückgeführt werden, F.K.]

Gefordert wird, dass diese Maßnahmen datenmäßig kontrollierbar und transparent sind.

3. Kontrollen und Sanktionen:

Jedes Land wird verpflichtet, über seinen Treibhausgas-Ausstoß und dessen Reduzierung regelmäßig Daten zu liefern, wobei Kontrollen vorgesehen sind.

Eine der Sanktionen besteht in einem Strafzuschlag: für jede bis 2012 zu wenig eingesparte Tonne an Kohlendioxid müssen später 1,3 Tonnen eingespart werden.

Eine andere Sanktion: wenn ein Land seine Auflagen verfehlt, darf es nicht mehr die flexiblen Mechanismen (CDM) nutzen.

4. Hilfen für Entwicklungsländer:

Ärmeren Ländern stehen Gelder aus einem Fonds für deren umwelt- und klimafreundliche Entwicklung zur Verfügung. Weiters werden die Entwicklungsländer bis 2012 von einer konkreten Verpflichtung zum Klimaschutz entbunden.

3.2.3.8 Der UN-Weltgipfel für nachhaltige Entwicklung in Johannesburg¹⁰⁰

Auf dem Weltgipfel von Johannesburg im September 2002 unterstützte die EU die Forderung nach einem verbindlichen weltweiten Ausbau von erneuerbaren Energien auf 15 Prozent des Gesamtenergieaufkommens. Dieser Vorschlag scheiterte am Widerstand der USA und der OPEC: Sowohl die Regierung der USA als auch die erdölexportierenden Länder waren strikt gegen eine Festlegung von Zeitplänen und Mengenzielen.

Trotzdem kündigte die EU eine eigene Initiative zur Förderung von Wind- und Sonnenenergie an.

Die Umsetzung des Kyoto-Protokolls scheint voranzukommen, da nach Kanada auch Russland und China die baldige Ratifizierung des Kyotoprotokolls ankündigten.

3.2.3.8.1 Für die USA ist Umweltschutz kein Thema¹⁰¹

Auf dem UN-Gipfel in Johannesburg war trotz der schweren Überschwemmungen in Europa und Asien das Klima kein Thema. Der Grund dafür war politischer Natur: Einerseits sollte laut einer Aussage von Robert Watson, Klimaexperte der Weltbank, ein neuer Streit zwischen den USA

¹⁰⁰ Vgl. UNO-Weltgipfel: Delegierte beschließen Aktionsplan, s. Dok. 43 (Anhang).

¹⁰¹ Vgl. UNO-Weltgipfel: Klimaschutz kein Thema, s. Dok. 44 (Anhang); Landwehr, Arthur: Teddy und der Umweltschutz. Was Theodore Roosevelt, die Siedler und die Indianer zur US-amerikanischen Klimapolitik beitrugen, in: zeitzeichen 2/7 (2001), 26-28.

und der EU betreffend das Kyoto-Protokoll verhindert werden, andererseits sei der Klimaschutz von den Verhandlungen ausgeklammert worden, um im Gegenzug US-Präsident George W. Bush zur Teilnahme am Gipfel zu bewegen, bzw. um eine möglichst hochrangig besetzte US-Delegation für Johannesburg sicherzustellen.

Der Klimaschutz sollte laut Watson auf der Klimakonferenz in Delhi behandelt werden.

Schon ein Jahr zuvor ging ein Reporter von „Spektrum der Wissenschaft“ mit den USA ins Gericht:

Uwe Reichert formuliert in seinem Artikel „Sehenden Auges in die Klimakatastrophe?“ in der Zeitschrift „Spektrum“:

„Nachdem die Delegation der USA in Den Haag (COP 6, Teil 1) bereits alles dran setzte, um die Vereinbarungen von Kioto [sic!] zu verwässern, hat nun der neue Präsident George W. Bush angekündigt, das Kioto [sic!]-Abkommen dem US-Kongress überhaupt nicht zur Ratifizierung vorzulegen.“¹⁰²

Staatspolitisch verständlich – wenn auch moralisch mehr als bedenklich – wird diese Haltung, wenn man sich die von Uwe Reichert angeführten Zahlen vergegenwärtigt:

- Auf die USA entfällt ¼ des weltweit emittierten Kohlendioxids.
- In den USA kostet 1 Liter Benzin halb so viel wie 1 Liter Mineralwasser.

Es darf nicht verwundern, dass daher der Pro-Kopf-Ausstoß an Kohlendioxid in Amerika 20,5 Tonnen pro Jahr beträgt, während Japan mit 9,3 Tonnen, die EU mit 8,6 Tonnen, China mit 2,5 Tonnen und Indien mit nur 0,9 Tonnen Kohlendioxid im Mittel pro Einwohner die Atmosphäre belasten.

3.2.3.9 Die achte Vertragsstaatenkonferenz in Delhi (COP 8)¹⁰³

In Indiens Hauptstadt Neu Delhi fand vom 23. Oktober bis 8. November 2002 die achte UN-Klimakonferenz statt. Auf ihr sollten [wieder einmal, F.K.] Strategien für den Klimaschutz erarbeitet werden.

Nach Meinung des österreichischen Klimaexperten Stefan Schleicher (Universität Graz) ist das Ergebnis dieser Konferenz enttäuschend.

Zum einen ist bemerkenswert, dass diese Klimakonferenz in jenem Teil der Welt stattfand, der von den Klimaänderungen am meisten betroffen sein wird. Zum anderen muss immer wieder auf das Unrecht hingewiesen werden, dass 80 Prozent der Treibhausgase von den Industrieländern verursacht werden, die Leidtragenden aber die Entwicklungsländer sind.

¹⁰² Reichert, Uwe: Sehenden Auges in die Klimakatastrophe? in: Spektrum der Wissenschaft H. 5 (2001), 90.

¹⁰³ Vgl. Schmitzer, Ulrike: Enttäuschung nach UN-Konferenz, s. Dok. 45 (Anhang).

Das Positivum und zugleich das einzige Ergebnis dieser Konferenz ist der Aufruf in der „Deklaration von Delhi“, das Protokoll von Kyoto möglichst bald zu ratifizieren.

Sehr zufrieden mit diesem Ergebnis unter einigen anderen Ländern sind vor allem die USA, die noch immer jede Klimapolitik verweigern.

Besonders unzufrieden ist die EU mit dem Ergebnis von Delhi. Stefan Schleicher: „Es wäre notwendig, darüber nachzudenken, wie es nach 2012 weitergehen soll. Aber da ist die EU auf Granit gestoßen.“¹⁰⁴

In Delhi haben die Entwicklungsländer eingestanden, dass sie den Wirtschaftsstil der Industrieländer nicht nachahmen können. Würde nämlich z. B. in China der Individualverkehr [mittels herkömmlicher Treibstoffe, F. K.] die gleiche Intensität wie in den USA annehmen, müsste allein dafür schon mehr als die derzeitige geförderte Menge an Erdöl verfügbar sein. Da aber Gleiches nicht nur für China, sondern auch für Indien, Afrika und Südamerika zutrifft, ist klar, dass der gegenwärtige Wirtschaftsstil der Industrieländer nicht globalisierbar ist, erklärt Stefan Schleicher.

Die Entwicklungsländer reklamieren mehr Geld für den Klimafonds, um die Auswirkungen des Klimawandels, wie z. B. die Absiedelung von überfluteten Pazifikinseln finanzieren zu können. Leider waren die Industrieländer nicht bereit, mehr als die bisherigen 400 Millionen Dollar in den Fonds einzuzahlen.

Bedauerlich ist laut Stefan Schleicher, dass Russland auf der Konferenz keine fixen Zusagen für die Ratifikation des Kyoto-Protokolls gab, damit es endlich in Kraft treten könnte.

3.2.3.10 Österreich hat das Kyoto-Protokoll ratifiziert

Das Kyoto-Protokoll wurde am 21.3.2002 mit der Zustimmung aller vier im Nationalrat vertretenen Fraktionen ratifiziert.

4 Energiesparmaßnahmen und alternative Energien

Um dem anthropogenen Treibhauseffekt wirksam zu begegnen, haben wir folgende Möglichkeiten:

1. Eine effizientere Nutzung der Primärenergie durch die verschiedensten Formen der Energieeinsparung.
2. Die Umstellung der Energieversorgung auf regenerative Energieträger.

¹⁰⁴ Schmitzer, Enttäuschung nach UN-Konferenz, 1.

4.1 Der Energieverbrauch in Österreich

Die unten angeführte Tabelle einschließlich der Bemerkungen wurde mir dankenswerterweise nach meinem telefonischen Ersuchen speziell für meine Erfordernisse von Herrn ADir. Walter Gary vom Bundesministerium für Wirtschaftliche Angelegenheiten zusammengestellt und per e-mail am 13.11.2002 übersandt.

Die nüchternen Zahlen zeigen, dass selbst Österreich als wasser- und waldreiches Land seinen Energiebedarf mit nur 22,7 % durch erneuerbare Energieträger abdeckt.

	Petajoule	%-Anteil
Bruttoinlandsverbrauch insg.	1289,6	100,0
Kohle	156,4	12,1
Erdöl	546,3	42,4
Gas	294,0	22,8
Wasserkraft	151,4	11,7
Sonst. Erneuerb. Energien	141,5	11,0
dav. Brennbare Abfälle	13,5	1,0
Brennholz	67,2	5,2
Biogene Brenn- u.	52,7	4,1
Treibst.		
Umgebungswärme	7,5	0,6
Wind/Photovoltaik	0,6	0,1

Bruttoinlandsverbrauch:

Die Daten beziehen sich auf 2001.

Bemerkungen:

Wasserkraft enthält den Außenhandelsaldo an elektrischer Energie.

Brennbare Abfälle umfassen: Müll u. Sonstige Abfälle.

Biogene Brenn- u. Treibstoffe umfassen: Hackschnitzel, Sägenebenprodukte, Waldhackgut, Rinde, Stroh, Ablagen und Schlämme der Papierindustrie, Biogas, Klärgas, Deponiegas, Rapsmethylester.

Umgebungswärme umfasst: Energie aus Wärmepumpen, Solarwärme, Geothermie.

Anmerkung: Die folgenden, in dieser Arbeit angeführten Energiesparmaßnahmen und

Möglichkeiten zur alternativen Energiegewinnung und -nutzung stellen lediglich einen Abriss aus der umfangreichen Materie dar.

4.2 Energiesparmaßnahmen

Energiesparmaßnahmen haben zum Ziel, den Verbrauch jeglicher Energie zu verringern.

Eine allgemeine, für Produktion und Konsum gültige Einordnung (Einteilung) von Maßnahmen:

1. Ein energiebewusstes Verhalten bei der Nutzung vorhandener Geräte und Anlagen.
2. Maßnahmen zur Verbesserung der Energieeffizienz:
 - a) durch den Einsatz von neuen Geräten und Anlagen mit einem besseren Energienutzungsgrad (Wirkungsgrad);
 - b) durch die Verwendung von neuen Bau- und sonstigen Materialien, die dieses Ziel unterstützen.
3. Die Entwicklung neuer Anlagen und Materialien, die eine bessere Energieverwertung garantieren oder unterstützen.

4.2.1 Energiesparen im Kleinen und im Großen

4.2.1.1 Energiesparen im Alltag durch Disziplin und (Nach-) Denken

Anhand einer Auflistung (die jede(r) für sich noch erweitern kann) versuche ich Handlungen und Unterlassungen in Erinnerung zu rufen, durch die Energie gespart werden kann.

- a) Der sparsame Umgang mit Wärme jeglicher Art:
 - Richtiges Lüften der Räume im Winter: Fünf Minuten alle Fenster öffnen (= Stoßlüften), einmal bis mehrmals pro Tag, je nach Bedarf;
 - sparsamer Umgang mit Warmwasser, z. B.: während der Nassrasur/dem Zähneputzen den Wasserhahn schließen;
 - Thermostatventile an den Heizkörpern bedarfsabhängig einstellen, z. B.: während des Urlaubs auf die Frostschutzstellung einstellen;
 - Abdichten von Tür- und Fensterfugen;
 - Achten auf gute Schließfunktion von Fenstern und Türen.
- b) Die möglichen kleinen und mittleren Einsparungspotenziale bei der Verwendung von elektrischer Energie durch:
 - örtlich richtiges Anbringen der Beleuchtungskörper,
 - die Verwendung von Energiesparlampen,
 - das Ausschalten von nicht benötigtem Licht,
 - nur stark verschmutzte Wäsche vorwaschen (spart Strom, Wasser und Waschmittel),
 - das Ausschalten von Elektrogeräten nach dem Gebrauch (Kaffeemaschinen, Geschirrspüler, Waschmaschinen, usw.); es sollen auch keine elektronischen Geräte im Standby-Betrieb eingeschaltet belassen werden, wenn es nicht aus technischen Gründen notwendig ist, da diese Betriebsart:

1. viele heimliche „Stromfresser“ zulässt,
 2. wie die Statistiken der Brandverhütungsstellen belegen, kann diese Betriebsart unter ungünstigen Bedingungen zur Quelle von Wohnungsbränden werden. Insgesamt verursachen Wärmegeräte zwischen 25 und 30 Prozent aller Brände im privaten und sonstigen (nicht landwirtschaftlichen, gewerblichen oder industriellen) Bereich;¹⁰⁵
- die Nutzung der Restwärme von Kochplatten und anderen wärmeerzeugenden Geräten durch ein zeitgerechtes Ab- oder Zurückschalten auf niedrigere Leistungsstufen,
 - zeitgerechtes Abtauen der Kühlschränke und Tiefkühltruhen,
 - Säubern der Heißgas-Kühlrippen bzw. Kühler von Gefriergeräten zumindest in 2-Jahresabständen,
 - Reparieren von rinnenden WC-Spülungen, da dadurch nicht nur viel Trinkwasser in das Kanalsystem vergeudet wird, sondern auch für das Nachpumpen des Wassers elektrische Energie benötigt wird.
- c) Mögliche Energiesparpotenziale durch kritische Nutzung von Kraftfahrzeugen:
- kurze Strecken wenn möglich zu Fuß oder per Fahrrad zurücklegen: Es ist für Mensch und Umwelt gesund;
 - wenn möglich, öffentliche Verkehrsmittel benutzen: diese fahren sowieso;
 - Fahrgemeinschaften bilden: auch du kannst dann hin und wieder entspannt die Gegend betrachten;
 - den Motor nicht sinnlos am Stand laufen lassen: Er allein benötigt soviel Sauerstoff wie ca. 400 Menschen;
 - das „Bleifußfahren“ sein lassen: Umwelt und Geldtasche wissen es zu schätzen; auch Krankenhäuser und Gerichte werden dadurch entlastet;
 - auf Langstrecken – und wann immer es vernünftig ist – mit dem höchsten Gang fahren: niedrigere Drehzahl = weniger Verbrauch;
 - nicht mit Vollgas in Richtung roter Ampel fahren: Länger lebende Bremsklötze, Treibstoffanzeige und MitfahrerInnen danken es dir;
 - nicht mit Vollgas wegfahren: Es tut den Kreuz- und ähnlichen Gelenken des Autos weh.

4.2.1.2 Die Übertragung des Sparens im Kleinen auf größere Einheiten/Bereiche

Für das Sparen ist in erster Linie immer der Mensch zuständig. Er kann sich dabei der Technik bedienen. Die Grundsätze für das Energiesparen sind stets dieselben:

¹⁰⁵ Landesstelle für Brandverhütung in Steiermark: Statistik und Leistungsbericht 2001, 2-3.

- a) Das Sparen bei Wärmeenergie ist möglich durch:
 - geeignete Regelanlagen,
 - Wärmerückgewinnung aus der Abwärme.
- b) Zum sparsamen Einsatz von elektrischer Energie:
 - Die Vermeidung von zu langen Leerlaufzeiten von Produktionsmaschinen,
 - Achten auf optimale Arbeitsplatzbeleuchtung,
 - Rück- oder Abschalten von Lüftungs- und Klimaanlage entsprechend den betrieblichen Anforderungen und hygienischen Auflagen,
 - schon im Planungsstadium Möglichkeiten für das automatische Rückschalten von Straßen- und Objektbeleuchtungen schaffen.

4.2.2 Maßnahmen zur Verbesserung der Energieeffizienz

4.2.2.1.1 Verbesserung der Energieeffizienz durch den Einbau neuer Geräte und Anlagen mit besserer Energienutzung

4.2.2.1.1.1 Beispiele für die Energieeinsparung bei neueren Klein- und Großanlagen auf dem Heizungssektor

1. Heizkessel
 - a) Wirbelschichtkessel:

Das Prinzip der Wirbelschichtkessel ist nicht neu. Mittels eines von unten einströmenden Mediums werden Feststoffe in Schwebelage gehalten. Die Anwendung dieses Prinzips in Wirbelschichtkesseln ermöglicht die gleichzeitige Verbrennung von festen, flüssigen und gasförmigen Brennstoffen, wie z. B.: Kohle, Rinde, Klär- und Papierschlamm, Faulgas, Erdgas. Durch die Verwirbelung wird eine optimale Nutzung der Energieträger bei gleichzeitig verbesserten Abgaswerten erzielt.
 - b) Neuere Gas- und Öl-Heizkessel (vorwiegend für Kleinanlagen) übernehmen selbst die Regelung der Vorlauftemperatur des Heizungswassers. Die Kessel selbst brauchen daher nicht so hoch aufgeheizt werden, wodurch neben geringeren Strahlungsverlusten von Kessel und Leitungen vor allem die Anlagen mit wesentlich geringeren Abgastemperaturen arbeiten. Höhere Abgase heizen nur die Umwelt, nicht das Objekt. Deshalb ist der Wirkungsgrad der neuen Anlagen gegenüber den alten wesentlich besser.
 - c) Größere Anlagen sollten auch Wärme aus den Abgasen rückgewinnen.
2. Heizungsregelung, Nachtabsenkung, automatische Außerbetriebnahme der Heizung
 - a) Die Hauptaufgabe der Regelung besteht darin, die Vorlauftemperatur des Heizungswassers anhand von veränderbaren Parametern (Grundtemperatur, Steilheit) so einzustellen, dass

die Innentemperatur der Räume unabhängig von der jeweils herrschenden Außentemperatur etwa konstant bleibt.

- b) In Kombination mit mechanischen, elektronischen oder programmgesteuerten Schaltuhren ist es möglich, zu vorgegebenen Zeiten die Vorlauftemperatur des Heizungswassers auf einen vorgegebenen Wert abzusenken oder die Heizungsanlage abzuschalten.
- c) Eine weitere, nicht zu unterschätzende Energieeinsparung ist durch das automatische Wegschalten der gesamten Heizungsanlage beim Erreichen einer bestimmten Außentemperatur zu erzielen. Diese technische Option ist vor allem in den Übergangszeiten sinnvoll, wenn es am Morgen und am Abend relativ kühl ist, am Tag jedoch schon Temperaturen über 18 Grad Celsius herrschen.

3. Der Einbau von Pufferspeichern

Überall dort, wo kurzfristig mehr Energie anfällt, als im gleichen Zeitraum verbraucht werden kann, ist der Einbau von richtig dimensionierten und gut isolierten Pufferspeichern sinnvoll.

Beispiele:

- Das Heizen mit Holz. Holz verbrennt relativ rasch. Eine Regelung des Verbrennungsvorganges ist bei einer schadstoffarmen Verbrennung nur sehr eingeschränkt möglich. Ein Pufferspeicher bietet doppelt Abhilfe. Einerseits ist er in der Lage, die bei der Verbrennung kurzfristig anfallende Wärme zu speichern, andererseits können die Heizkörper über eine Regelung die jeweils erforderliche Wärme aus dem Pufferspeicher beziehen. Dadurch werden kurzfristig überheizte Räume (bzw. in den Heizpausen zu kalte Räume) vermieden.
- Gewinnung von Wärme durch Sonnenenergie. Hier bietet ein Pufferspeicher ähnliche Vorteile wie beim oben beschriebenen Beispiel.

4. Niedrigtemperatur-Heizungen:

Eine andere Form des Energiesparens ist der Einbau von Niedrigtemperatur-Heizungen. Für die Wärmeabgabe stehen folgende Möglichkeiten zur Verfügung:

- Großflächige Heizkörper,
- Decken, Wände und Fußböden, wobei vor allem die Fußbodenheizung eine um 2 Grad niedrigere Raumtemperatur gegenüber der Beheizung mit Heizkörpern zulässt.

Ein weiterer Vorteil dieser Niedrigtemperatur-Heizungen ist die Verringerung der Wärmetransportverluste (geringere Temperatur = geringere Abstrahlung).

Ein gewisser Nachteil von Decken-, Wand- und Fußbodenheizungen ist ihre Trägheit. Die Heizelemente sind dabei in Mörtel oder Beton verlegt. Daher sind diese Heizsysteme für Bauwerke, bei denen ein kurzfristiges Aufheizen erforderlich ist, ohne (z. B. elektrische) Zusatzheizungen ungeeignet.

5. Wärmebedarfsabhängige Umwälzung des Heizungswassers

Der Wärmebedarf ist von verschiedenen Einflüssen abhängig:

- beim Wärmeeinsatz in der Produktion von den spezifischen Anforderungen des Produktionsprozesses,
- bei Heizungsanlagen von den unterschiedlichen Betriebszeiten einzelner Bereiche und den jeweiligen Temperaturanforderungen.

Um die in den jeweiligen Wärmeenergieträgern (Wasser, Thermoöl) enthaltene Wärmemenge bedarfsabhängig den Verbrauchern anzubieten, sind folgende technische Möglichkeiten vorhanden:

- a) drehzahlgeregelte Umwälzpumpen: Die jeweilige Wärmeabnahme der Verbraucher oder der Systemdruck geben die Drehzahl der Pumpe(n) vor. Bei fallender Rücklauftemperatur oder fallendem Systemdruck läuft die Pumpe schneller. Dadurch wird dem gestiegenen Wärmebedarf Rechnung getragen und mehr Wärme transportiert.
- b) Pumpenkaskaden: Statt der Drehzahländerung wird entsprechend dem Wärmebedarf eine jeweils nötige Anzahl von Pumpen zu- und weggeschaltet.

6. Der Einbau von Heizkörper-Thermostatventilen

Bei Groß- und Kleinobjekten, die mittels Radiatoren beheizt werden, wird meist – wie zuvor beschrieben – die Vorlauftemperatur des Heizungswassers außentemperaturabhängig vorgeregelt. Es ist klar, dass eine solche Regelung die speziellen raumklimatischen Bedingungen (z. B. die zusätzliche Einbringung von Wärme durch technische Geräte, die sich verändernde Anzahl von Personen) nicht berücksichtigen kann. Gerade das können Heizkörper-Thermostatventile besorgen, indem sie die Raumtemperatur entsprechend ihrer Einstellung etwa konstant halten. Einerseits sparen sie Energie, indem sie eine Überhitzung des Raumes vermeiden, andererseits verhelfen sie zu einer Steigerung der Behaglichkeit.

7. Das richtige Anbringen der Heizkörper

Heizkörper sollen ihre Wärme möglichst ungehindert in den Raum abgeben können. Daher dürfen sie nicht hinter Einbauten, in überdeckten Nischen und dergleichen „versteckt“ werden, wodurch – bedingt durch den Wärmestau, der das Mauerwerk aufheizt – höhere Wärmedurchgangsverluste entstehen.

8. Aufbringen eines die Wärmestrahlung reflektierenden Materials hinter den Heizkörpern

Überall dort, wo es aus ästhetischen Gründen vertretbar ist, kann auch durch diese Maßnahme eine gewisse Energieeinsparung erzielt werden.

4.2.2.1.1.2 Ein Beispiel für die Energieeinsparung bei Großanlagen des Klima- und Lüftungssektors

Klimaanlagen haben die Aufgabe, die Außenluft durch Filterung, Erwärmung und Befeuchtung

oder durch Kühlung/Entfeuchtung und Nachwärmung gemäß den physiologischen und hygienischen Anforderungen der mit der Luft zu beaufschlagenden Räume aufzubereiten.

- a) Bei dieser Luftaufbereitung wird einerseits Wärme benötigt, andererseits fällt bei der Kühlung Wärme an.
- b) In der Abluft ist sowohl die Wärme, die bei der Aufbereitung der Luft aufzuwenden war, als auch die Wärme, die von den Räumen, deren Geräten bzw. den in den Räumen befindlichen Personen (oder Tieren) abgegeben wird, enthalten.

Diese in a) und b) beschriebene Wärme kann gewonnen werden. Die wirkungsvollste Methode zur Rückgewinnung dieser Wärme ist die mittels Wärmepumpe:

1. Wenn die Kühlung und Entfeuchtung der Luft mittels Wärmepumpe erfolgt, kann die gewonnene Wärme entweder direkt an die im Luftstrom liegenden Nachwärmer abgegeben und/oder für Niedrigtemperatur-Heizungen, Warmwasser-Vorwärmung oder als Prozesswärme verwendet werden.
2. Die aus der Abluft gewonnene Wärme wird im Winter zweckmäßig für die Vor- und Nachwärmung der Außenluft verwendet.

Im Sommer kann die Abwärme nur für die Vorwärmung des Warmwassers oder – wenn möglich – in Verarbeitungsprozessen genützt werden. Können keine Möglichkeiten zur wirtschaftlichen Nutzung dieser Abwärme an heißen Tagen gefunden werden, sollte zumindest theoretisch auch die Speicherung dieser Wärme in Erwägung gezogen werden, statt sie in Kühltürmen mit viel Aufwand zu vernichten.

4.2.2.2 Energiesparen durch den Einsatz von Materialien und bautechnischen Komponenten, die einen geringeren Energieverlust sicherstellen

4.2.2.2.1 Wärmedämmung von Gebäudeaußenflächen

In dieser Arbeit weise ich auf die prinzipiell möglichen Maßnahmen hin. Details mögen der mannigfaltigen Fachliteratur zu diesem Thema entnommen werden.

Ziegel- und Betonmauerwerk hat eine gute Festigkeit und eine zum Teil gute Wärmespeicherfähigkeit, aber – von speziellen Ausnahmen abgesehen – einen zu geringen Wärmedurchgangswiderstand bzw. einen zu hohen Wärmeleitwert. Dieser Nachteil lässt sich durch das zusätzliche Anbringen von Isoliermaterialien beseitigen. Die Isolierstoffe sollten – wenn nur irgendwie möglich – an der Außenseite der Gebäude aufgebracht werden, vor allem um die Wärmespeicherfähigkeit und die Feuchtigkeits- und Wärmereguliereigenschaften von Beton- und Ziegelmauerwerk zu erhalten.

4.2.2.2.1.1 Ein überschlägiges Rechenbeispiel

Anhand dieses Beispiels soll die Wirkung einer Wärmedämmung demonstriert werden. Bei dieser überschlägigen Berechnung werden weder Putze noch der Einfluss der Grenzschichten innen und außen berücksichtigt.

Erklärung:

Wärmeleitfähigkeit λ [W/mK]: Sie gibt an, wieviel Watt ein Stoff je Meter und (Grad) Kelvin durchlässt.

Angaben für das Rechenbeispiel:

- 25 cm (=0,25 m) Vollziegelmauerwerk, $\lambda = 0,5$ W/mK (ungefähre Angabe);
- Temperaturdifferenz: 30 K (= 30 Grad Celsius), wobei eine Innentemperatur von 20 Grad Celsius und eine Außentemperatur von minus 10 Grad Celsius angenommen werden;
- Als Isolierstoff wird Schaumstoff von 10 cm (= 0,1 m) Stärke und einem λ von 0,04 W/mK angenommen;
- d = Dicke des Materials.

- 1) Berechnung des Wärmeverlustes des Ziegelmauerwerks je m^2 :

Formel: $P_v = (\lambda \times \Delta T) : d$

Für Ziegelmauerwerk ergibt dies $(0,5[\text{W/mK}] \times 30[\text{K}]) : (0,25 [\text{m}]) = 60$ W pro m^2 Wärmeverlust.

- 2) Berechnung des Wärmeverlustes der Schaumstoffplatte:

Für die Schaumstoffplatte ergibt dies $(0,04 [\text{W/mK}] \times 30[\text{K}]) : 0,1 = 12$ W pro m^2 Wärmeverlust, also 1/5 des Ziegelmauerwerks.

- 3) Für den Gesamtaufbau aus Ziegelmauerwerk mit aufgebrachtener Wärmedämmung (der in der Elektrotechnik der Serienschaltung zweier Kondensatoren entspricht) ergibt dies:

$1 : (1/60 + 1/12) = 10$ W/ m^2 Wärmeverlust.

- 4) Besprechen der Ergebnisse:

Der Gesamtaufbau (Ziegelmauerwerk mit Wärmedämmung) lässt pro m^2 nur noch 1/6 jener Wärmemenge durch, die das Ziegelmauerwerk ohne Isolierung durchlassen würde.

Das Ziegelmauerwerk selbst trägt zur Gesamt-Wärmedämmung nur 1/6 bei.

Ich meine, bereits dieses einfache Rechenbeispiel demonstriert die Sinnhaftigkeit der Wärmeisolierung.

4.2.2.2.2 Kältebrücken und ihre Vermeidung

Unter Kältebrücken versteht man schlecht wärmeisolierte Elemente von Objekten. Die Kälte (aber auch die Wärme) wird nicht ausreichend am Durchgang durch den betreffenden Bauteil des Bauwerks gehindert. Die Folgen solcher Kältebrücken sind neben erhöhten Energiekosten dunkelgraue bis schwarze - der Gesundheit nicht förderliche - Schimmelflecken im Inneren der

Räume. Begünstigt wird diese Schimmelbildung dort, wo in den Räumen eine erhöhte Luftfeuchtigkeit vorhanden ist (z. B. in Badezimmern, (Wasch-) Küchen und sonstigen sogenannten Feuchträumen). Örtlich treten diese Mängel besonders im Bereich schlecht isolierter Betonstürze über Fenstern und Türen sowie schlecht oder gar nicht (beim Einbau) eingeschäumter Tür- und Fensterzargen auf. Eine nachträgliche Sanierung ist möglich, aber relativ schwierig. Daher ist schon beim Bau auf deren Vermeidung zu achten.

4.2.2.2.3 Fensterflächen: Trotz neuer Technologien noch immer ein Schwachpunkt der Energieoptimierung

Die besten Isoliergläser für herkömmliche Fenster haben einen Wärmedurchgang von 1,1 bis 1,3 W/m²K. Auf unser früheres Rechenbeispiel umgelegt bedeutet das bei 30 K Temperaturdifferenz einen Wärmeverlust von etwa 40 W/m². Der Wärmeverlust beträgt also das 4-fache einer gut isolierten Außenmauer. Es leuchtet ein, dass daher bei der Wahl der Fensterflächen diese Tatsache zu berücksichtigen ist.

Bei der Passiv-Nutzung von Sonnenlicht an Südfassaden durch große Fenster, Wintergärten, etc. müssen größere Fensterflächen mit einer isolierenden Jalousie ausgestattet werden, um in Zeiten ohne Sonneneinstrahlung einen erhöhten Wärmeverlust zu vermeiden.

Die Lichtlenkung durch in das Glaselement eingebaute optische Spiegelsysteme wird vor allem bei Großobjekten angewandt, um sowohl eine tiefere Raumausleuchtung zu erzielen, als auch die fensternahe Blendung durch das Sonnenlicht zu vermeiden:

Mit derartigen Lichtlenkgläsern wird bei steilem Lichteinfall im Sommer die direkte Sonnenstrahlung ausgeblendet, wodurch eine sehr gute passive Kühlung des Raumes erzielt wird. Bei niedrigen Sonnenständen wird das einfallende Licht mittels der lamellenförmigen Lichtschaufeln durch Reflexion an der Decke in die Tiefe des Raumes geleitet.¹⁰⁶

4.2.2.2.4 Die Isolierung von Fußböden

Überall dort, wo das Erfordernis der Wärmedämmung von Fußböden gegenüber der Trittschalldämmung den Vorrang hat (für Wohnzwecke oder wirtschaftlich genutzte Räumlichkeiten über Kellergeschoßen oder über nicht unterkellerten Arealen), sollte großzügig isoliert werden. Dadurch ist neben der sich ergebenden Energieeinsparung eine Steigerung der Behaglichkeit und des psychischen Wohlbefindens möglich.

¹⁰⁶ Köster, Helmut: Licht und Schatten, in: Intelligente Architektur H. 6 (1998), 32-37.

4.2.3 Der Einsatz neuer Technologien

4.2.3.1 Blockheizkraftwerke, Kraft-Wärme-Kopplung¹⁰⁷

Blockheizkraftwerke verbinden die Erzeugung von elektrischer oder mechanischer Energie mit der Lieferung von Wärme. Daher werden solche Anlagen auch als Kraft-Wärme-Kopplung bezeichnet. Kraft-Wärme-Kopplungen bestehen grundsätzlich aus einer Wärmequelle, die Primärenergie aus fossilen und/oder regenerativen Energieträgern verwenden kann. Die mittels der Wärme erzeugte mechanische Energie eines Motors oder einer Turbine treibt einen Generator an und dieser liefert Strom. Die Abwärme des Motors oder der Turbine wird für Heizzwecke genützt. Durch die Kraft-Wärme-Kopplung ist ein mindestens 80-prozentiger Gesamt-Wirkungsgrad hinsichtlich der Nutzung der Primärenergie erzielbar. Mit diesen Anlagen können verschiedene Zielsetzungen verbunden werden:

- a) Das vorrangige Ziel ist die Erzeugung von Wärme für Heizzwecke oder als Prozesswärme für die Produktion. Der dabei über die Kraft-Wärme-Kopplung erzeugte Strom ist das wertvolle „Nebenprodukt“.
- b) Die Erzeugung von elektrischer oder mechanischer Energie steht im Vordergrund und die dabei anfallende Wärme ist das „Nebenprodukt“.

Werden Blockheizkraftwerke für die Nahwärmeversorgung eingesetzt, dann kann die Kraft-Wärme-Kopplung nur den Grundlastbedarf an Wärme decken, um mit einem guten Wirkungsgrad zu arbeiten. Die Spitzenlast muss mit herkömmlichen Heizkesseln abgedeckt werden.

Blockheizkraftwerke können mit Biomasse, Biogas und fossilen Energieträgern betrieben werden.

4.2.3.2 Der Stirling-Motor¹⁰⁸

Der Stirling-Motor (Heißgasmotor) wurde 1818 von Robert Stirling in Betrieb genommen und ist neben der Dampfmaschine die älteste Wärmekraftmaschine.

4.2.3.2.1 Aufbau und Arbeitsprinzip des Stirling-Motors

Der Stirling-Motor arbeitet mit einem geschlossenen Gaskreislauf und zwei Kolben (Arbeits- und Verdrängerkolben) in einem Zylinder (sog. β -Stirlingmotor). Die um 90 Grad an der Kurbelwelle versetzten Angriffspunkte der beiden Pleuelstangen stellen eine zeitliche Versetzung der Bewegungsabläufe der beiden Kolben sicher. Statt der räumlich um 90 Grad versetzten Angriffspunkte der beiden Pleuelstangen können die beiden Zylindersysteme (Arbeits- oder

¹⁰⁷ Vgl. Der Brockhaus in 15 Bänden, II, 174.

¹⁰⁸ Vgl. Der Brockhaus in 15 Bänden, XIII, 335.

Expansionszylinder und Kompressionszylinder) um 90 Grad zueinander versetzt werden (sog. ? - Stirlingmotor). Leistungsstärkere Maschinen haben diese Zylinderanordnung.¹⁰⁹

Die vier Zustandsänderungen des thermodynamischen Prozesses (die in der Praxis fließend ineinander übergehen) und das Arbeitsprinzip des Stirling-Motors (wobei der Arbeits- oder Expansionskolben für die Volumensteuerung und der Verdränger- oder Kompressionskolben für die Temperatursteuerung zuständig ist):

- 1) isotherme **Expansion** (Expansion bei konstanter Temperatur) unter **Wärmezufuhr**,
- 2) isochore **Wärmeabfuhr** (Wärmeabfuhr bei konstantem Volumen),
- 3) isotherme **Kompression** (Kompression bei konstanter Temperatur) unter **Wärmeabfuhr**,
- 4) isochore **Wärmezufuhr** (Wärmezufuhr bei konstantem Volumen).

Diese vier Zustandsänderungen können in den beiden wesentlichen Teil-Arbeitszyklen des Motors zusammengefasst werden:

- a) Expansionsarbeit (die vom erhitzten Gas geleistet wird): Sie setzt nach ca. 45 Winkelgraden ab dem oberen Totpunkt des Arbeitskolbens ein und fällt bei ca. 225° auf Null ab.
- b) Kompressionsarbeit (die vom auf der Kurbelwelle situierten Schwungrad geliefert wird): Sie ist über den restlichen Winkelbereich (225°-45°) aufzubringen.

Die nutzbare Energie ist etwa die Differenz zwischen Expansions- und Kompressionsarbeit.

4.2.3.2.2 Die Besonderheiten dieses Motors

1. Das Antriebsmittel dieses Motors ist Wärme. Sie wird außerhalb des Motors erzeugt oder von der Sonne geliefert. Die Art der Wärmeerzeugung ist für den Betrieb des Motors unerheblich und daher frei wählbar.
2. Im Motor findet keine Verbrennung statt, sondern er arbeitet mit einem geschlossenen Gassystem, wobei heute wegen der geringeren Reibungsverluste Helium statt Luft als Füllgas verwendet wird.
3. Über die Wärmeübertragung am Arbeitszylinder wird dieses Gas von außen erhitzt.
4. Durch die freie Wahl der Wärmeerzeugung ist es möglich, den Motor mit Sonnenenergie zu betreiben. Anlässlich der Steirischen Landesausstellung „Energie“ in Gleisdorf und Weiz im Jahre 2001 war im Ausstellungsgebäude in Gleisdorf ein Mini-Stirling-Motor, der seine Antriebsenergie durch das Licht eines Spots (als Sonnenersatz) erhielt, in Betrieb.
5. Da die Wärmeerzeugung für den Betrieb dieses Motors in Heizkesseln erfolgen kann, ist eine optimale Verbrennung mit geringster Abgasbelastung möglich.

4.2.3.2.3 Die Vor- und Nachteile eines Stirlingmotors gegenüber einem Verbrennungskraftmotor

¹⁰⁹ Stirlingmotor, s. Dok. 46 (Anhang).

Die Vorteile:

Durch den Wegfall der Verbrennung des Energieträgers im Motorinneren ist er:

- leise,
- sehr robust und langlebig,
- nicht reparatur- und wartungsanfällig,
- hat einen hohen Wirkungsgrad, der mindestens mit dem der besten Dieselmotoren vergleichbar ist.
- Das Antriebsmedium ist – wie bereits angesprochen – beliebig wählbar: jede Wärmequelle kann dazu dienen.
- Für den Einsatz als Element der Kraft-Wärme-Kopplung ist er bestens geeignet.

Seine Nachteile:

- Ein ungünstiges Leistungsgewicht (Der Motor hat bei gleicher Leistung gegenüber einem Verbrennungskraftmotor ein wesentlich höheres Gewicht).
- Eine schlechte Regelbarkeit. Dies dürfte der Hauptgrund gewesen sein, dass er zu Beginn des 20. Jahrhunderts, als weltweit bereits 250.000 Stirling-Motoren in Betrieb waren, vom Otto-Motor zunehmend verdrängt wurde.

4.2.3.2.4 Ausblicke

Heute laufen wieder verschiedene Forschungsprojekte, sodass mit einer Renaissance dieses außergewöhnlichen Motors gerechnet werden kann. Vor allem auch deshalb, weil er mit allen regenerativen Wärmeenergieträgern betreibbar und für stationäre Anlagen als Kraft-Wärme Kopplung einsetzbar ist. Hoffen lässt mich für diesen „vergessenen“ Motor auch das Faktum, dass er gegenüber den mit fossilen Energieträgern betriebenen Kraft-Wärme-Kopplungen wegen seiner herausragenden Vorteile in einigen Jahren wieder als Serienprodukt erhältlich sein wird.

4.2.3.3 Die Brennstoffzelle¹¹⁰

4.2.3.3.1 Erläuterungen der prinzipiellen Funktion der Brennstoffzelle¹¹¹

Die Brennstoffzelle ist eine Stromquelle, bei der durch elektrochemische Oxidation („kalte Verbrennung“) einer leicht oxidierbaren Substanz (vorwiegend Wasserstoff, aber auch Hydrazin, Methanol) mit Sauerstoff (oder Luft) die chemische Energie direkt in Strom umgewandelt wird. Die dabei entstehende Wärme kann beim Einsatz von Brennstoffzellen in Blockheizkraftwerken verwertet werden. Bei der Verwendung von Brennstoffzellen in Kraftfahrzeugen ist sie vor allem

¹¹⁰ Vgl. Schwischei, Gerhard: Abschied vom Ölzeitalter, in: Salzburger Nachrichten v. 3.1.2002, 3.

¹¹¹ Vgl. Der Brockhaus in 15 Bänden, II, 275 .

außerhalb der kalten Jahreszeit als Verlustwärme abzuführen.

Der prinzipielle Aufbau einer Brennstoffzelle ist dem einer Batterie ähnlich:

Zwischen den Anoden- und Kathoden-Platten befindet sich ein Elektrolyt. Den jeweiligen Anoden- und Kathoden-Platten werden durch Längs- und Querkanäle Wasserstoff (oder anderes geeignetes Brenngas) und Sauerstoff (oder Luft) zugeleitet, wobei der Wasserstoff an die Anode und der Sauerstoff an die Kathode gelangt.

4.2.3.3.2 Arten von Brennstoffzellen¹¹²

Derzeit sind fünf Typen von Brennstoffzellen im Entwicklungs- bzw. Einführungsstadium, die nach den verwendeten Elektrolyten bezeichnet werden und mit jeweils unterschiedlichen Temperaturen und Gasen arbeiten:

- 1) Typ PAFC (Phosphoric Acid Fuel Cell), Betriebstemperatur: 200 Grad Celsius
- 2) Typ AFC (Alkaline Fuel Cell), Betriebstemperatur: 70 Grad Celsius
- 3) Typ PEFC (Polymer Electrolyte Fuel Cell), Betriebstemperatur: 80 Grad Celsius
- 4) Typ MCFC (Molten Carbonate Fuel Cell), Betriebstemperatur: 650 Grad Celsius
- 5) Typ SOFC (Solid Oxid Fuel Cell), Betriebstemperatur: 750 – 950 Grad Celsius

Einige hundert Blockheizkraftwerke mit Brennstoffzellen des Typs PEFC sind in einer Baugröße bereits weltweit in Betrieb. Sie liefern eine elektrische Leistung von 200 kW und eine thermische von 220 kW.

4.2.3.3.3 Die zukünftigen Möglichkeiten des Einsatzes von Brennstoffzellen¹¹³

- a) Brennstoffzellen werden bereits jetzt serienmäßig in Unterseebooten als Lieferant der Antriebsenergie verwendet.
- b) Sowohl in Bussen als auch in anderen Kraftfahrzeugen werden Brennstoffzellen seit einiger Zeit erfolgreich erprobt. Mit dem Beginn der Serienproduktion von Kraftfahrzeugen mit Brennstoffzellen-„Antrieb“ wird im Zeitraum zwischen 2008 und 2010 gerechnet.
- c) Zu erwarten ist, dass in Zukunft die Antriebsenergie auch für Schiffe und Flugzeuge von Brennstoffzellen geliefert wird.
- d) Bei den in Zukunft zu erwartenden und gesamtwirtschaftlich konkurrenzfähigen Preisen der Brennstoffzellen wird es möglich sein, dass auch Wohnobjekte mittels Brennstoffzellen in Kraft-Wärme-Kopplungen ihren Strom zum Teil vor Ort erzeugen, bzw. mit der Abwärme der Brennstoffzellen-Blockheizkraftwerke den Wärmebedarf decken.

¹¹² Vgl. Gummert, G. / Ebel, M./ Tiedge, H.: Brennstoffzellen – Stand und Perspektiven einer zeitgemäßen Technik, HGC Hamburg, Gas Consult GmbH Hamburg, April 1998; N., N.: Verschiedene Typen von Brennstoffzellen, in: Salzburger Nachrichten v. 5.1.2002, 3.

¹¹³ Büssem, Eberhard: Wasserstoff – das Erdöl der Zukunft, s. Dok. 47 (Anhang).

4.2.3.3.4 Erzeugung, Verteilung und Sicherheitsaspekte von Wasserstoff als Betriebsmittel von Brennstoffzellen und Kraftfahrzeugen¹¹⁴

4.2.3.3.4.1 Die Erzeugung des Wasserstoffs

- a) Derzeit wird Wasserstoff noch überwiegend in Raffinerien aus Erdgas und Erdöl gewonnen.
- b) Zukünftig ist geplant, Wasserstoff mittels Elektrolyse mit dem Strom aus Photovoltaik, Windkraft und geothermischen Kraftwerken sowie direkt mittels Sonnenenergie in großen Mengen zu erzeugen.

Die isländische Politik verfolgt das ehrgeizige Ziel, nicht nur die Autos auf ihrer Insel und ihre Fischereiflotte mit Wasserstoff zu versorgen, sondern diesen auch nach Europa und Amerika zu exportieren. Die Erzeugung des Wasserstoffs soll durch den aus geothermischen und herkömmlichen Wasserkraftwerken gewonnenen Strom bewerkstelligt werden.

Dänemark baut soeben einen Offshore-Windkraftwerkspark, dessen Strom ebenfalls zur Wasserstoffherstellung genutzt werden kann.

Grundsätzlich wird zukünftig für die Erzeugung von Wasserstoff auf Strom aus regenerierbaren Energiequellen gesetzt.

- c) An innovativen Ideen fehlt es nicht: An der Universität Kiel erprobt Rüdiger Schulz-Friedrich die Erzeugung von Wasserstoff mittels Algen. Die dort verwendeten Organismen nutzen die Photosynthese zur Wasserstoffproduktion, indem sie - wie höher entwickelte Pflanzen - Wasser spalten und mittels des Enzyms Hydrogenase Wasserstoff erzeugen.

4.2.3.3.4.2 Die Verteilung von Wasserstoff

- a) Schon heute wird der vorwiegend in der Industrie benötigte Wasserstoff mittels Pipelines und Tankfahrzeugen zu den Abnehmern transportiert.
- b) In Zukunft wird für die Versorgung der Brennstoffzellen in den Kraftfahrzeugen ein entsprechendes Tankstellennetz aufzubauen sein. Wasserstoff kann sowohl in gasförmiger als auch in flüssiger Form (bei minus 252 Grad Celsius) zur Verfügung gestellt werden. Wasserstoff in flüssiger Form hat im Verhältnis zum gasförmigen ein Vielfaches des Energieinhaltes. Flüssiger Wasserstoff kommt daher besonders für mobile Verbraucher mit größerer Leistung in Frage.

¹¹⁴ Vgl. Büssem, Dok. 47; Manhart, Thomas: Ein Traum, so alt wie Jules Verne, in: Salzburger Nachrichten v. 4.1.2002, 3; N., N.: Hoffnung mit offenen Fragen, in: Salzburger Nachrichten v. 7.1.2002,

4.2.3.3.4.3 Sicherheitsaspekte bei der Verwendung von Wasserstoff in Kraftfahrzeugen

Die Sicherheit von Autos mit Wasserstoff als Betriebsmittel wurde bereits in vielen Crash-Versuchen geprüft. An der Universität Miami wurden sowohl die Tanks von Autos, die mit Wasserstoff befüllt waren, als auch solche, die mit Benzin betankt waren, fernegezündet: Der Wasserstoff verbrannte mit einer sehr schmalen, senkrechten Flamme. Nach weniger als 2 ½ Minuten war der Wasserstoff verbrannt, wobei das Auto fast unbeschädigt blieb. Das mit Benzin betankte Auto brannte hingegen völlig aus.

Die Versuche der Universität Miami ergaben, dass Wasserstoff im Brandfall sogar sicherer und im Allgemeinen nicht gefährlicher als Benzin einzustufen ist. [Diese Tatsache verdankt der Wasserstoff dem Umstand, das leichteste Gas zu sein und als dieses ist er flüchtig. Das ist auch der Grund, dass er mit sehr schmaler Flamme brennt und nicht wie Gase, die schwerer als Luft sind, gefährliche „Seen“ bildet. F.K.]

4.3 Alternative Energiegewinnung

Der Welt-Energiebedarf wird im wesentlichen durch folgende Energieträger gedeckt.¹¹⁵

- a) Durch Erdöl: ca. 34 Prozent.
- b) Durch feste Brennstoffe (überwiegend Stein- und Braunkohle): ca. 27 Prozent
- c) Durch Gase (überwiegend Erdgas): ca. 23 Prozent

Diese drei fossilen Energieträger decken ca. 84 Prozent des Welt-Energiebedarfs.

Weitere 10 Prozent entfallen auf Wasser- und Kernkraft.

Den verbleibenden Rest von ca. 6 Prozent teilen sich die über die Wasserkraft hinausgehenden erneuerbaren Energien.

Dazu zählen: Die direkte und indirekte Nutzung von Sonnenenergie und Planetenenergie (Erdwärme/geothermische Energie).

4.3.1 Die Sonnenenergie¹¹⁶

Die Solarkonstante¹¹⁷:

Sie ist jene Energiemenge, die von der Sonne bei einer mittleren Entfernung Erde – Sonne an der äußeren Schicht der Atmosphäre an einer zur Sonne im rechten Winkel stehenden Fläche auftrifft. Diese Energiemenge beträgt pro Zeiteinheit 1,36 kW/m².

¹¹⁵ Vgl. Quaschnig, Volker: Notwendigkeit und Machbarkeit der Energiewende, Kurzfassung des Vortrags im Rahmen der 3. Bucher Zukunftswerkstatt, Berlin Buch, 20.5.1998.

¹¹⁶ Vgl. Böse, Karl-Heinz: Warmwasser bereiten und heizen mit Sonnenenergie, Köln–Braunsfeld: Müller 1979 (= Fachwissen für Heimwerker); Kronberger, Hans/Nagler, Hans: Handbuch der erneuerbaren Energie. Der sanfte Weg, Wien: Uranus 1994; Scheer, Hermann: Solare Strategien, in: zeitzeichen 2/7 (2001), 29-31.

¹¹⁷ Der Brockhaus in 15 Bänden, XIII, 114.

Auf die Erdoberfläche liefert uns die Sonne laufend das 10.000-fache der Energie, die die Menschheit benötigt.

Allein die Sahara erhält jährlich den 200-fachen Betrag der weltweit benötigten Energie. Hinsichtlich der Nutzung der Sonnenenergie wird zwischen direkter und indirekter Sonnenenergie unterschieden.

4.3.1.1 Die Nutzung der direkten Sonnenenergie

4.3.1.1.1 Photovoltaik¹¹⁸

Die Photovoltaik befasst sich mit der direkten Umsetzung der Sonnenenergie in elektrischen Strom.

4.3.1.1.1.1 Funktion und Kosten

In bestimmten, übereinander angeordneten Halbleiterschichten entstehen unter dem Einfluss von Licht freie Ladungsträger, sodass in einem geschlossenen Stromkreis ein Gleichstrom fließt. Dieser kann entweder im Insel-Betrieb (= Selbstversorgung mit Strom) ohne Umwandlung direkt genutzt, oder über geeignete Wechselrichter-Anlagen ins öffentliche Netz eingespeist werden.

Eine mit Photovoltaik erzeugte kWh kostet in unseren geographischen Breiten ca. 0,7–1 Euro.

4.3.1.1.1.2 Energieausbeute und Wirkungsgrad

Eine Photovoltaik-Anlage liefert pro Jahr und m² ca. 1000 kWh. Der Wirkungsgrad bei der Umwandlung von Sonnenlicht in elektrische Energie liegt zwischen 8–10 Prozent.

4.3.1.1.1.3 Wieviel Fläche bräuchte Österreich, um seinen jährlichen Gesamt-Energiebedarf mit Photovoltaik-Strom abzudecken? (eigene Berechnung)

Österreich benötigt gemäß 4.1 jährlich $1,2896 \times 10^{18}$ Ws = $358,2 \times 10^9$ kWh.

Bei einer jährlichen Energielieferung von 1000 kWh/m² (entspricht 10⁹kWh/km²) wären ca. 358 km² oder rund 4 Promille der Gesamtfläche Österreichs nötig. 358 km² entsprechen immerhin einer Fläche, die 1 km breit und 358 km lang ist.

4.3.1.1.2 Sonnenkollektoren¹¹⁹

Die jährliche Sonnenscheindauer beträgt zwischen ca. 1500 Stunden in unseren Breiten bis ca. 4000 Sonnenscheinstunden in der Sahara. Je m² Kollektorfläche kann pro Tag über das Jahr gemittelt eine Energie zwischen 3–4 kWh gewonnen werden.

¹¹⁸ Vgl. Kronberger/ Nagler, 79-100; Der Brockhaus in 15 Bänden, XI, 40.

¹¹⁹ Vgl. Böse, Warmwasser bereiten mit Sonnenenergie.

4.3.1.1.2.1 Funktion und Kosten

Mit Sonnenkollektoren kann die Energie der Sonne zur Warmwasserbereitung und zum Betrieb von Niedrigtemperaturheizungen genutzt werden. Zum Einsatz kommen für diesen Zweck überwiegend Flachkollektoren, bei denen ein gut leitendes, mit schwarzem Solarlack gestrichenes Blech als Absorber dient. In dieses wird ein Rohrsystem für den Abtransport der Wärme eingepresst und/oder eingeklebt. Der Absorber mit Rohrsystem ist in einer Wanne eingebaut, mit einer Glas- oder Acrylglasplatte abgedeckt und auf der Rückseite gut isoliert. Die Kosten für eine kWh Wärme liegen zwischen ca. 0,1 und 0,25 Euro.

4.3.1.1.2.2 Zukunftsaussichten für die Verwendung von Sonnenkollektoren

Neue Kollektorsysteme sind langlebig und werden derart gebaut, dass sie Teile des Dachstuhls und der Dachabdeckung ersetzen können. Die Montage wurde ebenfalls vereinfacht, sodass deren Wirtschaftlichkeit gesteigert werden konnte.

In Deutschland bestünde die Möglichkeit, etwa 45% des derzeitigen Energiebedarfs für Heizung und Warmwasserbereitung mit Solarkollektoren abzudecken.

4.3.1.1.3 Solarthermische Kraftwerke¹²⁰

Die Einsatzmöglichkeit für derartige Systeme sind überwiegend auf Wüsten beschränkt. Es ist möglich, solche Kraftwerke im Verbund mit anderen Energiequellen zu betreiben. Der Haupteinsatzbereich von solarthermischen Kraftwerken ist die Stromerzeugung.

4.3.1.1.3.1 Funktion und Kosten

Es werden vier Verfahren zur Wärmekonzentration verwendet:

- a) Parabolrinnen-Kraftwerke. Bei diesen wird im Brennpunkt eines rinnenförmigen Parabolspiegels in einem Vakuum-isolierten Glasrohr das Absorberrohr geführt. In ihm wird Thermoöl bis auf 400 Grad Celsius erhitzt. Mit diesem wird Dampf zum Antrieb von Turbinen erzeugt. Bei einer optimalen Wahl der Kraftwerksstandorte können diese Kraftwerke als Kraft-Wärme-Kopplung eingesetzt werden. Dadurch ist eine bessere Energieeffizienz möglich.
- b) Solarturmkraftwerke. Bei diesem Kraftwerkstyp wird durch ein der Sonne nachführbares Spiegelsystem die Sonnenenergie an der Turmspitze konzentriert. Mit diesem System sind Temperaturen bis 1000 Grad erzielbar.
- c) Paraboloidkraftwerke. Diese Kraftwerkstyp wird für einen Leistungsbereich von einigen 10 kW gewählt. Ein der Sonne nachführbarer Parabolspiegel erhitzt im Brennpunkt ein Arbeitsgas (Helium, Luft). Dieses wird zum Antrieb eines Stirlingmotors oder einer

¹²⁰ Vgl. Solarthermische Kraftwerke, s. Dok. 48 (Anhang).

Gasturbine eingesetzt.

Mit diesem System sind die besten solarelektrischen Wirkungsgrade erzielbar: Etwa 30 Prozent der eingestrahnten Sonnenenergie kann in elektrische Energie umgewandelt werden.

- d) Aufwind-Kraftwerke. Bei diesem Kraftwerk wird Luft in riesigen Glashäusern erwärmt. Die Luft strömt durch einen Kamin, in dem Turbinen die Energie in elektrische Energie überführen. Aufwindkraftwerke werden wegen Ihrer Einfachheit bevorzugt in Entwicklungsländern gebaut.

4.3.1.1.3.2 Kosten und Zukunftsaussichten

Die Kosten je kWh liegen bei diesen Kraftwerkstypen um 0,1 Euro.

Es ist heute bereits möglich, mittels thermischer Speicher Solarkraftwerke rund um die Uhr zu betreiben. Die wirtschaftlichste Variante ist jedoch die Kombination solcher Kraftwerke mit anderen Energiequellen, um die Stromgestehungskosten auf etwa 0,05 Euro zu drücken.

4.3.1.2 Die indirekte Nutzung der Sonnenenergie¹²¹

4.3.1.2.1 Wasserkraft¹²²

In früheren Zeiten wurde Wasserkraft zum Antrieb von Arbeitsmaschinen verwendet (z. B. zum Betrieb von Schmiedehämmern und Mühlen). Heute wird Wasserkraft fast ausschließlich zur Erzeugung von Strom eingesetzt.

4.3.1.2.1.1 Kraftwerkstypen:

- 1) Lauf(wasser)kraftwerke:

Diese Kraftwerke nutzen die Fallhöhe der jeweils verfügbaren fließenden Wassermenge. Sie werden hauptsächlich an Flussläufen errichtet.

- 2) Speicherkraftwerke:

Diese Kraftwerke werden mit dem Wasser aus hochgelegenen Stauseen betrieben. Überwiegend werden diese Kraftwerke zur Abdeckung von Leistungsspitzen zugeschaltet.

- 3) Pumpspeicherkraftwerke:

Bei dieser Kraftwerkstype wird das aus höher gelegenen Speichern abgearbeitete Wasser in einem unterhalb des Kraftwerks gelegenen Speichersee gesammelt und mittels Pumpen in Schwachlastzeiten wieder in den höher gelegenen Speichersee gepumpt. Solche Kraftwerke werden fast ausschließlich zur Abdeckung von Leistungsspitzen eingesetzt.

¹²¹ Vgl. Kronberger/Nager, Der sanfte Weg.

¹²² Vgl. Wasserkraft, s. Dok. 49 (Anhang).

4) Gezeitenkraftwerke:

Diese Kraftwerke nützen das Steigen (Flut) und Fallen (Ebbe) des Meeresspiegels zur Stromerzeugung. Sie werden dort gebaut, wo der Tidenhub die geeignete Höhe hat.

5) Kraftwerke, die die Energie der Brandungswellen nutzen:¹²³

Eine Möglichkeit der Erzeugung von elektrischem Strom aus der Energie der Brandungswellen ist mit folgendem technischen Aufwand erzielbar: Eine einige Meter unter den Meeresspiegel reichende Kammer, die nach oben in einem Rohr zusammenläuft, wird im Meeresboden verankert. Im verjüngten Rohr wird eine Turbine montiert, die einen Generator antreibt. Beim Anrollen der Brandung hebt sich der Wasserspiegel in der Kammer durch das höhersteigende Wasser. Dadurch wird ein dem gestiegenen Wasservolumen entsprechendes Luftvolumen durch das Rohr nach oben gepresst und treibt die Turbine an. Beim Zurückfließen der Brandung „atmet“ die Kammer ein, wodurch wiederum durch die hohe Strömungsgeschwindigkeit im Rohr die Turbine - nun in die Gegenrichtung - angetrieben wird.

4.3.1.2.1.2 Kosten und Zukunftsperspektiven

Der aus Wasserkraft gewonnene Strom kostet je nach Kraftwerkstyp pro kWh von 0,03-0,13 Euro. Das Ausbaupotenzial von Großkraftwerken ist – vor allem unter der Berücksichtigung des Landschaftsschutzes – ziemlich ausgeschöpft. Die Möglichkeiten für die Errichtung von Kleinkraftwerken sind jedoch noch vielfach gegeben. Bereits vor einigen Jahren wurde mit der Reaktivierung und dem Neubau von Kleinkraftwerken begonnen. Deren Investitionskosten sind aber gegenüber denen von Wärmekraftwerken, die mit fossilen Brennstoffen betrieben werden, höher, sodass ihr Bau nur bei einer kostenmäßigen Berücksichtigung der Umweltparameter attraktiv ist.

4.3.1.2.2 Die Nutzung von Windenergie¹²⁴

Windenergie wird weltweit auf Bergkuppen und in Küstenregionen sowie in Gebieten mit gesichertem Windaufkommen zunehmend genutzt. Die Leistungen von Windkraftwerken bewegen sich im Bereich von einigen 100 Watt bis etwa 2 Megawatt.

4.3.1.2.2.1 Funktion und Wirkungsgrad

Die Rotorblätter der Windgeneratoren sind so konstruiert, dass sie wie die Flügel von Flugzeugen beim Vorbeiströmen des Windes einen Auftrieb erzeugen. Mit dieser Ausführung

¹²³ Vgl. Braunreuther, Eric: Wellenenergie: Wie das Meer in die Steckdose kommt, in: PM-Magazin H. 6 (2001), 96-100.

¹²⁴ Vgl. Windenergie, s. Dok. 50 (Anhang).

sind ca. 60 % der Windenergie nutzbar. Der Gesamtwirkungsgrad einer Windkraftanlage zur Stromgewinnung liegt bei maximal 50 %.

4.3.1.2.2 Kosten und Zukunftsperspektiven

Die erzeugte kWh kostet ca. 0,05-0,15 Euro.

Verbesserungen sind noch hinsichtlich Material und Aerodynamik bei den Rotorblättern sowie bei den Regelungssystemen und betreffend einer Verminderung der Betriebsgeräusche zu erwarten. Durch diese Maßnahmen ist bei zukünftigen Windkraftwerken auch mit einer Verbesserung des Wirkungsgrades zu rechnen.

Eine besondere Herausforderung für die Ingenieur-Wissenschaften ist der Bau von Offshore-Anlagen, da diese zusätzlichen Kräften (Brandung) und chemischen Einflüssen (Korrosion durch Meerwasser) ausgesetzt sind. Diese Offshore-Anlagen versprechen eine höhere Stromausbeute auf Grund des höheren Windangebotes.

4.3.1.2.3 Biomasse¹²⁵

Zu diesen Energieträgern zählen Holz, Holzabfälle (Rinde), Stroh, Schilf, Ölpflanzen, Zucker- und Stärkepflanzen (für die Herstellung von Bioalkohol).

4.3.1.2.3.1 Einsatzgebiete und Kosten

Biomasse dient:

- 1) zur Erzeugung von Wärme, elektrischer oder mechanischer Energie beim Einsatz in Kraft-Wärme-Kopplungen, wobei insbesondere durch die höheren Nutzungszeiten im industriellen Bereich die Kosten je kWh günstiger sind.
- 2) zur Gewinnung von Biokraftstoff.

Die Kosten je erzeugter kWh belaufen sich für die Erzeugung von Wärme auf 0,02-0,1 Euro und bei der Erzeugung von elektrischem Strom auf 0,06-0,1 Euro.

4.3.1.2.3.2 Besondere Varianten der Brennstoffnutzung

- a) Das Mitverbrennen in bestehenden Kraftwerken. Diese Variante ist mit geringen Investitionskosten verbunden.
- b) Die Vergasung von biologischen Brennstoffen durch eine gesteuerte unvollständige Verbrennung. Das entstehende Gas kann in Gasturbinen herkömmlicher Blockheizkraftwerke oder in Brennstoffzellen-Blockheizkraftwerken zur Strom- und Wärmegewinnung verwendet werden.

¹²⁵ Vgl. Biomasse, s. Dok. 51 (Anhang).

4.3.1.2.3.3 Zukunftsperspektiven für die Nutzung von Biomasse

Grundsätzlich ist bei Biomasse zwischen der Verwertung von Reststoffen (Holzabfälle, Stroh, Grüngutabfällen und dgl.) und der Nutzung von Energiepflanzen als Produkte der gezielten landwirtschaftlichen Flächennutzung, die unter Verwendung von Kunstdünger erfolgt, zu unterscheiden.

In Deutschland wären ca. 5% des Primärenergieverbrauchs mit Biomasse abdeckbar.

4.3.1.2.3.4 Die Erzeugung von Biodiesel aus Raps¹²⁶

Für den Anbau von Raps können landwirtschaftlichen Stilllegungsflächen genutzt werden. Die Erzeugung von Biodiesel erfolgt durch Umesterung aus Rapsöl (es können auch andere Speiseöle zur Biodieselherstellung verwendet werden).

Wertvolle Nebenprodukte bei der Erzeugung von Biodiesel sind:

- Rapsschrot: Durch dieses wertvolle Futtermittel kann ein erheblicher Teil an sonst zu importierenden Sojaschrots erspart werden.
- Glycerin

Durch den Ersatz von herkömmlichem Diesel durch Biodiesel könnte je Liter Diesel die Kohlendioxidbelastung der Atmosphäre um rund 3 kg verringert werden.

Die Entstehung von Distickstoffoxid bei der Düngung kann durch den Umstieg auf Harnstoffdüngung weitgehend verhindert werden.

4.3.1.2.4 Biogas

Biogas entsteht bei der Zersetzung von organischer Materie durch Methanbakterien bei Temperaturen zwischen 30 und 37 Grad Celsius und unter Sauerstoffabschluss. Die Endprodukte dieses Zersetzungsprozesses sind Methan und Kohlendioxid.

4.3.1.2.4.1 Die Ausgangsprodukte und Quellen für die Entstehung von Biogas

Als Ausgangsprodukte für Biogas eignen sich sämtliche vergärbare Reststoffe wie Gülle, Biomüll, Klärschlamm, Speisereste. Der Holzanteil der Abfälle soll gering sein.

Quellen für Biogas sind z. B. Mülldeponien. Früher strömte das Deponiegas Methan unkontrolliert und ungenutzt in die Atmosphäre. Heute wird es zunehmend energetisch genutzt. Aus ½-1 Tonne Haus- oder Biomüll bzw. aus dem täglich anfallenden Dung von 90 Rindern entstehen ca. 100 m³ Biogas.

¹²⁶ Scharmer, Klaus: Biodiesel. Energie- und Umweltbilanz Rapsölmethylester, Bonn: UFOP – Union zur Förderung von Oel- und Proteinpflanzen e.V. 2001.

4.3.1.2.4.2 Kosten der Energieerzeugung aus Biogas und Zukunftsperspektiven

Die Kosten von 1 kWh Wärme liegen zwischen 0,03-0,08 Euro. 1 kWh Strom hingegen zwischen 0,06 und 0,15 Euro.

Zukunftsaussichten: In Deutschland könnten ca. 200.000 Biogasanlagen in landwirtschaftlichen Betrieben errichtet werden. In China wird die Zahl der Biogas-Kleinanlagen auf 20 Millionen geschätzt. In Indien werden jährlich durch eine attraktive Förderung 200.000 Anlagen installiert.

Der Nutzen für die Landwirtschaft bei der Produktion von Biogas ist ein mehrfacher:

- 1) Die Gülle wird zu einem höherwertigeren, geruchsärmeren Düngemittel verarbeitet.
- 2) Mit dem Verkauf von Wärme und Strom sind zusätzliche Erlöse erzielbar.
- 3) Biogas lässt sich auch in Kraftfahrzeugen als Treibstoff verwenden.
- 4) Zukünftig könnte Biogas auch zum Betrieb von Brennstoffzellen-Blockheizkraftwerken wirtschaftlich eingesetzt werden.

4.3.1.2.5 Erdwärme¹²⁷

Erdwärme ist Wärme, die vom flüssig-heißen Kern der Erde an die Erdoberfläche dringt. Die aus dem Erdinneren hochsteigende und größtenteils in den Weltraum entweichende Energie übersteigt den weltweit laufend nötigen Energiebedarf um das Mehrfache. Der größte Teil dieses Wärmestroms stammt aus den im Erdinneren stattfindenden radioaktiven Zerfallsprozessen, die noch einige Milliarden Jahre andauern werden.

4.3.1.2.5.1 Arten und Kosten der Erdwärmenutzung

- 1) Die oberflächennahe Nutzung der Erdwärme:
 - a) In 1-2 Meter Tiefe werden großflächig Rohrschlangen verlegt. Über eine in diesen Rohren zirkulierenden Sole kann der Erde mit Hilfe einer Wärmepumpe Wärme entzogen werden, die vorwiegend für Niedertemperaturheizungen Verwendung findet.
 - b) Erdwärmenutzung durch Tiefenbohrungen: Diese Technik wird dort angewendet, wo aus technischen und wirtschaftlichen Gründen eine oberflächennahe Rohrverlegung nicht möglich ist. Mittels Spülbohrungstechnik werden Bohrlöcher bis zu einer Tiefe von jeweils etwa 100 Metern hergestellt. In diese Bohrlöcher senkt man sondenförmige Kunststoffschlauchsysteme ab. Die Gewinnung und Verwendung der Wärme erfolgt wie bei a).
- 2) Erdwärmenutzung mit Tiefen-Erdwärme-Sonden: Bei dieser Technik können Doppelrohrsonden bis in eine Tiefe von 4000 Metern verlegt werden. Für diesen Zweck könnten nicht produktive Prospektionsbohrlöcher (Erdölsuche) zur umweltfreundlichen

Energiegewinnung verwendet werden. Allein in Deutschland läge das dadurch gewinnbare Energiepotenzial bei 3×10^{15} kJ pro Jahr. Allein damit wären jährlich rund 72 Millionen Tonnen Erdöl einsparbar. Das entspricht ca. einem Zwanzigstel der in einem Jahr weltweit geförderten Erdölmenge. Die Kosten für die Wärmeengewinnung sind auch bei bereits bestehenden Bohrlöchern relativ hoch und sind von der zeitlichen Auslastung bestimmt. Bei der Verwendung als Prozesswärme liegen sie um 0,04 Euro, für Gebäudebeheizung um 0,1 Euro pro kWh.

- 3) Hydrothermale Erdwärmenutzung: Aus Tiefen zwischen 1000 und 2500 Metern wird zum Teil hochmineralisiertes Thermalwasser mit einer Temperatur zwischen 40 bis 100 Grad Celsius gewonnen, das – wie im „Steirischen Thermenland“ – für den Betrieb von Thermalbädern und zu Heizzwecken verwendet wird. Bei einem sehr hohen Mineralisierungsgrad kann unter Umständen die oberflächliche Entsorgung dieser Mineralwässer nicht mehr möglich sein.
Die Kosten dieser Energieform liegen je kWh zwischen 0,02 und 0,04 Euro.
- 4) Das Hot Dry Rock Verfahren: Zunächst werden maximal 5000 Meter tiefe Bohrungen in heiße Gesteinsschichten vorgetrieben. Danach wird Wasser mit hohem Druck und hoher Geschwindigkeit über die Bohrung eingebracht, um in der Tiefe das heiße Gestein [durch den Temperatur-Schock, F.K.] aufzubrechen und dadurch eine höhere Wärmetauscherfläche zu erzeugen. Die Energiegewinnung erfolge durch das in diesen Tiefen erwärmte oder in Dampf umgeformte Wasser. Dampf oder Heißwasser können für die Speisung von Fernwärmenetzen oder zur Stromerzeugung verwendet werden. Der Wirkungsgrad für die Stromerzeugung ist mit maximal 16 % nicht sehr hoch. Der Strompreis je kWh beträgt ca. 0,1 Euro. Deutschland könnte theoretisch 30 % seines Strombedarfs mit solchen Hot Dry Rock-Kraftwerken decken.

4.3.1.2.5.2 Wärmepumpen

Wärmepumpen werden hier angeführt, weil sie ein wichtiges technisches Hilfsmittel bei der wirtschaftlichen Nutzung erneuerbarer Energien sind.

Wärmepumpen arbeiten mit einem leicht verflüssigbaren Gas in einem geschlossenen Kreislauf. Das expandierte kalte Gas entnimmt einer Primärenergiequelle (z. B. Erdreich, Wasser, Luft) Wärme auf einem niedrigen Temperaturniveau. Durch einen Kompressor wird anschließend das Gas verdichtet und dadurch auf ein höheres Temperaturniveau gebracht [daher der Name „Wärmepumpe“, F.K.]. Danach gibt das Gas seine Wärme an das zu erwärmende Medium (z. B. Heizungswasser) ab und kondensiert; mit der Verdampfung des Gases beginnt der Kreislauf von Neuem.

¹²⁷ Vgl. Geothermie, s. Dok. 52 (Anhang).

Der Kompressor der Wärmepumpenanlage benötigt für den Antrieb Primärenergie. Sie beträgt ca. 1/4 bis 1/3 der gewonnenen Energie. Diese aufgewendete Energie ist nicht verloren, sondern wird an das zu erwärmende Medium abgegeben.

Die Kosten der mit einer Wärmepumpe gewonnenen kWh liegen zwischen 0,05 und 0,1 Euro.

5 Der Versuch einer ethisch-theologischen Beleuchtung unseres Handelns und unsere Verantwortung gegenüber Klima und Umwelt auf unserer Erde

In meinen ersten beiden großen Kapiteln (1 und 2) versuchte ich implizit die Notwendigkeit eines umweltverantwortlichen Handelns zu verdeutlichen. Im Kapitel 4 stellte ich Möglichkeiten eines umweltverantwortlichen Handelns vor. In diesem Kapitel bemühe ich mich, die Ursachen und Hintergründe unseres - zumindest seit dem Beginn der industriellen Revolution - überwiegend vorherrschenden Handelns gegenüber der Natur zu beschreiben. Weiters stelle ich kirchliche Dokumente aus jüngerer Zeit vor, die sich mit dem Thema der Umweltzerstörung und der Verantwortung des Menschen befassen.

5.1 Mögliche theologische Ursachen und geistesgeschichtliche Hintergründe der heutigen Umweltsituation

5.1.1 Allgemeine Ursachen und geistesgeschichtliche Hintergründe für die heutige ökologischen Krise¹²⁸

Als allgemeine Ursachen der ökologischen Krise werden angesehen:

- das Bevölkerungswachstum,
- Defizite ökonomischer, politischer, naturwissenschaftlicher und technischer Natur,
- sozialpsychologische Handlungsbarrieren,
- das schuldhaft Verhalten des Menschen u. dgl.

Für die Theologie stehen die geistesgeschichtlichen Ursachen und die unzulänglichen Geisteshaltungen der Menschen gegenüber der Natur und dem Leben im Zentrum der Überlegungen. Zu hinterfragen sind sowohl das Menschen- wie auch das Gottesbild bzw. beide in ihrem Verhältnis zur Natur. Die Analyse der Ursachen soll eine Hilfestellung bei der gegenwärtigen und zukünftigen Lösung der Probleme bieten.

¹²⁸ Vgl. Halter, Hans/Lochbühler, Wilfried: Ökologische Theologie und Ethik I, Graz: Styria 1999 (= Texte zur Theologie. Abteilung Moraltheologie 1) 43.

5.1.1.1 Galileo Galilei

In der Einleitung zu dieser Arbeit stellte ich die Frage, ob ein Teil des Verses von Gen 1,26 - wie auch noch andere Bibelstellen (Gen 1,28; PS 8,7 und vor allem Gen 9,2) - eine Mitschuld an der Umweltzerstörung haben bzw. ob sie missbraucht, missverstanden, oder missverstanden und missbraucht wurden.

Ich versuche, diese Frage durch ein paar eigene Gedanken zu erweitern und beschreibe dazu etwas ausführlicher die Haltung der Kirche gegenüber den neuen Erkenntnissen der Naturwissenschaft anhand des Geschickes von Galileo Galilei (1564-1642)¹²⁹. Er war Mathematiker, Physiker, Astronom, Philosoph und ein Zeitgenosse von Francis Bacon. Galilei wurde durch die Einführung des systematischen Experiments und der induktiven Methode zum Begründer der neueren Naturwissenschaft. Für ihn ist das Buch der Natur in der Sprache der Mathematik geschrieben, wobei die mathematischen Hypothesen ihre Richtigkeit in einer experimentellen Überprüfung unter Beweis stellen müssen. Eines seiner mit Erfolg eingesetzten Werkzeuge sind Gedankenexperimente. U.a. untersuchte er Fall- und Wurfbewegungen. Zu seinen Verdiensten zählt die Formulierung des Fallgesetzes. Galilei baute das in Holland erfundene Fernrohr nach und trat ab dem Jahr 1613 auf Grund seiner damit durchgeführten Beobachtungen ausdrücklich für das heliozentrische Weltsystem ein. Ab diesem Zeitpunkt entwickelte Galilei seine Vorstellungen über das Verhältnis der Bibel zur Naturerkenntnis und vor allem zum heliozentrischen System. Nach seiner Meinung erforderten diese Erkenntnisse eine Neuinterpretation der Heiligen Schrift. Beispielsweise war der Bibelvers im Buch Josua (Jos 10,13), wo es heißt, dass die Sonne einen Tag lang auf die Bitte Josuas hin stillgestanden sei, nicht mehr wörtlich zu nehmen, sondern neu zu interpretieren. Ab dem Jahre 1615 kommt es zum Konflikt mit der römischen Kirche, als Galilei Stellen der Bibel in wissenschaftlichen Zusammenhängen diskutiert. Im Jahr 1616 muss er geloben, den Heliozentrismus nur als mathematische Hypothese zu behandeln. Im Jahr 1632, nach der Herausgabe seiner Schrift „Dialogo“ (Dialog über die beiden hauptsächlich Weltsysteme, das ptolemäische und das kopernikanische), in dem er sich u.a. mit der physikalischen Struktur des Universums auseinandersetzt, greift die Inquisition ein und zwingt Galilei 1633 der kopernikanischen Lehre abzuschwören. Sein Werk kommt auf den Index der von der Kirche verbotenen Bücher, wo es bis 1822 verbleibt. Galilei selbst wurde zum Hausarrest in seinem Landhaus in Arcetri (heute zu Florenz gehörig) verurteilt. Auf seine Rehabilitation durch die katholische Kirche wurde nicht vergessen: Sie erfolgte aber erst im Jahre 1992.

¹²⁹ Vgl. Der Brockhaus in 15 Bänden, V, 92-93; Hügli, Anton/ Lübcke, Poul (Hgg.): Philosophie-Lexikon. Personen und Begriffe der abendländischen Philosophie von der Antike bis zur Gegenwart, 224-225.

Mit diesem Wissen im Hintergrund vermute ich, dass es am Beginn der Aufklärung Kräfte gab, die der Kirche, die ihre Macht gegen evidente Erkenntnisse der Naturwissenschaft einsetzte, misstrauten. Damit verspielte die Kirche tragischerweise jene ethisch-moralische Kompetenz und Glaubwürdigkeit, die die Welt in den folgenden Jahrhunderten so dringend gebraucht hätte. Diese Kräfte waren daher bemüht, philosophische Argumente zu finden, um dieser Macht der Kirche die Stirn bieten zu können. Der eingeschlagene Weg der scheinbaren Befreiung des Menschen aus der Rolle des Geschöpfes hin zum „Schöpfer“ erwies sich aber als ein verhängnisvoller Irrweg.

5.1.1.2 Der geistesgeschichtliche Einfluss Francis Bacons¹³⁰

Francis Bacon (1561-1626) sah in der Herrschaft des Menschen über die Natur die edelste Form der Machtausübung, die durch Wissenschaft und Technik angestrebt werden soll. Das erklärte Ziel dieser Machtergreifung ist mehr menschliches Glück durch technische Erfindungen aller Art. Für Bacon steht das durch die Naturgesetze Machbare - die Umgestaltung der Natur - im Mittelpunkt. In seiner erst 1627 erschienenen utopischen Schrift „Nova Atlantis“ sind bereits Flugzeuge, U-Boote und große chemische Laboratorien vorhergesehen.¹³¹

Francis Bacon wird auch als „Apologet der naturwissenschaftlichen und der technischen Revolution“ bezeichnet, die schon vor seiner Zeit begann und heute noch anhält. Bacons zentrale Botschaften:

- „Wissen ist Macht“ und
- „Die Wissenschaft muss planmäßig und in Form eines Großunternehmens organisiert werden. Sie soll aus der Zusammenarbeit vieler Wissenschaftler hervorgehen und sich auf das systematische Sammeln und Bearbeiten von Erfahrungen nach strengen Methodenregeln gründen. Wissen soll auf Grund eines bestimmten methodischen Regelkanons als rationales ausgewiesen werden und mehr Disziplinen als bloß die Naturwissenschaften und die technischen Wissenschaften umfassen.“¹³²

Bacon kommt eine besondere historische Bedeutung zu: Einerseits betreffend die Förderung dieser Wissenschaften, andererseits dadurch, dass er die methodischen Regeln für die Erforschung von Natur und Mensch auch auf die Vermittlung und Weitergabe von Wissenschaft anwandte, sodass in der Forschung die kommende Generation dort fortsetzen konnte, wo die gegenwärtige aufgehört hatte. Bacon beschäftigte sich mit dem Aspekt der Wissensvermittlung

¹³⁰ Vgl. Bacon, Francis: Neues Organon (lat. Orig.: Novum organum, 1620), hg. v. W. Krohn, 2 Bde. Hamburg 1990, Bd. 1, 267-273, zit. nach Halter/Lochbühler, I, 87–89; Hügli, Anton/Lübcke, Poul (Hgg.): Philosophie-Lexikon. Personen und Begriffe der abendländischen Philosophie von der Antike bis zur Gegenwart, Reinbek: Rowohlt ²1998, 74-78.

¹³¹ Ebd. 88.

¹³² Hügli/Lübcke, 75.

sehr eingehend und experimentierte in seinen Werken mit verschiedenen Vermittlungsformen in Abhängigkeit von Stoff und Leser.

Bacon forderte, dass dem rationalen Wissen von theologischer Seite keine Hindernisse in den Weg gelegt werden. Er unterscheidet auch scharf zwischen rationaler, rein durch den Vernunftgebrauch gewonnener Erkenntnis und dem geoffenbarten Wissen. Demgemäß hat sich die rationale Theologie nur insofern mit der Existenz und der Natur Gottes zu beschäftigen, als diese durch das Beobachten der geschaffenen Welt erkannt werden können. Die Natur Gottes selbst ist jedoch Gegenstand der Offenbarungstheologie.

Bacon verwendet die 4 aristotelischen *causae* nicht im aristotelischen Sinn, was besonders aus seinem Hauptwerk „*Novum organon scientiarum*“ hervorgeht, sondern definiert mit ihnen das Verhältnis der Physik zur Metaphysik, wobei dieses Verhältnis bei ihm ungeklärt bleibt.¹³³

In seinen Beiträgen zum Wissenschaftsbegriff der Renaissance forderte Bacon:¹³⁴

- statt Magie und Zufall eine strenge wissenschaftliche Vorgangsweise,
- statt der deduktiven die induktive Methode ausgehend von Erfahrungen,
- statt Wissen um der bloßen Wahrheit willen, ein Wissen zum Zwecke menschlicher Bedürfnisbefriedigung.

5.1.1.3 Der Dualismus des Rene Descartes¹³⁵

Rene Descartes (1596-1650) hat mit seinem Dualismus (*res extensa* - *res cogitans*) die Welt in eine des Geistes (denkfähiges Wesen = menschlicher Geist) und in eine materielle Welt, der er nur noch eine Ausdehnung zugesteht und zu der Dinge und Tiere ohne Unterscheidung gehören, getrennt.

Durch die Ausgliederung des menschlichen Geistes aus dem Zusammenhang der materiellen Natur wurde die Natur zum bloßen Material, zur bloßen Ressource, die dem Menschen zu dessen beliebigen Verfügung steht, degradiert.

Mit Descartes ging verloren, dass ich als Mensch Körper **bin** und nicht einen Körper **habe**, wie es Descartes formulierte. Dieser Verlust impliziert den gesamten Umgang mit diesem „Körper“ und sein Denken über ihn, der ich aber ganzheitlich **bin**. Weiters wird zu unserer Schande dieses Denken, welches Tiere als „Maschinen“ behandelte, immer noch gegenüber den Tieren praktiziert. Wahrscheinlich hätte es auch ohne diesen Dualismus Legebatterien und andere nicht artgerechte Tierhaltung gegeben, doch so hatte man dafür wenigstens einen philosophischen Vorwand.

¹³³ Ebd. 76f.

¹³⁴ Vgl. Der Brockhaus in 15 Bänden, I, 391.

¹³⁵ Vgl. Halter/ Lochbühler, I, 90-91.

5.1.2 Der Vorwurf des Anthropozentrismus, gerichtet an die jüdisch-christliche Tradition

5.1.2.1 Die verschiedenen Auslegungsmöglichkeiten des Wortes **hdr** (radah) zur Bibelstelle Gen 1,26.28

Es mag viele Menschen verwundern, dass über ein einziges Wort so viel publiziert wurde; andere werden vermutlich sagen, es gäbe wohl Besseres zu tun, als wegen eines einzigen Wortes so viel Aufhebens zu machen. Allen diesen Zweiflern rufe ich die enorme Wirkungsgeschichte dieses „kleinen“ Wortes in Erinnerung: Seine verhängnisvolle Fehlinterpretation und/oder sein Missbrauch haben allem Lebendigen schon zu viel Leid angetan bzw. tun das noch immer.

5.1.2.1.1 Eigene Überlegungen zu dieser Bibelstelle¹³⁶

Der Text der beiden Bibelstellen lautet in der Einheitsübersetzung:

Gen 1,26:

Dann sprach Gott: Laßt uns Menschen machen als unser Abbild, uns ähnlich. Sie sollen herrschen über die Fische des Meeres, über die Vögel des Himmels, über das Vieh, über die ganze Erde und über alle Kriechtiere auf dem Land.

Gen 1,28:

Gott segnete sie, und Gott sprach zu ihnen: Seid fruchtbar, und vermehrt euch, bevölkert die Erde, unterwerft sie euch, und herrscht über die Fische des Meeres, über die Vögel des Himmels und über alle Tiere, die sich auf dem Land regen.

Das hebräische Wort **hdr** (radah) hat u.a. die Bedeutungen von herrschen, niedertreten.

Zur Zeit des Alten Testaments hatte dieses sehr wahrscheinlich auch die Bedeutung von „niedertreten“, hatte doch der König auch für den Schutz seiner Untertanen zu sorgen. Weiters dürfte dieses Wort durchaus auch giftigen und/oder der Herde gefährlichen Tieren gegolten haben.

Allerdings schreibt Dtn 17,20 dem König vor, „sein Herz nicht über seine Brüder zu erheben und von dem Gebot weder links noch rechts abzuweichen, damit er lange als König in Israels Mitte lebt, er und seine Nachkommen.“ Diese Bibelstelle spricht eine ganz andere Sprache: Der König wird zur Brüderlichkeit/Schwesterlichkeit und zur Einhaltung der Gebote des Herrn der Schöpfung aufgefordert, weil es dem König – wie auch uns – nur dann gut ergeht, wenn **alle**

¹³⁶ Vgl. PS 8,7; Gen 9,2.

(wir alle!) die Grundregeln des Zusammenlebens (und die Gebote sind ja nichts anderes) befolgen.

Auch Lev 25,43-46 verbietet die Versklavung von Israeliten durch Israeliten. Allein das Versklaven wird - wie aus dem ersten Teil von Vers 43 und aus dem zweiten Teil von Vers 46 hervorgeht - bereits als ein gewaltsames Herrschen bezeichnet.

Ebenso prangert der Prophet Ezechiel (Ez 34,1ff) die „schlechten Hirten Israels“ an. In Vers 4 wird von den schlechten Königen ausgesagt:

„Die schwachen Tiere stärkt ihr nicht, die kranken heilt ihr nicht, die verletzten verbindet ihr nicht, die verscheuchten holt ihr nicht zurück, die verirrtet sucht ihr nicht, und die starken misshandelt ihr.“

Diese wenigen Bibelstellen sollen als Beleg für die Ausgewogenheit und das aufeinander bezogen Sein der Wortbedeutungen „herrschen“ und „sorgen“ angeführt sein.

Auch im Neuen Testament findet sich eine Vielzahl von Belegen, die ein „Herrschen“ in der Form eines „Ausbeutens“ undenkbar erscheinen lassen. Als Beispiel führe ich 1Joh 4,8 an. Diese Bibelstelle beschreibt Gott als die Liebe. Allenfalls kann ein „Herrschen“ immer nur im Kontext dieser Liebe verstanden sein; und diese Liebe schließt in jedem Fall ein „Be-herrschen“, „Ausbeuten“, etc., aus.

5.1.2.1.2 Fachlich fundierte Exegese zu Gen 1,26.28¹³⁷

Bernd Janowski schreibt zum Thema „Herrschen über die Tiere“ in Gen 1,26-28 zur Semantik von radah:

In der Auslegungs- und Wirkungsgeschichte von Gen 1,26-1,28 sind die Verben radah und kabasch (V. 28a) immer wieder als Verben verstanden worden, die das Element der Gewalt beinhalten und eine rücksichtslose Beherrschung der Natur durch den Menschen propagieren. Damit im Zusammenhang steht die Aufforderung „Macht euch die Erde untertan“ als die „Legitimationformel“ des zivilisatorischen Fortschritts. Allerdings veränderte sich seit den 70-er Jahren des 20. Jahrhunderts das diesbezügliche intellektuelle Klima.

Nachfolgend wird auf zwei unterschiedliche, eine frühere und eine neuere Interpretation von radah eingegangen.

Das Problem bei einer Interpretation ist stets die Frage, wie weit der kulturelle Hintergrund mit zu berücksichtigen ist. Vorausgeschickt wird auch, dass jeder Interpretation eine etymologische Hypothese zugrundeliegt.

Das erste Deutemodell:

¹³⁷ Vgl. Janowski, Bernd: Herrschaft über die Tiere, in: Braulik, Georg OSB/Groß, Walter/McEvenue, Sean (Hgg.): Biblische Theologie und gesellschaftlicher Wandel. FS f. Norbert Lohfink SJ, Wien: Herder 1993, 183ff.

Herrschen bedeutet (nieder)treten, trampeln, (vergleichbar mit: die Kelter treten).

Diese Interpretation von „Herrschen“ ist von oben nach unten gerichtet und entspricht einer mit Gewalt verbundenen Handlung.

Das zweite Deutemodell:

Herrschen bedeutet begleiten, (mit sich) führen.

Zweifel an der aggressiven Form (erstes Deutemodell) von radah waren in der Exegese die Ausnahme. Obwohl schon der Zusammenhang von Gen 1,28 mit der folgenden Nahrungs-Zuweisung in Gen 1,29f und auch mit dem Thema „Segen“ und dem „Ruhem“ Gottes geeignet sind, um solche Zweifel wachzurufen.

Nach dieser zweiten Interpretation ist unter radah ein „Walten als königlicher Hirte“ zu verstehen. Auf dieser Linie bewegt sich auch die Analyse von Norbert Lohfink, der die Semantik von radah folgendermaßen bestimmte (bzw. abgrenzte): „Wenn besondere Härte der gemeinten Handlung ausgesagt werden soll, muss eigens noch ein Ausdruck hinzugefügt werden. Daraus ist zu entnehmen, dass das Wort [radah] für sich genommen nicht schon besondere Härte und Grausamkeit besagt, sondern einfach meint: regieren, kommandieren, leiten, anweisen.“¹³⁸

Eine weitere Grundbedeutung des Wortes radah ist „begleiten“, speziell auch von Tieren: Sie auf die Weide führen, Zugtieren Befehle geben, mit einem Wort: indem der Mensch sie domestiziert. Norbert Lohfink´s Domestikationshypothese ist von K. Koch und E. Zenger aufgegriffen und auf eine Weise präzisiert worden, die man „ökologisch“ nennen kann.

Nach Erich Zenger ist der Mensch nicht zur schrankenlosen Herrschaft bevollmächtigt, wohl aber zum „königlichen Beauftragten des Schöpfergottes.“¹³⁹ Dies zeige sowohl die Semantik von radah als auch die altorientalische Vorstellung vom „göttlichen Hirten“, der durch den König als sein lebendes „Abbild“ repräsentiert wird. Nach dieser Vorstellung ist der Mensch von Gott zum „Hirtenamt“ befähigt und beauftragt, um dieses Amt zum Schutz und zur Förderung des Lebens auszuüben.

Bei der Interpretation nach K. Koch tritt der königsideologische Aspekt gegenüber dem Auftrag zu einem hegenden Verhalten des Menschen zurück. Als Begründung für seine Interpretation verweist K. Koch auf Gen 1,29f, worin der Mensch zur Sorge für die Tiere aufgefordert ist.

Lohfink, Zenger und Koch stimmen darin überein, dass mit dem Wort radah keine unterdrückende Herrschaft zu verstehen sein kann. Die wahrscheinlichste Interpretation ist die einer königlichen Funktion, bei der das Sorgen um die Integrität und das Lebensrecht im Vordergrund steht.

¹³⁸ Janowski, 186.

¹³⁹ Ebd. 186.

Ebensowenig kann Gen 9,2f ohne das Blutgenuss- und Tötungsverbot von Gen 9,4f gelesen werden.

Ebensogut stünde es dem Menschen an, durch Selbstbegrenzung seiner Herrschaft einer Normativität des Faktischen entgegenzuwirken – und das in vielen Lebensbereichen.

Ein persönlicher Nachsatz zu unserem heutigen Verständnis gegenüber den Tieren:

Insgesamt betrachtet ist unser heutiges Verhalten gegenüber den Tieren ambivalent und überdenkenswert. Die einen werden tier-unwürdig auf engstem Raum zusammengepfercht gehalten. Nach einem oft qualvollen, langen Transport (der überhaupt nicht notwendig sein muss, weil auch ein den Hygieneanforderungen entsprechend ausgestatteter Schlachthof zum Bauernhof fahren könnte) werden sie in Schlachtfabriken auf dem Fließband getötet, um schließlich von uns aufgegessen zu werden. Bei Katzen und Hunden etc. habe ich dagegen das Gefühl, dass hin und wieder mit deren Vermenschlichung zu weit gegangen wird.

5.1.2.2 Handeln mit der oder gegen die Natur¹⁴⁰

Uns Menschen sollte klar sein, dass ein Handeln mit der Natur Leben und eines gegen sie den Untergang der Menschheit (und nicht der Natur) nach sich ziehen würde. Nüchtern betrachtet könnte unser gegenwärtiges Handeln mit einem kollektiven Selbstmord verglichen werden, bei dem wir auch andere höhere Lebensformen mit in den Tod ziehen.

Unser heutiges Tun ist vom Verlust der Rückbindung an den Urheber des Lebens gekennzeichnet. Der Mensch versucht sich selbst als Schöpfer, er ist es aber nicht und wird es nie sein.

Weiters verhält sich der Mensch so, als ob er nicht Teil der Natur wäre, von der er lebt; nur so ist das Schisma zwischen Mensch und Natur erklärbar. Anders gesagt: Der entnatürlichte Mensch sieht nicht mehr das Ganze und hält sich irrtümlich für die Mitte und das Maß aller Dinge. Aber der Mensch, der über sich kein Maß mehr hat, wird maßlos. Die Auswüchse dieser Maßlosigkeit sind in der heutigen Welt überall sichtbar, z. B.:

- In den Berichten, dass Straßenkinder sogar ermordet werden, um deren Organe für ein zweifelhaftes Weiterleben zu missbrauchen.
- Das Subjekt „Mensch“ wird selbst schon – wie die Gentechnik zeigt – zum manipulierbaren Natur-Objekt.

Der jüdisch-christliche Glaube musste überhaupt nicht zu solchen Entwicklungen führen, wie uns das östliche Christentum und der Codex Justinian (529) zeigen, wo die Mitkreatur in die Humanität mit einbezogen ist. Der biblische Schöpfungsauftrag wurde bis in die Neuzeit hinein in seinem ganzen Zusammenhang gelesen und nicht als Aufforderung zur selbstherrlichen

¹⁴⁰ Vgl. Kessler, Hans: Das Stöhnen der Natur. Plädoyer für eine Schöpfungsspiritualität und Schöpfungsethik, Düsseldorf: Patmos 1990.

Ausbeutung der Natur instrumentalisiert.

Auffällig ist auch die Psalmen-Frömmigkeit mit ihrem Lobpreis für alle Geschöpfe.

In dieser Kategorie von Frömmigkeit wurde das Verhältnis von Schöpfer und Schöpfung in der Dreiecksbeziehung Gott - Mensch - Natur gesehen und nicht als Zweierbeziehung Gott – Mensch gedacht. Vor allem aber wurde sie nicht auf eine Gott – Seele – Beziehung verengt.

Francis Bacon wollte erstmals im Jahre 1603 – interessengetrieben – in den biblischen Texten eine Beherrschung und Entwertung der Natur erkennen: Erst in der späten Neuzeit also wurde fälschlicherweise eine absolute Sonderstellung des Menschen in der Natur und ein absoluter Herrschaftsanspruch gegenüber ihr zu legitimieren versucht.

Es kann daher behauptet werden, dass Gen 1,26.28 höchstens zweckentfremdet als Legitimation angeführt werden konnte. Leider wurde von den westeuropäischen Kirchen und Theologien diese Tatsache nicht deutlich genug artikuliert bzw. haben sie selbst zum Teil auf die - damals noch nicht erkennbaren - verhängnisvollen Entwicklungen von Naturwissenschaft und Technik gesetzt. Teilweise überließen sie auch die Natur den Naturwissenschaften und zogen sich auf eine ent-naturalisierte Heils- und Lebensgeschichte zurück.

Zusammenfassend kann gesagt werden, dass nicht der Schöpfungsauftrag, sondern der Verlust der Schöpfungsperspektive die Verdinglichung und Ausbeutung der Natur ermöglicht hat und ermöglicht. Kessler führt die dahinterliegenden unterschiedlichen Faktoren, die geistes- und sozialgeschichtlichen Prozesse, welche zur ausbeuterischen Grundeinstellung gegenüber der Natur geführt haben an und betont, dass sie insgesamt ein komplexeres Netz von Ursachen und Wirkungen ergeben:

- 1) Die Wiederentdeckung der hochentwickelten antiken und arabischen Mathematik und Naturwissenschaft führte zu einem Entwicklungsschub in der Mechanik und Technik mit den Erfindungen der mechanischen Uhr, des Kompasses, des Schießpulvers, des Buchdrucks, etc. ab dem 13. Jh.. Dadurch wurde der Ausgriff auf neue Kontinente, Reichtümer und eine erste Industrialisierung mit kapitalistischer Produktionsweise ermöglicht. Dies führte zu einer bis dahin nicht gekannten Naturentfremdung.
- 2) Die Durchsetzung einer bürgerlich-liberalen Weltanschauung gegenüber dem bisherigen religiös legitimierten feudalistischen Weltbild.
- 3) Das Erheben der naturwissenschaftlich-technischen Naturbeherrschung zum Medium der Selbstverwirklichung.
- 4) Philosophische Denkansätze, die das Selbstbewusstsein des autonomen Subjekts betonten, wirkten trendverstärkend.
- 5) Der mittelalterliche Mensch lebte kosmo- und theozentrisch in einem sinnvoll geordneten Kosmos, der auf Gott als letzten Ur- und Zielgrund hin transparent war und der von ihm zeugte.

6) In der Renaissance zeichnete sich die Wende von der kosmologischen Theozentrik zur Anthropozentrik ab: Der Mensch stellt sich selbstbewusst und stolz über alles Geschaffene, wobei ohne Zweifel die architektonischen und schöpferisch-künstlerischen Leistungen zur Steigerung seines Selbstwertgefühls beitrugen.

So glaubt z. B. Pico della Mirandola (1463-1494) an die reine Schöpferkraft des sich selbst und die Welt gestaltenden Menschen sowie an die Autonomie dieser Schöpferkraft. Freiheit und Würde des Menschen sind verletzt, wenn sein Geist einer anderen Bestimmung als der sich selbst gesetzten unterworfen wäre.¹⁴¹

Dieses Freiheits- und Selbstwertbewusstsein ist vollkommen unbiblisch. Es wird aber zum Leitbild für die Folgezeit: Der Mensch hat sich (als Geist oder Seele) gegenüber den Tieren und aller Natur abgesetzt und über sie erhoben. Doch schon ein halbes Jahrhundert später zerbrach dieses von Pico noch als selbstverständlich vorausgesetzte, bergende Weltbild. Im Jahr 1543 erschien Kopernikus' Werk „De revolutionibus orbium coelestium“ und beendete die Vorstellung des bergenden Weltbildes der Geozentrik. Dadurch stürzte der Mensch in die bodenlose Unendlichkeit eines empfindungslos-gleichgültigen Universums.

5.1.2.3 Die ökologische Krise als Folge einer Entmythologisierung und selbtherrlichen Manipulation der Natur mit den effizienten Mitteln der Technik und der Naturwissenschaft¹⁴²

Bereits im Jahr 1966 stellte der amerikanische Historiker Lynn White die Behauptung auf, dass die ökologische Krise die Folge einer Entmythologisierung und selbtherrlichen Manipulation der Natur mit den effizienten Mitteln der Technik und der Naturwissenschaft sei. Laut White lassen sich sowohl die Entstehung der modernen Wissenschaft und Technik als auch der Geist, in dem sie angewandt werden, auf charakteristische Eigenarten des Christentums zurückführen. Die praktische Anwendung des Bacon'schen Glaubenssatzes, dass naturwissenschaftliches Wissen Macht über die Natur bedeute, wird darin als ein ebenso bedeutendes Ereignis wie die Entdeckung des Ackerbaus angesehen. Der Durchbruch sei schließlich in der Mitte des 19. Jahrhunderts durch die Fusion der theoretischen Naturwissenschaft mit der empirischen Technik gelungen. Erst diese Fusion ermöglichte laut White die Industrielle Revolution.

Die Vorgeschichte:

Bereits im frühen Mittelalter gewann unsere Entwicklung ihren Vorsprung und ihre

¹⁴¹ Kessler, 39.

¹⁴² Vgl. White, Lynn: Die historischen Wurzeln unserer ökologischen Krise, in: Gefährdete Zukunft, hg. v. M. Lohmann, München 1970, 20-29, hier 20-26 (amerik. Orig.: The Historical Roots of our Ecological Crisis, in: Science 155 [1967], 1203 – 1207), zit. nach Halter/Lochbühler, I, 24-30.

charakteristischen Merkmale, durch die sie die Weltherrschaft an sich riss. Um ihre heutigen Auswirkungen zu verstehen ist es hilfreich, die mittelalterliche Entwicklung zu untersuchen. Im Mittelalter war die Landwirtschaft die wichtigste Erwerbsquelle. Jede Veränderung der Ackerbaumethoden war daher von weitreichender Bedeutung.

Gegen Ende des 7. Jahrhunderts tauchte im Norden Europas ein Pflug auf, der nicht - wie in den mediterranen Ländern üblich - von zwei Ochsen gezogen die Erde aufhackte, sondern sie - wie auch die heutigen Pflüge, durch 8 Ochsen gezogen - umackerte. Hatten früher die Gründe eine Größe, um den Ernährungsbedarf einer Familie zu decken, war jetzt die Größe eines Grundstücks von der familiären Leistungsfähigkeit und der Anzahl der Zugtiere abhängig. Damit begann die Ausbeutung des Bodens. Fränkische Kalender ab dem Jahr 830 geben diese Ausbeutung und Bezwingung der Natur bildlich wieder, indem sie Szenen wie pflügen, ernten, Bäume fällen, Schweine schlachten, darstellen: Mensch und Natur stehen sich erstmals gegenüber, sind zweierlei geworden. Der Mensch ist dabei der überlegene Teil.

Die ökologischen Beziehungen des Menschen werden von seinem Glauben geprägt:

Der Sieg des christlichen Glaubens über das Heidentum war die größte geistige Revolution in der Geschichte unserer Kultur.

Wie wirkte sich das Christentum auf die Beziehungen des Menschen zu seiner Umwelt aus?

Die Mythologien vieler Kulturen enthalten Schöpfungsgeschichten. Wie Aristoteles bestritten die Intellektuellen der Antike, dass die sichtbare Welt einen Anfang habe. Dies wäre auch mit dem zyklischen Zeitverständnis der Griechen unvereinbar gewesen.

Die jüdisch-christliche Tradition dagegen kannte keine wiederholbare, sondern nur eine lineare Zeit.

Der Mensch als der Überlegene gab den Tieren ihre Namen.

Gottes Schöpfung zielt einzig und allein auf das Wohlergehen des Menschen als Ebenbild Gottes ab.

Dieses Denken stand im völligen Gegensatz zum antiken Heidentum und zu den asiatischen Religionen. Das abendländische Christentum führte zweierlei ein:

- einen Dualismus zwischen dem menschlichen Geist und der Natur und
- die Feststellung, dass Gottes Wille geschehe, wenn der Mensch die Natur für seine Zwecke ausbeute¹⁴³.

Im klassischen Altertum hatte jeder Baum, jede Quelle, jeder Bach oder Berg seinen *genus loci*, seinen eigenen Schutzgeist. Diese Geister waren für die Menschen erreichbar, aber ihnen völlig unähnlich (Nixen, Faune,...). Ohne den jeweiligen Geist zu besänftigen, war ein Eingriff in die Natur undenkbar.

¹⁴³ White, zit. nach Halter/Lochbühler, I, 28.

Das Christentum zerstörte diese Naturbeseelung und schuf damit erst die geistige Voraussetzung für die Ausbeutung und Zerstörung der Natur.

5.1.2.4 Christlicher Anthropozentrismus als Kernproblem¹⁴⁴

Eugen Drewermann sieht in einem christlichen Anthropozentrismus das Kernproblem für die heutige Umweltsituation. Dieser christliche Anthropozentrismus, der griechische und römische Elemente integrierte, habe schon im Alten Testament seine Wurzeln.

Nach den Ausführungen von Drewermann besaß die Religion Israels zur Natur schon immer ein heikles Verhältnis. Die Grundlage seines Glaubens ist die Erwählung des Volkes Israel durch Gott. Im Mittelpunkt stehen die Verheißungen Gottes gegenüber den Stammvätern. Die biblische Geschichte ist die Geschichte eines persönlichen Gottes mit seinem Volk. Auch der (priesterschriftliche) Schöpfungsgedanke ändert wenig am Anthropozentrismus der Bibel, die das Werden des Kosmos und seiner Geschichte zum Vorspiel für die Geschichte der Menschheit schrumpfen ließ. Die Welt wurde nach menschlichen Zeitmaßen gemessen und nicht umgekehrt. Die Schöpfungsidee entspringt dem Glaubens- und Machtanspruch gegenüber den kanaanäischen Göttern und nicht aus einer tiefen Welterfahrung.

Dazu im Gegensatz versuchten die zeitgenössischen Mythen der Ägypter und Inder, das Naturgeschehen in riesigen Zeiträumen zu begreifen.

Die Fruchtbarkeit der Erde war bis dahin in Palästina das Produkt der heiligen Hochzeit der Mutter Erde mit dem Gott des Himmels.

Für die Hebräer war der Schöpfergott ein Patriarch, der mit Macht und Befehl die Welt regiert. Für die Griechen der Antike bzw. in deren Naturphilosophie war das Göttliche ein unpersönliches Prinzip, das in oder hinter allen Dingen war. Sie forschten nach den wirkenden Gesetzen und Ursachen der Naturerscheinungen. Hebräer wie Griechen versuchten jeweils auf ihre Weise, die Welt der Mythen zu überwinden.

Eugen Drewermann meint, dass die rein eigenständige (also nicht von außerjüdischen Quellen stammende) hebräische Wüstenreligion die Erde niemals mütterlich, gütig, warm zu sehen imstande war. Original hebräisch sei allein der Gedanke, dass Gott den Menschen die ganze Welt zu seiner Nutzung zu Füßen legte. Dies ist aber ein Zeichen der Unterwerfung.¹⁴⁵

Zusammenfassend wird ausgesagt:

- a) Die Natur sei bei den Hebräern eine Art Feindin, die sich dem göttlichen und menschlichen Willen zu unterwerfen habe.

¹⁴⁴ Vgl. Drewermann, Eugen: Der tödliche Fortschritt. Von der Zerstörung der Erde und des Menschen im Erbe des Christentums, 6. erw. u. aktual. Aufl. Regensburg 1990 (1. Aufl. 1981), 71-76, 79-81, zit. nach Halter/Lochbühler, I, 57-61.

¹⁴⁵ Ebd. 59.

- b) Bei den Griechen sei die Natur dagegen ein Ensemble rationaler Gesetzmäßigkeiten.
- c) Jahrhunderte später werden aus der Zusammenführung dieser beiden Denkweisen Naturwissenschaft und Technik.

Für das Christentum stand die Erde noch mehr im Mittelpunkt als für das Judentum. Gott war in Christus Mensch geworden. Großartig am Christentum ist die Überzeugung von der absoluten Bedeutung und Geltung des Individuums. Diese hätte eine metaphysische Überzeugung bleiben sollen. Sie wurde aber als Vorsehung Gottes auch in der Naturphilosophie ausgestaltet:

Die gesamte Natur hatte jetzt dem Wohl und Weh eines jeden einzelnen Menschen zu dienen. Nachdem die Naturwissenschaft schließlich den Menschen objektiv entthront hatte, wird sie vom subjektiven Herrschaftsanspruch eines säkularisierten Christentums in ein Machtinstrument verwandelt, mit dessen Hilfe der Mensch seinen verlorenen Vorrang in der Natur wieder herstellen will, indem er die gesamte Natur in eine Mega-Prothese für eine möglichst leidfreie Menschheit umzugestalten versucht.¹⁴⁶

5.1.3 Versuche, eine ausgewogene Stellungnahme zu finden

5.1.3.1 Der Unterschied zwischen der biblischen Botschaft und ihrer Wirkungsgeschichte¹⁴⁷

Wie schon in den vorherigen Stellungnahmen ausgeführt, wird die christlich-jüdische Tradition – insbesondere der priesterschriftliche Schöpfungsbericht und speziell Gen 1,26-28 – angeklagt, Schuld an der gegenwärtigen Umweltkrise zu tragen. Durch die Trennung von Gott und Welt, Schöpfer und Schöpfung, durch die Entgöttlichung der Natur und die Herrschaft des Menschen über sie sei der Mensch nicht nur aufgefordert, sondern sogar zur Ausbeutung und Zerstörung der Natur legitimiert worden.

In den Fünfziger-Jahren des 20. Jahrhunderts war es noch keine Schande, die Herkunft der modernen Wissenschaften aus dem jüdisch-christlichen Schöpferglauben abzuleiten.

Dabei ist in der Exegese des priesterschriftlichen Schöpfungsberichtes unumstritten:

- Die gesamte Natur ist nicht göttlich.
- Der Mensch steht über der Natur, er ist nicht Teil von ihr, er ist nicht ihr Bruder, sondern ihr Herr.
- Der Mensch steht auf der Seite Gottes und über der übrigen Schöpfung als Stellvertreter, Repräsentant, Statthalter Gottes. In dieser Funktion ist er auch Herrscher über die Natur.

¹⁴⁶ Drewermann, zit. nach Halter/Lochbühler, I, 61.

¹⁴⁷ Vgl. Daecke, Sigurd Martin: Auf dem Weg zu einer praktischen Theologie der Natur, in: Frieden mit der Natur, hg. v. K.M. Meyer-Abich, Freiburg 1979, 262-285, hier 262-270, zit. nach Halter/Lochbühler, I, 61-66.

- Beide Schöpfungsberichte des Alten Testaments sind eindeutig und einseitig auf den Menschen als Ziel und Gipfel der Schöpfung ausgerichtet, die Schöpfung ist Schöpfung um des Menschen willen.

Diese einst als Argument für die Ableitung der Naturwissenschaft und Technik aus dem Schöpfungsglauben verwendeten Bibelstellen dienen heute als Beweis, dass der Schöpfungsglaube der Verursacher von Umwelt- und Naturzerstörung ist. Dabei muss aber bedacht werden:

- Als Statthalter, Repräsentant und im Auftrag Gottes zu handeln schließt ein zerstörerisches Verhalten aus.
- Durch Ausbeutung und Zerstörung der Natur würde sich der Mensch seiner Lebensgrundlage berauben.
- Die Herrschaft des Menschen ist mit dem Segen Gottes verbunden. Der Auftrag kann daher nur gut und nicht zerstörerisch sein.
- Die Billigungsformel („siehe, es war sehr gut“) schließt eine Schädigung der Natur durch die Herrschaft des Menschen aus.

Es ist also mehr als bedenklich, nur eine oder einige wenige Bibelstelle(n) als Rechtfertigung für die Ausbeutung der Natur heranzuziehen, ohne vorher die ganze Bibel zu befragen, die ein anderes Bild liefert:

- Mensch und Natur werden dort in einem ganzheitlichen Zusammenhang erfasst.
- Der Mensch ist eingebunden in die Schöpfungswelt und hat Anteil an der Bezogenheit alles Geschaffenen auf den Schöpfer hin.
- Dem Menschen ist als Statthalter die Verantwortung für den Bestand und den Fortbestand der Lebenswelt zugewiesen.
- Laut O. H. Steck bleibt die alttestamentliche Sicht des Verhältnisses Gott – Mensch – Welt – Geschöpf von der Transzendenz Gottes geprägt.

Anmerkung: Schon in der Antike erhoben in Unkenntnis des christlichen Glaubens die religiösen (heidnischen) Römer gegenüber den Christen den Vorwurf der Gottlosigkeit, weil sie der Meinung waren, die Christen entheiligten die Natur.

5.1.3.2 Unschuld der Bibel, Mitschuld des Christentums¹⁴⁸

Günter Altner weist die Schuld der biblischen Tradition am ausbeuterischen Umgang mit der Natur zurück. Gleichzeitig sieht er aber eine Mitschuld von Kirche und Christentum, dass aus der biblisch begründeten guten Säkularisierung der Natur, die dem Menschen zur Verwaltung übergeben ist, der häretische Säkularismus werden konnte.

¹⁴⁸ Vgl. Altner, Günter: Schöpfung am Abgrund. Die Theologie vor der Umweltfrage, Neukirchen-Vluyn 1974, 74-79, zit. nach Halter/Lochbühler, I, 66-70.

In der Neuzeit wurde die Sonderstellung des Menschen losgelöst von der Bindung an Gott und verabsolutiert. Auf diese Weise wurde die Ungehorsamsgeschichte des Christentums zur Despotie über die Natur.

Säkularismus meint den Versuch des Menschen, mit der Verwaltung der Natur sich auch der Unverfügbarkeit gottgewirkter Geschichte zu bemächtigen, um sie selbst in die Hand zu nehmen.

Der Christ lebt im Spannungsfeld zwischen dem „Schon“ des gekommenen Herrn und dem „Noch nicht“, der noch ausstehenden Wiederkunft Christi.

Dort, wo die Spannung ausgehalten wird, bleibt es bei der Vorläufigkeit der mitkreatürlichen Bezogenheit menschlicher Verantwortung. Dort aber, wo sie durchbrochen wird, tritt der Mensch in die absolute Sonderstellung Gottes ein. Die Vorläufigkeit menschlicher Naturbeherrschung wird dann zur Despotie der wirtschaftlich-technischen Ausbeutung. Die Vergänglichkeit menschlicher Existenz wird dabei durch eine scheinbare Überlegenheit überspielt.

Der Nominalismus des 13. Jahrhunderts mit seinem Bild eines willkürlichen Gottes trug das Seine bei, um auch einen willkürlichen Menschen auf den Plan zu rufen, der letztlich alle Dinge zu Objekten der wirtschaftlich-technischen Weltbemächtigung gemacht hat.

Der Umschlag von der Mönchsethik in die calvinistische und neukatholische Leistungsethik tat das Übrige. Es wurde also im Säkularismus die Heilszusage fallen gelassen und die biblisch intendierte Herrschaft des Menschen über die Natur zu einer technokratischen Ausbeutung pervertiert, für die nur noch die Kategorien der Reproduzierbarkeit und Machbarkeit zutreffen. Die Alleingültigkeit technisch-wissenschaftlicher Kategorien belegt die Verneinung des göttlichen Angebotes zur Kooperation, bei dem aber das göttliche Handeln in der Geschichte unverfügbar ist. Den Säkularismus kennzeichnet daher der Missbrauch der gewährten Mündigkeit des Menschen. Das sich Versagen des Menschen gegenüber dem gnadenhaften alt- und neutestamentlichen Angebot zur kooperativen Mitverantwortung für die Schöpfung hat also gnadenlose Folgen für Mensch und Natur.

5.1.3.3 Der Einfluss mittelalterlich-christlicher Bestimmungsfaktoren auf die neuzeitliche Entwicklung von Naturwissenschaft und Technik¹⁴⁹

In der Christenheit des Abendlandes bildeten sich 3 Faktoren heraus.

- 1) Ein Geschichtsverständnis
- 2) Ein Arbeitsethos
- 3) Eine Dominium-terrae-Interpretation

¹⁴⁹ Vgl. Krolzik, Udo: Umweltkrise – Folge des Christentums?, Stuttgart – Berlin 1979, 80-84, zit. nach Halter/Lochbühler, I, 70-73.

Diese Faktoren förderten oder forderten sogar technische Neuerungen und technologische Umwandlungen. Weiters gewannen diese drei Bestimmungsfaktoren noch durch ein eschatologisches Verständnis an Dynamik:

Bei den Zisterziensern und bei Hugo von St.Viktor gewann die Technik selbst eine eschatologische Bedeutung. Es verband sich der eschatologische Gedanke der Vollkommenheit mit dem der Verwandlung der Natur mit Hilfe der Technik. Damit war die Anwendung der Technik in den Klöstern legitimiert (Die Schöpfung strebt einem eschatologischen Ziel zu. Der Mensch fühlt sich beauftragt, durch die Umwandlung der Natur zum Erreichen des eschatologischen Zieles beizutragen.)

Beschleunigend auf diese Entwicklung wirkte vielleicht noch der Umstand, dass von Joachim von Fiore (+1202) mit dem Jahr 1260 das Anbrechen des Zeitalters des Geistes errechnet war.¹⁵⁰

In den Zeitraum des 12./13. Jahrhunderts fiel auch die erste industrielle Revolution [vielleicht von den technischen Heraus- und Anforderungen der Gotik mitbestimmt, F.K.]. Diese erste industrielle Revolution führte zu einer Theorie der Mechanik, die zur Grundlage vieler Naturerkenntnisse wurde. So hielt sich Francis Bacon, der als „Vater der mechanischen Naturwissenschaften“ bezeichnet wird, häufig in Werkstätten auf, um von den Handwerkern und ihren Kenntnissen Einsichten für sein Naturverständnis zu gewinnen. Im Unterschied zum antiken Verständnis – nach dem sich die Mechanik mit unnatürlichen Vorgängen beschäftigte – erkennt Bacon in der Mechanik den Ablauf natürlicher Vorgänge.

Die ursprünglich eschatologisch legitimierte und die mit technischen Mitteln vorangetriebene Verwandlung der Welt bzw. das Bearbeiten der Natur wurde als Unterstützung des göttlichen Handelns angesehen. Als Folge der Säkularisierung aber sah der Mensch in der Bearbeitung der Natur die Möglichkeit, ihre Maschinen-Natur in einer Weltmaschine zu verwirklichen und auf diese Weise die Natur zu vollenden. Mit diesem Schritt wurde die Natur ihrer jüdisch-christlichen Einbettung in die gemeinsame Bezogenheit von Mensch und Natur auf Gott hin beraubt:

Die Natur besaß nun keinen Eigenwert mehr. So wurde die Natur zum Rohmaterial (zur Ressource) für eine vom menschlichen Geist entworfene zweite Natur, und der Mensch wurde zu ihrem „Schöpfer“.

Bei Hugo von St.Viktor schafft der Mensch durch die Verwandlung der Natur die Voraussetzung für das eschatologische Handeln Gottes. Für Hugo ist die Theorie der Mechanik Teil jener *sciencia*, der das eschatologische Ziel der Natur bekannt ist. Dadurch wird die Verwandlung der Natur als ein Prozess verstanden, der in der Natur sein ewiges Ziel hat. Somit kann der Mensch der Natur als Subjekt gegenüberreten und sie zur Vollendung führen.

¹⁵⁰ Schneider, Theodor (Hg.): Handbuch der Dogmatik, Düsseldorf: Patmos 2000, I, 394.

In der Renaissance war der letzte Schritt vom Statthalter zum Schöpfer (auf Grund seiner Fähigkeiten als Architekt und Künstler) vollzogen.

Die im 12./13. Jahrhundert christlich motivierte Entwicklung der Technik war keineswegs vom einem ausbeuterischen Naturverständnis bestimmt. Erst in der Renaissance entstand durch die Auflösung der Bezogenheit von Mensch und Natur auf Gott hin ein Menschen- und Naturverständnis, das der Natur ihren Eigenwert nahm und sie zum Rohstofflieferanten entwürdigte. Das Mönchtum selbst weist aber die Betrachtung der Welt als Maschine scharf zurück. Für das Mönchtum war der Mensch immer Mitarbeiter Gottes, der die Schönheit der Natur durch seine Kultivierung zur Geltung und Darstellung bringt. Erst die bürgerliche Ökonomie beginnt die Weltmaschine zu verwirklichen und die Natur im Verlauf der industriellen Revolution auszubeuten. Insofern kann mit Recht behauptet werden, dass nicht das Christentum sondern die Säkularisierung und die mit ihr einhergehende Selbstbezogenheit des Menschen die Umweltkrise zu verantworten haben.

5.2 Einige wichtige Vertreter des ökologischen Bewusstseins

5.2.1 Franz von Assisi¹⁵¹

Franz von Assisi (1181/82-1226) hatte ein besonderes Verhältnis zu allen Lebewesen bzw. zum gesamten Geschaffenen. Die Sensibilität dieses Heiligen für die Schönheit der gesamten Schöpfung äußert sich auch in seinem verbalen positiv-schonenden Umgang mit ihr. Ein besonderes Beispiel dafür ist der von ihm überlieferte Sonnengesang. In diesem benennt er die Gestirne als bewundernswürdige Geschöpfe Gottes, die zugleich seine Geschwister sind. Die uns von ihm überlieferten Legenden, in denen er mit den Tieren spricht, lassen ein tiefes, wechselseitiges Verstehen und Achten und ein besonderes Verhältnis zu ihnen erahnen.

5.2.2 Franz von Baader¹⁵²

Die Romantik ist in ihrer Gesamtheit ein geistig-künstlerischer Kontrast, sowohl gegenüber der Aufklärung als auch gegenüber der beginnenden industriellen Revolution mit ihrer Naturunterwerfung.

Einer der bedeutendsten Vertreter, der sich gegen das mechanistische Verständnis der Natur und gegen die doppelte Ablösung der Moral von Natur und Gott wandte, war Franz von Baader

¹⁵¹ Vgl. Franz von Assisi: Der Sonnengesang, in: A. Rotzetter, Von Demut, Frieden und anderen Torheiten. Franziskanische Texte gedeutet für die Menschen unserer Zeit, Freiburg i.Ü. 1990, 124-125, zit. nach Halter/Lochbühler, I, 98-100.

¹⁵² Vgl. Franz von Baader: Über die Begründung der Ethik durch die Physik (1813), in: Franz von Baader's sämtliche Werke, hg. v. F. Hoffmann, Bd. 5, Leipzig 1854, 1-34, hier 31-34, zit. nach Halter/Lochbühler, I, 103-105.

(1765-1841). Dieser Vertreter der Münchner Romantik, der den Menschen als Hüter der Schöpfung betrachtete, fordert nicht nur die Einbindung des Menschen in die Natur, besonders durch seinen Leib, er betont auch die Notwendigkeit der Verknüpfung der Ethik mit der Natur (der Physik). In Abgrenzung zu Francis Bacon postuliert er die Pflicht des Menschen zum hegenden Umgang und zur Sympathie mit allen Kreaturen. Durch sein Postulat einer zumindest ansatzweise die nicht-menschlichen Naturbereiche einbeziehenden Ethik kann er als einer der Vorläufer der heutigen ökologischen Ethik angesehen werden.

5.2.3 Albert Schweitzer¹⁵³

Der evangelische Theologe und Urwald-Arzt entwickelte in seinem zur Zeit des ersten Weltkrieges entstandenen Hauptwerk „Kultur und Ethik“ eine „Ethik der Ehrfurcht vor dem Leben“. Damit nahm er ein zentrales Anliegen der modernen umweltethischen Diskussion vorweg. Albert Schweitzer kritisiert in seinem Werk die abendländische Ethikdiskussion, die sich – im Gegensatz zum östlichen Denken – fast ausschließlich auf das Verhältnis des Menschen zum Mitmenschen und zur Gesellschaft einschränkt. Besonders kritisiert er, dass in der westlichen Ethik das Verhalten des Menschen gegenüber den Tieren aus Engherzigkeit ausgeklammert wird.

5.2.4 Hans Jonas¹⁵⁴

Hans Jonas bringt Beispiele zum Thema Verantwortung:

a) Verantwortung ist immer Verantwortung gegenüber etwas oder gegenüber jemandem.

Ein Autoraser handelt gegenüber sich selbst leichtsinnig, gegenüber anderen aber verantwortungslos.

Ein Familienvater, der sein eigenes Vermögen im Casino verspielt, handelt gegenüber seiner Familie verantwortungslos. Bei einem ledigen Menschen würde diese Handlung als Leichtsinns oder eventuell als Dummheit qualifiziert.

b) Verantwortung kann auch in Verbindung mit Gehorsam stehen.

Der Kapitän eines Schiffes, der als Arbeitnehmer eine Anweisung des Eigners (z. B. eine für die Seeverhältnisse zu hohe Geschwindigkeit zu navigieren), die Fracht oder Passagiere in Gefahr brächte, nicht ausführt, handelt verantwortungsvoll.

c) Verantwortung und Macht sind nicht das gleiche.

Im vorigen Beispiel hat der Eigner die Macht, den Kapitän zu entlassen. Der Kapitän würde für eine gehorsame Unverantwortlichkeit eventuell belohnt, oder aber für eine ungehorsame

¹⁵³ Vgl. Schweitzer, Albert: Kultur und Ethik (1923), in: Ders., Gesammelte Werke in fünf Bänden, hg. v. R. Grabs, 2. Aufl. München 1975, Bd. 2, 99-420, hier 362-366, zit. nach Halter/Lochbühler, I, 105-107.

¹⁵⁴ Vgl. Jonas, Hans: Das Prinzip Verantwortung. Versuch einer Ethik für die technologische Zivilisation, Frankfurt am Main: Insel ²1980, 176ff.

Verantwortlichkeit vom Mächtigeren bestraft. In diesem Beispiel ist es situationsbedingt notwendig, dass der Kapitän als der für das Schiff allein Verantwortliche bereit ist, diese theoretisch mögliche Bestrafung auf sich zu nehmen.

d) möglicher und nicht möglicher Rücktritt von Verantwortung und Freiwilligkeit.

Politiker übernehmen Verantwortung freiwillig und auf Zeit. Ein Rücktritt von der Verantwortung ist möglich.

Eltern übernehmen Verantwortung theoretisch ebenfalls auf Zeit; sie können aber nicht von dieser Verantwortung zurücktreten, sondern sie können sich ihr höchstens entziehen.

5.2.5 Wilhelm Korff¹⁵⁵

Der katholische Sozialethiker Wilhelm Korff sieht den Ansatzpunkt einer Umweltethik nicht in einer Begrenzung der menschlichen Eingriffe in die Natur, sondern in der „Einbindung unserer Zivilisationsprobleme in das sie tragende Netzwerk der Natur“¹⁵⁶. Dem entspricht das umweltethische Grundprinzip der Retinität (Vernetzung). Dieses findet heute eine große Resonanz.

Die Instrumentalisierung der Natur findet einen seiner Gegenpole in den umweltethischen Ansätzen, in denen für die Natur eine eigene Begriffswelt erstellt wurde (Heiligkeit, Würde, Solidarität, Partnerschaft, Gleichwertigkeit, Eigenrecht,...), unabhängig davon, ob eine solche einer ernsten Prüfung standhält. Diese Ethik stellt die Natur als eine unverfügbare Größe hin, um sie möglichst dem instrumentellen Zugriff des Menschen zu entziehen. Durch diese Ethik entstand aber ein von den ökonomischen und sozialen Erfordernissen (als Menschheitsfrage) abgekoppeltes ökologisches Gegenethos.

Weiters weiß heute im Grunde jedermann, dass die gegenwärtigen großen ökonomischen und sozialen Probleme nicht gegen die Umweltfrage gelöst werden können. In der Praxis versagt also eine Umweltethik, die über Ehrfurchts-, Achtungs- und Bewahrungsforderungen hinaus wenig zu leisten imstande ist.

Dem Retinitätsprinzip gelingt der Brückenschlag zwischen Fortschritt und Natur, indem es die Aufgabe benennt, um die es in der Umweltfrage geht. Hierbei ist die Einbindung unserer Zivilisationssysteme in das sie tragende Netzwerk notwendig. Wilhelm Korff bezeichnet daher sein umweltethisches Prinzip Retinitätsprinzip (Vernetzungsprinzip), dem, als Imperativ formuliert, der Brückenschlag zwischen Natur und Fortschritt gelingt: „Als Fortschritt, als sozialer Fortschritt, als ökonomischer Fortschritt, als technischer Fortschritt kann nur bezeichnet werden, was von den Bedingungen der Natur mitgetragen wird. Es geht um Rückkopplungs-,

¹⁵⁵ Vgl. Korff, Wilhelm: Schöpfungsgerechter Fortschritt. Grundlagen und Perspektiven der Umweltethik, in: Herderkorrespondenz 51 (1997), 78-84, hier 83-84, zit. nach Halter/Lochbühler, II, 24-27.

¹⁵⁶ Ebd. 24 .

Einbindungs- und Vernetzungsaufgaben, ohne deren stetige Bewältigung jede Rede von Fortschritt ihren schöpfungsmäßigen Sinn verliert.“¹⁵⁷ Dies impliziert, dass die Umweltfrage nicht auf einem „Nebenschauplatz“ spielt und in die „Reparaturhalle“ geschoben werden kann, sondern dass sie den gesellschaftlichen Fortschritt von den Wurzeln her mitbestimmt. Das bedeutet, dass eine dauerhafte ökonomische und soziale Entwicklung nur denkbar ist, wenn sie sich umweltgerecht vollzieht. Gleiches ist auch mit dem Ausdruck „Sustainable Development“ oder – als österreichische Variante (siehe 3.1.3.) „Ökosoziale Marktwirtschaft“ – gemeint.

5.3 Kirchliche Dokumente zur gegenwärtigen Umweltsituation

5.3.1 „Frieden in Gerechtigkeit“. Europäische ökumenische Versammlung Basel 1989¹⁵⁸

Das Dokument über die 1. Europäische Ökumenische Versammlung FRIEDEN IN GERECHTIGKEIT in Basel (1989) ist das Ergebnis eines erstmals intensiv praktizierten Prozesses der Konsultation und Partizipation der europäischen christlichen Kirchen.

Alle in Basel vertretenen Kirchen sind sich einig in ihrer Verpflichtung zu einem ökumenischen Prozess des Friedens, der Gerechtigkeit und der Bewahrung der Schöpfung. Die Kirchen Europas wollen – trotz der fehlenden vollen Gemeinschaft – ein Zeugnis von dem Glauben ablegen, aus dem die Christen leben.

Das Dokument ist nach den drei Schritten „Sehen – Urteilen – Handeln“ aufgebaut und enthält:

- 1) Situationsbeschreibung (Kapitel 2),
- 2) Elemente des Glaubens und der Umkehr (Kapitel 3 und 4),
- 3) Aussagen, Empfehlungen und praktische Verpflichtungen für die Zukunft Europas (Kapitel 5 und 6).

ad 1) Situationsbeschreibung

Die miteinander verflochtenen Problemfelder, die das Überleben der Menschheit gefährden, sind: Frieden, Gerechtigkeit und Umwelt.

Bedrohungen der Gerechtigkeit:

- a) Fast einer Milliarde Menschen fehlt das Notwendigste zum Leben.
- b) Millionen Menschen sind Opfer von Gewalt, Bürgerkrieg und kalter Menschenverachtung geworden oder sind verhungert bzw. am Mangel gesundheitlicher Versorgung gestorben. Sogar in den reichsten Ländern wächst die Zahl der Menschen, die unter dem

¹⁵⁷ Korff, zit. nach Halter/Lochbühler, II, 26.

¹⁵⁸ Vgl. Frieden in Gerechtigkeit. Europäische Ökumenische Versammlung Basel, 15.-21. Mai 1989, in: Gerechtigkeit – Frieden – Bewahrung der Schöpfung der Arbeitsgruppe „Justitia et pax“ der Berliner Bischofskonferenz, Leipzig: St. Benno 1990, 157-203.

Existenzminimum leben müssen. Die Schuldenkrise ist vielleicht das spektakulärste Beispiel für die wirtschaftliche Ungerechtigkeit.

Die Menschenrechte werden auf verschiedenste Weisen verletzt (wirtschaftlich, sozial, politisch, religiös, kulturell).

- c) Zur Lösung des weltweiten Problems der Armut und Ungerechtigkeit bedarf es einer internationalen Ordnung, in der das Völkerrecht gestärkt und durch entsprechende Institutionen auch durchgesetzt wird.

Bedrohungen des Friedens:

- a) Seit 1945 wurden über 100 Kriege geführt, die unendlich viele Todesopfer gefordert haben.
- b) Die Bestände an nuklearen und konventionellen Waffen stellen eine Bedrohung für die gesamte Menschheit dar. Eine Friedenssicherung durch Abschreckung wird immer mehr als der falsche Weg erkannt.
- c) Eine Kriegsverhütung ist für die Regierungen angesichts der weltweit Reichtümer verschlingenden Rüstungsausgaben eine der dringlichsten politischen Aufgaben.
- d) Nationale militärische Verteidigungsmittel können in der heutigen Welt keine Friedenssicherheit mehr garantieren. Die Institution des Krieges muss abgeschafft werden; statt ihr brauchen wir eine Weltfriedensordnung.

Bedrohungen der Umwelt:

- a) Tausende von Tier- und Pflanzenarten wurden bereits ausgerottet. Wissenschaftliche Berichte in den letzten zwei Jahrzehnten warnen immer wieder vor den umweltschädigenden Folgen der Aktivitäten von Industrie und Landwirtschaft.
- b) Im Interesse einer Verringerung des Treibhauseffekts und der Schonung der Ozonschicht müssen die reichen Länder des Nordens ihre Verbrauchsgewohnheiten ändern.
- c) Wirksame Kontrollmechanismen gegenüber der problematischen Entwicklung der Genmanipulation sollten gefunden werden.

Da auch die Umweltprobleme nur global lösbar sind, ist eine ökologische Weltordnung dringend erforderlich.

Ineinandergreifende Dimensionen der Krise:

An nur einem Beispiel soll das Ineinandergreifen von ökonomischer Ungerechtigkeit und ökologischen Schäden aufgezeigt werden:

Brasilien ist zum überwiegenden Teil wegen seiner Militärausgaben schwer verschuldet. Die Anstrengungen um die Rückzahlung gehen überwiegend zu Lasten der Armen und des tropischen Regenwaldes, der zum Teil von den Siedlern gerodet wird, da die Landreform, die ihnen ein Überleben ohne Rodung des Regenwaldes sichern könnte, ausgeblieben ist. Zum Teil haben auch Großkonzerne den Urwald aufgekauft, um ihn zu roden; die Brandrodung schädigt

wiederum [doppelt, weil nicht nur Kohlendioxid und Aerosole an die Atmosphäre abgegeben werden, sondern auch ein wertvoller Kohlendioxidspeicher verlorengeht, F.K.] die Atmosphäre.

Die tieferen Wurzeln der heutigen Krise:

- a) Wissenschaft und Technik haben der Menschheit ungeheure Möglichkeiten eröffnet. Nicht aber Wissenschaft und Technik, wohl aber ihr Missbrauch, ist mit schuld an der Ausbeutung und Zerstörung der Umwelt.
- b) Der wahre Grund für diese Fehlentwicklung ist jedoch in den Herzen der Menschen, in ihrer Einstellung und in ihrer Moralität zu suchen. Der Mensch unterlag der Täuschung, dass er imstande sei, die Welt zu gestalten. Seine Vermessenheit führte ihn zur Überschätzung seiner Rolle, die er im Hinblick auf das Ganze des Lebens hat. Die Ideologie eines ständigen Wachstums der Wirtschaft ohne Bezug auf ethische Werte an der Wurzel des Wirtschaftssystems sowie die Überzeugung, dass die geschaffene Welt uns zur Ausbeutung und nicht zur Fürsorge und Pflege übergeben ist, trugen zur heutigen krisenhaften Situation bei. Der Mensch vertraute darauf, dass er mit seinen Entdeckungen die jeweils entstehenden Probleme lösen werde. Es bedarf daher einer grundlegenden Überprüfung, wie Wissenschaft und Technik der Sache der Gerechtigkeit, des Friedens und der Bewahrung der Schöpfung wirklich dienen können.

ad 2) Elemente des Glaubens und der Umkehr

- a) Unser Leben verdanken wir Gott, dem Schöpfer, dem dreieinen Gott – Vater, Sohn und Heiliger Geist – der sich uns in Jesus Christus geoffenbart hat. Durch diese Menschwerdung Gottes ist der Mensch vergöttlicht.

Die Sünde des Menschen ist, dass er sich von dieser Quelle allen Lebens abgewendet hat. Schon das Erste Testament gibt an vielen Stellen an, dass Gott immer wieder bereit ist, einen neuen Bund mit den Menschen zu schließen. Der endgültige Bund Gottes mit der Menschheit wurde durch Jesus Christus geschlossen. Der Apostel Paulus sagt: „ Wenn jemand in Christus ist, dann ist er eine neue Schöpfung: Das Alte ist vergangen, Neues ist geworden“ (2Kor 5,17).

An die ganze Schöpfung ist die Verheißung gerichtet, dass Gottes Schöpfungstätigkeit noch nicht vollendet ist, wie uns Jesus sagt: „Mein Vater ist noch am Werk, und auch ich bin am Werk“ (Joh 5,17).

Wenn Gottes Reich, das „Gerechtigkeit und Friede in Freude in dem Hl. Geist“ (Röm 14,17) ist, anbricht, wird uns die Fülle seines Segens offenbar werden. Deshalb ist es die höchste Bestimmung des Menschen, hier und jetzt Gottes Frieden und Gerechtigkeit in Solidarität mit der ganzen Schöpfung zu suchen.

- b) Die Kirche: Volk Gottes und Leib Christi in der Kraft des Hl. Geistes.

Durch Glaube und Taufe sind wir Töchter und Söhne Gottes geworden: Es gibt „nicht mehr Juden und Griechen, nicht Sklaven und Freie, nicht Mann und Frau, denn ihr seid alle `einer´ in Jesus Christus“ (Gal 3,28).

Insofern ist die Kirche als Leib Christi die „Vision des Friedens“ (Origenes, or.9,2).

ad 3) Aussagen, Empfehlungen

a) Es gilt, aus der Vergangenheit zu lernen: Von Europa sind im 20. Jh. zwei Weltkriege ausgegangen. Viele der in der Geschichte Europas ausgetragenen Kriege waren Religionskriege. Millionen von Menschen sind um ihres Glaubens willen getötet und gefoltert worden. In großen Konflikten, in denen es um Gerechtigkeit ging, haben die Kirchen oft geschwiegen.

Als Christen müssen wir darüber nachdenken, wie Europa in der Zukunft aussehen soll. Nur der Einsatz gewaltfreier politischer Mittel ist der angemessene Weg, denn es gibt keine Situation, die den Einsatz von Gewalt verlangen oder rechtfertigen würde. Die Christen Europas sind nicht nur Zuschauer, sondern sie sind Teil der Hoffnung, die die Bereitschaft zeigt, sich auch der Minderheiten anzunehmen und sich für Versöhnung einzusetzen.

b) Grundsätzliche Aussagen, praktische Verpflichtungen, Empfehlungen und Ausblicke für die Zukunft:

Die Europäische Ökumenische Versammlung FRIEDEN IN GERECHTIGKEIT versteht sich als Schritt in einem Prozess, in dem die europäischen Kirchen im gemeinsamen Reden und Handeln für Gerechtigkeit, Frieden und Bewahrung der Schöpfung den größtmöglichen Konsens anstreben.

Die Delegierten der europäischen Kirchen:

- betrachten es als Skandal und Verbrechen, dass jährlich Millionen von Menschen in einer Welt verhungern, die genügend Güter hat und genug Nahrungsmittel für alle haben könnte;
- verpflichten sich, ihre Ressourcen untereinander zu teilen;
- verpflichten sich, bevorzugt für die Armen, Unterdrückten und Machtlosen einzutreten;
- betrachten es als Skandal und Verbrechen, wie Menschenrechte verletzt werden.

Empfehlungen zum Thema „Gerechtigkeit“:

Die gesamte Menschheit, vorrangig die Armen, Unterdrückten und Machtlosen benötigen dringend eine neue Weltwirtschaftsordnung. Jede wirtschaftliche Entwicklung muss den Kriterien sozialer, internationaler und umweltrelevanter Verträglichkeit sowie dem Leben zukünftiger Generationen genügen. Diesen Kriterien sollten auch die Regeln der internationalen Handelsbeziehungen und die Erleichterung der Schuldenlast für die armen Länder unterworfen werden.

Empfehlungen zum Thema „Frieden“:

Da die europäischen Kirchen davon überzeugt sind, dass der Krieg nach dem Willen Gottes nicht sein darf, sollte alles unternommen werden, um die internationalen Mechanismen zur friedlichen Konfliktlösung zwischen den Völkern auszubauen, beispielsweise durch internationale Abkommen, die Anerkennung internationaler Gerichtshöfe und dergleichen. Diese Bemühungen sollen sich darauf richten, die Institution des Krieges zu überwinden. Friedensförderung muss den Vorrang vor Kriegsverhinderung gewinnen. Alle Länder sind aufgerufen, sich an bestehende Verträge zu halten, ihre Abrüstungsverhandlungen fortzusetzen, auf die Abrüstung konventioneller Streitkräfte hinzuwirken, einen umfassenden Atomwaffenstopp zu vereinbaren und von jeder militärischen Nutzung des Weltraums Abstand zu nehmen.

Empfehlungen zum Thema „Umwelt“:

Jede technologische Entwicklung muss daran gemessen werden, ob sie den angesprochenen Kriterien der Verträglichkeit entspricht. Das hat eine völlige Änderung des Konzepts von einem ständigen Wirtschaftswachstum zur Folge und bedingt eine neue Art unseres Umgangs mit den Schätzen der Natur.

Der verschwenderische Umgang mit Energie in den Industrieländern muss drastisch eingeschränkt werden. Einige Kirchen haben sich verpflichtet, für eine beträchtliche Reduzierung des Energieverbrauchs einzutreten.

In besonderem Maße gilt dies für fossile Brennstoffe. Hier könnte eine Drosselung des Verbrauchs durch wirkungsvolle energiesparende Maßnahmen und die Entwicklung erneuerbarer Energiequellen (Sonne, Wasser, Wind) erreicht werden.

5.3.2 „Umwelt und Entwicklung - eine Herausforderung an unsere Lebensstile“ - Kreta 1995¹⁵⁹

Das Abschlussdokument unter dem Titel „Umwelt und Entwicklung – eine Herausforderung an unsere Lebensstile“ in Kreta (1995) umfasst insgesamt sechs Themenkreise. Das Dokument ist das Ergebnis eines gemeinsamen Studienprojekts von der Konferenz Europäischer Kirchen (KEK) und der Europäischen Bischofskonferenz (CCEE) in Zusammenarbeit mit der Europäischen Ökumenischen Kommission für Entwicklung (EECOD) über Umwelt und Entwicklung.

Aus den sechs Themenkreisen greife ich solche, die wesentlich mein Thema berühren, heraus:

a) Die besondere Verantwortung der europäischen Länder

Es ist evident, dass es besonders unerträgliche Unausgeglichenheiten zwischen den einzelnen Ländern gibt:

- zwischen west- und osteuropäischen Ländern,

¹⁵⁹ Vgl. Umwelt und Entwicklung. Eine Herausforderung an unsere Lebensstile, Ökumenische Konsultation Kreta 1995, s. Dok. 53 (Anhang).

- zwischen reichen und armen europäischen Ländern,
- zwischen den meisten Ländern Europas und den Entwicklungsländern,
- zwischen gegenwärtigen und zukünftigen Generationen.

Folgende Beispiele sollen diese Unausgeglichenheit verdeutlichen:

- etwa 36 Prozent des weltweiten Kohlendioxid-Ausstoßes entfallen auf West- und Osteuropa;
- der „Verkauf“ (statt der Bemühung um eine eigene Entsorgung) von Giftmüll nach Osteuropa und in die Entwicklungsländer;
- auch in den Industrieländern herrscht trotz eines Wirtschaftswachstums eine hohe Arbeitslosigkeit;
- die Europäische Union stellte 1994 für den Export ihrer überschüssigen landwirtschaftlichen Produkte eine Subvention von 8 Milliarden Euro zur Verfügung, während sie nur die Hälfte dieses Betrages für Entwicklungshilfe an ärmere Länder ausgab.

b) Schöpfung und der Auftrag des Menschen in der Schöpfung

- Die Kirchen erkennen, dass sie nur sehr langsam auf die Bedrohungen der Umwelt reagiert haben und dass heute eine deutliche Sprache dringend geboten ist.
- Allzu oft haben Kirchen in Lehre und Zeugnis die Vorstellung vertreten, der Mensch müsse die Natur erobern, sodass heute das Christentum wieder zu seinen Wurzeln zurückkehren und sein theologisches Denken erneuern muss.

Gemeinsam bekräftigen die Kirchen:

- Gottes fortwährende Gegenwart in der Schöpfung,
- Gott hat das Universum nicht nur geschaffen, er erhält es auch weiterhin am Leben,
- der Mensch ist berufen, in Gemeinschaft mit der Schöpfung zu leben.

c) Schritte zu zukunftsfähigen Gesellschaften (vergleiche dazu auch das unter 3.1.3 Angeführte):

- 1) Im Rahmen der umweltethischen Kommission war zu klären, ob es wirtschaftliche Wachstumsformen gibt, die qualitativ von einer anderen Art als die heutigen sind, d. h. die ohne Steigerung des Ressourcenbedarfs funktionieren, indem sie schon bei der Produktion die Wiederverwertung der Rohstoffe berücksichtigen.
- 2) Die durch Umweltbelastung verursachten Kosten sind in den Preis der Produkte einzukalkulieren.
- 3) Das Beschreiten neuer Wege bei der Messung der Leistungsfähigkeit von Wirtschaftssystemen ist notwendig, da heute im Bruttonationalprodukt die Umweltschäden nicht erfasst sind.
- 4) Zur Reduktion der Ausbeutung der Ressourcen sollte ein Preismechanismus in Form einer Umweltsteuer angewandt werden. Dazu werden jedoch internationale Konventionen notwendig sein.

- 5) Ein geeignetes Steuersystem soll umweltfreundliche Produkte belohnen und umweltbelastende bestrafen. Das derzeitige Steuersystem besteuert vorwiegend die menschliche Arbeit. Im Sinne einer verantwortungsvollen Umweltpolitik ist es zielführend, Rohstoffe und Energie mit einem höheren Steuersatz zu belegen.
- 6) Schaffung von Arbeitsplätzen durch die Förderung von erneuerbaren Energien.
- d) Unser persönlicher und gemeinsamer Lebensstil
Wir alle sind aufgefordert, unseren Lebensstil künftig umzugestalten:
- durch die Vermeidung eines unnötigen Energieverbrauchs (siehe dazu auch Kapitel 4.2),
 - neue Wege zu beschreiten, indem sich z. B. einzelne Personen zu einer ganz bestimmten Energieeinsparung verpflichten,
 - einen neuen Umgang mit Mobilität und Transport zu finden, indem durch den Verbrauch lokal angebauter und der Jahreszeit entsprechender Produkte Transport- und Tiefkühlhaltung verringert werden,
 - um die durch die Fleischproduktion in Form von Massentierhaltung entstehende Umweltbelastung zu reduzieren, erfordert ein umweltgerechter Lebensstil die Einschränkung des Fleischkonsums,
 - ein neuer Lebensstil sollte auch durch einen neuen Umgang mit der Zeit gekennzeichnet sein, indem Werten - wie Beziehungen, Gemeinschaft, füreinander sorgen, Loyalität gegenüber anderen Menschen, eine Achtung der Natur - Priorität eingeräumt wird und der auch Zeiten für Gebet und Meditation einschließt. Dabei sollte Röm 12,2 in Erinnerung gerufen werden, wo der Apostel Paulus einlädt: „Gleicht euch nicht dieser Welt an, sondern wandelt euch und erneuert euer Denken, damit ihr prüfen und erkennen könnt, was der Wille Gottes ist, was ihm gefällt, was gut und vollkommen ist.“ Diese Haltung schließt keinesfalls eine negative Haltung gegenüber den Gütern der Welt ein, sondern soll zu einer neuen Offenheit gegenüber höherwertigen Formen menschlichen Lebens führen.

5.3.3 Gefährdetes Klima – Eine Studie des Rates der evangelischen Kirche Deutschlands 1995¹⁶⁰

Die evangelische Kirche Deutschlands sieht sich sowohl auf dem Gebiet von Glauben und Lehre als auch auf dem Gebiet des eigenen Lebens und Handelns dazu herausgefordert, sich zum Klimawandel zu äußern.

In der Menschheitsgeschichte gab es immer wieder Katastrophen durch Naturkräfte, aber auch regional begrenzte Katastrophen durch menschliche Eingriffe, wie Abholzungen, die zu

¹⁶⁰ Vgl. Gefährdetes Klima. Studie des Beirats des Beauftragten des Rates der EKD für Umweltfragen, EKD-Text 52, 1995, s. Dok. 54 (Anhang).

Verwüstungen geführt haben (z. B. die Abholzung der „Zedern des Libanon“, der Verlust der „Kornkammer“ Nordafrika, die Entwaldung großer Teile der Mittelmeerküste, die zu deren Verkarstung führte und die nur mit größtem Aufwand und sehr langsam rückführbar ist). Neu ist, dass eine globale Katastrophe durch eine Klimaänderung als Folge der Eingriffe des Menschen denkbar ist. Die Jahrhunderte alten Fortschrittsverheißungen von Naturwissenschaft, Technik und Wirtschaft könnten in eine globale Bedrohung umschlagen, wie sie bereits in den Kapiteln 1 und 2 dieser Arbeit beschrieben wurden.

Dadurch muss sich die Theologie herausgefordert fühlen, weil die Wirkungsgeschichte jüdisch-christlichen Gedankengutes die Entwicklung der abendländischen Kultur und ihre industrielle Revolution mitgeprägt hat.

Eben diese – wenn auch sehr differenziert zu betrachtende – Mitverantwortlichkeit am industriellen Fortschritt verpflichten Theologie und Kirche, ihren Beitrag zum Erhalt der Lebensbedingungen auf der Erde für alle Geschöpfe und zukünftigen Generationen zu leisten.

Die Natur und der Kosmos: Gottes Schöpfung

Nach jüdisch-christlichem Glaubenszeugnis sind Natur und Kosmos Schöpfungstaten Gottes, wie es schon das erste Buch der Bibel im Namen „Genesis“ (Entstehung) ausweist.

Der Noah-Bund (Gen 9) enthält ein von Gott der Menschheit gegebenes Versprechen: Solange die Erde besteht, sollen Elementarstrukturen, wie Saat und Ernte, Frost und Hitze, Sommer und Winter, Tag und Nacht nicht aufhören. Das von Gott als Besiegelung dieses Bundes gesetzte Zeichen, der Regenbogen, ist in den letzten Jahrzehnten zu einem säkularen Hoffnungssymbol geworden.

In den Psalmen und in der Weisheitsliteratur der Bibel werden Natur und Kosmos als dem Menschen vorgegeben, sinnvoll geordnet und lebensfördernd dargestellt. Gott wird darin als deren Schöpfer gepriesen.

Das Eingebettetsein des Einzelnen in Gottes weitergehendes Wirken in seiner Schöpfung hat Martin Luther in seiner Auslegung zum ersten Artikel des Glaubensbekenntnisses („Von der Schöpfung“) mit den Worten festgehalten: „Ich glaube, dass mich Gott geschaffen hat samt allen Kreaturen ...“. Der darin angesprochene Respekt vor dem Schöpfer und die Ehrfurcht vor allem Lebenden sind den Menschen unserer westlichen Industriekultur ebenso wie die in den biblischen Schöpfungsaussagen enthaltene ganzheitliche Weltbetrachtung abhanden gekommen.

Unter Berücksichtigung der naturwissenschaftlichen Erkenntnisse müssen wir die Schöpfung als offenes System ansehen, dessen langfristige Entwicklung und deren mögliches Ende für uns nicht abzusehen sind und in dem es immer schon Klimaänderungen gab. Durch die gegenwärtig anhaltende Freisetzung von Treibhausgasen verändert die Menschheit das Erdklima mit einer Schnelligkeit, die nur von erdgeschichtlichen Katastrophen erreicht und überschritten wurde.

Dieser Eingriff des Menschen hat daher eine qualitativ andere Dimension, indem sie Gottes Willen und Auftrag widerspricht und nach biblischem Verständnis Sünde ist. Sünde, weil die Menschen dadurch fahrlässig unüberschaubare und unbeherrschbare Folgen auslösen können. Es ist daher wünschenswert und notwendig, zusammen mit anderen Religionen hinsichtlich der Umweltverantwortung auf einen globalen Wertekonsens hinzuarbeiten, wie es mit der Deklaration des Parlaments der Weltreligionen 1993 in Chicago versucht wurde.

Für Christen ist ein Anknüpfungspunkt für den interreligiösen Dialog dadurch gegeben, weil biblische Schöpfungsaussagen oft auf vorbiblische Schöpfungsmythen zurückgehen, die auch in anderen Religionen bekannt sind und bewahrt wurden.

Heute ist es wichtig, die Umweltverantwortung auch säkular zu begründen und als eine allgemeine Verantwortungsethik zu vermitteln: Dieser neue „Imperativ“ fordert, dass jeder sein Handeln an der Verantwortung für das Leben zukünftiger Generationen ausrichten muss. Die christliche Freiheit beinhaltet auch die Möglichkeit der Distanzierung von vermeintlichen Sachzwängen und die Eröffnung alternativer Handlungsweisen. Im Sinne des ökumenischen Leitbegriffs der „Verantwortlichen Haushalterschaft“ ist es die Aufgabe der Wissenschaft und Politik, die beiden Begriffe Ökonomie und Ökologie wieder in einen Zusammenhang zu bringen. Im Leitbild der „nachhaltig umweltgerechten Entwicklung“ („sustainable development“) ist diese Richtung vorgegeben. Der Leitbegriff „Verantwortliche Haushalterschaft“ wurde weiter ausdifferenziert, sodass eine schöpfungsgerechte Haushalterschaft im Sinne von Ökonomie und Ökologie folgenden Kriterien zu entsprechen hat:

- Umwelt- beziehungsweise Schöpfungsverträglichkeit,
- Sozialverträglichkeit,
- Friedensverträglichkeit und
- Generationenverträglichkeit.

In diesem Zusammenhang ist das Kriterium „Klimaverträglichkeit“ ausdrücklich zu nennen, welches alle vier oben genannten Kriterien auf Grund seiner Komplexität einschließt: das Klima ist umweltrelevant, sozialrelevant, friedens- und generationenrelevant.

Die Hoffnung auf Vollendung der Schöpfung

Natur und Kosmos werden – wie schon gesagt – als offenes System gedacht. Der Mensch ist darin zum großen Risikofaktor geworden. Es ist nicht gewiss, dass die Menschheit ihre Aufgabe zur Bewahrung der Schöpfung ernst genug nimmt. Wissenschaft und Technik hätten die Möglichkeit, den Schöpfungsprozess irreversibel zu stören. Auch wenn dadurch Leid und Zerstörung über die Erde hereinbrechen würden, wäre dadurch der Schöpfungswille Gottes nicht aufgehoben, sodass wir mit Röm 8 darauf vertrauen dürfen, dass Gott sein Schöpfungswerk nach seinem Willen vollenden wird. Diese Hoffnung kann uns vor Resignation

und apokalyptischem Defätismus bewahren. Diese Hoffnung birgt auch die Bedingung der Möglichkeit, Verantwortung wahrzunehmen und zu tragen.

5.3.4 „Die Bewahrung der Schöpfung“. Eine Handreichung für Pfarrgemeinden der Diözese Graz-Seckau 1992¹⁶¹

Die Bewahrung der Schöpfung war Thema der 12. Vollversammlung des Diözesanrates der Diözese Graz-Seckau im Herbst 1992. Bereits in den einleitenden biblischen und theologischen Bezügen verdeutlicht der Diözesanrat die angemessene Stellung des Menschen in der Schöpfung. Der Mensch ist von Gott als ihr Bebauer und Hüter und nicht als ihr Zerstörer vorgesehen.

Die der Schöpfung zugefügten und nicht wiedergutzumachenden schädigenden Handlungen werden mit „Skandal“ und „Verbrechen“ sehr deutlich benannt.

Gegenüber der Natur wird eine neue partnerschaftliche Beziehung zwischen Mensch und Natur eingemahnt.

Die Pfarrgemeinden werden in diesem Dokument aufgerufen:

- 1) Deutlich und vernehmbar ein Bekenntnis zur Schöpfung und Bewahrung der Natur in Liturgie und Predigt, im Pfarrgemeinderat, in Bibelkreisen, im Unterricht, in der Erwachsenenbildung und in der Politik abzulegen.
- 2) a) Umweltverträglichkeitsprüfungen bei Projekten vorzunehmen,
b) eine Ökologieberatung für den privaten, schulischen, betrieblichen, landwirtschaftlichen, pfarrinternen, etc., Bereich in Pfarre, Dekanat und Diözese anzubieten.
- 3) Neue, umweltschonendere Techniken und Methoden zu nützen sowie den Ausbau öffentlicher Verkehrsmittel und die Verwendung von Alternativenergien zu fördern, und den Genuss von möglichst naturbelassenen Lebensmitteln zu empfehlen.
- 4) Für gewaltfreie Konfliktlösungen einzutreten.
- 5) Möglichkeiten für ein mitweltschonendes Wirtschaften und Arbeiten zu suchen und für eine Schulung der erforderlichen pfarrlich notwendigen Mitarbeiter hinsichtlich folgender Schwerpunkte zu sorgen:
 - a) den pflegenden Umgang mit Erde, Wasser und Luft,
 - b) für den lebensfördernden Umgang mit Pflanzen und Tieren (z. B. hinsichtlich Artenvielfalt, Massentierhaltung, Düngung und Pestizideinsatz),
 - c) Müll: Seine Vermeidung, Trennung, fachgerechte Entsorgung und Wiederverwertung,
 - d) im Konsumverhalten: richtungsweisend wirken,

¹⁶¹ Vgl. Unsere gemeinsame Aufgabe: Die Bewahrung der Schöpfung. Eine Handreichung für Pfarrgemeinden, Graz-Mariatrost, 12. Vollversammlung des Diözesanrates der Diözese Graz-Seckau, 20./21.11.1992.

- e) den richtigen Umgang mit Wasch- und Reinigungsmitteln im Alltag,
 - f) bei Neuanschaffung von Geräten, Instandhaltungen etc.,
 - g) für ein neues Bewusstsein bei Individual- und Flugverkehr,
 - h) beim Umgang mit nur begrenzt vorhandenen und wertvollen Ressourcen und Bevorzugung von alternativen Energiequellen (Sonne, Biomasse, etc.).
- 6) Die ethische Forderung, dass Wirtschaft und Industrie einen immer größer werdenden Anteil des Gewinns für konkrete Umweltschutzmaßnahmen verwenden. Das Ziel einer jeden Wirtschaft muss eine mitweltgerechte Produktion bei einem äußerst sparsamen Umgang mit Rohstoffen und Energie sein. Ebenfalls soll eine Einschränkung der Güterproduktion in den reichen Ländern angestrebt werden.
- 7) Im Einkommensbereich (Löhne, Gewinne, Renten, Zinsen) ist für eine mitweltgerechte Entlohnung einzutreten, indem auf Einkommenssteigerungen zugunsten notwendiger Umweltmaßnahmen verzichtet wird.
- 8) Im landwirtschaftlichen Bereich sind die Nahversorgung und Direktvermarktung mitweltschonend erzeugter Nahrungsmittel auszubauen und der Schutz der Kulturlandschaft zu fördern.

Wir sind aufgefordert, unser gesamtes Verhalten gegenüber dem Ökosystem Erde zu überdenken.

Als Christen fühlen wir uns verpflichtet, die politischen und wirtschaftlichen Kräfte unseres Landes aufzufordern, sich für produktive, aber zugleich die Natur schonende Nutzungsformen der Natur einzusetzen.

5.3.5 „Handeln für die Zukunft der Schöpfung“ – Die deutschen Bischöfe 1998¹⁶²

In ihrem umfangreichen Dokument „Handeln für die Zukunft der Schöpfung“ setzen sich die deutschen Bischöfe mit folgenden Themen auseinander:

- mit der Umweltkrise, ihren Symptomen, Ursachen und Reaktionen,
- mit dem verantwortlichen Handeln und den zugehörigen theologischen und ethischen Grundlagen und
- mit Wegen in die Zukunft, den Folgerungen für Kirche und Gesellschaft.

Die ökologische Krise und die Suche nach einer Neuorientierung der Schöpfung sind prägende Zeichen unserer Zeit. Diese Neuorientierung im Licht des Evangeliums zu deuten, gehört wesentlich zur Sendung der Kirche:

¹⁶² Vgl. Handeln für die Zukunft der Schöpfung. 22.Okt.1998, Bonn: Sekretariat der deutschen Bischofskonferenz o.J. (= Die Deutschen Bischöfe. Kommission für gesellschaftliche und soziale Fragen 19).

- Sie muss im Sinne einer umfassenden Pastoral Mitsorge tragen für eine ökologisch tragfähige Zukunft kommender Generationen, d. h. ihre Pastoral muss als Bestandteil ihrer Heilsbotschaft ökologisch orientiert sein.
- In pastoralen und politischen Handlungskontexten muss die Kirche noch entschiedener lernen, das Wohl der Menschen auch im ökologischen Zusammenhang (und nicht nur im individuellen und sozialen) zu sehen.
- Die Natur mit ihrem Netzwerk an ökologischen Regelkreisen ist das „Haus“ (oikos) des Menschen, das er zu seiner Existenz braucht, aber für das er auch Gott gegenüber Verantwortung trägt.

Aus diesem Werk wählte ich den Punkt III/4, „Handeln für eine ökologisch tragfähige Zukunft“ aus, weil er auf die Themenstellung einer nachhaltigen Entwicklung eingeht.

Die Umweltproblematik wird darin in einem engeren Zusammenhang mit der sozialen Problematik gesehen. Es gilt Leitwerte für die Gestaltung des 21. Jahrhundert zu entwickeln. Darin kann die ökologische Frage nicht isoliert betrachtet werden. Dabei soll sich das kirchliche Handeln:

- auf die ethische Vertiefung dieses Leitbildes der nachhaltigen Entwicklung konzentrieren,
- nach Initiativen für seine Umsetzung suchen,
- den politischen Prozess der Umsetzung begleiten.

Für die katholische Kirche Deutschlands sind diese Handlungsfelder Chance und Verpflichtung in einem, um ihren Beitrag für eine humane und zukunftsfähige Gesellschaft zu leisten.

Die allgemeinen Grundsätze einer kirchlichen Agenda für eine nachhaltige Entwicklung zur Bewahrung der Schöpfung gründen in ihrer schöpfungstheologischen Basis und in ihrem sozialen und ethischen Engagement. Sie findet auf der politischen Ebene im Leitbild der nachhaltigen Entwicklung ein Äquivalent. Die Kirche akzeptiert daher dieses Rahmenprogramm als verbindliche Initiative im Umweltbereich. Dabei sieht die Kirche ihre Aufgabe darin, mit ihrem christlichen Schöpfungsglauben und Menschenbild zu einem vertieften Verständnis der nachhaltigen Entwicklung beizutragen. Die Kirche sieht die ökologischen Fragen in einem engen Zusammenhang mit sozialer Gerechtigkeit und wirtschaftlicher Existenz- und Friedenssicherung. Von daher kann und will sie zur Umsetzung der „Agenda 21“ beitragen. Die Kirche ist bemüht, auch ihre eigenen Strukturen nach den Richtlinien der „Agenda 21“ zu gestalten:

- im Bereich kirchlicher Bauten sind allgemeine Richtlinien für ökologische Standards zu erarbeiten (umweltfreundliche Baumaterialien, Maßnahmen zur Energieeinsparung, Nutzung erneuerbarer Energien, einfache Ausstattung, etc.);
- die Erstellung repräsentativer Energiebilanzen für kirchliche Häuser;
- Bemühungen für einen verstärkten Einsatz von Solarenergie auch an kirchlichen Gebäuden;

- für die landwirtschaftliche Nutzung kirchlichen Grundeigentums sind von den Diözesen Richtlinien zu erstellen, die auch für Pächter verbindlich sind (Biotopvernetzung, sparsamer Düngemittel- und Spritzmitteleinsatz, etc.);
- möglichst in jeder Pfarrei soll ein Ansprechpartner und Verantwortlicher für Umweltfragen nominiert werden, der bei Entscheidungen der Kirchenverwaltung zu Rate zu ziehen ist;
- bei der Ausbildung von TheologInnen, etc. soll das Grundwissen für eine nachhaltige Entwicklung vermittelt bzw. soll dieses im Rahmen der Fortbildung angeboten werden.

Der Kurswechsel zu einer nachhaltigen Entwicklung erfordert auch einen tiefgreifenden Wertewandel im Bereich von Konsum- und Lebensqualität, wobei eine Erziehung und Bildung mit Ausrichtung auf eine nachhaltige Entwicklung schon in den Kindergärten beginnen und sich über Schulen und Jugendarbeit fortsetzen soll. Dazu ist eine flächendeckende Ausbildung aller PädagogInnen Voraussetzung. Ebenfalls wird in der Erwachsenenbildung im privaten, beruflichen und politischen Bereich die Vermittlung von Wissen für den praktischen Natur- und Umweltschutz anzubieten sein.

Zukunftsperspektiven der Kirche:

Der Kirche geht es bei all ihren Bemühungen für den Natur- und Umweltschutz nicht um einen Aktivismus. Ihr Anliegen ist es, das Handeln für die Schöpfung aus den spirituellen Quellen des Glaubens zu unterstützen und zu begleiten.

Christliche Glaubenspraxis bedeutet schließlich, mit allem, was in der Welt ist, so umzugehen, dass es Transzendenz mit einschließt. Auf diese Weise lässt sich die nötige Trennschärfe für die Unterscheidung von Positivem und Negativem erkennen. Dazu ist das persönliche Engagement und die Verantwortungsbereitschaft aller Christen angesprochen und/oder gefordert.

5.3.6 „Friede mit Gott, dem Schöpfer – Friede mit der ganzen Schöpfung“. Papst Johannes Paul II. zum Weltfriedenstag 1990¹⁶³

Das Dokument „Friede mit Gott, dem Schöpfer – Friede mit der ganzen Schöpfung“ Papst Johannes Pauls II. zum Weltfriedenstag 1990 ist für mich – insgesamt betrachtet – das umfassendste, aktuellste und kompetenteste Dokument, welches alle heutigen, durch moralische, soziale und wirtschaftliche Defizite verursachten Umweltprobleme anspricht, die Rolle der Kirche beleuchtet und Auswege aufzeigt. Aus diesen Gründen habe ich dieses Dokument anderen mir bekannten und später erschienenen vorgezogen.

Papst Johannes Paul II. führt in diesem Dokument aus, dass der Weltfriede nicht nur durch einen Rüstungswettlauf, sondern auch durch einen Mangel an gebührendem Verzicht

¹⁶³ Vgl. Johannes Paul II.: „Friede mit Gott, dem Schöpfer – Friede mit der ganzen Schöpfung.“ Die Papstbotschaft zum Weltfriedenstag 1990, in: Herder-Korrespondenz 44 (1990), 75-79.

gegenüber der Natur, durch das Plündern von Ressourcen und durch einen fortschreitenden Verlust an Lebensqualität bedroht ist.

Das Gefühl der Ungewissheit und Unsicherheit ist ein Boden für Gruppenegoismus, Gleichgültigkeit gegenüber anderen und für Unehrllichkeit.

I. „Und Gott sah, dass es gut war“.

Das erste Buch der Bibel schildert uns den Ungehorsam des Menschen, indem er selbst Schöpfer sein will. Die ganze Schöpfung verfiel der Sinnlosigkeit, während sie auf geheimnisvolle Weise auf die Erlösung wartete, die der ganzen Schöpfung zuteil wurde. Die zunehmende Verwüstung der Natur ist für alle Menschen offensichtlich.

Johannes Paul II. ruft in Erinnerung, dass ein Abwenden des Menschen vom Plan des Schöpfers Unordnung hervorruft, die unweigerlich Rückwirkung auf den Rest der geschaffenen Ordnung hat: Wenn der Mensch nicht in Frieden mit Gott ist, kann auch die Erde nicht in Frieden sein.

„Die tiefe Einsicht, dass die Erde leidet, wird auch von denen geteilt, die sich nicht zu unserem Glauben an Gott bekennen“. Schuld daran ist die herzlose Gleichgültigkeit der Menschen, für die versteckten, aber noch nicht wahrgenommenen Erfordernisse der Ordnung und Harmonie, die die Natur selbst beherrschen. Die Menschen sind besorgt, ob der angerichtete Schaden reparierbar ist. Eine geeignete Lösung kann nicht nur gefunden werden durch einen besseren Umgang oder durch einen moralisch besseren Gebrauch der Ressourcen der Erde. Eine wirkliche Lösung kann nur gefunden werden, wenn wir dem Problem an die Wurzeln gehen und in seiner ganzen Tiefe die moralische Krise zu erkennen versuchen, in deren Gefolge die Zerstörung der Umwelt nur einer der beunruhigenden Aspekte ist.

II Die ökologische Krise: ein moralisches Problem.

Die Ursachen dafür, dass die ökologische Krise eigentlich ein moralisches Problem darstellt, sind:

- a) Die wahllose Anwendung von Fortschritten in Wissenschaft und Technik. Papst Johannes Paul II. unterscheidet sehr wohl zwischen segensreichen Entdeckungen, mit denen der Mensch verantwortlich an Gottes schöpferischem Handeln in der Welt teilnimmt und Handlungen, die dieses Ziel verfehlen. Andererseits wird vom Papst schmerzhaft festgestellt, dass Landwirtschaft und Industrie zur Verringerung der Ozonschicht und zum Treibhauseffekt beigetragen haben, die mittlerweile krisenhafte Ausmaße mit noch nicht abschätzbaren Langzeiteffekten (das Lagern von Giftmüll) angenommen haben. Es wird notwendig sein, die wechselseitigen Beeinflussungen bei Eingriffen in ein Ökosystem wie auch das Wohlergehen kommender Generationen zu berücksichtigen.
- b) Als eine der größten Sorgen bezeichnet Johannes Paul II. den Mangel an Respekt vor dem Leben, der sich in verschiedensten Mustern der Umweltverschmutzung zeigt:
 - Wegen Produktionsinteressen wurde die Sorge um die Würde der Arbeiter vernachlässigt.

- Wirtschaftliche Interessen setzen sich gegenüber dem Wohl des Einzelnen und sogar ganzer Völker durch. Dies ist eine beschränkte Sichtweise, die beizeiten zu einer Menschenverachtung führt.

Der Respekt vor dem Leben, vor allem vor der Würde des Menschen, wird als die letztverbindliche Norm für jeden gesunden, wirtschaftlichen, industriellen und wissenschaftlichen Fortschritt angesehen. Dort, wo empfindliche ökologische Gleichgewichte durch unkontrollierte Zerstörung tierischen und pflanzlichen Lebens oder durch rücksichtslose Ausbeutung ins Schwanken geraten, schadet dies auf Dauer der Menschheit, auch wenn es im Namen des Fortschritts und Wohlstandes geschieht.

- c) Eine große Sorge bereitet die Möglichkeiten der biologischen Forschung. Die Forschung ist heute nicht in der Lage, mögliche biologische Störungen zu beurteilen, die sich aus einer wahllosen genetischen Veränderung und einer gewissenlosen Entwicklung ergeben können.

III Auf der Suche nach einer Lösung.

Der Kosmos ist in seiner Gesamtheit im Gleichgewicht. Diese Ordnung muss respektiert werden. Die Menschheit kann sie nur mit der nötigen Sorge untersuchen, gebrauchen und ihre Intaktheit bewahren.

Viele ökologische Probleme übersteigen die Möglichkeit einzelner Staaten, sodass Lösungen nicht allein auf nationaler Ebene gefunden werden können. Allerdings erschweren politische Hindernisse, wie ein überzogener Nationalismus und wirtschaftliche Hindernisse die internationale Zusammenarbeit.

IV Die dringende Notwendigkeit einer neuen Solidarität.

Die ökologische Krise offenbart die dringende Notwendigkeit einer moralischen Solidarität, besonders in den Beziehungen zwischen den Entwicklungsländern und den Industriestaaten.

Die neuen industrialisierten Staaten können z. B. nicht aufgefordert werden, restriktive Umweltstandards einzuführen, wenn sie die industrialisierten Staaten nicht selbst innerhalb ihrer Grenzen anwenden. Umgekehrt sollen die Schwellenländer schon aus moralischen Erwägungen die Fehler der Industriestaaten nicht wiederholen.

Allerdings wird keine Organisation in der Lage sein, den Wandel zu bewirken, wenn nicht die Verantwortlichen dieser Welt für eine neue Solidarität eintreten, die auf Grund der ökologischen Krise verlangt wird und die für den Frieden erforderlich ist.

Einige schwer verschuldete Länder zerstören ihr Erbe um den Preis irreparabler ökologischer Ungleichgewichte, um für den Export zu produzieren. Es ist falsch, diesen Armen, denen weniger als anderen anvertraut ist, noch die Verantwortung zuzuschreiben, statt sie zu befähigen, einen Ausweg aus dieser Armut zu finden.

Eine weitere Gefahr namens „Krieg“ mit chemischen, bakteriologischen und biologischen Waffen bedroht die Menschheit. Statt eine solche Kriegführung zu verbieten, arbeiten Laboratorien

weiter daran, derartige Offensivwaffen zu entwickeln, die das Gleichgewicht der Natur verändern können. Nicht nur ein Krieg von globalem Ausmaß hätte unkalkulierbare ökologische Schäden zur Folge. Jeder Krieg zerstört menschliches Leben, soziale Strukturen, ruiniert Land, die Ernte, die Vegetation und vergiftet Boden und Wasser. Die Überlebenden eines Krieges sind gezwungen, ein neues Leben unter sehr schweren Umweltbedingungen zu beginnen, das wiederum zu sozialer Unruhe führt und weitere negative Folgen für die Umwelt hat. Die moderne Gesellschaft wird keine Lösung der ökologischen Probleme ohne eine Änderung ihres Lebensstiles finden. In vielen Teilen der Welt ist die Gesellschaft einer sofortigen Bedürfnisbefriedigung und einem Konsumismus verfallen, während sie gegenüber den dadurch verursachten Schäden gleichgültig bleibt. Papst Johannes Paul II. wiederholt, „dass die Ernsthaftigkeit der ökologischen Frage die Tiefe der moralischen Krise der Menschheit bloßlegt“. Ohne Wertschätzung der menschlichen Person und des Lebens werden wir das Interesse am Nächsten und an der Erde selbst verlieren. Der Papst fordert daher auf, „dass Bescheidenheit, Mäßigung, Disziplin und Opferbereitschaft Teil unseres Alltagslebens werden“, damit wir nicht noch schlimmere Folgen zu erleiden haben.

Dafür hält der Papst eine Erziehung zur Übernahme von Verantwortung für sich selbst, für andere und für die Erde als dringend geboten. Diese Erziehung darf nicht ideologische Zwecke verfolgen und auf einer Zurückweisung der modernen Welt basieren, um etwa von einem verlorenen Paradies zu träumen, sondern muss eine wahre Erziehung zur Verantwortung sein, die mit einer echten Umkehr im Denken und Verhalten einhergeht.

Zu dieser Form der Erziehung sind Kirche und Religionsgemeinschaften, Regierungen und Nichtregierungsorganisationen aufgerufen. Alle Mitglieder der Gesellschaft haben eine präzise Rolle zu spielen. Die erste Erzieherin ist die Familie, wo das Kind lernt, seinen Nächsten und Nachbarn zu respektieren und die Natur zu lieben.

Auch der ästhetische Wert der Schöpfung darf nicht übersehen werden. Die Bibel spricht immer wieder vom Gutsein und von der Schönheit der Schöpfung, die aufgerufen ist, Gott zu ehren. Sogar Städte können ihre eigene Schönheit haben. Daher ist eine gute Stadtplanung ein wichtiger Teil des Umweltschutzes und einer gesunden ökologischen Entwicklung. Deshalb darf auch das Verhältnis zwischen einer guten ästhetischen Erziehung und dem Bewahren einer gesunden Umwelt nicht übersehen werden.

V Die ökologische Krise: Eine gemeinsame Verantwortung.

Das Ausmaß der ökologischen Krise erfordert Anstrengungen, die darauf zielen, die Pflichten und Verpflichtungen der Einzelnen, der Völker, der Staaten und der internationalen Gemeinschaften festzulegen.

Diese Anstrengungen gehen Hand in Hand mit den Bemühungen um den wahren Frieden.

Papst Johannes Paul II. verdeutlicht noch einmal, dass die ökologische Krise eine moralische Frage ist.

Auch Menschen ohne ein bestimmtes religiöses Bekenntnis, aber einem Gespür für das Gemeinwohl erkennen ihre Verpflichtung, zum Aufbau einer gesunden Umwelt beizutragen. Umsomehr sollten sich Menschen, die an Gott als den Schöpfer glauben, sich dazu aufgerufen fühlen.

Christen müssen erkennen, dass ihre Verantwortung in der Schöpfung und ihre Verpflichtung gegenüber der Natur und dem Schöpfer ein wesentlicher Teil ihres Glaubens ist, und sie sind sich des großen Feldes ökumenischer und interreligiöser Zusammenarbeit bewusst, das sich vor ihnen öffnet.

Zum Schluss seiner Botschaft spricht Papst Johannes Paul II. von Franz von Assisi, den er 1979 als einen „himmlischen Patron“ über jene Menschen ausgerufen hatte, die die Ökologie voranbringen. Dieser Heilige gibt den Christen ein Beispiel eines ursprünglichen und tiefen Respekts vor der Unversehrtheit der Schöpfung. Er lud die ganze Schöpfung – einschließlich der Tiere, Pflanzen, Naturgewalten, sogar Schwester Sonne und Bruder Mond – ein, Gott die Ehre zu geben und ihn zu preisen. Franz von Assisi ist der Beweis dafür, dass wir, wenn wir mit Gott in Frieden sind, uns dem Aufbau unseres Friedens mit der Schöpfung besser widmen können. Dieser Friede ist untrennbar vom Frieden zwischen allen Menschen.

6 Schlussbemerkungen

Einen erheblichen Teil dieser Arbeit widmete ich den vor sich gehenden Klimaänderungen und der darüber kontrovers geführten Diskussion über die Frage, ob der Erde eine Eiszeit oder eine Warmperiode bevorsteht. Mein Interesse galt besonders diesem Thema, da ich seit meiner Kindheit (und das ist auch schon ein halbes Jahrhundert her) immer weniger kalte Winter erlebe. Sowohl die Schneemenge als auch die Liegedauer haben in diesen 50 Jahren (bis auf wenige Ausnahmen) dramatisch abgenommen: Als Kinder konnten wir in meinem Heimatort (Gleisdorf) monatelang durchlaufend eislaufen. Heute ist es – wenn überhaupt – auf wenige Wochen eingeschränkt und auch das Schlitten- und Schifahren auf einem Hangbereich nördlich unserer Stadt ist heute kaum noch möglich.

Es mag schon sein, dass auf Grund des vorgegebenen Rhythmus im Wechsel von Warm- und Eiszeiten uns irgendwann in der Zukunft wieder eine Eiszeit bevorsteht.

Das selbst Erlebte ist aber für mich ein nicht wegzudiskutierendes Faktum, das ich in Zusammenhang mit unseren Aktivitäten zur Steigerung des Treibhauseffektes ernst nehmen muss, wenn ich gegenüber den zukünftigen Generationen nicht verantwortungslos handeln will. Dieses Wörtchen „will“ ist mir als eine Art Stichwort fast „zu-gefallen“:

Mein Wille – de libero oder de servo arbitrio? – ob ich, wenn es mir möglich ist, ein öffentliches Verkehrsmittel benutze, oder aus bloßer Bequemlichkeit mit dem Auto fahre, fällt hoffentlich in die Kategorie des freien Willens.

Ebenfalls ist es eine freie Willensentscheidung, ob ich mit Erdöl oder regenerativen Energieträgern heize oder ob ich – wenn vorhanden – die Möglichkeit einer die Umwelt schonenden Fern- oder Nahwärmeversorgung nütze. Die eventuell bestehenden Kostendifferenzen zwischen einer Heizung mit fossilen Brennstoffen und Formen der Nutzung alternativer Energien sind in der Anschaffung – auf die Baukosten umgelegt – gering. Bei den Kosten für die Energieträger sollte sowohl verantwortungsvoll wie auch vorausschauend gehandelt werden, statt einer Verlockung durch augenblicklich billige fossile Energieträger zu erliegen.

Das Wort „erliegen“ erscheint mir brauchbar als Überleitung zum Begriff der Sünde. Sünde ist aus ethischer Sicht eine moralisch schlechte Handlung oder Unterlassung, die vorsätzlich, wissentlich und freiwillig begangen wird. Der Grad der Sünde hängt von der Schwere der Verfehlung ab. Auch im Zusammenhang mit Umwelt und Klima kann eine Handlung oder Unterlassung nur unter diesen Voraussetzungen Sünde sein.

Oftmals mag daher - vor allem in der Vergangenheit - das mangelnde Wissen um die ökologischen Zusammenhänge den Menschen ein von Schuld freies „GE-WISSEN“ beschert haben. Heute würde ich angesichts der dringenden und evidenten Auswirkungen der Klimaänderung mit ihren auch bei uns tragischen und verheerenden Folgen der letzten Jahre (der Lawinenabgang in Galtür im Jahre 1999 mit vielen Toten, das Hochwasser in Deutschland und Österreich im Herbst 2002) bereits die Verweigerung der Weiterbildung in Umweltfragen als Sünde ansehen.

Vor einigen Jahren fiel mir ein Plakat mit der Aufschrift „Ich will alles und das sofort“ besonders auf. Damals dachte ich mir: „Das darf es doch nicht geben, damit verführt man die Jugend zu einem leichtsinnigen Konsum bzw. geht der Text am realen menschlichen Sein vorbei.“

Für mich sprach Papst Johannes Paul II. in seinem Schreiben zum Weltfriedenstag 1990 in sehr deutlicher Form genau dieses Thema an und fordert uns alle zu mehr Demut, Bescheidenheit, Mäßigung, Disziplin und Opferbereitschaft auf.

Ebenfalls warnte der Hl. Vater in diesem Schreiben sehr eindringlich vor einem allzu sorglosen Umgang mit Wissenschaft und Technik.

Als Techniker fühle ich mich aber auch ein wenig als ihr Anwalt. Die Technik lieferte z. B. faszinierende Entwicklungen für die Medizin. Bei all jenen Diagnosen und Therapien, die eine spezielle Technik voraussetzen, wären die ÄrztInnen ohne diese dahinterstehende Technik relativ hilflos. Erst die Technik ermöglicht:

- Labordiagnosen,

- nicht invasive oder minimal invasive bildgebende Verfahren wie z. B. MR, CT, Ultraschall und PET.

In der Therapie ermöglicht beispielsweise die Technik eine punktgenaue Strahlentherapie im Gehirn mit einem Gammaknife, dessen wesentlicher Teil ein hochpräzises, feinmechanisches Gerät ist.

Die Technik kann immer nur dann zur Last oder gar zum Fluch für uns Menschen werden, wenn in der Kette vom Rohprodukt über Erzeugungsverfahren bis hin zum Zielprodukt und den Entsorgungs- oder Wiederaufbereitungsverfahren aus Profit- oder Machtgier Umwelt- oder Arbeitnehmerschutz ausgeklammert wurden.

Die von der Atom-Lobby im Zusammenhang mit den Verhandlungen zum Kyoto-Protokoll geforderte Anerkennung des Baues von Atomkraftwerken als „Clean Development-Mechanismen“ kann niemals als „nachhaltige Entwicklung“, sondern höchstens als „nachhaltig gefährliche Entwicklung“ verstanden werden:

In praktisch allen Kernreaktoren (insbesondere in den „schnellen Brütern“) entsteht das auf der Erde so gut wie nicht mehr vorhanden gewesene und zu den Transuranen zählende Plutonium, welches eines der stärksten Gifte ist, die wir kennen. Bereits wenige Mikrogramm Plutonium (ein Mikrogramm ist ein Millionstel Gramm oder ein Milliardstel Kilogramm) sind für den Menschen tödlich.¹⁶⁴ Anders ausgedrückt: Theoretisch reichen einige Gramm Plutonium aus, um 1 Million Menschen zu töten. Plutonium hat eine Halbwertszeit von ca. 24.100 Jahren, d. h. dass erst nach diesem Zeitraum die Hälfte des Materials unter Abgabe von Strahlung umgewandelt wurde, die übrige Hälfte aber noch immer gefahrbringend ist. Plutonium entstand auch bei Atombombenversuchen.

Aus dieser kurzen Ausführung möge für uns alle ersichtlich sein, dass der Menschheit ein verantwortungsvolleres Handeln im Rahmen der Schöpfungsordnung gut anstünde:

Wenn wir Menschen nicht Gott als den Schöpfer von allem Seienden anerkennen und statt dessen die Schöpfung aus einem vermeintlich autonomen Blickwinkel sehen, kommen wir in Versuchung, uns selbst für das Maß aller Dinge zu halten. Ohne dieses ethische Korrektiv unserer Religion fehlt uns aber, wie wir sehen, das nötige Maß für unser Handeln in Wissenschaft und Technik und wir Menschen laufen Gefahr, uns die Schöpfungskompetenz Gottes anzumaßen.

Zuversichtlich stimmt mich der Umstand, dass angesichts der evidenten Bedrohung von Natur und Leben die Menschen zunehmend anerkennen, dass an einer göttlichen Schöpfungsordnung kein Weg vorbeiführt. Es wäre daher wünschenswert, wenn – ähnlich wie in der Gentechnik – auch in der Technik (einschließlich der Waffentechnik!) internationale Ethikkommissionen - in

¹⁶⁴ Der Brockhaus in 15 Bänden, XI, 93.

einem wesentlich größeren Umfang als bisher - über die Nutzung von neuen technischen Produktionsverfahren, technischen Erfindungen, Energieeinsatz, etc., ganz im Sinne des alttestamentlichen Wortes *radah wachten*.

Besser stünde der Menschheit eine Handlungsweise an, wie sie Christoph Stückelberger¹⁶⁵ in seinen „Zwei mal zwölf Leitlinien einer Gästeordnung“ beschreibt und von denen ich die erste als letzten Satz dieser Arbeit zitieren möchte:

„Du bist willkommener Gast auf Erden! Das Haus Erde steht dir offen. Entdecke Vielfalt und Reichtum des Gartens dieser Erde. Verhalte dich dabei als Gast und nicht als Besitzer. Du kannst und musst nicht Schöpfer spielen. Als Geschöpf hast du die Chance, den Garten zu bebauen und zu bewahren und damit gegebenes Leben weiterzugeben.“

¹⁶⁵ Stückelberger, Christoph: *Umwelt und Entwicklung. Eine sozialetische Orientierung*, Stuttgart: Kohlhammer 1997, 239ff.

Anhang:

1. Literatur

- Beeley, Brian (u.a.): Die Erde. Meere, Klima, Kontinente. München: Bertelsmann 1984 (= Natur und Wissen 2).
- Böse, Karl-Heinz: Warmwasser bereiten und heizen mit Sonnenenergie, Köln–Braunsfeld: Müller 1979 (= Fachwissen für Heimwerker).
- Braunreuther, Eric: Wellenenergie: Wie das Meer in die Steckdose kommt, in: PM-Magazin H. 6 (2001), 96-100.
- Bruckner, T./Petsche-Held, G./Toth, F.: The Tolerable Windows Approach to Global Warming, in: Abele, Hanns/Heller, Thomas C./Schleicher, Stefan P.(Eds.): Designing Climate Policy. The Challenge of the Kyoto Protocol, Wien: Service Fachverlag 2001, 49-87.
- Der Brockhaus multimedial, CD-Rom, Mannheim 1998.
- Frieden in Gerechtigkeit. Europäische Ökumenische Versammlung Basel, 15.-21. Mai 1989, in: Gerechtigkeit – Frieden – Bewahrung der Schöpfung der Arbeitsgruppe „Justitia et pax“ der Berliner Bischofskonferenz, Leipzig: St. Benno 1990, 157-203.
- Gummert, G./Ebel, M./ Tiedge, H.: Brennstoffzellen – Stand und Perspektiven einer zeitgemäßen Technik, HGC, Gas Consult GmbH Hamburg April 1998.
- Halter, Hans/Lochbühler, Wilfried: Ökologische Theologie und Ethik I und II, Graz: Styria 1999 (= Texte zur Theologie. Abteilung Moraltheologie 1).
- Handeln für die Zukunft der Schöpfung. 22.Okt.1998, Bonn: Sekretariat der deutschen Bischofskonferenz o.J. (= Die Deutschen Bischöfe. Kommission für gesellschaftliche und soziale Fragen 19).
- Hügli, Anton/ Lübcke, Poul (Hgg.):Philosophie-Lexikon. Personen und Begriffe der abendländischen Philosophie von der Antike bis zur Gegenwart, Reinbek: Rowohlt ²1998.
- Janowski, Bernd: Herrschaft über die Tiere, in: Braulik, Georg/Groß, Walter/McEvenue, Sean (Hgg.): Biblische Theologie und gesellschaftlicher Wandel. FS f. Norbert Lohfink, Wien: Herder 1993, 183-198.
- Johannes Paul II.: „Friede mit Gott, dem Schöpfer – Friede mit der ganzen Schöpfung.“ Die Papstbotschaft zum Weltfriedenstag 1990, in: Herder-Korrespondenz 44 (1990), 75-79.
- Jonas, Hans: Das Prinzip Verantwortung. Versuch einer Ethik für die technologische Zivilisation, Frankfurt am Main: Insel ²1980.
- Kessler, Hans: Das Stöhnen der Natur. Plädoyer für eine Schöpfungsspiritualität und Schöpfungsethik, Düsseldorf: Patmos 1990.
- Köster, Helmut: Licht und Schatten, in: Intelligente Architektur H. 6 (1998), 32-37.
- Landesstelle für Brandverhütung in Steiermark: Statistik und Leistungsbericht 2001.

- Kronberger, Hans/Nagler, Hans: Handbuch der erneuerbaren Energie. Der sanfte Weg, Wien: Uranus 1994.
- Landwehr, Arthur: Teddy und der Umweltschutz. Was Theodore Roosevelt, die Siedler und die Indianer zur US-amerikanischen Klimapolitik beitrugen, in: *zeitzeichen* 2/7 (2001), 26-28.
- Manhart, Thomas: Ein Traum, so alt wie Jules Verne, in: *Salzburger Nachrichten* v. 4.1.2002, 3.
- N.,N.: Die Klimamodelle neu berechnen, in: *Salzburger Nachrichten* v. 17.10.2001, 11.
- N., N.: Hoffnung mit offenen Fragen, in: *Salzburger Nachrichten* v. 7.1.2002, 3.
- N., N.: Verschiedene Typen von Brennstoffzellen, in: *Salzburger Nachrichten* v.5.1.2002, 3.
- Quaschnig, Volker: Notwendigkeit und Machbarkeit der Energiewende. Kurzfassung des Vortrags im Rahmen der 3. Bucher Zukunftswerkstatt, Berlin Buch, 20.5.1998.
- Reichert, Uwe: Sehenden Auges in die Klimakatastrophe? in: *Spektrum der Wissenschaft* H. 5 (2001), 90.
- Riegler, Josef/Moser, Anton: Ökosoziale Marktwirtschaft. Denken und Handeln in Kreisläufen, Graz: Stocker ²1997.
- Ripota, Peter: In 30 Jahren beginnt die neue Eiszeit, in: *PM-Magazin* H. 6 (1998), 8-15.
- Scharmer, Klaus: Biodiesel. Energie- und Umweltbilanz Rapsölmethylester, Bonn: UFOP – Union zur Förderung von Oel- und Proteinpflanzen e.V. 2001.
- Scheer, Hermann: Solare Strategien, in: *zeitzeichen* 2/7 (2001), 29-31.
- Schleicher, Stefan: Vom Kyoto-Ziel sind wir weit entfernt, in: *Kurier* v. 22.8.2002, 13.
- Schneider, Theodor (Hg.): Handbuch der Dogmatik Band I, Düsseldorf: Patmos 2000.
- Schönwiese, Christian-Dietrich: Grad-Wanderungen im Treibhaus. Für eine Versachlichung der Klimadebatte, in: *zeitzeichen* 2/7 (2001), 22-23.
- Stükelberger, Christoph: Umwelt und Entwicklung. Eine sozialetische Orientierung, Stuttgart: Kohlhammer 1997.
- Schwischi, Gerhard: Abschied vom Ölzeitalter, in: *Salzburger Nachrichten* v. 3.1.2002, 3.
- Unsere gemeinsame Aufgabe: Die Bewahrung der Schöpfung. Eine Handreichung für Pfarngemeinden, Graz–Mariatrost, 12. Vollversammlung des Diözesanrates der Diözese Graz–Seckau, 20./21.11.1992.

2. Dokumente aus dem Internet

Anmerkung: Alle nachfolgend angeführten Dokumente liegen in gebundener Form am Institut für Moralthologie und Dogmatik der Universität Graz auf.

Dok. 1: Der Treibhauseffekt und seine Ursachen, aus.

www.klimaschutz.de/kbklima/Wissen/treibhaus.htm (entnommen am 16.11.02).

Dok. 2: Climate Change Information Kit Sheet 3: Greenhouse gases and aerosols, aus:

<http://unfccc.int/resource/juckit/fact03.html> (entnommen am 17.12.02).

- Dok. 3: Climate Change Information Kit Sheet 2: Greenhouse Effect, aus:
<http://unfccc.int/resource/juckit/fact02.html> (entnommen am 17.12.02).
- Dok. 4: Climate Change Information Kit Sheet 4: How will Greenhouse Gas Levels Change in the future aus: <http://unfccc.int/resource/juckit/fact04.html> (entnommen am 17.12.02).
- Dok. 5: Climate Change Information Kit Sheet 7: The evidence from climate models, aus:
<http://unfccc.int/resource/juckit/fact07.html> (entnommen am 17.12.02).
- Dok. 6: Die Folgen des Treibhauseffektes, aus: www.klimaschutz.de/kbklima/Wissen/folg.htm
(entnommen am 17.12.02).
- Dok. 7: Climate Change Information Kit Sheet 5: How will the climate change? aus:
<http://unfccc.int/resource/juckit/fact05.html> (entnommen am 17.12.02).
- Dok. 8: Climate Change Information Kit Sheet 9: Adapting to the impacts of climate change, aus: <http://unfccc.int/resource/juckit/fact09.html> (entnommen am 17.12.02).
- Dok. 9: Climate Change Information Kit Sheet 10: Agriculture and food security, aus:
<http://unfccc.int/resource/juckit/fact09.html> (entnommen am 17.12.02).
- Dok. 10: Climate Change Information Kit Sheet 11: Sea levels, oceans and coastal areas, aus:
<http://unfccc.int/resource/juckit/fact11.html> (entnommen am 17.12.02).
- Dok. 11: Climate Change Information Kit Sheet 12: Biological diversity and ecosystems, aus:
<http://unfccc.int/resource/juckit/fact12.html> (entnommen am 17.12.02).
- Dok. 12: Climate Change Information Kit Sheet 14: Human health, aus:
<http://unfccc.int/resource/juckit/fact14.html> (entnommen am 17.12.02).
- Dok. 13: Climate Change Information Kit Sheet 15: Infrastructure, industry and human settlements, aus: <http://unfccc.int/resource/juckit/fact15.html> (entnommen am 17.12.02).
- Dok. 14: Durchlacher, Chris: Schneeball Erde, aus: www.orf.via.at/modern-times/ausgaben/magazin/ausgaben/200290/stories/9001.asp (entnommen am 18.11.02).
- Dok. 15: Hennig, Benjamin: Einführung in die Stratigraphie und Geochronologie, aus: www.fs-geographie.de/referate/stratigraphie.htm (entnommen am 7.11.02).
- Dok. 16: Sington, David: Klima an der Kippe, aus:
www.orf.via.at/modern-times/magazin/ausgaben/2002102/stories/10101.asp (entnommen am 18.11.02).
- Dok. 17: Klimaerwärmung: Globale Trends sind unbestritten, aus:
<http://science.orf.at/science/news/24242> (entnommen am 27.10.02).
- Dok. 18: Smith, Guy / O´Halloran, Julian: Die Arktis schmilzt, (Fax des ORF vom 16.10.02, da Inhaltsangaben von Sendungen im Internet nur begrenzte Zeit verfügbar sind).
- Dok. 19: WWF: Katastrophale Folgen des Klimawandels, aus:
<http://science.orf.at/science/news/42806> (entnommen am 9.11.02).

- Dok. 20: Einer der größten Antarktislletscher schmilzt, aus:
<http://science.orf.at/science/news/5023> (entnommen am 3.11.02).
- Dok. 21: Geologen warnen vor Eisschmelze in der Antarktis, aus:
<http://science.orf.at/science/news/35483> (entnommen am 3.11.02).
- Dok. 22: Warmes Meer beschleunigt Gletscherschmelze, aus:
<http://science.orf.at/science/news/53267> (entnommen am 4.11.02).
- Dok. 23: Gletscher des Kilimandscharo bald abgeschmolzen, aus:
<http://science.orf.at/science/news/60305> (entnommen am 7.11.02).
- Dok. 24: Schmitzer, Ulrike: Gletscherschwund: Alte Postkarten und neue Fotos, aus:
<http://science.orf.at/science/news/55246> (entnommen am 7.11.02).
- Dok. 25: Schmitzer, Ulrike: Zukunft der Erde: Eiszeit statt Treibhaus? aus:
<http://science.orf.at/science/news/29843> (entnommen am 3.11.02).
- Dok. 26: Gerdes, Albert: Schritt für Schritt ins Eiszeitalter - „Science“-Studie erhellt langfristige Klimaveränderungen, aus: http://idw-online.de/public/zeige_pm.html?pmid=28557
(entnommen am 7.11.02).
- Dok. 27: Schleicher, Stefan: Globales Klima und Klimapolitik, in: Kontroversen um das Klima, aus: <http://science.orf.at/science/news/46286> (entnommen am 5.11.02).
- Dok. 28: Streit um computergestützte Klimamodelle, aus:
<http://science.orf.at/science/news/56385> (entnommen am 4.11.02).
- Dok. 29: Europas größter Klimarechner geht in Betrieb, aus:
<http://science.orf.at/science/news/58207> (entnommen am 4.11.02).
- Dok. 30: Schmidt Martina: Klimamodelle: Grazer Forscher entwickeln neue Methode, aus:
<http://science.orf.at/science/news/57425> (entnommen am 16.11.02).
- Dok. 31: Born, Manfred: Von Stockholm 1972 bis Rio 1992: Ein Rückblick auf das Leitbild der nachhaltigen Entwicklung, aus: www.worldsummit2002.de/downloads/rio_10_A.pdf
(entnommen am 9.11.02).
- Dok. 32: Große Tankerkatastrophen 1967-2001, aus:
http://archiv.greenpeace.de/GP_DOK_3P/HINTERGR/C12H144:PDF (entnommen am 9.11.02).
- Dok. 33: Die 10 Prinzipien der ökosozialen Marktwirtschaft, aus:
<http://www.oesfo.at/oemw/alle.htm> (entnommen am 13.11.02).
- Dok. 34: Geschichte der Klimarahmenkonvention, aus:
http://www.klimaschutz.de/kbklima/Politik/International/intpol_hist.htm (entnommen am 7.11.02).
- Dok. 35: Climate Change Information Kit Sheet 17: The international response to climate change, aus: <http://unfccc.int/resource/juckit/fact17.html> (entnommen am 17.12.02).

Dok. 36: Kyoto-Protocol to the united nations framework convention on climate changes, aus: <http://unfccc.int/resource/docs/convkp/kpeng.html> (entnommen am 22.10.02).

Dok. 37: Chronik der UN-Klimaverhandlungen, aus: http://archiv.greenpeace.de/GP_DOK_3P/BRENNPUN/F0104C2.HTM (entnommen am 7.11.02).

Dok. 38: Agenda 21, aus: <http://www.umweltinstitut.org/stadtgespraeche/agenda21.shtml> (entnommen am 13.11.02).

Dok. 39: Climate Change Information Kit Sheet 18: The Climate Change Convention, aus: <http://unfccc.int/resource/juckit/fact18.html> (entnommen am 17.12.02).

Dok. 40: Climate Change Information Kit Sheet 21: The Kyoto Protocol, aus: <http://unfccc.int/resource/juckit/fact21.html> (entnommen am 17.12.02).

Dok. 41: Klimagipfel von Marrakesch: Einigung durch Zugeständnisse,1, aus: <http://science.orf.at/science/news/31322> (entnommen am 3.11.02).

Dok. 42: Die Details des Marrakesch-Abkommens, aus: <http://science.orf.at/science/news/31342> (entnommen am 4.11.02).

Dok. 43: UNO-Weltgipfel: Delegierte beschlossenen Aktionsplan, aus: <http://science.orf.at/science/news/58005> (entnommen am 5.11.02).

Dok. 44: UNO-Weltgipfel: Klimaschutz kein Thema, aus: <http://science.orf.at/science/news/57665> (entnommen am 5.11.02).

Dok. 45: Schmitzer, Ulrike: Enttäuschung nach UN-Konferenz, aus: <http://science.orf.at/science/news/61285> (entnommen am 4.11.02).

Dok. 46: Stirlingmotor, aus: <http://www.kfz-tech.de/Stirlingmotor.htm> (entnommen am 29.11.02).

Dok. 47: Büsser, Eberhard: Wasserstoff – das Erdöl der Zukunft, aus: <http://moderntimes.orf.at/web/Beitrag/beitrag.asp?Sendung.asp?SendungsID=385&BeitragsID=1659> &... (entnommen am 16.10.02).

Dok.48: Solarthermische Kraftwerke, aus: http://www.energietag.de/Erneuerbare_Energien/solarth_kraftw.htm (entnommen am 30.11.02).

Dok. 49: Wasserkraft, aus: http://www.energietag.de/Erneuerbare_Energien/wasserkraft.htm (entnommen am 30.11.02).

Dok: 50: Windenergie, aus: http://www.energietag.de/Erneuerbare_Energien/windenergie.htm (entnommen am 30.11.02).

Dok. 51: Biomasse, aus: http://www.energietag.de/Erneuerbare_Energien/biomasse.htm (entnommen am 30.11.02).

Dok. 52: Geothermie, aus: http://www.energietag.de/Erneuerbare_Energien/geothermie.htm (entnommen am 30.11.02).

Dok. 53: Umwelt und Entwicklung. Eine Herausforderung an unsere Lebensstile, Ökumenische Konsultation Kreta 1995, aus: <http://www.ekir.de/umwelt/KRETA.DOC> (entnommen am 15.12.02).

Dok. 54: Gefährdetes Klima. Studie des Beirats des Beauftragten des Rates der EKD für Umweltfragen, EKD-Text 52, 1995, aus: http://www.ekd.de/EKD-Texte/2110_klima_1995_schoepfung12.html (entnommen am 15.12.02).