

Europäische Akademie  
zur Erforschung von Folgen  
wissenschaftlich-technischer Entwicklungen  
Bad Neuenahr-Ahrweiler GmbH

---

*Direktor:*  
Professor Dr. Carl Friedrich Gethmann

**KLIMAVORHERSAGE UND -VORSORGE**

von  
**Stephan Lingner und Carl Friedrich Gethmann**  
Juli 1997



# Europäische Akademie

zur Erforschung von Folgen  
wissenschaftlich-technischer Entwicklungen  
Bad Neuenahr-Ahrweiler GmbH

---

*Direktor:*

Professor Dr. Carl Friedrich Gethmann

## **KLIMAVORHERSAGE UND -VORSORGE**

von

**Stephan Lingner und Carl Friedrich Gethmann**

Juli 1997

Die Schriften der „Graue Reihe“ umfassen aktuelle Materialien und Dokumentationen, die von den Wissenschaftlern der **Europäischen Akademie** zur Erforschung von Folgen wissenschaftlich-technischer Entwicklungen Bad Neuenahr-Ahrweiler GmbH laufend erarbeitet werden. Die Schriften der „Grauen Reihe“ werden als Manuskripte gedruckt und erscheinen im Selbstverlag der **Europäischen Akademie**. Sie können über die **Europäische Akademie** auf schriftliche Anfrage hin bezogen werden.

**Herausgeber:**

Europäische Akademie  
zur Erforschung von Folgen  
wissenschaftlich-technischer Entwicklungen  
Bad Neuenahr-Ahrweiler GmbH  
Postfach 14 60, D-53459 Bad Neuenahr-Ahrweiler  
Telefon: ++49 - (0)2641 - 7543 - 00, Telefax -20

**Direktor:**

Professor Dr. Carl Friedrich Gethmann (V.i.S.d.P.)

**Redaktion:**

Dr. Stephan Lingner

**Druck:**

Druckerei Martin Warlich, Bad Neuenahr-Ahrweiler

## **Vorwort**

Der vorliegende Text stellt einen Vorschlag für ein zukünftiges Projekt der **Europäischen Akademie** dar und ist das Ergebnis einer ersten Sondierung zum Arbeitsthema "Klimavorhersage und -vorsorge". Dieser Entwurf soll der Diskussion und Abstimmung und damit der Projektvorbereitung zum Thema dienen.

Bad Neuenahr-Ahrweiler, Juli 1997

Stephan Lingner, Carl Friedrich Gethmann



# INHALTSVERZEICHNIS

|          |  |           |
|----------|--|-----------|
| <b>1</b> | <b>Einleitung</b>  | <b>7</b>  |
| 1.1      | Die „Klimadebatte“: Rückblick und Status                           | 7         |
| <b>2</b> | <b>Klimafaktoren und Klimaforschung</b>                            | <b>9</b>  |
| 2.1      | <b>Forschungslandschaft</b>  | <b>11</b> |
| 2.1.1    | Situation in Deutschland   | 12        |
| 2.1.2    | Situation im europäischen Ausland                                  | 13        |
| 2.2      | <b>Stand der Forschung und<br/>weiterer Forschungsbedarf</b>       | <b>17</b> |
| <b>3</b> | <b>Umweltvorsorge</b>  | <b>18</b> |
| 3.1      | <b>Umweltvorsorge in Politik und Recht</b>                         | <b>19</b> |
| 3.2      | <b>Status der Umweltvorsorge<br/>in relevanten Rechtsbereichen</b> | <b>21</b> |
| <b>4</b> | <b>Projektskizze</b>   | <b>22</b> |
| 4.1      | <b>Projekthinhalte</b>   | <b>22</b> |
| 4.2      | <b>Projektstruktur</b>   | <b>24</b> |
| <b>5</b> | <b>Projektdurchführung</b>   | <b>25</b> |
| <b>6</b> | <b>Nutzung der Ergebnisse</b>                                      | <b>26</b> |
| <b>7</b> | <b>Ausblick</b>  | <b>28</b> |
|          | <b>Glossar</b>   | <b>30</b> |
|          | <b>Zitierte Literatur</b>  | <b>32</b> |
|          | <b>Erweiterte Bibliographie</b>                                    | <b>36</b> |
|          | ● <b>Klimatologie</b>  | <b>36</b> |
|          | ● <b>Klimawandel</b>   | <b>36</b> |
|          | ● <b>Klimafolgen</b>   | <b>38</b> |
|          | ● <b>Vorsorgeprinzip, Umweltethik und -recht</b>                   | <b>41</b> |
|          | ● <b>Klimaschutz</b>   | <b>42</b> |



# 1 Einleitung

Die Diskussion um Ursachen und Folgen eines globalen Klimawandels und um Konzeptionen adäquater Eingriffsregelungen gibt Anlaß zu transdisziplinären Untersuchungen im Rahmen der Technikfolgenbeurteilung. Ziel sollte die Erarbeitung rationaler Entscheidungshilfen für eine global *akzeptierbare* Klimapolitik auf der Basis des aktuellen Stands der Forschung sein.

## 1.1 Die „Klimadebatte“: Rückblick und Status

Die Sensibilisierung der breiten Öffentlichkeit für Belange des Klimaschutzes stellte sich im Vergleich zur Wahrnehmung anderer Umweltprobleme relativ spät ein. So war bis vor einer Dekade die Behandlung klimarelevanter Fragestellungen ausschließlich Gegenstand (natur-)wissenschaftlicher Untersuchungen. Diese Wahrnehmungsdefizite lassen sich zunächst vor dem Hintergrund großer, schwer übersehbarer räumlicher und zeitlicher Dimensionen beteiligter Systeme (Atmosphäre, Ozeane, Eisschilde), Prozesse und ihrer Wechselwirkungen erklären. Andererseits standen auch methodische und inhaltliche Kontroversen (CUBASCH ET AL. 1995, FLÖHL, 1995, THÜNE 1995) auf wissenschaftlichem Gebiet einer allgemeinen Perzeption des Problems im Wege. Mittlerweile werden aktuelle Klimaforschungsergebnisse mehrheitlich dahingehend interpretiert, daß anthropogene Einflüsse auf das Erdklima und seine Dynamik bereits signifikant wirksam sind (siehe POST 1995, ITAS 1996). Darauf aufbauende Aktivitäten zur Klimafolgenforschung erreichen nun auch die politischen Entscheidungsträger (BMBF 1996a). In Deutschland reagierte man mit der Einsetzung wissenschaftlich beratender Gremien zur Unterstützung der Regierungsarbeit in Klimafragen (*Wissenschaftlicher Beirat „Globale Umweltveränderungen“* - WBGU).

Derzeit werden in Politik, Wirtschaft und Gesellschaft verschiedene Instrumente klimafreundlichen Wirtschaftens in den verursachenden Sektoren Energie, Verkehr und Landwirtschaft diskutiert, die von steu-

erlichen über gesetzliche Regelungen oder freiwillige Maßnahmen bis hin zu Zertifikatslösungen (WBGU 1993, 1995, SIMONIS 1996) reichen und deren Eignung im Hinblick auf eine vorausschauende Klimapolitik im Detail zu prüfen ist. In Skandinavien und den Niederlanden sind beispielsweise bereits entsprechende fiskalische Maßnahmen im Einsatz.

Vor dem Hintergrund der globalen Dimension eines sich möglicherweise anbahnenden Klimaproblems fanden in den letzten Jahren internationale Klimaschutzkonferenzen unter der Schirmherrschaft der UN statt, deren wichtigsten Meilensteine hier kurz skizziert sind:

- Anlässlich des ersten Klimagipfels in Rio de Janeiro wurde 1992 eine *Klimarahmenkonvention* verabschiedet, die ein globales Verständnis des Umweltthemas und nachhaltiges Wirtschaften der Weltgemeinschaft fordert; verbindliche Erklärungen wurden aber vorerst ausgeklammert
- Auf der Folgekonferenz in Berlin (1995) kam ein Verhandlungsauftrag für ein Zusatzabkommen zur Minderung klimawirksamer CO<sub>2</sub>-Emissionen für die nächste, 1997 stattfindende Klimakonferenz in Kyoto zustande.
- 1996 wurde in Genf der Entwurf für ein entsprechendes Protokoll diskutiert, in dem Ende 1997 die Harmonisierung und Synchronisierung verbindlicher *Klimagasreduktionsziele* festgeschrieben werden soll (Kyoto-Konferenz).

Über den grenzüberschreitenden Charakter eines Klimaproblems hinaus ergibt sich ein Handlungsbedarf für eine zukunftsweisende *internationale* Klimapolitik vor allem wegen des steigenden Energiebedarfs von Schwellen- und Entwicklungsländern und der damit verbundenen Konsequenzen im Hinblick auf die Emission klimarelevanter Spurengase. Entsprechende Maßnahmen sollten langfristig-global akzeptable Lebensbedingungen in Aussicht stellen und wegen der Trägheit der Klimateilsysteme möglichst frühzeitig implementiert werden (Vorsorge-, Risikoaspekte). Allerdings müßten volkswirtschaftliche Rahmenbedin-

gungen bei der Konzeption entsprechender Maßnahmen (Handlungsinstrumente) ausreichend berücksichtigt werden, um auch die Nachhaltigkeit beteiligter ökonomischer Systeme anzustreben. Die Umsetzung maßvoller Strategien ist insbesondere für die „Drittwellländer“ von existentieller Bedeutung. Weiterhin sind Fragen der Verteilungsgerechtigkeit angesichts räumlich (und zeitlich) voneinander dislozierter Verursacher (Emittenten) und Träger (Risikonehmer) unerwünschter Klimafolgen adäquat zu behandeln.

Die Formulierung detaillierter Empfehlungen ist eine anspruchsvolle Aufgabe, angesichts noch vage quantifizierbarer Klima- und Klimafolgeprognosen und bestehender Interessenkonflikte verschiedener betroffener gesellschaftlicher Gruppen und Nationen. Parallel dazu erscheint eine kontinuierliche Fortsetzung der grundlagenorientierten Aufklärungsarbeit geboten, angesichts in der Öffentlichkeit bestehender Unsicherheiten, beispielsweise in der Differenzierung von Spurengaseffekten mit Klimarelevanz bzw. Auswirkung auf die menschliche UV-Strahlungsexposition (YZER 1996).

## **2 Klimafaktoren und Klimaforschung**

### **2.1 Klimafaktoren**

Das Klimageschehen der Erde wird durch die Dynamik der bodennahen Atmosphäre und der Ozeane und ihr kompliziertes Zusammenspiel mit den polaren Eismassen und den Kontinenten bestimmt. Hinzu kommen Variationen der Erdbahnelemente (Jahres-, Tageslängen, ...), der solaren Strahlungsintensität (Milankovich-Hypothese), der Polargebiet, der Wasser-Land-Verteilung und der Reliefbildung in der Erdgeschichte. Diese Faktoren sind (und waren) auf unterschiedlichen Zeitskalen von  $10^2$  bis  $10^7$  Jahren wirksam und führten in den letzten 3 Mrd. Jahren zu einer Reihe von erdgeschichtlich dokumentierten *Klimaschwankungen*. Hinzu kamen durch Rückkoppelungseffekte (HESEMANN 1978) verursachte, relativ kurzfristige Eiszeit-/Warmzeit-

Zyklen, die insbesondere in der jüngeren Erdgeschichte dokumentiert sind und bis in unsere heutige Zeit reichen. Historische Überlieferungen belegen darüber hinaus, daß diesen Variationen wiederum kürzere Ereignisse mit geringerer Amplitude und regionaler Wirkung überlagert waren. Da wir uns derzeit in einer Warmzeit befinden, dessen Temperaturoptimum („Atlantikum“) bereits überwunden zu sein scheint, wäre in einem von menschlichen Einwirkungen weitgehend ungestörten Klimageschehen *langfristig* ein Übergang in eine weitere Kaltzeit denkbar.

Einen wesentlichen Einfluß auf das Klima hat auch die Konzentration bestimmter Spurengase in der unteren Atmosphäre, die infolge ihrer partiellen Infrarot-Opazität einen Treibhauseffekt bewirken können. Diesem Effekt wirken Aerosole (Staub, Wasser, ...) in gewissem Maße entgegen, da sie den solaren Strahlungstransport zur Erde durch Streuung, Absorption und Reflektion beeinflussen. Die entsprechenden Einträge klimawirksamer Stoffe oder ihrer Vorläufersubstanzen erfolgen in unterschiedlichem Maß durch anthropogene und natürliche Prozesse (SANTER ET AL. 1995). Mengemäßig besonders bedeutsam ist hier das Kohlendioxid ( $\text{CO}_2$ ) als sog. Treibhausgas, das im biologischen Stoffwechsel, durch geologische Aktivität (Vulkanismus, Petrogenese), bei der Nutzung fossiler Energieträger und bei industriellen Prozessen freigesetzt bzw. auch gebunden wird.  $\text{CO}_2$  wird kurzfristig teilweise durch Ausregnung und Lösung im Ozeanwasser „zwischengelagert“ und durch Photosynthese aus der Hydro- und Atmosphäre unter Bildung kohlenstoffhaltiger Biomasse entfernt, welche dann weiteren Stoffwechselprozessen zur Verfügung steht. Ein Teil des Kohlenstoffs wird aber durch Inkohlung, Erdölbildung und Karbonatgenese fixiert und so über lange, geologische Zeiträume hinweg dem biologischen Stoffkreislauf entnommen. Diese Prozesse haben in der Erdgeschichte bereits frühzeitig, - insbesondere nach Entwicklung und Ausbreitung photosynthetisch aktiver Organismen - die ursprünglich wesentlich  $\text{CO}_2$ -reichere Atmosphäre modifiziert und ihre heutige Zusammensetzung und Klimacharakteristik ergeben (BERNER ET AL. 1983, WESTBROEK 1991, VAN DER SLUIJS ET AL. 1996). Seit Beginn der Industrialisierung wird durch Nutzung fossiler Energieträger ursprünglich fixierter Koh-

lenstoff wieder mobilisiert. Da hier große Mengen in relativ kurzer Zeit umgesetzt werden, ist mit entsprechenden Konsequenzen für die künftige Klimaentwicklung zu rechnen.

Es wird deutlich, daß globale Klimaschwankungen als Faktum jeder erdgeschichtlichen Ära zu sehen sind. Für die menschliche Zivilisation mit ihrer teilweise empfindlichen Abhängigkeit von bestehenden Umweltbedingungen sind Amplitude, Frequenz und Trend der von ihr mittlerweile wahrscheinlich mitverursachten Klimaänderungen von besonderer Bedeutung für ihre weitere Entwicklung. Geschichtlich überlieferte *Klimafolgen* waren Völkerwanderungen und Hungerkatastrophen aufgrund von Mißernten. Zukünftige Generationen wären bei Verschiebung heutiger Klimazonen z.B. mit Ernteausfällen, geänderter Gewässer- und Seuchendynamik und daraus resultierenden Migrationsbewegungen konfrontiert, denen ggf. in geeigneter Weise begegnet bzw. vorgebeugt werden müßte.

Für die Empfehlung entsprechender Maßnahmen sind aktuelle Klimamodelle unter Berücksichtigung bilanzierter klimawirksamer Emissionen und Aerosole heranzuziehen. Dabei sind Prognosen (tw. auch scheinbar paradoxer oder positiv zu bewertender) regionaler Entwicklungen in die globale Sicht einzubeziehen und bestehende Unsicherheiten aufzuzeigen und zu bewerten.

## **2.2 Forschungslandschaft**

An dieser Stelle soll ein Überblick über relevante Institutionen und Projekte in Europa gegeben werden, um im Hinblick auf die Studierendurchführung mögliche Partner für wissenschaftlichen Informationsaustausch und Kooperationen zu identifizieren bzw. Institutionen mit (partieller) thematischer Konkurrenz aufzuzeigen. Dabei wurden neben eigenen Kenntnissen (IEA, 1996) die Publikationen von COENEN ET AL. (1993), EBERLEIN (1995), WISSENSCHAFTSGEMEINSCHAFT BLAUE LISTE (1996), MINISTERIUM FÜR WISSENSCHAFT UND FORSCHUNG DES LANDES NRW (1995), und VON BERG (1994) als Informationsbasis herangezogen.

gen und ausgewertet. Die Ergebnisse sind nach geographischen Gesichtspunkten getrennt in den folgenden Abschnitten dargestellt (siehe auch Tab. 1 und 2).

### 2.1.1 Situation in Deutschland

In Deutschland gibt es eine Vielzahl von Vorhaben zu *klimarelevanter Technikfolgenbewertung*. Eine schematisierte Aufstellung von Organisationen und Projekten ist in Tabelle 1 zu finden. Insgesamt konnten 26 Organisationseinheiten mit entsprechender Ausrichtung identifiziert werden, von denen etwa ein Drittel universitäre Einrichtungen - mit mehr grundlagenorientiertem Ansatz - sind (Tabelle 1, linke Spalte, grau unterlegt). Der überwiegende Teil wird - stärker interdisziplinär ausgerichtet - von (a) spezifischen außeruniversitären Institutionen und (b) einschlägigen Arbeitsgruppen der Großforschungseinrichtungen gebildet. Die jeweils zur Verfügung stehende TA-Personalkapazität (soweit bekannt) beträgt meist bis zu zehn Wissenschaftler. Diese Angabe kann hier jeweils als Obergrenze verstanden werden, da sie tw. auch Personal mit TA-Aufgaben ohne Klimabezug umfaßt.

Ein Teil der bearbeiteten Projekte ist bereits abgeschlossen. Hier ließe sich entsprechendes *know-how* zu bestimmten Teilthemen des beabsichtigten Vorhabens unter Heranziehung veröffentlichter Projektberichte nutzen. Derzeit laufende Projekte zeigen dagegen in bestimmten Teilgebieten Themenkonkurrenzen auf, die für eine inhaltliche Festlegung des Vorhabens und für die Beurteilung seines Konfliktpotentials von Bedeutung sein können. Eine andere wichtige Kategorie ist die mit dem Status „permanent“ (Tab. 1, rechte Spalte, grau unterlegt): Da in den betreffenden Einrichtungen thematisch kontinuierliche Forschung betrieben wird, wären hier Kooperationen effizient nutzbar und ggf. anzustreben.

Die Projekte selbst lassen sich thematisch grob in zwei Kategorien einordnen: Ein kleinerer Teil von ihnen beschränkt sich auf die Erforschung der Klimafolgen (Tab. 1 mittlere Spalte, grau abgesetzt),

während die übrigen sich ganz oder teilweise den daraus abzuleitenden Handlungsempfehlungen und Maßnahmen zuwenden. Zur ersten Kategorie zählen auch der Forschungsschwerpunkt *Klima- und Umweltforschung* und das Projekt *Großräumige Klimaänderungen und ihre Bedeutung für die Umwelt* (in Zusammenarbeit mit der Rheinisch-Westfälischen Akademie der Wissenschaften) an der Universität Bonn (Ministerium für Wissenschaft und Forschung des Landes NRW 1993), die nicht in Tab. 1 aufgeführt sind. Ein wichtiges nationales Gemeinschaftsvorhaben, daß zur zweiten Kategorie gehört, ist das mittlerweile abgeschlossene BMBF-Projekt „IKARUS“ (*Instrumente für die Entwicklung von Strategien zur Reduktion energiebedingter Klimagase-missionen*) unter Federführung des Forschungszentrums Jülich.

### 2.1.2 *Situation im europäischen Ausland*

Im europäischen Rahmen konnten weitere 18 Organisationen identifiziert werden, die ihre Forschungsschwerpunkte im hier relevanten Feld haben (Tab 2.). Allein vier Institutionen sind in Großbritannien beheimatet. Einige kleine Staaten (Schweiz, Niederlande) weisen diesbezüglich einen bemerkenswert hohen Grad der Institutionalisierung auf. Der Anteil außeruniversitärer Einrichtungen ist auch im europäischen Ausland relativ hoch. Die maximale, jeweils zur Verfügung stehende TA-Kapazität wissenschaftlichen Personals übersteigt hier selten die Zahl fünf. Einige Einrichtungen, wie das *Stockholm Environment Institute* weisen aber für TA-Aufgaben wesentlich höhere Personalbestände aus.

**Tab. 1:** Deutsche Institutionen mit TA-Projekten im Bereich Klima –  
Technologie und Gesellschaft

| ORGANISATION  | Themen   | Projektstatus (TA-Personal)  |
|---|--|------------------------------|
| Arbeitsgruppe Energie- und Systemplanung, Universität Oldenburg     | IKARUS-Beteiligung: Volkswirtschaftliche Modellierung                                      | abgeschlossen (?)            |
| Arbeitsgruppe Systemverfahrenstechnik, TU Berlin                    | CO <sub>2</sub> -Reduktionsstrategien in Osteuropa   | permanent (2)                |
| Energiewirtschaftliches Institut, Universität zu Köln               | Klimaproblem und Wirtschaftspolitik  | abgeschlossen (1-2)          |
| Institut für Geophysik und Meteorologie, Universität zu Köln        | lokale Klimamodelle, Koordinierung interdisziplinärer Klimaprojekte                        | laufend (?)                  |
| Institut für Kernenergetik und Energiesysteme, Univ. Stuttgart      | Klimafreundliche Energieversorgung in Baden-Württemberg                                    | laufend (4-5)                |
| Institut für Umweltschutz, Universität Dortmund                     | Klimawandel und internationale Kooperation   | permanent (12)               |
| Institut für Wissenschafts- und Technikforschung, Univ. Bielefeld   | Diskursanalyse: gesellschaftliche Kommunikation über Klimawandel / Klimapolitik            | laufend (?)                  |
| Meteorologisches Institut, Universität Hamburg                      | Klimawandel und ökonomische Folgen in Norddeutschland                                      | permanent/laufend (1)        |
| Sozialwissenschaftliches Institut, Universität Düsseldorf           | Kontrollverfahren der Luftreinhaltung  | laufend (?)                  |
| Zentrum für Umweltsystemforschung Universität Kassel                | Emissionsszenarien   | abgeschlossen (?)            |
| Akademie für Technikfolgenabschätzung in Baden-W., Stuttgart        | Energieversorgung und CO <sub>2</sub> -Minderung in Baden-Württemberg, TA                  | laufend (13)                 |
| Bundesforschungsanstalt für Landwirtschaft, Braunschweig            | Klimaänderung und Landwirtschaft   | permanent (1)                |
| DLR Köln, Hauptabteilung Systemanalyse Raumfahrt*                   | Wasserhaushalt und Klima, Fernerkundung, Handlungsempfehlungen                             | permanent/laufend (7)        |
| DLR Köln, Hauptabteilung Verkehrsforschung                          | Verteilung von Luftfahrtschadstoffen   | laufend (6)                  |
| Enquête-Kommission „Vorsorge zum Schutz der Erdatmosphäre“, Bonn    | Klimawandel, Treibhaus-Effekt und gesellschaftspolitische Folgen; Maßnahmen                | permanent (<13)              |
| Forschungszentrum Jülich, Programmgruppe Mensch, Umwelt, Technik    | Klima und Gesellschaft: Kommunikation u. Konflikte   | abgeschlossen (?)            |
| Forschungszentrum Jülich, Programmgruppe Technologiefolgenforschung | IKARUS-Beteiligung: Verifikationssysteme für eine Klimakonvention / Klimawandel und Folgen | abgeschlossen/ permanent (9) |

\* Abteilung mittlerweile aufgelöst; Aufgaben werden z.T. dem Deutschen Fernerkundungsdatenzentrum der DLR übertragen.

**Tab. 1:** (Fortsetzung)

| <b>ORGANISATION</b>   | <b>Themen</b>  | <b>Projektstatus (TA-Personal)</b>  |
|---|--|-------------------------------------|
| Forschungszentrum Jülich, Programmgruppe Systemforschung und Technologische Entwicklung | IKARUS-Beteiligung: Modelle / klimaschonende Energiekonzepte, Umweltvorsorge                         | abgeschlossen/<br>permanent<br>(10) |
| Forschungszentrum Karlsruhe, Institut für Technikfolgenabschätzung und Systemanalyse    | Klimawirkungsforschung: sozialwissenschaftliche Konzepte   | abgeschlossen<br>(?)                |
| Fraunhofer-Institut für Systemtechnik und Innovationsforschung, Karlsruhe               | IKARUS-Beteiligung: Bereich „Industrie“  | abgeschlossen<br>(8-15)             |
| Gesellschaft für praktische Energiekunde e.V., München                                  | IKARUS-Beteiligung; CO <sub>2</sub> -Abgaben   | abgeschlossen<br>(4-6)              |
| Institut für angewandte Innovationsforschung Bochum e.V.                                | Regulation: Umwelt - Industrie   | laufend<br>(6-8)                    |
| Institut für Stadtforschung und Strukturpolitik, Berlin                                 | Bewertung ökologischer Maßnahmen   | abgeschlossen<br>(6)                |
| Ludwig-Bölkow-Systemtechnik GmbH, Ottobrunn   | Klimagasemissionen /<br>Vorsorge zum Schutz der Atmosphäre   | abgeschlossen/<br>permanent (4)     |
| Potsdam Institut für Klimafolgenforschung   | Klimafolgenforschung:<br>„Nordsommer-Projekt“, ...   | abgeschlossen/<br>permanent (?)     |
| Wuppertal-Institut für Klima, Umwelt, Energie GmbH                                      | Klimawandel und Folgen, Treibhausgasreduktion;<br>Strukturwandel, Umwelt-, Energie-, Verkehrspolitik | permanent<br>(<30-40)               |

**Tab. 2:** Institutionen im europäischen Ausland mit TA-Projekten im Bereich Klima - Technologie und Gesellschaft

| ORGANISATION   | Themen  | Projektstatus (TA-Personal)        |
|--|---|------------------------------------|
| Center for International Climate and Energy Research, Univ. of Oslo, (N)                   | Konfliktforschung Klimapolitik, Klima und regionale Entwicklung     | permanent/laufend (2-3)            |
| Centre for Study of Environmental Change, Lancaster University (UK)                        | Klimamodellierung, Umwelt und Philosophie                           | laufend (?)                        |
| Institut für Verkehrsplanung und Verkehrstechnik, TU Wien (AU)                             | TA Transport und Umwelt   | permanent (2)                      |
| Maastricht Economic Research Institute, University of Limburg (NL)                         | TA und Wissenschaftspolitik   | permanent (5)                      |
| Science and Policy Research Unit University of Sussex (UK)                                 | Teilnehmer am IPCC, Beratung in „Global Change“-Fragen              | laufend (4-6)                      |
| Agence de „Environnement et de la Maîtrise de l'Energie (F)                                | Luftreinhaltung   | permanent (?)                      |
| CNES, Paris (F); CNES, MEDIAS-France, Toulouse (F)   | Klima(folgen)forschung, MEDIAS-Netzwerk                             | permanent (?)                      |
| CIREC, Montrouge (F)   | Vorsorge und Regulierungsszenarien                                  | laufend (?)                        |
| Eidgenoss. Inst. für Umweltwissensch. und Technologie, Dübendorf (CH)                      | Umwelt und Gesellschaft: Soziologische Modelle, Partizipation       | permanent (?)                      |
| Environmental Change Unit, Oxford (UK)   | Klimaänderung: Folgen für Landschaft und Landnutzung                | permanent/afd./ abgeschlossen (17) |
| Environmental Resources Management, London (UK)  | Methoden zur Kontrolle von Emissionen                               | permanent (40-60)                  |
| International Federation of Institutes for Advanced Study, Project Development Office (NL) | Klimawandel und Gesellschaft  | permanent (3)                      |
| International Institute for Applied Systems Analysis, Laxenburg (AU)                       | Technischer Wandel und Emissionspfade                               | laufend (?)                        |
| Paul Scherrer Institut (CH)  | Luftschadstofftransport   | permanent (7)                      |
| Prognos A.G., Europäisches Zentrum für Wirtschaftsforschung und Strategieberatung (CH)     | Emissionsszenarien, Studien zu Vermeidungsmaßnahmen und Umsetzungen | abgeschlossen (15)                 |
| Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu, Bilthoven (NL)                              | Klimafolgenmodellierung, Modellanalyse                              | abgeschlossen (?)                  |
| STOA-Office, European Parliament (L)   | TA Klimawandel, Klima und Energie (Maßnahmen)                       | permanent/laufend (12-15)          |
| Stockholm Environment Institute (SV)   | Klimawechsel, Umweltpolitik und -ethik                              | permanent (35-45)                  |

Der Status entsprechender Forschungsprojekte weist im Vergleich mit der Situation in Deutschland wesentliche Unterschiede auf. Insbesondere die relativ hohe Quote an permanenten Forschungsvorhaben läßt hier die Suche nach europäischen Kooperationspartnern sinnvoll erscheinen. Dagegen ist wegen der geringen Anzahl beendeter Projekte derzeit nur ein beschränkter Wissensbestand frei verfügbar. Was die thematische Einordnung der Projekte betrifft, scheint hier im Vergleich zur deutschen Situation ein relativ geringer Anteil politik-orientierter Ansätze verwirklicht zu sein. Zu den wissenschaftlich orientierten Aktivitäten gehört auch der Betrieb des *MEDIAS*-Netzwerkes zur Klima(folgen)forschung in der Mittelmeer-Region und im nördlichen Afrika. Das europäische Verbundprojekt EUROTRAC befaßt sich ebenfalls stärker grundlagenorientiert mit der Erfassung und Kontrolle atmosphärischer Spurengase.

## **2.2 Stand der Forschung und weiterer Forschungsbedarf**

Die Eintragungen der Tabellen 1 und 2 weisen insgesamt 14 abgeschlossene Vorhaben zur Klimafolgenforschung in Europa aus, von denen allein 11 Untersuchungen (alle im deutschsprachigen Raum) dem hier interessierenden Teilbereich „Handlungsbedarf und Maßnahmen“ zuzuordnen sind. Ein Großteil der entsprechenden Projekte sind Arbeitspakete des oben erwähnten BMBF-Gemeinschaftsvorhabens IKARUS.

Grundsätzliche, zur Zeit nicht ausreichend beantwortete Fragen beziehen sich auf (a) die begrenzte Belastbarkeit von Klimamodellen, (b) an die prognostizierte Klimaentwicklung optimal angepaßte Klimaschutzstrategien, (c) wirtschaftspolitische Einbindung möglicher Maßnahmenbündel, (d) die Verteilungsgerechtigkeit künftiger Risiken und Chancen und (e) die Einbindung von Interessen der Bevölkerung bei Entwurf und Umsetzung von Klimaschutzmaßnahmen.

Es entsteht der Eindruck, daß die nicht-naturwissenschaftlichen Elemente aktueller Untersuchungen zur Ableitung von Handlungsempfeh-

lungen praktisch ausschließlich mittels soziologischer Methoden erarbeitet werden (IEA 1996). Diese Beobachtung hat Konsequenzen für den abzuleitenden zukünftigen Forschungsbedarf: Es bestehen zumindest in Deutschland und seinen Nachbarstaaten offensichtlich Defizite in der *ethischen* Behandlung der oben erwähnten klimarelevanten Fragestellungen. Lediglich das *Stockholm Environment Institute* betreibt Forschungen im Bereich „Klimawandel und umweltethische Politikgestaltung“.

### 3 Umweltvorsorge

Die über die Modellierung möglicher Klimazukünfte und ihrer Folgen für Mensch und Umwelt hinausgehenden Fragen der *rational zu rechtfertigenden* Maßnahmen zur Behandlung von (potentiellen) Gefahren und Risiken tangieren die Anwendbarkeit des sich im Umweltschutz etablierenden Vorsorgeprinzips. Konkret ist das Problem der Empfehlung kurativer und/oder präventiver Maßnahmen zum Schutz vor globalen Umweltschäden und -risiken und - längerfristig - zur generationsübergreifenden Sicherung menschlicher Lebens- und Aktionsräume zu behandeln. Dabei sollte sich das Augenmerk auch auf mögliche Auslegungen des Vorsorgeprinzips als Ansatz zur Vermeidung/Minimierung *oder* zur Minderung/Kontrolle von Umweltrisiken gelenkt werden. Die entsprechenden Positionen können aus physiozentrischen bzw. anthropozentrischen Weltbildern hergeleitet und gerechtfertigt werden.

Entsprechende *normative* Fragen werden durch den vermuteten anthropogenen Einfluß auf die derzeitige Klimaentwicklung aufgeworfen. Sie sollten sich - nach dem aktuellen Stand der Klimaforschung und unter der Prämisse der Verteilungsgerechtigkeit - mit den globalen und langfristigen Risiken und Chancen für betroffene Generationen auseinandersetzen und entsprechenden Handlungsbedarf aufzeigen. Für eine mögliche Empfehlung von Klimaschutzmaßnahmen ist zu prüfen, inwieweit und in welchem Ausmaß langfristig Verpflichtungen für künftige Generationen moralisch zu rechtfertigen bzw. zu fordern sind (GETHMANN, 1993a).

Die Orientierung am *Risikobegriff* ist hier von zentraler Bedeutung, da eine rational akzeptierbare Minimierung klimabedingter Risiken Ziel objektiver Handlungspräferenzen sein sollte. Die hierfür zunächst erforderliche Beurteilung von Risiken (Wahrscheinlichkeit und Ausmaß erwarteter Schäden) wird durch *Unsicherheiten* in der Modellierung und Vorhersage des Klimas und seiner Auswirkungen auf Mensch und Umwelt (Nebenfolgen) erschwert. Die Unsicherheit erstreckt sich auch auf die mögliche Rolle des Menschen als klimabeeinflussender Faktor. Hier muß zunächst mit „subjektiven“ Abschätzungen operiert werden, die mit zunehmender Kenntnis der Klimaprozesse durch zuverlässige, wissenschaftlich validierte Prognosen verfeinert werden (siehe auch GETHMANN, 1993b).

### **3.1 Umweltvorsorge in Politik und Recht**

Die Implementierung des Vorsorgeprinzips in die deutsche Politik begann Anfang der 70-er Jahre (Umweltprogramm, Gesundheitsschutz) und wird seither kontinuierlich ausgebaut. Dessen Hauptaufgaben werden in der großräumigen Vermeidung/Minimierung/Reduzierung /Kontrolle von Risiken (Fernschäden, grenzüberschreitende oder globale Umweltprobleme) *und* - getragen vom Nachhaltigkeitsgrundsatz als Strukturprinzip - in der intergenerationellen Zukunftsvorsorge (z.B. Umweltleitplanungen, UVPs) gesehen (BEYER, 1992). Das Vorsorgeprinzip reicht somit in der Praxis - im Gegensatz zum Verursacherprinzip - in die Zukunft und behandelt Klassen möglicher Schäden und Risiken ohne Bezug zu individuellen Problemlagen. Im Gegensatz zum Schutzprinzip (konkrete Abwehr von Gefahren, beispielsweise durch Setzung von Umweltstandards) greift das Vorsorgeprinzip auch bei *Risikoverdacht* und instrumentalisiert damit u.a. das Problem der Unsicherheit von Handlungsfolgen.

In der EU und anderen Industrieländern ist das Vorsorgeprinzip ebenfalls politisch etabliert; es ist aber zumeist stärker am Nachhaltigkeitsgrundsatz (Vermeidung irreversiblen Ressourcenverbrauchs) orientiert. Entsprechende Regulierungen stehen aber kaum zur Verfügung oder

sind noch in Vorbereitung. Eine den deutschen Verhältnissen verwandte Umweltvorsorgepolitik wird lediglich in der Schweiz und in Österreich praktiziert (BEYER, 1992).

Die empfohlene *Rechtspraxis* zur Umweltvorsorge orientiert sich zu ihrer Legitimierung hauptsächlich an folgenden Kriterien (REHBINDER, 1991):

- Handlungsleitlinien sollten auf der Basis des *aktuellen Stands wissenschaftlicher Erkenntnisse* und der technischen Umsetzbarkeit von Diagnose- und Kontrollmechanismen aufgestellt werden.<sup>1</sup>
- Die *Verlagerung* von Umweltproblemen auf andere Räume, Systeme oder Sphären sollte vermieden werden.<sup>2</sup>
- Zur Unterbindung von *Überregulierungen* ist eine Abwägung nach Risikoproportionalität des Vorsorgeanlasses und nach ökonomischen Gesichtspunkten (Übermaßverbot) vor Verabschiedung entsprechender Maßnahmen sicherzustellen. Diese Forderung ist allerdings mit der *strengen* (physiozentrischen) Auslegung des Vorsorgeprinzips (Vermeidung oder Minimierung potentieller Umweltbelastungen) nicht umfassend in Einklang zu bringen (BEYER, 1992). Andererseits stände einer Überregulierung das öffentliche Interesse der Freiheitssicherung entgegen. Im vorsorgenden Umweltschutz müßte daher analog und in Ergänzung zum Gebrauch der „Gefahrschwelle“<sup>3</sup> die Formulierung und Anwendung einer „*Vorsorgeschwelle*“ zur normativen Eingrenzung möglicher Steuerungspfade vorgenommen werden (WAHL, 1995).

Zum letzten Punkt gehört auch die Ausgestaltung und Orientierung möglicher Vorsorgemaßnahmen am Bestand komplementärer, bereits in Kraft getretener oder geplanter (nachsorgender) Umweltschutzverordnungen (REHBINDER, 1991).

---

1) Hier sind auch etwaige Fragen der o.g. Unsicherheiten wissenschaftlicher Aussagen zu beachten.

2) Einen Spezialfall eines Verlagerungsverbots (in die Zukunft) stellt gewissermaßen der hier relevante vorsorgende Schutz künftiger Generationen dar.

3) Der Begriff „Schwelle“ ist hier nicht als vorfindlicher Zustand sondern als handlungsleitendes Resultat diskursiver Abwägungsprozesse zu verstehen.

### 3.2 Status der Vorsorge in relevanten Rechtsbereichen

Im Entwurf einer Neufassung des Umweltgesetzbuches (KLÖPFER ET AL. 1990, JARRAS ET AL. 1994) wird neben dem klassischen Ansatz der Gefahrenabwehr das Prinzip der Vorsorge als Desiderat zum Schutz vor Umweltrisiken und zur vorausschauenden Erhaltung von Handlungsfreiräumen (Nachhaltigkeitsgrundsatz) explizit erwähnt. Schutzobjekte sind Mensch *und* Umwelt. Als Schutzzwecke werden u.a. die Erhaltung des Aufbaus und der Zusammensetzung der Atmosphäre genannt, allerdings primär zur *Sicherstellung der Luftqualität*. Aus der Verpflichtung zum Erhalt der Atmosphäreneigenschaften wird auch der *Klimaschutz* als Ziel abgeleitet. Entsprechende Bestimmungen sind in erster Linie im Immissionsschutzrecht und - wegen der Vernetzung der Problemsphären und -bereiche - auch im Gefahrstoffrecht (halogenierte KWs) und Wasserrecht bzw. Naturschutzrecht vorgesehen. Geeignete Verordnungen zur Durchführung behördlicher Maßnahmen der Erfassung und Kontrolle relevanter schädlicher Emissionen sind nach dem Stand der Meßtechnik zu formulieren. Bereits in der novellierten Fassung der „TA Luft“ sind Bedingungen für einen Vorsorgeansatz dadurch gegeben, daß Regulierungen für Emissionen und Immissionen voneinander getrennt behandelt werden (WAHL, 1995); das Verursacherprinzip ist im dynamischen Medium Luft naturgemäß nur sehr eingeschränkt anwendbar.

Auch im *europäischen Rahmen* sind entsprechende Initiativen ebenfalls mehr auf die Verabschiedung von Regelungen zur Verbesserung der Luftqualität als zum Klimaschutz zu verzeichnen. So wurde von der EU 1996 ein Rechtsrahmen zur Vorbereitung eines flächendeckenden Luftmeßnetzes beschlossen („Air Quality Directive“). Zur Zeit sind Grenzwerte industrieller Emissionen (teilweise auch klimarelevanter „Volatile Organic Compounds“ in der aktuellen Diskussion. Ein Strategiepapier für bindende Maßnahmen zur Minderung (methanbildender) organischer Abfälle wurde ebenfalls formuliert. Einschlägige weitere Aktivitäten sind in der Vorbereitung (BJERREGAARD, 1997).

## 4 Projektskizze

Das Projekt „Klimavorhersage und -vorsorge“ umfaßt den Problemkomplex der Konzeption, Bewertung und Empfehlung divergierender Handlungsstrategien vor dem Hintergrund bestehender Unsicherheiten (a) in der Modellierung des aktuellen Klimas und dessen zukünftiger Entwicklung, (b) in der Zuweisung anthropogener Klimafaktoren und (c) in der Abschätzung gesellschafts- und umweltrelevanter Klimafolgen. Es soll wissenschaftlich fundiertes Material erarbeitet werden, um unter Einbeziehung von Fragen der Verteilungsgerechtigkeit zu einem begründeten Konzept einer zukunftsweisenden Handlungsstrategie zu gelangen. Das Projekt soll damit zu einer Versachlichung der gesellschaftlichen Diskussion über die zukünftige Klimaentwicklung und die Rolle des Menschen beitragen.

Aktuelle, in diesem Zusammenhang zu erörternde Probleme, sind:

- Der Handlungsbedarf angesichts unvollständiger, unsicherer oder kontroverser Modellierungsergebnisse oder ihrer Auslegungen;
- die kritische Beurteilung der Eingangsdaten aus methodischer Sicht (Fehler, Repräsentanz der Meßwerte);
- die Synchronisierung abzuleitender Maßnahmen aufgrund globaler, langfristiger Entwicklungstendenzen klimarelevanter Atmosphäreigenschaften;
- die Harmonisierung umwelt- und wirtschaftspolitischer Belange;
- die gerechte Verteilung von Chancen und Risiken (Individuen, Generationen, gesellschaftliche Gruppen, Nationen als Träger/Verursacher);
- die Konzeption und Anwendung methodischer Ansätze zur Einbindung von Interessen der Bevölkerung.

### 4.1 Projektinhalte

Im Rahmen des Projekts sollten zunächst zentrale Systemzusammenhänge von Lebensumwelt und Klima nach dem heutigen wissenschaft-

lichen Kenntnisstand erfaßt und interdisziplinär zusammengeführt werden, um darauf aufbauend vertiefende Untersuchungen zum Thema durchführen zu können. Die systematische Analyse und Bewertung existierender Klimamodelle soll vor dem Hintergrund unterschiedlicher Grundannahmen (z.B. aktualistisches Prinzip, Strahlungshaushalt), methodischer Ansätze (Extrapolationen empirischer Daten, numerische Simulationen) und Datenressourcen (Zeitreihen, Punktmessungen, Fernerkundungsdaten) belastbare Aussagen über ihre Vorhersagepotentiale ermöglichen. Es sind vergleichende Bewertungen unterschiedlicher, modellspezifischer Prognoseergebnisse (Klimaentwicklung; anthropogener Einfluß) in Bezug auf ihre Zuverlässigkeit und zeitlich-räumliche Auflösung/Abdeckung durchzuführen.

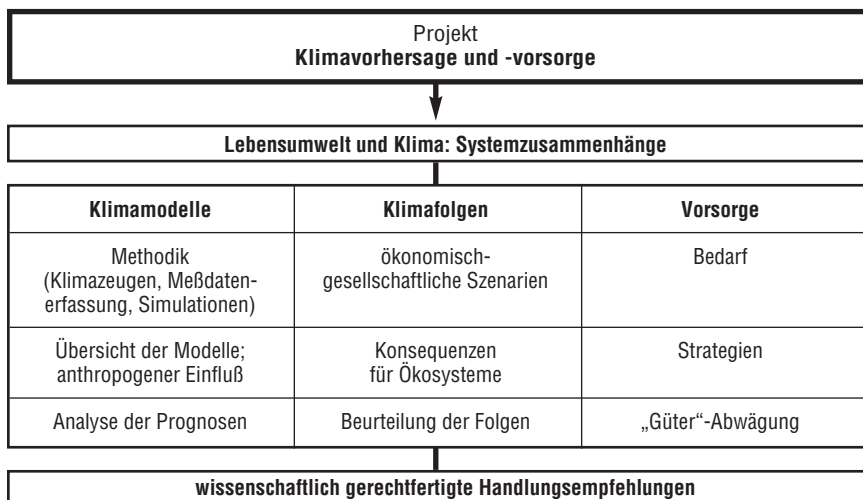
Die in diesem Zusammenhang zu erwartenden Konsequenzen (graduell wirksame Klimafolgen, Häufigkeit, Wahrscheinlichkeit und Intensität episodischer Ereignisse; Risiken) für die zukünftige Qualität und Dynamik etablierter Öko-, Wirtschafts- und Gesellschaftssysteme sind kritisch zu prüfen (hier kann auf eine Vielzahl einschlägiger Vorarbeiten zurückgegriffen werden). Einschränkend muß aber festgestellt werden, daß (quantitative) Prognosen ökonomischer oder sozialer Entwicklungen grundsätzlich problematisch sind, da für diese wissenschaftliche Verlaufsgesetze kaum existieren. Für Zwecke der durchzuführenden Studie sollen daher hier lediglich absehbare Entwicklungstrends berücksichtigt werden. Die Beurteilung der Wahrscheinlichkeit klimainduzierter Effekte wird als Rechtfertigung zur Formulierung entsprechender präventiver oder kurativer Maßnahmen oder ihrer Unterlassung angesehen (Klärung des Handlungsbedarfs).

Die nachfolgende Analyse, Konzeption und Bewertung von Strategien zur Bewältigung und/oder Vermeidung etwaiger anthropogen verursachter globaler (und regionaler) Klimawechsel dient der abschließenden Erarbeitung entsprechender Handlungsempfehlungen für die politischen Entscheidungsträger in Europa. Dabei sind Fragen des Handelns unter Risiko und unsicherer Faktenlage (Güterabwägung, Langzeitverantwortung) des „Timing“ (Zeitplan, Synchronisierung von Einzelmaßnahmen) und der Harmonisierung (Verteilungsgerechtigkeit,

Kohärenz nationaler Initiativen) auf der Basis eines Zielkatalogs zu klären. Dieser Katalog soll zuvor mittels Verfahren der normativen Ethik entwickelt werden. Dabei ist insbesondere zu klären, unter welchen Bedingungen das Vorsorgeprinzip im Umweltschutz auf den Klimaschutz anzuwenden ist. Ein wichtiger Punkt wird hier die Frage des Handelns bei Unsicherheit sein, das sich zu seiner Legitimation am aktuellen Stand der Wissenschaft zu orientieren hat. Parallel zur Formulierung von abschließenden Handlungsoptionen und -empfehlungen können geeignete Vorschläge zur Instrumentalisierung, Institutionalisierung und Kontrolle entsprechender Maßnahmen behandelt werden.

## 4.2 Projektstruktur

Zunächst soll ein möglichst gleichmäßiger Informationsstand zu relevanten Systemzusammenhängen erreicht werden. Die Hauptarbeit der Studie gliedert sich in die drei Blöcke „Klimamodelle“, „Klimafolgen“ und „Vorsorge“, die parallel bearbeitet werden können. Da ihre Ergebnisse teilweise aufeinander aufbauen, sollte auf eine enge Abstimmung insbesondere der ersten beiden bzw. der letzten beiden Blöcke geachtet werden. Die Endresultate werden dann zu „Handlungsempfehlungen“ aus wissenschaftlicher Sicht führen. Das nachfolgende Schema veranschaulicht die obigen Gedanken:



## 5 Projektdurchführung

Das Vorhaben „Klimavorhersage und -vorsorge“ wird das erste Projekt der **Europäischen Akademie** mit geowissenschaftlichem Hintergrund sein. Dem Thema wird wegen seiner globalen und generationsübergreifenden Dimension hohe Bedeutung zugemessen. Das Vorhaben sollte vor dem Hintergrund der intensiv geführten Debatte in Politik und Gesellschaft zügig angegangen werden, um im Vorfeld relevanter klimapolitischer Entscheidungen rechtzeitig Beiträge leisten zu können. Darüber hinaus kann erwartet werden, daß sich einzelne Resultate aus den Untersuchungen zum Vorsorgeprinzip in allgemeiner Form auch auf andere Umweltprobleme anwenden lassen.

In einer Vorphase - zunächst auf Eigenkostenbasis der Beteiligten - sollte sich eine Arbeitsgruppe geeigneter Wissenschaftler konstituieren, um auf der Basis der vorliegenden Skizze ein vorläufiges Arbeitsprogramm für das Projekt zu formulieren. Aufgrund der hohen allgemeinen Aufmerksamkeit, die das Thema verursacht, ist hier auch ein Interesse potentieller Drittmittelgeber zu erwarten. Der Start der auf ca. 2 Jahre angelegten Projektarbeit beginnt mit einer Detaillierung des Arbeitsprogramms und der Zuordnung thematischer Zuständigkeiten. Danach erfolgt die Bearbeitung der Teilthemen, die regelmäßige Diskussion von Zwischenergebnissen. Parallel erstellte Textentwürfe werden in ein Memorandum eingearbeitet, daß im Rahmen einer Abschlußpräsentation der Fachöffentlichkeit vorgestellt und nach Stellungnahme des *Wissenschaftlichen Beirats* der **Europäischen Akademie** ggf. nachträglich überarbeitet wird. Dokumentierbares Ergebnis der Projektarbeit soll ein kohärenter Text in Buchform sein. Autoren sind die Mitglieder der Arbeitsgruppe, Herausgeber ist die **Europäische Akademie**.

## 6 Nutzung der Ergebnisse

Angesichts bestehender Unsicherheiten und kontroverser Auslegung von Wahrnehmung, Ursache und Folgen möglicher globaler Klimaänderungen und divergierender Empfehlungen verschiedener Interessengruppen besteht in der politischen und der Fach-Öffentlichkeit offensichtlich ein Bedarf an unabhängiger, wissenschaftlich fundierter Information zum Thema, die insbesondere den politischen Entscheidungsträgern *zur Orientierung* auf unübersichtlichem Terrain behilflich sein soll. Daher richten sich die Ergebnisse der Studie insbesondere an die entsprechenden öffentlichen Stellen in Deutschland und Europa. Daneben soll die **Europäische Akademie** mit den erzielten Resultaten ihr *Profil bilden* und dokumentieren. Zu diesem Zweck soll der Studienbericht und begleitende Publikationen der Fachöffentlichkeit präsentiert werden.

Mögliche Interessenten oder Auftraggeber lassen sich beim BMBF, in den Umweltministerien des Bundes und der Länder und bei der Europäischen Union identifizieren. Die hohe Bedeutung des Themas für die zukünftige Entwicklung menschlicher Lebens- und Wirtschaftsräume läßt hier auch ein hohes *Förderpotential* für entsprechende Forschungsleistungen erwarten.

Zu den vom BMBF geförderten Maßnahmen des Bundes gehört das Fachprogramm „Klima- und Atmosphärenforschung“. Interessant wäre hier der Bereich „Klimafolgenforschung“ der auf die Wirkungen eines globalen Wandels abzielt und interdisziplinäre Arbeiten im Vorfeld des Umwelt-Managements einschließt (BMBF, 1996b).

Wegen der grenzüberschreitenden Bedeutung des Themas sind grundsätzlich auch europäische Forschungsinitiativen attraktiv. Hierzu gehören in erster Linie die *Fördermaßnahmen der EU*, für europäische Forschungsverbünde (FET 1996). Zunächst wäre das von der Abteilung DG XII verwaltete „Fachprogramm Umwelt und Klima“ zu nennen, in dem u.a. Forschung im Bereich natürliche Umwelt, Umweltqualität und globale Veränderungen gefördert werden, mit dem Fokus Klimaverän-

derungen und Konsequenzen für Mensch und Umwelt. Projektnehmer gehören dem „Europäischen Netz für Forschung im Bereich globaler Klimaänderungen“ (ENRICH) an. Nationale Kontaktstellen sind die DLR (Projektträger Umweltforschung und -technik), Bonn und das Forschungszentrum Jülich. Ein anderes EU-Programm „Sozioökonomische Schwerpunktforschung“ (TSER) befaßt sich u.a. mit der Förderung von Forschungsarbeiten im Bereich der Evaluierung wissenschaftlicher Entwicklungen und ihrer Einflüsse auf die zukünftige Politikgestaltung in Europa. Die vorgesehene Laufzeit des TSER-Programms wird sich zunächst bis 1998 erstrecken. Das Forschungsprogramm wird in Deutschland von der DLR, Bonn und vom Europareferat der Universität Wuppertal verwaltet.

Daneben wird Wissenschaftleraustausch und -qualifizierung in Europa durch das thematisch unspezifische „Programm Ausbildung und Mobilität von Wissenschaftlern“ (TMR) gefördert, das ebenfalls für das Projekt genutzt werden könnte. Zuständig ist hier wieder die DLR in Bonn (Projektträger EU-Programme).

Weitere Wissenschaftsnetzwerke bieten die europäischen Forschungsinitiativen EUREKA und COST an. Informationen und Hilfestellungen insbesondere bei Projektanbahnungen sind bei der DLR in Köln erhältlich.

## 7 Ausblick

Ein Projekt „Klimavorhersage und -vorsorge“ ist wegen der Aktualität der damit verbundenen disziplinübergreifenden Fragen ein wissenschaftlich einschlägiges Thema für die **Europäische Akademie** und interessierte Kooperationspartner. Aufgrund der im Hause vertretenen Kompetenz und der vorhandenen Kapazität erscheint eine Bearbeitung des Projekts nach dem Arbeitsgruppenprinzip ohne weiteres durchführbar.

## Glossar

Um den Umgang insbesondere mit „grauer“ Literatur zum Thema zu erleichtern, wird mit der folgenden Aufstellung eine Übersicht der häufigsten im Themenzusammenhang erwähnten Akronyme gegeben.

| Akronym  | Bedeutung   | Bemerkungen   |
|----------|---|---|
| AIM      | Asian-Pacific Integrated Model  |   |
| AWI      | Alfred-Wegener-Institut für Polar- und Meeresforschung  | Aktivitäten u.a. im Bereich Paläoklimatologie; Sitz in Bremerhaven  |
| BAHC     | Biospheric Aspects of the Hydrological Cycle  | IGBP-Unterprogramm, Geschäftsstelle: PIK, Potsdam   |
| BALTEX   | Baltic Sea Experiment   | Internationales Verbundprojekt zur Klima- und Umweltentwicklung im Ostseeraum, geleitet von der GKSS  |
| CLIVAR   | Climate Variability and Predicability   | WCRP-Teilprogramm, Sitz: MPI, Hamburg   |
| ENRICH   | European Net for Research in Global Climate Change  | Rahmenprogramm; umfaßt zwei klimarelevante EU-Fachprogramme   |
| EUROTRAC | European experiment on transport and transformation of environmentally relevant trace constituents in the troposphere over Europe | Gemeinschaftsprojekt der EUREKA-Initiative, geleitet vom Fraunhofer Institut, Garmisch-Partenkirchen; derzeit als Folgeprojekt EUROTRAC 2 in Arbeit |
| ENSO     | El Niño Southern Oscillation  | Kurzperiodischer Klimawechsel in der küsten-nahen Andenregion; verursacht durch Strömungsfluktuationen im Pazifik                                   |
| ESCAPE   | Evaluation of Strategies to adress Climate Change by Adapting to and Preventing Emissions   |   |
| EPA      | Environmental Protecion Agency  |   |
| ESM      | Earth System Model  |   |
| FCCC     | Framework Convention on Climate Change  |   |
| FCKWs    | Fluorkohlenwasserstoffe   | Infrarotabsorbierend, ozonersetzend   |
| FUND     | The Climate Framework for Uncertainty, Negotiation, and Distribution  |   |
| GCAM     | Global Change Assessment Model  |   |
| GCM      | General (Global) Circulation Model  |   |
| GCOS     | Global Climate Observing System   | Beratungseinrichtung zu Global Change, Sekretariat in Offenbach   |
| GCTE     | Global Change and Terrestrial Ecosystems  | IGBP-Unterprogramm  |
| GDP      | Gross Domestic Product  |   |
| GEWEX    | Global Energy and Water Cycle Experiment  | WCRP-Projekt  |
| GFZ      | Geoforschungszentrum, Potsdam   | Großforschungseinrichtung   |

| <b>Akronym</b> | <b>Bedeutung</b>   | <b>Bemerkungen</b>  |
|----------------|--|---|
| GHGs           | Greenhouse Gases   |   |
| GLOBEC         | Global Ocean Ecosystems Dynamics   | IGBP-Unterprogramm  |
| GNP            | Gross National Product   |   |
| IAM            | Integrated Assessment Model  |   |
| ICAM           | Integrated Climate Assessment Model  |   |
| ICSU           | International Council of Scientific Unions   | fördert IHDP-/IGBP-Programme  |
| IEA            | Integrated Environmental Assessment  | Europäische Forschungsinitiative  |
| IGAC           | Global Atmospheric Chemistry   | IGBP-Unterprogramm  |
| IGBP           | International Geosphere-Biosphere Programme  | Interdisziplinäre Forschungsinitiative des ICSU;<br>dt. Geschäftsstelle an FU Berlin    |
| IGBP-DIS       | IGBP Data and Information System   |   |
| IHDP           | International Human Dimensions Programme   | „Global Change“-orientiert; komplementär zu<br>IGBP und WCRP; Sitz in Bonn              |
| IKARUS         | Instrumente für die Entwicklung von Strategien<br>zur Reduktion energiebedingter<br>Klimagasemissionen | abgeschlossenes BMBF-Projekt,<br>geleitet vom Forschungszentrum Jülich                  |
| IMAGE          | Integrated Model to Assess the Greenhouse Effect   | EU-Projekt  |
| IPCC           | Intergovernmental Panel on Climate Change  | Beratung in Klimafragen   |
| ISIS           | Intelligentes Satellitendaten-Informationssystem   | Nutzerschnittstelle, bereitgestellt vom Deutschen<br>Fernerkundungsdatenzentrum der DLR |
| ISM            | Integrated Science Model for assessment<br>of climate change   |   |
| ISSC           | International Social Science Council   | fördert IHDP-Programm   |
| JGOFS          | Joint Global Ocean Flux Study  | IGBP-Unterprogramm  |
| LOICZ          | Land-Ocean Interactions in the Coastal Zone  | IGBP-Unterprogramm  |
| LUCC           | Land Use/Land Cover Change   | IGBP-/IHDP-Unterprogramm  |
| MCS            | Monte Carlo Simulation   |   |
| MEDIAS         | Global Change in the Mediterranean Basin<br>and Subtropical Africa                                     | Regionales Umweltforschungsnetzwerk,<br>Geschäftsstelle c/o CNES, Toulouse              |
| MERGE          | Model for Evaluating Regional and<br>Global Effects of GHG Reduction Policies                          |   |
| PAGES          | Past Global Changes  | IGBP-Unterprogramm  |
| PIK            | Potsdam-Institut für Klimafolgenforschung  | „Blaue-Liste“-Institut,<br>Direktor: Prof. Schellnhuber                                 |
| REKLIP         | Regio-Klima-Projekt  | Gemeinschaftsvorhaben der Rheinanlieger<br>D, F, CH                                     |
| TARGETS        | Tool to Assess Regional and Global Environmental<br>and Health Targets for Sustainability              | EU-Projekt  |

| <b>Akronym</b> | <b>Bedeutung</b>   | <b>Bemerkungen</b>  |
|----------------|--|---|
| TSER           | Targeted Socio-Economic Research                               | EU-Forschungsprogramm   |
| UNEP           | United Nations Environment Programme                           | Rahmen-Programm   |
| UFZ            | Umweltforschungszentrum, Leipzig                               | Großforschungseinrichtung   |
| ULYSSES        | Urban Lifestyles, Sustainability, and Environmental Assessment | EU-Projekt, geleitet von TH Darmstadt   |
| VOCs           | Volatile Organic Compounds                                     | Spurengasklasse   |
| WCRP           | World Climate Research Programmes                              | Rahmen-Programm der WMO. Zentrale in Genf, Vorsitzender: Prof. Grassl         |
| WBGU           | Wissenschaftlicher Beirat<br>Globale Umweltveränderungen       | Beratungsgremium der Bundesregierung;<br>Geschäftsstelle in Bremerhaven (AWI) |
| WMO            | World Meteorological Organization                              |   |

## Zitierte Literatur

BERNER, R.A., LASAGA, A.C., GARRELS, R.M. (1983): The Carbonate Silicate Geochemical Cycle and its Effect on Atmospheric Carbon Dioxide over the Past 100 Million Years: . American Journal of Science 283, 641-683

BEYER, H.-M. (1992): Das Vorsorgeprinzip in der Umweltpolitik. Schriftenreihe Wirtschaftswissenschaften und Sozialwissenschaften 10. Wissensch. & Praxis Verlag.

BJERREGAARD, R. (1997): Enlarging the Environment. Newsletter from the European Commission DG XI on environment and enlargement 1, December 1996

BMBF (1996a): Delphi-Bericht 1995 zur Entwicklung von Wissenschaft und Technik (Mini-Delphi). Studie des Fraunhofer-Instituts für Systemtechnik und Innovationsforschung im Auftrag des BMBF, Bonn

BMBF (1996b) Förderfibel: Förderung von Forschung, Entwicklung und Innovation. Bundesministerium für Bildung, Wissenschaft, Forschung und Technologie, Bonn

COENEN, R., FLEISCHER, T., KUPSCH, C. (1993) Technikfolgenabschätzung in Deutschland: Eine Dokumentation über deutsche Forschungseinrichtungen auf dem Gebiet der Technikfolgenabschätzung. Kernforschungszentrum Karlsruhe, im Auftrag des BMFT

CUBASCH, U., SANTER, B.D., HEGERL, G.C. (1995) Klimamodelle - wo stehen wir? Erreichtes und Probleme bei der Vorhersage und dem Nachweis anthropogener Klimaänderungen mit globalen Klimamodellen. Phys. Bl. 51, Nr. 4, 269-276

EBERLEIN, D. (Hg.) (1995) Systemanalyse und Technikfolgenabschätzung: Die Praxis der deutschen Großforschungseinrichtungen. Campus

FET (1996): EU-Forschungsförderung. FET-Mitteilungen 12/96, Universität-GH Essen

FLÖHL, R. (1995): Unsichtbare Hand lenkt Klimaforschung. In: (Flöhl, Ritter; Hgg.) Wissenschafts-Jahrbuch '96. Frankfurt

GETHMANN, C.F. (1993a): Langzeitverantwortung als ethisches Problem im Umweltstaat. In: (Gethmann, Kloepfer, Nutzinger) Langzeitverantwortung als ethisches Problem im Umweltstaat, Bonn

GETHMANN, C.F. (1993b): Zur Ethik des Handelns unter Risiko im Umweltstaat. In: (Gethmann, Kloepfer) Handeln unter Risiko im Umweltstaat, Berlin

HESEMANN, J. (1978): Geologie: Eine Einführung in erdgeschichtliche Vorgänge und Erscheinungen. Paderborn

IEA (1996): Prospects for Integrated Environmental Assessment: Lessons learnt from the Case of Climate Change. Internationales Symposium, 24.-26.10.1996, Toulouse

ITAS (1996): Klimaforschung und internationale Klimapolitik. TA-Datenbank-Nachrichten 3/5, 3-26

JARASS, H.D.; KLOEPFER, M.; KUNIG, P; PAPIER, H.J; PEINE, F.J; REHBINDER, E.; SALZWEDEL, J.; SCHMIDT-ABMANN, E. (1994): Umweltgesetzbuch: Besonderer Teil. Umweltbundesamt, Bericht 4/94, Schmidt-Verlag

KLOEPFER, F.J; REHBINDER, E.; SCHMIDT-ABMANN, E. (1991): Umweltgesetzbuch: Allgemeiner Teil. Umweltbundesamt, Bericht 7/90, Schmidt-Verlag

MINISTERIUM FÜR WISSENSCHAFT UND FORSCHUNG DES LANDES NORDRHEIN-WESTFALEN (1993): Forschung in Nordrhein-Westfalen. Düsseldorf

MINISTERIUM FÜR WISSENSCHAFT UND FORSCHUNG DES LANDES NORDRHEIN-WESTFALEN (1995): Technikfolgen: Forschung. Dokumentation 1995, Düsseldorf

NEGENDANK, J.F.W. (1995): Paläoklima und aktuelles Klima. In (HGF, Hg.) Paläoklima und Klimaprozesse, 5-7, Bonn

POST (1995): Global Warming - The State of Science. Parliamentary Office of Science and Technology, Note 61

REHBINDER, E. (1991): Das Vorsorgeprinzip im internationalen Vergleich (Bd. 12) . In: Umweltrechtliche Studien: Technik, Umwelt, Energie, Recht (Battis, U., Rehbinder, E., Winter, G.).

SANTER, B.D., TAYLOR, K.E., WIGLEY, T.M.L., PENNER, J.E., JONES, P.D., CUBASCH, U. (1995): Towards the detection and attribution of an anthropogenic effect on climate. *Climate Dynamics* 12, 77-100

SCHÖNWIESE, C.-D. (1996): Weltweite Klimaänderungen. Grundlagen, Probleme und neue Prognosen. *Universitas* 603, 999-1009

SIMONIS, U.E. (1996): Der beste Weg einer globalen Umweltpolitik: Steuern, "gemeinsame Umsetzung" oder Zertifikate? *Universitas* 589, 304-317

THÜNE, W. (1995): Zum natürlichen Treibhauseffekt - sind die 33°C ein faktischer oder fiktiver Wert? *Elektrizitätswirtschaft* 94, Heft 26, 1800-1807

VAN DER SLUIJS, J., DE BRUYN, G.J., WESTBROEK, P. (1996): Biogenic feedbacks in the carbonate-silicate geochemical cycle and the global climate. *American Journal of Science* 296 (im Druck)

VON BERG, I. (1994) Technology assessment in Europe: A Documentation of TA Research Establishments. Kernforschungszentrum Karlsruhe

WAHL, R. (Hg.) (1995): Prävention und Vorsorge: Von der Staatsaufgabe zu den verwaltungsrechtlichen Instrumenten: Studien zum Umweltstaat. *Economica*

WESTBROEK, P. (1991) Dynamics of the Earth: Life as a Geochemical Force. New York

WBGU (1993): Welt im Wandel: Grundstruktur globaler Mensch-Umwelt-Beziehungen. Jahresgutachten 1993, Bonn

WBGU (1995): Scenario for the derivation of global CO<sub>2</sub> reduction targets and implementation strategies. Statement on the occasion of the First Conference of the Parties to the Framework Convention on Climate Change in Berlin, Bremerhaven

WISSENSCHAFTSGEMEINSCHAFT BLAUE LISTE (1996) Dokumentation 1995/96. WBL-Geschäftsstelle Dortmund

WISSENSCHAFTSRAT (1994) Empfehlungen und Stellungnahmen. Band II, Köln

YZER, C. (1996): Wirksamer Klimaschutz durch CO<sub>2</sub>-Minderung. BMBF Presse-Info, 18.7.1996, Bonn

## **Erweiterte Bibliographie**

### **Klimatologie**

AHRENS, C. D. (1994): *Meteorology Today : An Introduction to Weather, Climate, and the Environment*. West Pub. Co.

GRAEDEL, T. E.; CRUTZEN, P. J. (1994): *Chemie der Atmosphäre. Bedeutung für Klima und Umwelt*. Spektrum-Verlag

HUPFER, P. (Hg.) (1991): *Das Klimasystem der Erde: Diagnose und Modellierung, Schwankungen und Wirkungen*. Akademie-Verl.

LYDOLPH, P. E. (1985): *The Climate of the Earth*. Rowman & Littlefield

MALBERG, H. (1994): *Meteorologie und Klimatologie. Eine Einführung*. Springer

SCHÖNWIESE, C.-D. (1994): *Klimatologie*. UTB

SCHWARZBACH, M. (1993): *Das Klima der Vorzeit. Eine Einführung in die Paläoklimatologie*. Enke

### **Klimawandel**

BALLING, R.C., JR. (1993): *The Heated Debate : Greenhouse Predictions Versus Climate Reality*. Pacific Research Inst.

BARRON, E.J. (1996): *Climate Variation in Earth History (The Global Change)*. Univ. Science Books

BORSCH, P., WIEDEMANN, P.M. (Hgg.)(1992): *Was wird aus unserem Klima? Fakten, Analysen und Perspektiven*. Bonn aktuell

BRADLEY, R.S. (1995): *Climate Since Ad 1500*. Routledge

CRUTZEN, P.J. (Hg.) (1995): *Clouds, Chemistry and Climates (NATO ASI Global Environmental Change Series 1 Volume 35)*. Springer

ENDLICHER, W., GOBMAN, H. (1986): Fernerkundung und Raumanalyse: Klimatologische und landschaftsökologische Auswertung von Fernerkundungsdaten. Wichmann

FRENZEL, B.: (Hg.)(1991): Klimageschichtliche Probleme der letzten 130.000 Jahre. Fischer

FRENZEL, B.: (Hg.)(1994): Climatic trends and anomalies in Europe 1675 - 1715 (Paläoklimaforschung Bd. 13). Fischer

HENDERSON-SELLERS, A. (Hg.) (1996): Future Climates of the World : A Modelling Perspective (World Survey of Climatology, Vol 16). Elsevier

HOUGHTON, J.T.; MEIRA FILHO, L.G.; CALLANDER, B.A.; HARRIS, N.; KATTENBERG, A.; MASKELL, K. (Hgg.)(1996): The Science of Climate Change. Cambridge Univ. Press

HUPFER, P. (Hg.)(1991): Das Klimasystem der Erde: Diagnose und Modellierung, Schwankungen und Wirkungen. Akademie-Verl.

IPCC (1996): Climate Change 1995: The Science of Climate Change. Cambridge Univ. Press

JOUSSAUME, S. (1995): Klima - gestern, heute, morgen. Springer

KARL, T. (Hg.)(1995): Long-Term Climate Monitoring by the Global Climate Observing System. Kluwer Academic Pub.

KONDRATYEV, K. Y.; JOHANNESSEN, O.M.; MELENTYEV, V.V. (1996): High Latitude Climate and Remote Sensing (Wiley Praxis Series in Remote Sensing). John Wiley & Sons

LAMB, H. H. (1995): Climate, History and the Modern World. Routledge

KUHN, M. (1990): Klimaänderungen, Treibhauseffekt und Ozon. Tatsachen, Erklärungen und Zahlenbeispiele zur menschlichen Beeinflussung des Klimas durch Spurengase. Kulturverl.

LAUER, W.; Frankenberg, P. (1986): Zur Rekonstruktion des Klimas im Bereich der Rheinpfalz seit Mitte des 16. Jahrhunderts mit Hilfe von Zeitreihen der Paläoklimaforschung Bd.2., Fischer

MILITZER, S. (1996): Klima - Klimageschichte - Geschichte: Status und Perspektiven von Klimageschichte und Historischer Klimawirkungsforschung. Geschichte in Wissenschaft und Unterricht 47, Heft 2

MILNE, A. (1996): Beyond the Warming : The Hazards of Climate Prediction in the Age of Chaos. Prism Pr. Ltd.

SCHÖNWIESE, C.-D.; DIEKMANN, B. (1988): Der Treibhauseffekt. Der Mensch ändert das Klima. DVA

SHAW, G. E. (1996): Clouds and Climate Change (The Global Change). Univ. Science Books

SIMARSKI, L. (1992): Volcanism and Climate Change (AGU Special Report). Am. Geophysical Union Publ.

STORCH, H. VON (1995): Analysis of Climate Variability : Applications of Statistical Techniques. In: Navarra, A. (Hg.) Proceedings of an Autumn School Organized by the Commission of the European Union. Springer Verlag

WRIGHT, H.E., JR.; KUTZBACH, J.E. (1994): Global Climates Since the Last Glacial Maximum. Univ. of Minnesota Pr.

## **Klimafolgen**

ALCAMO, J. (Hg.)(1994): Image 2.0 : Integrated Modeling of Global Climate Change. Kluwer Academic Pub.

BACH, W. (1982): Food-Climate Interactions. D. Reidel Pub. Co.

BELLMANN, K; GRABL, H; KAISER, M. (1994): Waldökosysteme im globalen Klimawandel: Hintergründe und Handlungsbedarf. Economica

BRUCE, J.P.; LEE, H.; HAITES, E.F. (Hgg.)(1996): Climate Change 1995: Impacts, Adaptions and Mitigation of Climate Change - Scientific-Technical Analyses. Cambridge Univ. Press

BURDICK, B.: (1994): Klimaänderung und Landbau. Die Agrarwirtschaft als Täter und Opfer. Alternative Konzepte Bd.85.

CHAMBERS, F.M. (1994): Climate Change and Human Impact on the Landscape. Chapman & Hall

CHATTOPADHYAY, B.; BOSE, B.L. (1993): Food Insecurity, Climate Variability and Community Perceptions (Food Systems and the Human Environment in Eastern India, Vol 2). South Asia Books

COGAN, D. (1992): The Greenhouse Gambit : Business and Investment Responses to Climate Change. Investor Responsibility

ENNIS, C.A.; MARCUS, N.H. (1996): Biological Consequences of Global Climate Change (The Global Change). Univ Science Books

FLEMMING, G. (1990): Klima, Umwelt, Mensch. Umweltforschung. Fischer

FRANKENBERGER ÖKOPÄDIATRIE-TAGUNG (1996): Kinder zwischen Wetterfühligkeit und Klimakatastrophe: Gefahrenquellen, Klinik, Prävention. Schriftenreihe Ökopädiatrie Bd.5., Ecomed

GLANTZ, M.H. (1996): Currents of Change : El Niño's Impact on Climate and Society. Cambridge Univ. Pr.

JACKSON, M.B. (1993): Interacting Stresses on Plants in a Changing Climate. In: Black, E. (Hg.): NATO Asi Series. Series I : Global Environmental Change, Vol 16). Springer Verlag

JÖST, F. (1994): Klimaänderungen, Rohstoffknappheit und wirtschaftliche Entwicklung. Umwelt und Ökonomie Bd.12. Physica

KRUPP, C. (1995): Klimaänderungen und die Folgen. Eine exemplarische Fallstudie über die Möglichkeiten und Grenzen einer interdisziplinären Klimafolgenforschung (Diss.). Wissenschaftszentrum Berlin f. Sozialforschung. Edition Sigma

MARGOLINA, S. (1995): Die gemütliche Apokalypse. Unbotmäßiges zu Klimahysterie und Einwanderungsdebatte in Deutschland. Siedler

McMICHAEL, A.J.; HAINES, A.; SLOOF, S.; KOVATS, S. (Hgg.)(1996): Climate Change and Human Health. WHO Publications

MINTZER, I. M. (Hg.)(1992): Confronting Climate Change : Risks, Implications and Responses. Cambridge Univ. Pr.

MUNASINGHE, M. (Hg.) Global Climate Change : Economic and Policy Issues (World Bank Environment Paper, No 12). World Bank

RIBOT, J.C.; Panagides, S. (1995): Climate Variability, Climate Change and Social Vulnerability in the Semi-Arid Tropics. Cambridge Univ. Pr.

ROUNSEVELL, M.D.A. (1994): Soil Responses to Climate Change (NATO ASI Series I : Global Environmental Change, Vol 23). Springer Verlag

SCHARPENSEEL, H.W.; SHOEMAKER, M. (1990): Soils on a Warmer Earth: Effects of Expected Climate Change on Soil Processes, With Emphasis on the Tropics and Sub-Tropics. In: Ayoub, A. (Hg.) Developments in Soil Sc., Elsevier Science Ltd.

SCHELLNHUBER, H.-J.; STERR, H. (1993): Klimaänderung und Küste: Einblick ins Treibhaus. Springer

STRZEPEK, K.M.; SMITH, J.B. (Hgg.)(1995): As Climate Changes : International Impacts and Implications: Cambridge Univ. Pr.

VON WEIZSÄCKER, E.U., BLEISCHWITZ, R. (1992): Klima und Strukturwandel: Dokumentation des Symposiums zur Eröffnung des Wuppertal Instituts. Economica

WELLBURN, A. (1994): Air Pollution and Climate Change: The Biological Impact. Longman Pub. Group

WILLIAMS, M.A.J.; Balling, R.C. (1996) World Meteorological Organization: Interactions of Desertification and Climate. John Wiley & Sons

WITTEW, S.H. (1995): Food, Climate, and Carbon Dioxide: The Global Environment and World Food Production. Lewis Pub.

### **Vorsorgeprinzip, Umweltethik und -recht**

BECHMANN, G.; BECK, S.; FREDERICH, G; KOPFMÜLLER, J.; KRINGS, B.-J; SARDEMAN, G. (1996): Sozialwissenschaftliche Konzepte einer interdisziplinären Klimawirkungsforschung. Wiss. Bericht FZKA 5715, Forschungszentrum Karlsruhe

BEYER, H.-M. (1992): Das Vorsorgeprinzip in der Umweltpolitik. Schriftenreihe Wirtschaftswissenschaften und Sozialwissenschaften 10. Wissenschaft & Praxis Verlag

FLEURY, R. (1995): Das Vorsorgeprinzip im Umweltrecht. Diss. Erlanger Juristische Abhandlungen 44, Heymanns Verlag

GRUNWALD, A. (1995): Probleminduzierte TA für eine präventive Umweltpolitik. In: Backhaus, R.; Grunwald, A. (Hgg.): Umwelt und Fernerkundung. Wichmann-Verlag

GETHMANN, C.F.; KLOEPFER, M.; NUTZINGER, H.G. (Hgg.)(1993): Langzeitverantwortung im Umweltstaat. *Economica*

GETHMANN, C.F. , KLOEPFER, M. (1995): Handeln unter Risiko im Umweltstaat, Springer

HÜBLER, K.-H., ZIMMERMANN, M. (1992) UVP am Wendepunkt: Wege zu einer vorsorgenden Umweltpolitik: Planung und Praxis im Umweltschutz Bd.1. *Economica*

JARASS, H.D.; KLOEPFER, M.; KUNIG, P; PAPIER, H.J; PEINE, F.J.; REHBINDER, E.; SALZWEDEL, J.; SCHMIDT-ABMANN, E. (1994): Umweltgesetzbuch: Besonderer Teil. Umweltbundesamt, Bericht 4/94, Schmidt-Verlag

KLOEPFER, F.J.; REHBINDER, E.; SCHMIDT-ABMANN, E. (1991): Umweltgesetzbuch: Allgemeiner Teil. Umweltbundesamt, Bericht 7/90, Schmidt-Verlag

KLOEPFER, M. (Hg.) (1995): Umweltschutz: Textsammlung des Umweltrechts der Bundesrepublik Deutschland. Beck

KOECHLIN, D. (1989): Das Vorsorgeprinzip im Umweltschutzgesetz unter besonderer Berücksichtigung der Emissionsgrenzwerte und Immissionsgrenzwerte (Diss.), Helbing & L.

O'NEILL, W.R. (1994): The Ethics of Our Climate : Hermeneutics and Ethical Theory. Georgetown Univ. Pr.

REHBINDER, E. (1991): Das Vorsorgeprinzip im internationalen Vergleich (Bd. 12) . In: Umweltrechtliche Studien: Technik, Umwelt, Energie, Recht (Battis, U., Rehbinder, E., Winter, G.). Werner

VON LANDMANN, R.; ROHMER, G. (1993): Umweltrecht: Kommentar. In: HANSMANN, K. (Hg.): Bundes-Immissionsschutzgesetz mit Durchführungsvorschriften: Sonstiges Umweltrecht. Beck

WAHL, R. (Hg.) (1995): Prävention und Vorsorge: Von der Staatsaufgabe zu den verwaltungsrechtlichen Instrumenten: Studien zum Umweltstaat. Economica

## **Klimaschutz**

BACH, W. (1991): Klimaschutz. Von vagen Absichtserklärungen zu konkreten Handlungen. Umwelt aktuell

BRAUCH, H.G. (1996): Klimapolitik: Naturwissenschaftliche Grundlagen, internationale Regimebildung und Konflikte, ökonomische Ana-

lysen sowie nationale Problemerkennung und Politikererkennung. Springer Verlag

BRIEDEN-SEGLER, M.; GRAMLICH, K.; MERKSCHIEN, E. (1992): Kommunalen Klimaschutz. CO<sub>2</sub>-Minderung durch Energieeinsparung in der Kommune. Dt. Gemeindeverl.

BUNDESAMT F. NATURSCHUTZ (Hg.)(1995): Klimaänderungen und Naturschutz: Angewandte Landschaftsökologie. Landwirtschaftsverl.

ENQUÊTE-KOMMISSION 'VORSORGE ZUM SCHUTZ DER ERDATMOSPHERE' (1991): Schutz der Erde: Eine Bestandsaufnahme mit Vorschlägen zu einer neuen Energiepolitik. Economica

ENQUÊTE-KOMMISSION 'SCHUTZ DER ERDATMOSPHERE' (Hg.)(1992): Klimaänderung gefährdet globale Entwicklung: Zukunft sichern, jetzt handeln. Economica

ENQUÊTE-KOMMISSION 'SCHUTZ DER ERDATMOSPHERE' D. 12. DTSCH. BUNDESTAGES (Hg.)(1994): Mobilität und Klima: Wege zu einer klimaverträglichen Verkehrspolitik. 2. Bericht. Economica

ENQUÊTE-KOMMISSION 'SCHUTZ DER ERDATMOSPHERE' DES 12. DEUTSCHEN BUNDESTAGES (1994): Schutz der Grünen Erde: Klimaschutz durch umweltgerechte Landwirtschaft und Erhalt der Wälder. Dritter Bericht. Economica

ENQUÊTE-KOMMISSION 'SCHUTZ DER ERDATMOSPHERE' DES DEUTSCHEN BUNDESTAGES (1995): Mehr Zukunft für die Erde: Nachhaltige Energiepolitik für dauerhaften Klimaschutz. Schlußbericht. Economica

GRUBER, G. (1992): Sonnenenergie als Kraftstoff. Ökonomisch und ökologisch mögliche Wege aus der Klimagefährdung. Landwirtschaftsverl.

HEINLOTH, K. (1996): Energie und Umwelt. Klimaverträgliche Nutzung von Energie. Teubner

HENNICKE, P. (Hg.)(1995):. Klimaschutz, Die Bedeutung von Kosten-Nutzen-Analysen: (Wuppertal Texte). Birkhäuser

KARGER, C.R.; SCHÜTZ, H.; WIEDEMANN, P.M. (1993): Einstellungen zu Klimaschutzmaßnahmen in Deutschland. Zeitschrift für Umweltpolitik und Umweltrecht 2

KLOCKE, U. (1995): Klimaschutz durch ökonomische Instrumente. Finanzverfassungsrechtliche, europarechtliche und ökonomische Aspekte einer CO<sub>2</sub>-Abgabe. Forum Umweltschutz Bd.14. Nomos

KNOLL, M., KREIBICH, R. (1994): Modelle für den Klimaschutz: Kommunale Konzepte und soziale Initiativen für erneuerbare Energien). Zukunftsstudien Bd.13. Beltz

KNOSPE, C.; MÜLLER-KRAENNER, S. (1996): Klimapolitik. Handlungsstrategien zum Schutz der Erdatmosphäre. Birkhäuser

KREBS, K. (1995): A prospective assessment on the role of renewable energies in response to the CO<sub>2</sub>-Problem. Technical EUR Report 16334/EN, EC Joint Research Centre

LEE, H. (Hg.) (1995): Shaping National Responses to Climate Change: A Post-Rio Policy Guide: Island Pr.

LOSKE, R. (1996): Klimapolitik. Metropolis

MINTZER, IRVING M.: Negotiating Climate Change (1994): The Inside Story of the Rio Convention. Cambridge Univ. Pr.

MÜLLER-KRAENNER, S.; KNOSPE, C. (1996): Klimapolitik - Handlungsstrategien für die Erdatmosphäre, Birkhäuser-Verlag

NISBET, E.G. (1994): Globale Umweltveränderungen. Ursachen, Folgen, Handlungsmöglichkeiten, Klima, Energie, Politik. Spektrum-Verl.

NORDHAUS, W.D. (1994): Managing the Global Commons : The Economics of Climate Change. MIT Pr.

O'RIORDAN, T.; JAEGER, J. (Hgg.)(1996): Politics of Climate Change : A European Perspective (Global Environmental Change Series). Routledge

PENG, S.; INGRAM, K. T.; NEUE, H.U.; ZISKA, L.H. (Hgg.) (1995): Climate Change and Rice. Springer-Verlag

REUTER, U; BAUMÜLLER, J.; HOFFMANN, U. (1991): Luft und Klima als Planungsfaktor im Umweltschutz. Grundlagen für die kommunale Planungspraxis und Entscheidungspraxis. Expert-Verl.

SATHAYE, J.A., MEYERS, S. (1995): Greenhouse Gas Mitigation Assessment : A Guidebook (Environmental Science and Technology Library, Vol 6). Kluwer Academic Pub.

SCHULTZE, K. (Hg.)(1995): Klimaverträgliche Energienutzung und Energiememorandum 1995 der DPG zum Klimagipfel, Deutsche Physikalische Gesellschaft

SPRINTZ, D.; LUTERBACHER, U. (1996): International Relations and Global Climate Change. PIK Report 21

TREXLER, M.C.; HAUGEN, C. (1995): Keeping It Green : Tropical Forestry Opportunities to Mitigating Climate Change. World Resources Inst.

VAN IERLAND, E.C. (Hg.) (1994): International Environmental Economics : Theories, Models and Applications to Climate Change, International Trade and Acidification. Elsevier Science Ltd.

VDI (1993): Instrumente zur Minderung energiebedingter Klimagasemissionen - IKARUS. Bericht 1043, VDI-Verlag

WATSON, R.T.; ZINYOWERA, M.C.; MOSS, R. (Hg.)(1996): Climate Change 1995: Impacts, Adaptations and Mitigation of Climate Change: Scientific-Technical Analyses : Contribution of Wg II to the Second Asses. Cambridge Univ Pr.

WBGU (Hg.)(1995): Welt im Wandel: Wege zur Lösung globaler Umweltprobleme. Jahrgutachten 1995, Wissenschaftlicher Beirat der Bundesregierung Globale Umweltveränderungen, Springer

WELSCH, H. (1996): Klimaschutz, Energiepolitik, Gesamtwirtschaft. Schriften des Energiewirtschaftlichen Instituts Bd.48. Oldenbourg

WHITE, D.H.; HOWDEN, S.M. (Hgg.)(1994): Climate Change: Significance for Agriculture and Forestry : Systems Approaches Arising from an IPCC Meeting. Kluwer

WIETSCHEL, M. (1995): Die Wirtschaftlichkeit klimaverträglicher Energieversorgung. Entwicklung und Bewertung von CO<sub>2</sub>-Minderungsstrategien in der Energieversorgung und Energienachfrage. Luftreinhaltung in Forschung und Praxis Bd.5. Schmidt

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---