

Grundmann, Reiner

Book

Transnationale Umweltpolitik zum Schutz der Ozonschicht: USA und Deutschland im Vergleich

Schriften des Max-Planck-Instituts für Gesellschaftsforschung Köln, No. 37

Provided in Cooperation with:

Max Planck Institute for the Study of Societies (MPIfG), Cologne

Suggested Citation: Grundmann, Reiner (1999) : Transnationale Umweltpolitik zum Schutz der Ozonschicht: USA und Deutschland im Vergleich, Schriften des Max-Planck-Instituts für Gesellschaftsforschung Köln, No. 37, ISBN 3-593-36222-8, Campus Verlag, Frankfurt a. M.

This Version is available at:

<https://hdl.handle.net/10419/69246>

Standard-Nutzungsbedingungen:

Die Dokumente auf EconStor dürfen zu eigenen wissenschaftlichen Zwecken und zum Privatgebrauch gespeichert und kopiert werden.

Sie dürfen die Dokumente nicht für öffentliche oder kommerzielle Zwecke vervielfältigen, öffentlich ausstellen, öffentlich zugänglich machen, vertreiben oder anderweitig nutzen.

Sofern die Verfasser die Dokumente unter Open-Content-Lizenzen (insbesondere CC-Lizenzen) zur Verfügung gestellt haben sollten, gelten abweichend von diesen Nutzungsbedingungen die in der dort genannten Lizenz gewährten Nutzungsrechte.

Terms of use:

Documents in EconStor may be saved and copied for your personal and scholarly purposes.

You are not to copy documents for public or commercial purposes, to exhibit the documents publicly, to make them publicly available on the internet, or to distribute or otherwise use the documents in public.

If the documents have been made available under an Open Content Licence (especially Creative Commons Licences), you may exercise further usage rights as specified in the indicated licence.

Reiner Grundmann

Transnationale
Umweltpolitik zum
Schutz der
Ozonschicht

USA und Deutschland
im Vergleich

Campus

Die Deutsche Bibliothek – CIP-Einheitsaufnahme

Grundmann, Reiner:

Transnationale Umweltpolitik zum Schutz der Ozonschicht: USA
und Deutschland im Vergleich / Reiner Grundmann. [Max-Planck-Institut
für Gesellschaftsforschung]. – Frankfurt/Main; New York:

Campus Verlag, 1999

(Schriften des Max-Planck-Instituts für Gesellschaftsforschung, Köln; Bd. 37)

ISBN 3-593-36222-8

Das Werk einschließlich aller seiner Teile ist urheberrechtlich geschützt. Jede Verwertung ist ohne Zustimmung des Verlags unzulässig. Das gilt insbesondere für Vervielfältigungen, Übersetzungen, Mikroverfilmungen und die Einspeicherung und Verarbeitung in elektronischen Systemen.

Copyright © 1999 Campus Verlag GmbH, Frankfurt/Main

Umschlaggestaltung: Atelier Warminski, Büdingen

Satz: Thomas Pott; Max-Planck-Institut für Gesellschaftsforschung, Köln

Druck und Bindung: KM-Druck, Groß-Umstadt

Gedruckt auf säurefreiem und chlorfrei gebleichtem Papier.

Printed in Germany

Inhalt

Tabellen und Abbildungen	9
Vorwort	13
Kapitel 1	
Ein überraschender Erfolg der Umweltpolitik	17
1.1 Das Problem	18
1.1.1 Diffuse Interessen	21
1.1.2 Internationale Kooperation	22
1.1.3 Die Ozonschicht: Ein öffentliches Gut?	23
1.1.4 Entscheidungen unter Unsicherheit	26
1.2 Theoretischer Ansatz	31
1.2.1 Selbstverstärkende Prozesse	31
1.2.2 Eigendynamik	33
1.2.3 Netzwerke	35
1.2.4 Netzwerke und systemische Variablen	58
1.3 Methodisches Vorgehen	62
1.3.1 Fallstudie	62
1.3.2 Quellen	63
1.3.3 Zeitraum und Umfang	64
Kapitel 2	
Anatomie einer Erfolgsgeschichte	66
2.1 Die Ozonschicht	67
2.1.1 Ozonzerstörende Substanzen und ihre möglichen Auswirkungen auf die natürliche Umwelt und menschliche Gesundheit	67
2.1.2 Die Molina-Rowland-Hypothese (MRH)	71
2.1.3 Der Beginn einer politischen Kontroverse	72

2.2	Internationale Maßnahmen	74
2.2.1	Das Montrealer Protokoll	76
2.2.2	Innenpolitische Akteurkonstellationen im Wandel	80
2.2.3	Wissenschaftliche Erkenntnisse	81
2.3	Revisionistische Tendenzen	84
Kapitel 3		
Die Wissenschaft		87
3.1	Die Organisation der Forschung	89
3.1.1	Die Entdeckung der Ozonschicht	89
3.1.2	Wachstum des Feldes	94
3.1.3	Glanz und Elend der Modellierer, Aufstieg der Experimentatoren	95
3.1.4	Interdisziplinarität	99
3.1.5	Internationalisierung	111
3.2	Eigennutz und Normen in der Wissenschaft	115
3.2.1	Weltbilder der Wissenschaftler	115
3.2.2	Wann werden Wissenschaftler aktiv?	119
3.2.3	Wissenschaftliches Handeln: Norm- oder interessegeleitet?	123
3.3	Wissenschaft und Öffentlichkeit	131
3.3.1	Reputation und Prominenz	133
3.3.2	Engagement und Objektivität der Wissenschaft	137
3.4	Wissenschaftliche Kontroversen und ihre Schließung	144
3.4.1	Hochrangige Urteile	144
3.4.2	Standardisierung	145
3.4.3	Schließung durch entscheidende Experimente	152
3.5	Skeptizismus und Vertrauen: Inklusion und Exklusion	156
3.5.1	Vertrauen in fremde Arbeit	161
3.5.2	Vertrauen in die eigene Arbeit	163
3.5.3	Implizites Wissen	164
3.6	Symbolische Aufbereitung	166
3.6.1	Visualisierungen	170
3.6.2	»Smoking gun«	172
3.6.3	Die Erfindung des Ozonlochs	174
3.7	Der »backlash«	178
3.8	Fazit	182

Kapitel 4	
Die Kontroverse der siebziger Jahre	185
4.1 USA	187
4.1.1 Das Umfeld der Ausgangshypothese	187
4.1.2 Die Ausgangshypothese	190
4.1.3 Die Koalitionen, ihre wichtigsten Akteure und Ressourcen	192
4.1.4 Erfolg der Unterstützerkoalition	202
4.2 Deutschland	211
4.2.1 Das Umfeld der Ausgangshypothese	211
4.2.2 Die Rezeption der Ausgangshypothese	217
4.2.3 Die Koalitionen, ihre wichtigsten Akteure und Ressourcen	219
4.2.4 Informelle Lösung: Erhalt des Status quo	230
Kapitel 5	
Die Kontroverse der achtziger Jahre	235
5.1 Die internationale Ebene	236
5.1.1 UNEP: World Plan of Action	237
5.1.2 Die Wiener Konvention	240
5.2 Die USA	242
5.2.1 Die Gegenallianz	242
5.2.2 Die Unterstützerallianz	247
5.2.3 Die Gegenallianz bröckelt	252
5.2.4 Die Medien	258
5.3 Die EG	260
5.3.1 Die defensive Phase	261
5.3.2 Die aktive Phase	263
5.4 Deutschland	265
5.4.1 Die Unterstützerallianz	265
5.4.2 Vorreiterrolle der Bundesrepublik	270
5.4.3 Medien	273
5.5 Weg frei zur Kooperation	274
5.5.1 Das Montrealer Protokoll: Ein Vorsorgeabkommen?	278
5.5.2 Umfassende Problemlösung	282
5.5.3 Die Kontrollmaßnahmen	283
5.5.4 Technische Problemlösung	285
5.6 Von Montreal nach London	288
5.7 Von London nach Kopenhagen	292

Kapitel 6	
Institutionen, Akteure und die Chancen zur Vermeidung globaler Umweltkatastrophen	295
6.1 Theoretische Lehren	295
6.1.1 Eigendynamische Entwicklung von Politiknetzwerken und institutionelle Opportunitätsstrukturen	295
6.1.2 Repräsentation diffuser Interessen: Wissenschaftler als gesellschaftspolitische Akteure	297
6.1.3 Wissenschaftliche Kontroversen	299
6.1.4 Probleme internationaler Kooperation	301
6.2 Der Netzwerkansatz und rivalisierende Erklärungen	305
6.2.1 Dominanz struktureller Randbedingungen?	305
6.2.2 Zwei Mythen	311
6.3 Ländervergleich USA-Deutschland	318
6.3.1 Die Politik im Vergleich	321
6.3.2 Die Industrie im Vergleich	331
6.3.3 Die Wissenschaft im Vergleich	333
6.3.4 Die Öffentlichkeit im Vergleich	339
6.4 Die Lernfähigkeit moderner Gesellschaften	342
6.4.1 Prognosemöglichkeiten katastrophaler Entwicklungen	343
6.4.2 Orientierungswissen	349
6.4.3 Fünf Thesen	352
Anhang	356
A1 Verzeichnis der Unterzeichnerstaaten des Montrealer Protokolls, 1987 bis 1988	356
A2 Verzeichnis chemischer Substanzen	357
Abkürzungen	358
Interviewpartner	360
Literatur	363
Sach- und Personenregister	392

Tabellen und Abbildungen

Tabellen

1-1	Typologie der Interessenorganisierung	21
1-2	Gütertypologie nach Musgrave und Willke	24
1-3	Gütertypologie nach Snidal	25
1-4	Typologie der Risiken	28
1-5	Arten der Konfliktlösung	43
3-1	Nationale Herkunft der Autoren und Gutachter verschiedener UNEP/WMO-Berichte (Auswahl der wichtigsten Herkunftsländer)	113
3-2	Profile von Wissenschaftlern und ihre Verteilung 1975	116
3-3	Profile von Wissenschaftlern und ihre Verteilung 1986	117
5-1	Die wichtigsten europäischen FCKW-Hersteller und ihre Produktionskapazitäten (absolut und relativ, bezogen auf die EG) um 1980	264
5-2	Pressemeldungen über Forderungen von Wissenschaftlern, Bundesrepublik Deutschland	273
6-1	Sequenzielle Lösung der Blockade	302
6-2	Der Wandel wichtiger Akteurpräferenzen in Bezug auf Regulierungen, 1974 bis 1992	303
6-3	Die Politikstile im Vergleich	306
6-4	Varianz des politischen Kontextes im Zeitverlauf und Ländervergleich	318

Abbildungen

1-1	Der Politiknetzwerkansatz	35
1-2	Typologie der Ideen	44

1-3	Das hermeneutische Dreieck: A setzt sich durch	50
1-4	Das hermeneutische Dreieck: A wird widerlegt	51
1-5	Politische Optionen	55
2-1	Minimale Ozonkonzentrationen über der Antarktis, in Dobson Units (DU), 1979 bis 1997	68
2-2	Größe des Ozonlochs in Mio. qkm, 1979 bis 1997	69
2-3	Prognosen über globalen langfristigen Ozonabbau	75
2-4	Ozonverteilung in der südlichen Hemisphäre, in Dobson Units (DU), Oktober 1984, 1989, 1991 und 1993	82
3-1	Entwicklung des Feldes der Ozonforschung, ausgewählte Stichworte, Zitierhäufigkeit pro Jahr	94
3-2	Engagement der Wissenschaftler	118
3-3	Durchschnittliche Zitierhäufigkeit von Advokaten und Skeptikern, 1974 bis 1984	134
3-4	Durchschnittliche Zitierhäufigkeit von Advokaten und Skeptikern, 1986 bis 1993	135
3-5	Zitierkonjunktur von »Chemikern« und »Dynamikern«	136
3-6	Relative Zitierhäufigkeit der führenden und exponierten Wissenschaftler im Vergleich zur Stichprobe	137
3-7	Die Veröffentlichung von Farman et al. 1985. Monatliche Ozonmittelwerte über Halley Bay und Konzentrationsmessungen von FCKW 11 und 12 in der südlichen Hemisphäre im Oktober und Februar, 1958 bis 1984	168–169
3-8	Flugzeugbasierte Messung von Ozon und Chlormonoxid von 62 Grad südliche Breite bis 72 Grad südliche Breite	173
3-9	Dramatisch reduzierte Ozonkonzentrationen über der Antarktis; 50 Prozent unter Normalwerten, in Dobson Units (DU)	175
3-10	Häufigkeit des Begriffs »ozone hole« in naturwissenschaftlichen Zeitschriftenveröffentlichungen, nur Titel	177
4-1	Berichterstattung der New York Times zum Thema FCKW-Ozon	203
4-2	Relativer Anteil dreier US-Printmedien an der Berichterstattung zur FCKW-Ozon-Problematik, 1974 bis 1984	204
4-3	FCKW in Aerosol-Anwendungen 1973 in den USA	207
4-4	Medienaufmerksamkeit für die Ozonschicht in der Bundesrepublik Deutschland, 1974 bis 1984	228
4-5	Relativer Anteil verschiedener deutscher Printmedien an der FCKW-Ozon-Berichterstattung, 1974 bis 1984	229

5-1	Produktion von FCKW 11 und 12, USA und EG	241
5-2	Anwendungsbereiche von FCKW, weltweit, 1974 und 1988	243
5-3	Weltweite Produktion von FCKW 11 und 12	245
5-4	Medienaufmerksamkeit in den USA, 1985 bis 1990	259
5-5	Anlaß der US-Medienberichterstattung, 1984 bis 1990	259
5-6	Relativer Anteil dreier US-Printmedien an der Berichterstattung zur FCKW-Ozon-Problematik, 1985 bis 1990	261
5-7	Medienaufmerksamkeit für die Ozonschicht in der Bundesrepublik Deutschland, 1985 bis 1990	272
5-8	Anlässe der deutschen Medienberichterstattung, 1984 bis 1990	275
5-9	Relativer Anteil verschiedener deutscher Printmedien an der FCKW-Ozon-Berichterstattung, 1985 bis 1990	276
5-10	Modellrechnungen von WMO/UNEP zur Bestimmung notwendiger Verschärfungen des Montrealer Protokolls	288
5-11	Anzahl der regulierten Substanzen und der Unterzeichnerstaaten des Montrealer Protokolls in Montreal, London und Kopenhagen	293
6-1	Medienaufmerksamkeit zum Thema FCKW-Ozon in den USA und in der Bundesrepublik Deutschland, 1974 bis 1990	340

Vorwort

Diese Arbeit entstand im wesentlichen während meines Aufenthalts am Max-Planck-Institut für Gesellschaftsforschung in den Jahren 1994 bis 1997. Die Grundideen für dieses Projekt entwickelte ich in Berlin, wo ich Anfang der neunziger Jahre als Walther-Rathenau-Stipendiat des Verbunds für Wissenschaftsgeschichte und als Gast am Wissenschaftszentrum Berlin mein Interesse an neueren Ansätzen aus der Wissenschafts- und Technikforschung vertiefen konnte. Mit einer intellektuellen Vergangenheit auf dem Gebiet der politischen Theorie drängte sich mir die Verbindung von wissenschaftlichen und politischen Aspekten, genauer gesagt, die Verbindung zwischen wissenschaftlichen und politischen Kontroversen, geradezu auf – zumindest stellt sich mir dies im Rückblick so dar. Mir fiel damals auf, daß viele politikwissenschaftliche und soziologische Ansätze sich der neu entdeckten globalen »Risikoproblematik« auf empirisch schwachen Beinen näherten. Politikwissenschaftliche Ansätze standen weitgehend unter dem Paradigma der Forschungen im Bereich der internationalen Beziehungen, mit einem starken Hang zu Theorien der rationalen Entscheidung oder zur Spieltheorie. Die wichtigen kognitiven Aspekte wurden weitgehend ausgeblendet. Risikosoziologischen Arbeiten ging es weitgehend darum, die Problematik in bestehende Großtheorien einzubauen (oder eine solche zu entwickeln) und weniger um eine Aufarbeitung von konkreten Fällen. Wissenschaftssoziologen interessierten sich zwar für die Grenzüberschreitungen zwischen Politik und Wissenschaft, hatten aber wenig Forschung auf dem Gebiet globaler ökologischer Probleme geleistet und waren nicht vertraut mit politikwissenschaftlichen Arbeiten, die hilfreiche Instrumente entwickelt hatten. Mein Ziel war daher von Anfang an eine empirisch fundierte Arbeit über grenzüberschreitende Umweltprobleme. Grenzüberschreitend im Doppelsinn, zum einen im physikalischen Sinn, daß sich die Probleme nicht in den Grenzen des Nationalstaates eindämmen lassen, zum anderen, daß die Probleme quer liegen zu

mehreren Disziplinen und sich deshalb nicht in eine Fachrichtung einzwängen lassen. Die empirische Erhebung, in der es vor allem um die Rekonstruktion wissenschaftlicher Erkenntnisse und politischer Ereignisse geht, sollte durch eine theoretische Fragestellung informiert sein, indem sie an Resultate verschiedener sozialwissenschaftlicher Zweige anknüpft.

Zu Beginn meiner Forschungen auf dem Gebiet waren relativ wenige sozialwissenschaftliche Arbeiten über das Thema Ozonschicht verfügbar. Dies änderte sich ziemlich rasch just zu dem Zeitpunkt, als ich meine Expertenbefragungen durchführte. Nur wenige der zahlreichen Veröffentlichungen griffen das Thema in der von mir vorgestellten Weise auf, so daß ich beim Schreiben der ersten Fassungen des Manuskripts der Versuchung nicht widerstehen konnte, andere Ansätze *in extenso* zu besprechen, wobei der kritische Unterton zum ständigen Begleitgeräusch wurde. Für die vorliegende Fassung habe ich versucht, einen reineren Klang zu produzieren, der sich auf die wesentlichen Tonlagen und Themen der Problematik beschränkt. *Minimal music* ist daraus allerdings nicht entstanden. Dafür taugt das Design der Studie nicht, eine Fallstudie, die einen Ländervergleich einschließt. Dafür taugt auch der Autor nicht, der eindimensionalen und reduktionistischen Erklärungen reserviert gegenübersteht.

Die Arbeit hat folgenden Aufbau: Im ersten Kapitel stelle ich das Problem vor und entwickle den theoretischen Bezugsrahmen. Kapitel zwei führt in die wesentlichen Sachverhalte der Problematik ein. Hier findet der Leser in geraffter Form einen Überblick über die wichtigen Fakten, Ereignisse und Personen. Das dritte Kapitel ist ganz der Wissenschaft gewidmet: wissenschaftlichen Institutionen, Theorien, Personen und Kontroversen, die mit der Ozonschicht zu tun haben. Dabei werden Bezüge zur alten und neuen Wissenschaftssoziologie hergestellt. Kapitel vier und fünf behandeln den Ländervergleich USA – Bundesrepublik Deutschland. Das vierte Kapitel analysiert die Kontroverse der siebziger Jahre, das fünfte die achtziger Jahre (mit dem Schwerpunkt auf den Jahren 1985 bis 1987). Das Schlußkapitel stellt einen Bezug zu den theoretischen Fragestellungen her und versucht einen Ausblick. Dabei geht es auch um die Frage, welche Chancen die Weltgesellschaft hat, künftige globale Umweltgefährdungen abzuwenden.

Ohne meine Gesprächspartner wäre ich nicht in der Lage gewesen, in relativ kurzer Zeit ein grundlegendes Verständnis des Regulierungsprozesses und der involvierten naturwissenschaftlichen Fragen zu erwerben. Ich danke deshalb Daniel Albritton, James Anderson, Richard Benedick, Rumen D. Bojkov, Holger Brackemann, Guy Brasseur, H. Bräutigam, Laurens Brinkhorst, Ralph Cicerone, Paul Crutzen, David Doniger, Dieter Ehhalt, Joseph

Farman, Monika Ganseforth, Wolf-Dieter Garber, Hartmut Graßl, Gerhard Hahn, Neil Harris, Jim R. Holton, Herwig Hulpke, Heinrich-Wilhelm Kraus, Karin Labitzke, Winfried Lang, James Lovelock, Jerry Mahlmann, Werner Maihofer, Michael McElroy, Mack McFarland, Peter Mencke-Glückert, Alan Miller, Mario Molina, Edda Müller, Michael Müller, Franz Nader, Gerhard Pfeleiderer, Michael Prather, Sherwood Rowland, Rolf Sartorius, Ulrich Schmidt, Friedhelm Schmidt-Bleek, Mark Schoeberl, Steve Seidel, Susan Solomon, Richard Stolarski, Clemens Stroetmann, Mostafa Tolba, Ka-Kit Tung, Tony Vogelsburg, Robert Watson, Steven Wofsy, Donald J. Wuebbles und Reinhard Zellner.

Zu besonderem Dank verpflichtet bin ich Paul Crutzen und Sherwood Rowland, die mir Einblick in ihre Unterlagen und Gelegenheiten zu zahlreichen Rückfragen gaben. Herrn Garber und Herrn Sartorius danke ich für die Gelegenheit zur Akteneinsicht im Umweltbundesamt.

Meine Kolleginnen und Kollegen am Max-Planck-Institut für Gesellschaftsforschung sorgten für viele stimulierende Gespräche, Kommentare zu Vorläuferfassungen dieses Manuskripts und kritische Auseinandersetzung mit meiner Analyse. Nennen möchte ich insbesondere Philipp Genschel, Hans-Willy Hohn, Philip Manow, Renate Mayntz, Thomas Plümper und Volker Schneider. Hans-Jürgen Aretz war mir bei der Analyse der Printmedien behilflich, Gunar Barg und Christel Schommertz bei der Bearbeitung von Graphiken, Ingeborg Güntzel bei der Transkription einiger Tonbandaufzeichnungen. Susanne Hilbring verwandte viel Mühe für die Recherche im Science Citation Index. Cynthia Lehmann hat die englischsprachigen Interviews durchgesehen. Thomas Pott brachte das Manuskript in seine Endfassung. Paul Crutzen, Adrienne Héritier, Klaus-Peter Japp, Bernward Joerges, Renate Mayntz und Peter Weingart haben das Manuskript oder Vorläuferfassungen ganz oder teilweise gelesen. Ihre kritischen Kommentare habe ich gerne aufgegriffen. Verbleibende Mängel gehen, wie immer, zu Lasten des Autors.

Diese Arbeit wäre ohne die finanzielle Unterstützung der Max-Planck-Gesellschaft und der Hilfe der Direktoren des Max-Planck-Instituts für Gesellschaftsforschung nicht zustandegekommen.

Birmingham, im Juli 1998

Reiner Grundmann

Kapitel 1

Ein überraschender Erfolg der Umweltpolitik

Ein roter Faden verbindet die esoterische Wissenschaft mit den Niederungen der Politik, den Himmel über der Antarktis mit irgendeiner Fabrik am Rande von Lyon, die globale Gefahr mit der nächsten Wahl oder Aufsichtsratssitzung. Größenordnungen, zeitlicher Rahmen, Einsätze und Akteure sind nicht vergleichbar, und doch sind sie hier in die gleiche Geschichte verwickelt.

Bruno Latour

Die vorliegende Fallstudie untersucht eine unerwartete Erfolgsgeschichte auf dem Gebiet der internationalen Umweltpolitik, die Gefährdung der Ozonschicht durch Fluorchlorkohlenwasserstoffe (FCKW) und die Frage, wie dieses Problem politisch bewältigt wurde. Die Arbeit untersucht die Regulierungen zum Schutz der Ozonschicht, die auf internationaler Ebene und in den USA und Deutschland erfolgt sind. Damit ist die generelle Frage angesprochen, welche Problemlösungskapazitäten die Weltgesellschaft insgesamt, aber auch einzelne Staaten bei der Abwendung globaler Gefährdungen der natürlichen Umwelt und der menschlichen Gesundheit besitzen, also ob transnationale *governance* ohne *government* (Rosenau/Czempiel 1992) auf dem Umweltsektor möglich ist.¹

Globale ökologische Probleme sind ein relativ neues Thema für die Politik und ein neues Forschungsfeld für Sozialwissenschaftler. Zwar gab es

1 Zum Begriff transnationale Beziehungen siehe Kaiser (1969) und Keohane/Nye (1971). Er bezeichnet regelmäßige Interaktionen über Staatsgrenzen hinweg, wobei mindestens ein nichtstaatlicher Akteur beteiligt sein muß. Im Unterschied dazu handelt es sich bei internationalen Beziehungen um solche zwischen Staaten (Risse-Kappen 1995: 3).

schon in den sechziger Jahren internationale Abkommen, die Nuklearwaffentests in der Atmosphäre verboten, und bereits im 19. Jahrhundert solche zur Bekämpfung von Cholera und Gelbfieber (Cooper 1989). Doch kam die Problematik globaler Umweltgefährdungen erst zu Beginn der siebziger Jahre durch die Berichte des Club of Rome und die Einrichtung des Umweltprogramms der Vereinten Nationen (*United Nations Environmental Programme*, UNEP) auf die Tagesordnung. Seitdem sind zahlreiche Probleme thematisiert worden, sie reichen von der zivilen Anwendung der Atomtechnik über die Freisetzung von karzinogenen und mutagenen Stoffen bis zur Erhöhung der CO₂-Konzentration in der Atmosphäre durch Verbrennung fossiler Energieträger und das Abholzen von Wäldern. Bis heute sind über hundert-siebzig multilaterale, völkerrechtlich gültige Verträge auf dem Umweltsektor geschlossen worden (UNEP 1993). Dies spiegelt sich in einer gestiegenen Aufmerksamkeit in der soziologischen und politikwissenschaftlichen Literatur wider (Beck 1996; Redclift/Benton 1994; Yearley 1996; Breitmeier 1996; Gehring 1994; Haas et al. 1993; Young/Osherenko 1993).

1.1 Das Problem

Der Schutz der Ozonschicht wird durch nationale und internationale Regulierungen angestrebt, die bislang als erfolgreich gelten.² Die weltweite FCKW-Produktion ist von 1986 bis 1992 weltweit um über fünfzig Prozent zurückgegangen, was vor allem auf die Wirkung des 1987 unterzeichneten Montrealer Protokolls zurückzuführen ist (Montzka et al. 1996; Parson/Greene 1995; UNEP 1995). Dieser Erfolg ist erklärungsbedürftig. Es sind vor allem vier Punkte, die diesen Erfolg so unwahrscheinlich machen.

Erstens ist die erfolgreiche Repräsentation diffuser Interessen bemerkenswert (Wilson 1980). Auf Basis des Theorems der rationalen Entscheidungswahl ist die Repräsentation von diffus verteilten Gemeinwohlinteressen gegenüber einer Industrie, auf die im Regulierungsfall Kosten zukommen, äu-

2 Sachs/Loske/Linz (1998: 208f.) weisen darauf hin, daß der eigentliche Erfolgsteil noch bevorsteht. Die Autoren sehen vor allem zwei kritische Punkte: Die widerwillige Haltung der USA gegenüber dem multilateralen Fond zur Unterstützung der Entwicklungsländer bei der Umstellung auf Ersatzstoffe und die Bereitschaft dieser Länder, nach Ablauf einer zehnjährigen Schutzfrist ernsthafte Maßnahmen zu ergreifen. Nach Auskunft der UNEP bestehen zur Zeit keine Zahlungsrückstände der USA an den Fond (Mani Subramanian, Multilateral Fund Secretariat des UNEP, Mitteilung vom 14. Juli 1998).

berst problematisch. Zweitens müssen im Unterschied zu Regulierungen im Rahmen des Nationalstaats, in dem der »Schatten der Hierarchie« günstigere Bedingungen abgibt, Regulierungen auf internationaler Ebene im »Schatten der Anarchie« erfolgen. Zwar hat die Literatur zur rationalen Entscheidung und zur Spieltheorie, auch auf dem Gebiet der internationalen Beziehungen, auf kooperationsfördernde Rahmenbedingungen aufmerksam gemacht.³ Doch sie geht entweder von Voraussetzungen aus, die im vorliegenden Fall nicht gegeben waren (er ist kein Gefangenendilemma), oder setzt das zu Erklärende voraus, indem Kooperation als Ergebnis von internationalen Regimes gefaßt wird, wo es doch zuerst darum geht, das Entstehen eines internationalen Regimes zu erklären.

Damit verbunden ist drittens die Problematik der öffentlichen Güter. Die Ozonschicht ist ein Gemeinschaftsgut und kein klassisches öffentliches Gut. Die Ozonschicht kann durch die Emissionen eines einzigen Landes bedroht, nicht aber durch die Anstrengungen nur eines Landes geschützt werden. Sie ist eine gemeinschaftliche Ressource. Gleichgültig, wo auf dem Erdball die Emissionsquelle liegt: diese Gase kennen keine Grenzen, sie diffundieren durch die gesamte Atmosphäre. Und die durch den Ozonabbau verursachte Erhöhung der UV-Strahlung betrifft tendenziell alle Erdbewohner, also die größtmögliche Klasse an potentiellen Kostenträgern. Der Unterschied mag subtil sein, er ist dennoch wichtig, da er weitreichende Konsequenzen hat. Denn ein öffentliches Gut kann im Prinzip durch einen einzelnen Akteur bereitgestellt werden, ohne daß es durch das Trittbrettfahren anderer gefährdet wird. Im Gegensatz hierzu kann unilaterales Handeln eine Gemeinschaftsressource nicht bereitstellen oder auch nur bewahren, wohl aber schädigen oder zerstören. Daraus folgt, daß alle potentiellen Schädiger der Ozonschicht in ein internationales Abkommen eingebunden werden müssen (das heißt, daß die k -Gruppe groß ist).⁴

Noch erstaunlicher wird die erfolgreiche Kooperation, wenn man schließlich viertens bedenkt, daß politische Entscheidungen unter Unsicherheit erfolgten. In solchen Situationen rückt zwar Expertenwissen in eine zentrale Position, kann aber keine sichere Bewertung leisten, da typischerweise (min-

3 Vor allem durch den Mechanismus der wiederholten Spiele, die Existenz eines Hegemons oder durch Policy entrepreneurs, vgl. Hardin (1982), Keohane (1984), Krasner (1976), Taylor (1987).

4 Dies würde die Chance erfolgreicher Kooperation unwahrscheinlich machen, selbst dann, wenn es sich um ein Gefangenendilemma handelt, siehe Hardin (1982: 153, 193). Es stimmt, daß die Zahl der Herstellerländer von FCKW zum Zeitpunkt der Unterzeichnung der internationalen Abkommen klein war (siehe Downie 1995). Allerdings mußten alle potentiellen FCKW-Produzenten in ein Abkommen eingeschlossen werden.

destens) zwei gegensätzliche Experteneinschätzungen aufeinandertreffen (Badura 1980; Hartmann/Hartmann 1982; Jasanoff 1992, 1995).

All diese Gründe sind wichtige Hindernisse für erfolgreiche internationale Kooperation. Der Erfolg ist also durchaus bemerkenswert. In der Literatur gibt es vor allem zwei Erklärungen: eine ökonomische und eine kognitive.⁵ Die ökonomische Variante behauptet, daß der Einfluß der chemischen Industrie entscheidend für das Ergebnis war. Das Argument lautet, der US-amerikanische FCKW-Hersteller Du Pont habe einen technologischen Vorsprung auf dem Gebiet der Ersatzstoffproduktion erworben. Diese Aussicht auf Extraprofite habe die Firma schließlich internationale Regulierungen befürworten lassen. Die kognitive Erklärung lautet, daß Expertengemeinschaften ein gemeinsames Verständnis über Kausalzusammenhänge entwickelt hätten, das sich schnell in politische Maßnahmen verwandeln ließ. Wie meine Analyse jedoch zeigt, kann weder die Behauptung eines technologischen Vorsprungs von Du Pont noch die These vom wissenschaftlichen Expertenkonsens zur Zeit der Vorbereitung und Unterzeichnung des Montrealer Protokolls bestätigt werden.

Die Problematik hat eine nationale und eine internationale Dimension. Mitte der siebziger Jahre fanden Regulierungen auf nationaler Ebene statt, Anfang der achtziger Jahre verlagerte sich der Prozeß auf die internationale Ebene und mündete Mitte/Ende der achtziger Jahre in internationalen Abkommen, die über den Ratifizierungsmechanismus dann im jeweiligen Unterzeichnerland implementiert wurden. Auf nationaler wie internationaler Ebene stellten sich Fragen nach Nutzen, Kosten und Dringlichkeit des Eingriffs. Neben der Beantwortung der Frage, weshalb es zu einer internationalen Kooperation kam, versucht diese Arbeit deshalb auch die Frage zu beantworten, warum die Reaktionen in zwei Vergleichsländern (den USA und der Bundesrepublik Deutschland) über lange Zeit unterschiedlich waren.

Dieses Kapitel hat folgenden Aufbau. Zunächst führe ich die erwähnten vier Aspekte aus, die den Erfolg so unwahrscheinlich machten: die Repräsentation diffuser Interessen, die Problematik der internationalen Kooperation, die Öffentliche-Gut-Problematik und Entscheidungen unter Unsicherheit. Dann stelle ich den theoretischen Ansatz vor und mache zum Schluß einige Anmerkungen zur Methode.

5 Siehe Maxwell und Weiner (1993), Oye und Maxwell (1994); Sebenius (1992); Sprinz und Vaahtoranta (1994) für die erste, Haas (1992, 1993) für die zweite Variante.

1.1.1 Diffuse Interessen

Unterscheidet man die Verteilung von Nutzen und Kosten danach, ob sie bei wenigen konzentriert oder breit gestreut sind, erhält man vier mögliche Fälle, denen vier Typen regulativer Politik zugeordnet werden können (nach Wilson 1980; vgl. auch Olson 1965). Nur in den ersten beiden Fällen werden öffentliche Güter produziert (Tabelle 1-1):

Tabelle 1-1 Typologie der Interessenorganisation

		Kosten	
		diffus	konzentriert
Nutzen	diffus	(1) Mehrheitspolitik	(2) »public interest groups«
	konzentriert	(3) Klientelismus	(4) Interessengruppen

Quelle: J.Q. Wilson 1980

1. Sind Nutzen und Kosten breit gestreut, erwartet man eine *majoritäre Politik*, die aber nicht in allen Fällen zur erfolgreichen Regulierung führt. Damit dies geschieht, muß die Frage auf die politische Tagesordnung kommen, und die Legitimität und Effektivität der Maßnahmen dürfen nicht umstritten sein.
2. Ist der Nutzen breit verteilt, und sind die Kosten bei einer kleinen Gruppe konzentriert, erwartet man eine Form von politischer Regulierung, die von den Aktivitäten von *public interest groups* oder *policy entrepreneurs* abhängt (Berry 1977; Kingdon 1984). Solche Repräsentanten oder Advokaten sind nötig, da ein starker Anreiz zur Gegenwehr bei den Kostenträgern besteht, die zudem wenige und deshalb gut organisierbar sind, hingegen kaum ein Anreiz zur aktiven Interessenverfolgung für die Nutznießer einer solchen Regulierung.⁶

⁶ Michael Taylor definiert die Rolle von Policy entrepreneurs folgendermaßen: »In what

3. Ist der Nutzen konzentriert, und sind die Kosten breit gestreut, führt dies sehr wahrscheinlich zum *Klientelismus*, da wenige kleine, gut organisierbare Gruppen profitieren und somit einen starken Anreiz zur Organisation und Mobilisierung haben. Die Kosten sind so niedrig und so breit gestreut, daß kaum ein Anreiz für die Mobilisierung einer (diffusen) Opposition besteht.
4. *Interessengruppen* formieren sich um ihre Spezialinteressen, wenn Nutzen und Kosten bei wenigen konzentriert sind. In diesem Fall erfolgen Subventionszahlungen oder andere Vorteile an eine kleine Gruppe der Gesellschaft auf Kosten einer anderen kleinen Gruppe, wobei die breite Öffentlichkeit kein direktes Interesse am Ausgang dieses Konflikts hat.

1.1.2 Internationale Kooperation

Unter welchen Umständen ist internationale Kooperation wahrscheinlich? Die Literatur auf dem Gebiet der internationalen Beziehungen sieht in wiederholten Spielen (vom Typ des Gefangenendilemmas) zwischen einer begrenzten Anzahl von Akteuren die Möglichkeit des Entstehens von Kooperation. Doch der vorliegende Fall kann nicht als Gefangenendilemma konzipiert werden – er folgt der Logik einer Blockade.⁷ Die Logik von Blockaden wurde im Rahmen der Literatur auf dem Gebiet der internationalen Beziehungen selten untersucht. Downs et al. (1986) nennen in ihrer Untersuchung von Rüstungswettläufen drei Faktoren, die Blockaden lösen können: die In-

sense do political entrepreneurs or leaders ›solve‹ or remove collective action problems? In general, to solve or remove a collective action problem he or she must of course change individual preferences (or more generally attitudes), or change beliefs (including expectations) or inject resources (very probably knowledge, or new technology, like guns) into the group so as to make its members' efforts more productive« (Taylor 1987: 24).

- 7 Theorien auf dem Gebiet der internationalen Beziehungen halten Kooperation unter Bedingungen der internationalen Anarchie für wahrscheinlich, wenn bestimmte Bedingungen gegeben sind. Der bekannteste Ansatz argumentiert, daß bei wiederholten Spielen des Gefangenendilemmas die Akteure mit einem kooperativen Zug beginnen, der von anderen honoriert wird. Der lange Schatten der Zukunft sorgt dafür, daß Akteure durch eine Art Versicherungsmechanismus die Kooperation fortführen (Axelrod 1984; Taylor 1976). Das Modell des Gefangenendilemmas ist in vielen Fällen ein ungeeignetes Instrument zur Analyse internationaler Beziehungen (Wagner 1983; Oye 1986: 6–7). So auch hier: Die Staaten, die FCKW produzierten, legten ihre Präferenzen lange Zeit *unilateral* fest, das heißt, in genauer Kenntnis der Schritte der anderen. Die Lösung dieser *Blockade* wurde dann auch nicht durch einen Versicherungsmechanismus oder bedingte Kooperation erzielt, sondern durch die Isolation der Bremser und die Hegemonie der Position, die eine umfassende Problemlösung anstrebte.

tervention dritter Parteien, *issue linkage*, und ökonomische Kontextveränderungen. Die Rolle dritter Parteien ist ein wichtiger Punkt, auf den zurückzukommen sein wird.⁸

Im Vergleich zu Kooperationsproblemen im Rahmen des Nationalstaats oder auf lokaler Ebene können in internationalen Verhandlungen die Anzahl der Akteure und ihre Heterogenität zusätzliche Probleme, aber auch zusätzliche Lösungsmöglichkeiten schaffen. Als begünstigend für Kooperation im internationalen Maßstab wird eine asymmetrische Verteilung von Handlungspotentialen und -präferenzen gesehen (Keohane/Ostrom 1994).⁹ Die Selbstbindung von Akteuren und das Übernehmen einer Führungsrolle kann die unübersichtliche Komplexität der Optionen und Orientierungen erheblich vereinfachen.

1.1.3 Die Ozonschicht: Ein öffentliches Gut?

Im Anschluß an Olson (1965) gab es verschiedene Versuche der Klassifikation öffentlicher Güter. Damit sollte die Kooperation in Beziehung gebracht werden zur Art der Güter, um deren Produktion oder Konsum es geht. Willke (1995: 349) hat darauf hingewiesen, daß die übliche Unterscheidung zwischen privaten und öffentlichen Gütern (wie etwa bei Musgrave et al. 1978) zwei Mischkategorien produziert, die schlecht definiert sind (»gemischte Güter«, vgl. auch Malkin/Wildavsky 1991 und Cornes/Sandler 1994) (Tabelle 1-2).

8 Im Fall der *Issue linkage* gelingt die Verbindung zu parallel laufenden Verhandlungen, in denen andere Probleme zur Verhandlung anstehen. *Issue linkage* und Veränderungen des ökonomischen Kontexts spielten im vorliegenden Fall erst relativ spät eine Rolle.

9 Keohane und Ostrom (1994) haben den Versuch unternommen, die Literatur auf dem Gebiet der Gemeinschaftsgüter und der Internationalen Beziehungen (IB) zusammenzuführen. Dabei interessierte sie besonders, ob die Anzahl der Akteure und ihre unterschiedlichen Eigenschaften (»Heterogenität«) einen Einfluß auf die Kooperationswahrscheinlichkeit haben. Die Ausgangsbefunde waren in beiden Forschungsgebieten unterschiedlich. In bezug auf die Anzahl der Akteure betonte die Forschung auf dem Gebiet der IB, daß die Zunahme von Akteuren eine Einigung erschwert, eine These, die die Gemeinschaftsgüterforschung keinesfalls bestätigte (Ostrom 1990). Letztere beobachtet umgekehrt, daß freiwillige Abkommen zwischen sehr vielen (zum Teil Tausenden) Akteuren auf der lokalen oder regionalen Ebene geschlossen werden. In Bezug auf die Akteureigenschaften verkehrte sich das Bild. Hier sahen die IB-Forscher bessere Chancen zur Kooperation bei deutlicher Heterogenität der Akteure, während die Gemeinschaftsgüter-Forschung darin eher ein Hindernis erblickte.

Tabelle 1-2 Gütertypologie nach Musgrave und Willke

		Nutzungsrivalität	
		nein	ja
Zugang	exklusiv	gemischtes Gut	privates Gut
	nicht exklusiv	öffentliches Gut	gemischtes Gut

Quelle: Musgrave 1978; Willke 1995

Der erste Fall ergibt sich, wenn Akteure um den Güterkonsum konkurrieren und eine Zugangsbeschränkung nicht möglich ist; der zweite, wenn der Güterkonsum nicht kompetitiv, wohl aber eine Zugangsbeschränkung möglich ist. Eine Einordnung dieser Fälle wurde unter anderen von Snidal (1994) versucht, der eine Typologie andeutet, in der als Variablen ebenfalls der gemeinsame/nichtgemeinsame und exklusive/nichtexklusive Konsum von Gütern fungieren (Tabelle 1-3).

Diese Typologie unterscheidet zwischen öffentlichen Gütern und gemeinschaftlichen Ressourcen (*common-pool resources*, CPR). Öffentliche Güter werden gemeinsam genutzt und es bestehen keine Zugangsbeschränkungen. Gemeinschaftliche Ressourcen sind ebenfalls frei zugänglich, aber über ihre Nutzung besteht Rivalität. Daraus folgt eine Tendenz zur Unterproduktion des Gutes (dies ist das klassische *collective action problem*). Wurde das Gut bereits produziert (oder existiert es als Naturgabe), liefert der Markt zu wenig Anreize, es zu erhalten. Die Nicht-Ausschließbarkeit und Nutzungsrivalität gibt einzelnen Akteuren kurzfristige Vorteile durch Übernutzung des Gutes. Dies unterscheidet gemeinschaftliche Ressourcen von öffentlichen Gütern: Die Ressourcennutzung durch einen Akteur kann bereits negative Folgen für alle anderen haben. Alle Bewohner des Erdballs profitieren von einer intakten Ozonschicht; diese wird nicht beeinträchtigt, wenn sich die Zahl seiner Bewohner (*ceteris paribus*) erhöht. Sie kann aber bereits geschädigt werden, wenn ein einziger Akteur große Mengen ozonvernichtender Substanzen in die Atmosphäre bringt. Damit ist der Erhalt von gemein-

Tabelle 1-3 Gütertypologie nach Snidal

		Nutzungsrivalität	
		nein	ja
Zugang	exklusiv	Klubgüter	private Güter
	nicht exklusiv	öffentliche Güter	gemeinschaftliche Ressource, Allmende

Quelle: Snidal 1994

schaftlichen Ressourcen schwieriger als die Produktion eines öffentlichen Gutes, das im Prinzip von einem Akteur allein produziert werden könnte. Werden die durch einzelne Akteure verursachten Übernutzungen problematisiert und in Gemeinschaftsaufgaben transformiert, so verwandelt sich das Problem von einer kompetitiven Nutzung in die gemeinsame Produktion einer intakten Ozonschicht. Der FCKW-Fall veranschaulicht einen solchen Übergang.¹⁰ Wenige FCKW-Hersteller (und die Konsumenten, die ihre Produkte verwendeten) benutzten die Atmosphäre als Müllhalde, wodurch die gemeinschaftliche Ressource Atmosphäre (insbesondere die Ozonschicht der Atmosphäre) geschädigt wurde.¹¹ Nachdem der freie Zugang zur Atmosphäre problematisiert wurde, begann sich die Auffassung zu entwickeln, die Ozonschicht sei eine gemeinschaftliche Ressource, für deren Unversehrtheit die internationale Staatengemeinschaft Sorge tragen muß.¹²

10 Hier ist Malkins und Wildavskys Hinweis auf die soziale Konstruiertheit von öffentlichen Gütern berechtigt. Nach Taylor (1987: 7) ist Nutzungsrivalität (anders als die Unteilbarkeit öffentlicher Güter) streng genommen eine Eigenschaft der Individuen (oder ihrer Nutzenfunktionen), nicht der Güter selbst.

11 Ich verwende das Imperfekt, obwohl es noch immer (legale und illegale) FCKW-Produktion gibt, die mengenmäßig allerdings relativ unbedeutend zu sein scheint.

12 Auch Keohane und Ostrom sehen einen zeitlichen Wandel in der Gütereigenschaft der Ozonschicht (auch wenn sie irrtümlicherweise annehmen, erst seit der Erfindung von FCKW sei die Ozonschicht gefährdet): »Before CFCs had been invented, the stratospheric ozone layer was a public good; and since it was provided by nature, there was no problem

Sozialwissenschaftliche Analysen beurteilen das Gelingen von gesellschaftlicher Kooperation, bei der es um die Verfolgung von Gemeinwohlinteressen geht, eher skeptisch. Die Systemtheorie ist pessimistisch, was die Möglichkeit intersystemischer oder gesamtgesellschaftlicher Kommunikation und Koordination betrifft: diese wird für hoch unwahrscheinlich gehalten. Andere Autoren tendieren im Angesicht globaler ökologischer Probleme zu der Aussage, diese seien allein durch staatliche Zwangsmaßnahmen zu bewältigen (Ophuls 1973: 219; Hardin 1978; auch der Marxismus verfolgte diese Option, vgl. Grundmann 1991). Dort, wo die Probleme auf einen unbeschränkten Zugang zu natürlichen Ressourcen zurückgeführt werden können (Allmendestruktur), macht sich eine komplementäre Sichtweise für die Einrichtung individueller Eigentumsrechte stark (Demsetz 1967; vgl. hierzu Ostrom 1989). Diese Ansätze empfehlen also eine Steuerung entweder durch den Staat oder durch den Markt (Siebert 1978).

Die internationale Kooperation zum Schutz der Ozonschicht ist weder auf Marktsteuerung noch auf zentrale Kontrolle zurückzuführen, sondern auf eine dritte Steuerungsform zwischen Markt und Staat. In der vorliegenden Arbeit wird die Hypothese entwickelt, daß die Steuerungsform des Netzwerkes den Erfolg erklären kann.

1.1.4 Entscheidungen unter Unsicherheit

Entscheidungen unter Unsicherheit sind schwieriger als riskante Entscheidungen (hier und zum Folgenden ausführlich: Grundmann 1999). Risikoentscheidungen können nach dem klassischen Risikokalkül (Schadensgröße mal Eintrittswahrscheinlichkeit) berechnet werden (Starr 1993). Bei aller Vorsicht, die mittlerweile diesem Kalkül gegenüber besteht (Bechmann 1993), liefert es immerhin ein Handlungskriterium.¹³ Entscheidungen unter Unsicherheit können nicht einmal darauf aufbauen, vor allem deshalb nicht, weil keine verbindliche Situationsdefinition besteht und weil keine genügend große Klasse von Vergleichsmöglichkeiten existiert (Elster 1993; Knight 1921; Marcus 1988).¹⁴ Das heißt, immer dann, wenn »Größe und Dringlich-

of underprovision. Now it is a common-pool resource, subject to human depletion« (Keohane/Ostrom 1994: 417).

13 Im Rahmen dieser Arbeit gehe ich nicht auf Ansätze aus der Entscheidungstheorie ein (vgl. Luce/Raiffa 1957: 284ff.; kritisch dazu Elster 1989: 84f.).

14 Es ist nicht sehr plausibel, Unsicherheit als Oberbegriff und Risiko als Spezialfall aufzufassen (Bonß 1996). So weist Bonß zwar auf die Herkunft der Unterscheidung bei Knight

keit des Problems« nicht bekannt sind, haben wir es mit Entscheidungen unter Unsicherheit zu tun. Spielt man ein Spiel gegen die Natur, scheinen die Naturwissenschaften berufen, die Unsicherheiten abzubauen. Genau diese Aufgabe aber können sie nicht in dem Maße erfüllen, wie es für eine gemeinsame Situationsdefinition nötig wäre. Im Fall des Wandels der Erdatmosphäre gibt es keine Klasse von Vergleichsfällen: wir haben nur einen Planeten Erde. In solchen einmaligen Situationen bekommen es Atmosphärenwissenschaftler mit ähnlichen Problem zu tun wie Sozialwissenschaftler. Da sie ihre Hypothesen nicht experimentell verifizieren können, müssen sie eine plausible Situationsdefinition aus verfügbaren Daten gewinnen, die teilweise historischer Art sind.¹⁵ Sie stellen in Modellrechnungen und Szenarien Prognosen über wahrscheinliche künftige Systemzustände auf. Hier könnte eine wesentliche Funktion der Unsicherheitsreduktion liegen, denn bleiben die Prognosen stabil, und werden sie von allen wichtigen Modellierern geteilt, besteht eine gemeinsame Situationsdefinition. Anders verhält es sich, wenn die Prognosen von Jahr zu Jahr variieren, weil sich die Modellannahmen ändern, oder wenn verschiedene Modellierer unterschiedliche Ergebnisse errechnen, oder wenn experimentelle Messungen den Modellen widersprechen. Dann hat man es nicht mit einem klassischen Risikoproblem, sondern mit Unsicherheit zu tun, und es stellt sich wiederholt und immer schärfer die Frage, ob die variierenden Prognosen Grund zu Maßnahmen oder Grund

(1921) und den Unterschied hin, daß es sich bei Risiko um meßbare Unsicherheiten, bei Unsicherheit um nichtmeßbare Unsicherheiten handle (Bonß 1996: 168). Er blendet aber Knights zentrale Einsicht aus, wonach Risiko als Fall definiert ist, in dem die »distribution of the outcome of a group of instances is known«, Unsicherheit hingegen als Fall »where it is impossible to form a group of instances«, weil die Situation in hohem Maße einmalig ist (Knight 1921: 233). Nach Knight haben Unternehmer die Funktion, Risiken zu übernehmen (zum Beispiel, aber nicht nur, Versicherungen). Unsicherheit in wissenschaftlichem oder technischem Wissen kann nicht durch Unternehmer reduziert werden (Marcus 1988). Solche Situationen sind in hohem Maße »einmalig«. Hier scheint der Wissenschaft die Aufgabe zuzufallen, Unsicherheit zu reduzieren. Die Einmaligkeit ist auch der Grund, warum bestimmte großtechnische Projekte und Anlagen nicht versicherbar sind – ein Umstand, auf den Beck aufmerksam gemacht hat. Allerdings handelt es sich dabei nicht um Risiken, sondern um Entscheidungen unter Unsicherheit. So gesehen hätte Becks Buch eigentlich den Titel »Unsicherheitsgesellschaft« tragen sollen.

- 15 Es gibt auch nur eine Weltgeschichte. Historiker, die sich um wissenschaftliche Aussagen bemühen, greifen deshalb zu kontrafaktischen Gedankenexperimenten und Theorien »möglicher Welten« (Elster 1978). Auch Atmosphärenwissenschaftler lösen das methodische Problem auf ähnliche Weise. Dies wirft interessante Fragen über das Verhältnis von Natur- und Sozialwissenschaften auf, die im Rahmen dieser Arbeit nur gestreift werden können.

Tabelle 1-4 Typologie der Risiken

		Wissen	
		sicher	unsicher
Konsens über Ziele	erreicht	(1) Problem: technisch Lösung: Kalkulation	(2) Problem: Information Lösung: Forschung
	fraglich	(3) Problem: (Un-)Einigkeit Lösung: Zwang oder Diskussion	(4) Problem: Wissen und Konsens Lösung: ?

Quelle: Douglas/Wildavsky 1993: 117

zum Abwarten sind. Die abwartende Position suggeriert meist, daß sich durch weitere Forschung endgültige Sicherheit schaffen ließe.

Die einschlägige soziologische Forschung hat sich nicht mit der Unterscheidung Unsicherheit/Risiko, sondern mit der Unterscheidung Risiko/Gefahr befaßt (vgl. unten). Der Risikobegriff wurde vor allem deshalb für wichtig erachtet, weil er, im Unterschied zum Gefahrenbegriff, Entscheidungsinstanzen zugerechnet werden kann. Schließt man die Unsicherheitsproblematik mit in die Betrachtung ein, verschärft sich das Problem. Oft besteht ein Teil der Unsicherheit darin, daß man nicht weiß, ob bestimmte Phänomene auf Entscheidungen zugerechnet werden können oder natürlicher Art sind und damit von Entscheidungen unabhängig.

Wenn bei Entscheidungen unter Unsicherheit die Wissenschaft eine öffentliche und politikberatende Rolle spielt und politische Entscheidungen mit der nötigen Legitimation versorgt, dann ist die Möglichkeit gegeben, daß der Ausgang einer gesellschaftspolitischen Auseinandersetzung zu einem großen Teil vom Verlauf der wissenschaftlichen Kontroverse abhängt. Dies um so mehr, wenn alle Beteiligten sich von den Ergebnissen wissenschaftlicher Forschung abhängig machen.

Douglas/Wildavsky (1993: 117) haben versucht, (un-)sicheres Wissen und Konsens/Dissens über politische Ziele in einem Vierfelderschema zu verorten. Sie unterscheiden vier Fälle bei riskanten Entscheidungen (Tabelle 1-4).

Dieses Schema ermöglicht eine grobe Orientierung. Drei Vorbehalte scheinen allerdings angebracht. Erstens gehen die Autoren nicht auf den Unterschied zwischen Risiko und Unsicherheit ein. Zweitens scheinen sie ein lineares Wachstum des Wissens zu implizieren, das bei Erreichen der Grenze »sicher« lediglich in einen Zielkonsens transformiert werden muß. Statt einer Wissenszunahme in Richtung »sicher« muß man wohl realistischerweise davon ausgehen, daß in Risikokontroversen und bei Entscheidungen unter Unsicherheit genau diese Grenze ständig umkämpft wird und sich im Zeitverlauf verschiebt. Und drittens geben die Autoren leider keinerlei Beispiele, was von ihrer generalisierenden Annahme herrühren dürfte, *alle* Probleme dieser Art fielen in Feld 4. So schreiben sie:

Das letzte Feld, in dem das Wissen unsicher und der Konsens fraglich ist, gibt genau wieder, wie eine informierte Person das gegenwärtige Dilemma der Risikoabschätzung charakterisieren würde. (Douglas/Wildavsky 1993: 118)

Zweifelt man an dieser Annahme und versucht eine differenzierte Klassifizierung unterschiedlicher Risikothemen, so würde man konkrete Beispiele wie BSE, die Klimadebatte, die Gentechnik und den Photosmog in verschiedenen Feldern anordnen. Dabei ist die zeitliche Dynamik wichtig: Was gestern noch in Feld 4 lag, kann heute in Feld 3 sein und morgen in Feld 1 (oder wieder in Feld 4 zurückrutschen).¹⁶ Zu Recht betonen die Autoren, daß es einen Zusammenhang gibt zwischen kultureller Voreingenommenheit (*cultural bias*) und Handlungsorientierung: Die möglichen Risiken sind so unüberschaubar, daß eine Selektion stattfinden muß, die nicht auf allgemeingültige Weise stattfinden kann. Insbesondere scheinen Naturbilder dafür verantwortlich zu sein, wie verschiedene Akteure Umwelt- oder Risiko-probleme einstufen (vgl. auch Cotgrove 1982; Thompson 1983). Wird eine präventive Handlungsorientierung gesellschaftsweit dominant, so verschiebt sich die Anforderung an das Wissen; endgültige Beweise werden nicht mehr verlangt, wenn das Vorsorgeprinzip an Einfluß gewinnt.

Dieses Schema läßt außerdem die Zeitdimension außer acht. Bezieht man sie mit ein, so kann man sehen, daß Industrie und Public interest groups unterschiedliche Strategien zur Überwindung der Unsicherheit verfolgen. Nimmt man der Einfachheit halber an, daß man sich zu Beginn von Risikokontroversen (eigentlich: Unsicherheitskontroversen) immer in Feld 4 befindet, so steuern die Public interest groups Feld 1 an, während die Industrie

¹⁶ Dies gilt für den Fall, daß die Kontroverse keinen institutionalisierten Abschluß findet. Findet ein solcher statt, ist das »Zurückrutschen« unwahrscheinlich, da ein wissenschaftlicher Konsens zusammen mit einer politischen Maßnahme erfolgt.

solange als möglich in Feld 4 verharren will.¹⁷ Sobald Wissenschaftler auftreten, die der Ansicht sind, es müsse erst weitere Forschung betrieben werden, bevor man Lösungsvorschläge machen könne, ergeben sich Möglichkeiten für eine Allianz mit der Industrie. Eine so entstandene Gegenkoalition steuert in der Regel Feld 2 an, das zum wissenschaftlich-politischen Schlachtfeld wird. Allerdings darf dieser Mechanismus nicht funktionalistisch interpretiert werden. In einer solchen Lesart würden die Wissenschaftler prinzipiell an einem Strang mit der Industrie ziehen, weil sie Forschungsgelder am leichtesten dann einwerben können, wenn das Problem nicht gelöst wird. Wie im einzelnen zu zeigen sein wird, ist ein Abweichen der Wissenschaftler von diesem »funktionalistischen Gleichgewichtspfad« eine kritische Variable.

In vielen Kontroversen dieser Art setzt sich nach einiger Zeit die Auffassung durch, daß man keine letztgültige kognitive Sicherheit erwarten kann. Die Wissenschaft muß die Erwartungen, die sie erzeugt (gesichertes Wissen zu liefern, das als Handlungsgrundlage dient), ständig neu wecken und ebenso beständig abweisen. In der klassischen Formulierung von Weinberg: »[T]here are answers to questions which can be asked of science and yet which cannot be answered by science« (Weinberg 1972: 209). Es dürfte für Politiker ein unangenehmer Gedanke sein, über Zusammenhänge entscheiden zu müssen, die aus wissenschaftlicher Sicht unterdeterminiert sind, aber von Wissenschaftlern auf die Tagesordnung gesetzt wurden. Zu lange war man davon überzeugt, man habe es hier mit härterem Wissen zu tun, als beispielweise das von den Sozialwissenschaften angebotene (Kuhn 1976: 9f.).

Doch auch die Naturwissenschaftler selbst sind durch solche Aufgaben in der Regel aus zwei Gründen überfordert. Zum einen suchen sie in ihrer täglichen experimentellen Praxis einfache Ja/Nein-Antworten auf präzise gestellte Fragen und können mit zweideutigen Ergebnissen wenig anfangen. Zum anderen ist ihr Expertenwissen meist auf ein kleines Spezialgebiet beschränkt, das ihnen nicht erlaubt, andere Ansätze einzubeziehen, die zur Lösung eines bestimmten Problems eine wichtige Rolle spielen können. Bei der Bewertung von Risiken ist also ein Urteilsvermögen gefragt, das sowohl die Ja/Nein-Routine als auch das enge Spezialwissen übersteigt (Marcus 1988). Wie haben Wissenschaftler auf diese Herausforderungen reagiert? Diese Frage wird in Kapitel 3 eingehend behandelt.

17 Die Industrie wird normalerweise behaupten, daß ihre Produkte sicher seien. Geraten sie jedoch ins Zwielicht, greift die Industrie zur zweitbesten Strategie und betont die kognitive Unsicherheit, um staatliche Eingriffe abzuwehren.

1.2 Theoretischer Ansatz

Diese Arbeit ist eine (multiple) Fallstudie, die sich mit der FCKW-Regulierung in den USA und der Bundesrepublik Deutschland beschäftigt. Darüberhinaus wird ein dritter Fall behandelt, der in gewisser Weise »quer« zu diesem Ländervergleich liegt, nämlich die Frage nach dem Zustandekommen der internationalen Kooperation zum Schutz der Ozonschicht. Diese Fälle lassen sich nicht aufeinander reduzieren oder aufaddieren, denn die internationale Kooperation ist mehr als die Summe der nationalen Fälle. Wie sich zeigt, ist sie aber nicht ohne die Analyse auf nationaler Ebene zu verstehen. Das Forschungsdesign der Fallstudie verlangt in jedem Fall eine klare Spezifikation der Forschungsfragen, der theoretischen Einordnung, der Bildung von Hypothesen, der Herstellung von Bezügen zwischen Hypothesen und Daten und der Interpretation der Ergebnisse (Yin 1994). Die allgemeine Fragestellung lautet: Wie gelang es, die FCKW-Emissionen weltweit zu senken und welche Unterschiede und Gemeinsamkeiten gibt es zwischen den USA und der Bundesrepublik Deutschland bei der Behandlung dieser Problematik? Im Folgenden widme ich mich der Herstellung theoretischer Bezüge und der Hypothesenformulierung. In Kapitel zwei gebe ich eine Darstellung der wesentlichen Ereignisse im Untersuchungszeitraum. In den Kapiteln drei bis fünf werden die erhobenen Daten präsentiert und in Beziehung zum theoretischen Orientierungsrahmen gesetzt. Kapitel sechs versucht eine Interpretation der Ergebnisse.

1.2.1 Selbstverstärkende Prozesse

Der über zwanzig Jahre dauernde Zeitraum der Studie wirft das allgemeine methodische Problem auf, die Balance zwischen historischer Präzision und verallgemeinerungsfähigen Resultaten zu halten. Dazu wird ein Ansatz entwickelt, der den dynamischen Erfordernissen des Prozesses gewachsen und dennoch hinreichend einfach ist. In Anlehnung an Maruyamas »Zweite Kybernetik« (1963) wird der Prozeß zunächst in sehr abstrakter Form konzipiert und dann weiter präzisiert. Maruyama unterscheidet zwischen abweichungsminimierenden und abweichungsverstärkenden Kausalbeziehungen; den ersten Typ bezeichnet er als negativen, den zweiten als positiven Rückkopplungsprozeß. Der Thermostat ist das Paradigma negativer Rückkopplungsprozesse: Bei Überschreiten einer Zielgröße tendiert das System in die entgegengesetzte Richtung. In den positiven Rückkopplungen der »zweiten

Kybernetik« verläuft der Prozeß selbstverstärkend immer weiter. Ausgangsbedingungen und Anfangsimpulse spielen eine wesentliche Rolle für die weitere Entwicklung eines Systems. Solche Prozesse finden sich sowohl in der Natur als auch in der Gesellschaft. Ein Beispiel aus der Natur mag dies verdeutlichen: Eine Felsspalte dehnt sich durch gefrierendes Wasser aus, zieht in der Folge mehr Wasser in einer größer gewordenen Spalte an und vergrößert dadurch den Spalt weiter. Dasselbe Prinzip kann man bei der Entstehung einer Siedlung beobachten, wo sich nach und nach Häuser und Gewerbe um einen zufälligen Ursprungskern scharen. Die geographische Lage des Ursprungskerns beeinflusst die spätere Lage der entstehenden Stadt, die weitere Entwicklung wird aber wesentlich durch positive Rückkopplungsprozesse gesteuert. Besonders relevant für den hier verfolgten Ansatz ist nun die These, daß es nicht Umweltbedingungen sind, die die unterschiedliche Entwicklung verursachen. In Abgrenzung zu einer philosophischen Tradition¹⁸ entwickelt Maruyama das Theorem, daß gleiche Ausgangsbedingungen zu unterschiedlichen Ergebnissen führen können, da es verschiedenen endogenen Prozessen auf verschiedene Weise gelingt, sich durch selbstverstärkende Prozesse eine eigene Ordnung aufzubauen, ja sogar eine eigene Umwelt zu schaffen.¹⁹ Dies ist in zahlreichen Veröffentlichungen der letzten Jahre unter dem Stichwort »Chaos« und »Komplexität« fast Gemeingut geworden. Ich beziehe mich allerdings weniger auf bekannte populärwissenschaftliche Arbeiten, sondern auf soziologische und politikwissenschaftliche Ausarbeitungen. Zunächst greife ich auf eine Arbeit von Mayntz und Nedelmann (1987) zurück, die ein Konzept von eigendynamischen sozialen Prozessen vorgelegt haben. Dann versuche ich, unter Einbeziehung von Granovettters Schwellenwertmodell (Granovetter 1978) zu zeigen, daß die Heterogenität der Akteurpopulation eine wichtige Determinante darstellt. Schließlich versuche ich, aus Netzwerktheorien und Diskursanalysen brauchbare Instrumente zu übernehmen.

Netzwerkansätze auf dem Gebiet der Politikfeldforschung (Heclo 1978; Kenis/Schneider 1991; Mayntz/Marin 1991) haben ähnliche theoretische Fragestellungen bearbeitet wie die wissenschaftssoziologische Akteur-Netzwerk-Theorie (Callon 1987; Latour 1990). Dasselbe läßt sich in Bezug auf die politikwissenschaftliche »post-positivistische Literatur« (Fischer/Forester

18 »A sacred law of causality in the classical philosophy stated that similar conditions produce similar effects. Consequently, dissimilar results were attributed to dissimilar conditions. Many scientific researchers were dictated by this philosophy« (Maruyama 1963: 166).

19 Für eine Anwendung auf ökonomische Prozesse siehe Arthur (1988, 1990) und David (1985).

1993, Haas 1992; 1993; Lau et al. 1991; Majone 1989; Riker 1984; deLeon 1991; Sabatier 1993) und die soziologische Diskursanalyse (Dryzek 1997; Gamson/Modigliani 1989; Hajer 1993; Lau 1989b) sagen. Aus der Policy-Netzwerk-Forschung übernehme ich den Gedanken, daß informelle Beziehungen zwischen *Schlüsselakteuren* wichtig sind, um bestimmte politische Ziele anzusteuern und durchzusetzen. Aus der soziologischen Diskursanalyse und post-positivistischen politologischen Ansätzen, daß die diskursive, öffentliche Auseinandersetzung und die Rolle von Normen und Ideen dabei eine wesentliche Rolle spielen. Aus dem wissenschaftssoziologischen Ansatz schließlich kommt die Betonung der Mobilisierung von Ressourcen, die nicht als gegeben angenommen werden. Ich übernehme aber nicht die teilweise quantitative Ausrichtung des Policy-Netzwerk-Ansatzes und sein Bemühen, möglichst alle Akteure zu erfassen. Anders als der diskurstheoretische Ansatz beschränke ich mich nicht auf diskursive Formen der Auseinandersetzung, und anders als die Akteur-Netzwerk-Theorie nehme ich keine Attribution von Handlungsqualitäten an Artefakte vor.

1.2.2 Eigendynamik

Eigendynamische soziale Prozesse sind dadurch charakterisiert, daß in ihnen Prozesse zirkulärer Stimulation auftreten, die insbesondere die den Prozeß tragende Handlungsmotivation betreffen. Solche Prozesse erzeugen typischerweise Folgen, die sie wieder zu ihrem eigenen Antrieb verwenden. Sie haben auch die Tendenz, die Sozialsysteme ihrer Umwelt in ihre Eigendynamik hineinzuziehen:

Aus welchen Gründen auch immer sich Akteure einer anderen und höheren Systemebene in den Ablauf eigendynamischer Prozesse einschalten mögen – sie laufen Gefahr, selbst in die Dynamik verstrickt zu werden.

(Mayntz/Nedelmann 1987: 665)

Die zirkuläre Stimulierung der Motivation sozialer Akteure eines eigendynamischen Prozesses ist ein wesentliches Merkmal des hier untersuchten Falles. Auch kann man das Phänomen beobachten, daß es keine starre Abgrenzung zur Umwelt gibt, sondern eine Involvierung von Akteuren (und Ressourcen) aus der Umwelt stattfindet. Ich versuche, dieses Modell in drei Punkten zu spezifizieren. Der erste besteht darin, daß der eigendynamische Prozeß einem klar definierbaren sozialen Träger zugeordnet wird. Dies ist der Handlungs- und Kommunikationszusammenhang eines Netzwerkes.

Zweitens wird der Erfolg eines eigendynamischen Prozesses als ressourcenabhängig vorgestellt und drittens wird eine antagonistische Struktur des sozialen Feldes angenommen, in dem sich der eigendynamische Prozeß abspielt. Ich stelle den so konzipierten Netzwerkansatz zuerst in seiner allgemeinen Form vor und diskutiere dann seine Spezifik. Der von Mayntz und Nedelmann betonte Aspekt der motivationalen Selbstverstärkung wird dabei bewahrt. Durch die Mobilisierung neuer Verbündeter und Ressourcen werden allerdings zusätzliche Motivationsquellen angezapft.²⁰ Die Einschränkungen, die ich mache (und in Abschnitt 1.2.3 begründe) sind folgende: Erstens ist das Politikfeld (die Politikarena, Renn 1992) antagonistisch strukturiert, zweitens gibt es selbstverstärkende Prozesse in beiden Feldern, die sich drittens auf die Motivation der Kontrahenten beziehen, weshalb viertens die Grenze zwischen beiden Feldern aufrechterhalten wird. Fünftens folgt aus der motivationalen Selbstverstärkung, daß es nicht in erster Linie Interessen sind, die in solchen Prozessen die Oberhand innehaben, sondern »Leidenschaften«, bei denen Politikziele und Akteuridentitäten eng verklammert sind. Damit wird die Standardlösung der Verhandlungstheorie, bei der es in der Regel um einen Interessenabgleich geht, erheblich erschwert (Hirschman 1977; Pizzorno 1986).²¹ Meine Vermutung ist, daß dadurch andere Lösungen wahrscheinlich werden, die mindestens ebenso leistungsfähig sind – eine Möglichkeit, die in der Literatur bislang kaum thematisiert wurde und auf die ich im nächsten Abschnitt (»Die Rolle von Ideen und Normen bei Entscheidungen unter Unsicherheit«) zurückkomme.

20 Die bisherige politikwissenschaftliche Diskussion über Politiknetzwerke und die soziologische über Diskurskoalitionen hat den Aspekt der Eigendynamik eher implizit und intuitiv erwähnt. Benz sieht darin eine Chance, aus Blockaden herauszukommen, die in Mehrebenen-Verhandlungssystemen entstehen (Benz 1995: 98). Lau weist auf den offenen Ausgang von Diskursen hin, deren relative Autonomie für eine »tendenzielle Eigendynamik und die Selbstselektion von Argumenten« Sorge (Lau 1989: 389). Diese intuitiven Annahmen werden durch das hier vorgestellte Modell expliziert.

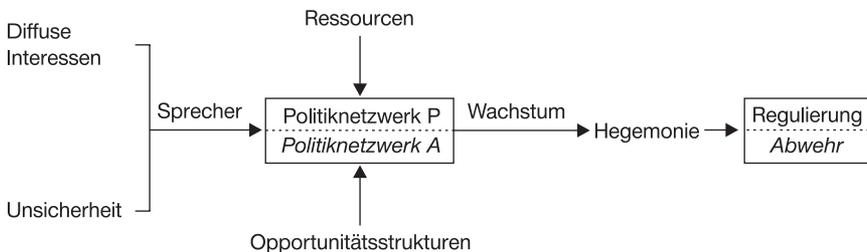
21 Hier schließt sich ein interessanter Aspekt an, der die Bewertung der Vergangenheit betrifft. Normalerweise lautet die Botschaft für rationale Akteure, vergangene Kosten zu vergessen und sich auf die Zukunft zu orientieren. In pfadabhängigen Prozessen, in denen antagonistische Konstellationen auftreten, können die Akteure jedoch ihre Investitionen in die Vergangenheit nicht einfach abschreiben – zu viel ist für sie im Spiel (Elster 1989: 98–99; Wolf 1970). Gibt man dieser Logik jedoch einmal nach – und dies ist oft der Fall bei öffentlichen Debatten oder in Fällen, in denen man von dritten Parteien beobachtet wird (Hirschman 1982: 79) – so wird es mit der Zeit immer schwerer, sich aus ihr zu befreien. Man investiert immer mehr in eine Sache, in der Hoffnung, die Früchte doch noch ernten zu können und bemerkt die desaströsen Konsequenzen zu spät.

1.2.3 Netzwerke

In der hier vorgelegten Fallstudie geht es nicht darum, die Erklärungskraft einzelner Variablen zu messen. Es soll Plausibilität für eine bestimmte Erklärung geschaffen werden, die über den Einzelfall hinaus Geltung beanspruchen kann. Es wird argumentiert, daß der Schlüssel zum Verständnis des Gesamtprozesses in der spezifischen institutionellen Form zu suchen ist, die diesem Prozeß ihren Stempel aufgedrückt hat, der Form des Netzwerkes. Anders als in pluralistischen oder neokorporatistischen Ansätzen, in denen Politikergebnisse entweder durch das Wirken konstitutioneller Akteure oder mächtiger Interessengruppen erklärt werden, betrachtet der Politiknetzwerkansatz informelle Beziehungen auf mehreren Ebenen. Generell mobilisieren Netzwerke Akteure und Ressourcen, die materieller Art (Geld, Technologie, Laboratorien) oder symbolischer Art sein können (wissenschaftliche Erkenntnisse, Rhetorik). Ideen fungieren dabei als Kondensationskerne, um die herum eine Anlagerung von Bündnispartnern erfolgt. Dadurch wird die Struktur eines Konflikts vorgezeichnet und eine latente Zuordnung potentieller Bündnispartner bewirkt, die im Prozeßverlauf manifest wird.

Abbildung 1-1 zeigt in schematischer Form die wesentlichen Bestandteile eines solchen Ansatzes. In diesem Schema bezeichnet die linke Spalte strukturelle Eigenschaften des Politikfelds, Entscheidungen unter Unsicherheit und die Problematik der Artikulation diffuser Interessen. Sprecher können diese beiden Aspekte miteinander verknüpfen und als Repräsentanten diffuser Interessen auftreten. Ihnen stehen Sprecher der organisierten Interessen entgegen. Beide repräsentieren Politiknetzwerke, erstere das Pro-Regulierungsnetzwerk P, letztere das Anti-Regulierungsnetzwerk A. Konflikte über Fragen der Umwelt und Gesundheit entzündeten sich im wesentlichen

Abbildung 1-1 Der Politiknetzwerkansatz



um Problemdefinitionen und Kausalrelationen, wobei Informationen, wissenschaftliche Ergebnisse, Deutungen und Argumente als Primärressourcen fungieren (Beck 1993: 550). Daraus folgt ein Kampf um knappe (symbolische) Ressourcen. Ihre Verfügbarkeit befördert oder behindert die Wachstumschancen eines entsprechenden Politiknetzwerkes. Öffentliche Glaubwürdigkeit ist bei Entscheidungen unter Unsicherheit eine der wertvollsten Ressourcen. Institutionelle Opportunitätsstrukturen (politische Verfassung, Politikstil, institutionelles Umfeld, institutionelle Entscheidungsregeln) können die Wachstumschancen ebenfalls befördern oder behindern. Erlangt ein Politiknetzwerk die Hegemonie, folgen in aller Wahrscheinlichkeit Regulierungen oder deren dauerhafte Abwehr.

In den folgenden Abschnitten gehe ich auf die einzelnen Elemente des Schemas ein.

Die Repräsentation diffuser Interessen

Die Repräsentation diffuser Interessen kann auf verschiedene Weise erfolgen, etwa durch einzelne Akteure, durch Public interest groups (Umweltverbände, Parteien) oder durch Netzwerke, die Akteure verschiedener Organisationen und Institutionen umfassen (Mayntz/Marin 1991). Der Einzelkämpfer wendet sich in der Regel an die Öffentlichkeit und operiert auf der juristischen Ebene. In den USA steht der Name Ralph Nader für diesen Typ von Interessenrepräsentation. Organisationen nehmen außerdem Einfluß auf den politischen Entscheidungsprozeß, Umweltgruppen tun dies typischerweise durch die Mobilisierung von Betroffenen oder durch symbolische Aktionen. In diesen drei Dimensionen können auch Netzwerke operieren; ihre Erfolgchancen sind höher einzustufen, weil sie neben individuellen Akteuren Vertreter verschiedener Organisationen umfassen, die umfangreiche Ressourcen mobilisieren und eine gesellschaftsweite Koordinationsleistung vollbringen, die unter Umständen größer ist, als sie durch Markt oder Hierarchie geschaffen werden könnte. Allerdings droht solchen Arrangements eine Unterminierung, die durch ihr inhärentes Demokratiedefizit hervorgerufen wird (Mayntz 1993).

Politiknetzwerke und ihre Sprecher

Kenis/Schneider (1991) betonen die Nützlichkeit des Netzwerkkonzeptes hauptsächlich in jenen Policy-Prozessen, in denen nicht nur formale institutionelle Arrangements wichtig sind, sondern vor allem die informelle, oft-

mals dezentrale Entscheidungsfindung, bei der komplexe Akteurkonstellationen und Ressourcenabhängigkeiten eine Rolle spielen:

A policy network is described by its actors, their linkages and its boundaries. It includes a relatively stable set of mainly public and private corporate actors. The linkages between the actors serve as channels of communication and for the exchange of information, expertise, trust and other policy resources. The boundary of a given policy network is not in the first place determined by formal institutions but results from a process of mutual recognition of functional relevance and structural embeddedness. (Kenis/Schneider 1991: 41f.)²²

Interaktionsstrukturen bleiben hierbei oft latent, wobei eine Hauptfunktion in Informations- und Kommunikationsprozessen besteht, vor allem bei der Vorbereitung von Entscheidungen, auf die solche Netzwerke einen wichtigen Einfluß ausüben. Die Bindung der Netzwerkakteure erfolgt nicht über formale Mitgliedschaft, sondern über gemeinsame Politikziele, bei deren Definition und Gewichtung ideelle, »weltanschauliche« Elemente relevant sind.²³ Hugh Heclo hat den Begriff des *issue network* für jene Netzwerke geprägt, in denen Mitgliederwechsel stattfindet, niemand über die eigentliche Kontrolle über das Netz verfügt und materielle Interessen oft intellektuellem und emotionalem Engagement nachstehen. »Network members reinforce each other's sense of issues as their interests rather than (as standard political or economic models would have it) interests defining positions on issues« (Heclo 1978: 102).

Paul Sabatier hat die antagonistische Dimension in Politikprozessen hervorgehoben. Er konzipiert die Änderung von Politiken in einem Interaktionsmodell rivalisierender Befürworterkoalitionen innerhalb eines Politikbereichs. Koalitionspartner sind Akteure öffentlicher und privater Institutionen, die verschiedenen Hierarchieebenen angehören, gemeinsame Werte und Überzeugungen teilen und sich für deren Verwirklichung einsetzen. Dazu versuchen sie die Regeln, den Etat und die Mitarbeiter von Regierungsbehörden zu beeinflussen. Politikveränderung hängt aber auch von Umweltfaktoren außerhalb des Politikfelds und von stabilen Systemparametern in-

22 Folgende Definition von Diskurskoalition sieht eine eher lose Form der Kopplung: »Diskurse sind offene Systeme der Verständigung, die ›hin- und herlaufen«, abbrechen und anderswo wieder aufflammen können. In ihnen gibt es keine exklusiven Mitgliedsrechte« (Evers/Nowotny 1989: 361).

23 Repräsentieren Politiknetzwerke diffuse Interessen, so ist zu betonen, daß die Träger diffuser Interessen keine Netzwerkmitglieder werden, diffuse Interessen also nicht zu »klassischen«, konzentrierten Interessen werden: Die Transaktionskosten wären unendlich hoch, wollte man die gesamte Weltbevölkerung organisieren.

nerhalb des Politikfelds ab, die Chancen und Hindernisse für die Koalitionen darstellen (Sabatier/Jenkins-Smith 1993: 5).

Regulierungen sind ohne die geschickten Befürworter, die diffuse Interessen vor allem durch Warnungen oder Alarmierung mobilisieren, unwahrscheinlich. Dazu greifen sie die Gegner der umstrittenen Regulierung öffentlich an, drängen sie in die Defensive und berufen sich auf allgemein geteilte Werte (saubere Luft, Gesundheit, Sicherheit; vgl. Luhmann 1990a). Beide Seiten verfügen über Sprecher, die eine Verknüpfung von wissenschaftlichen Daten mit Politikzielen herstellen und sich für diese in der Öffentlichkeit einsetzen. Dabei versuchen sie, Ressourcen und kontingente Umweltereignisse als Mittel für ihre Ziele zu mobilisieren. Sobald die Repräsentation diffuser Interessen durch Sprecher erfolgt, müssen auch die organisierten Interessen durch Sprecher auftreten. Dadurch wird der strukturelle Ausgangsvorteil organisierter Interessen relativiert. Majone drückt diesen rhetorischen Aspekt folgendermaßen aus:

Because policy is made out of language, arguments are needed not only to clarify his position with respect to an issue, but to bring other people around to his position. Even when a policy is best explained by the actions of groups seeking selfish goals, those who seek to justify the policy must appeal to the intellectual merits of the case. (Majone 1996: 610)

In der öffentlichen Debatte unterliegen Argumente dem Zwang, sich so darstellen zu müssen, daß sie allgemein akzeptabel sind.

Beide Allianzen verfolgen in dieser Kontroverse rhetorische Strategien, die politische, wissenschaftliche und öffentlichkeitswirksame Merkmale aufweisen. Diese Strategien beruhen auf wissenschaftlichen Daten, die oft einseitig selektiert oder auf übertriebene Weise interpretiert werden. Dies wird durch zwei Umstände ermöglicht. Zum einen durch die unterschiedlichen zeitlichen Dynamiken, die in der öffentlichen Debatte und in der wissenschaftlichen Forschung bestehen. Hier eröffnet sich ein Spielraum, Daten ins Feld zu führen, über die kein umfassender wissenschaftlicher Konsens besteht. Bevor dieser sich herausbildet, können beide Allianzen versuchen, die passenden Ergebnisse auszubeuten. Zum anderen durch die Daten, über die ein weitgehender Konsens der Forscher besteht. Diese sind oft interpretationsfähig, das heißt, auch sie bieten einen Spielraum zur Unterstützung der einen oder anderen Seite. Es würde sich an dieser Stelle methodisch verbieten, den Prozeß im Rückblick zu glätten und bestimmte wissenschaftliche Ressourcen unter Verweis auf den heutigen Wissensstand nicht gelten zu lassen.

Entwicklungsformen von Politiknetzwerken

Netzwerke im hier verwendeten Sinn ähneln den Befürworterkoalitionen Sabatiers und den Expertengemeinschaften Haas'. Sie umfassen Mitglieder, die gemeinsame Weltbilder, Ursache-Wirkungsmodelle und Lösungsvorschläge teilen. Sie sind insofern Netzwerke von Gleichgesinnten. Anders als in Netzwerkmodellen, in denen heterogene Akteure innerhalb eines Netzwerkes durch Ressourcentausch zu einer Einigung gelangen (Kenis/Schneider 1991; Mayntz 1993; Scharpf/Mohr 1994), ist dieser Weg durch die prinzipienhafte (kognitive, man könnte fast sagen: ideologische) Ausrichtung der Netzwerke verbaut.²⁴ Hier streiten *zwei* rivalisierende Netzwerke um die Hegemonie. Besondere Beachtung wird folgenden Mobilisierungsprozessen und ihrer Kopplung geschenkt:

- Mobilisierung nichtmaterieller Ressourcen;
- gegenseitige Verstärkung von Verbündeten und Ressourcen;
- lineare und nichtlineare Mobilisierung von unentschiedenen Akteuren;
- Wachstum eines Netzwerkes auf Kosten des anderen.

Es gibt verschiedene Entwicklungsformen von Politiknetzwerken, die ich im Folgenden vorstelle. Ein Netzwerk (N) kann Ressourcen (R) mobilisieren und dadurch neue Verbündete (V) gewinnen.²⁵

1. $N + V \rightarrow N'$
Ein Netzwerk gewinnt einen neuen Verbündeten, was zu einer Stärkung des Netzwerkes (N') führt;
2. $N + R \rightarrow N'$
Ein Netzwerk mobilisiert eine neue Ressource, was zu einer Stärkung des Netzwerkes (N') führt;
3. $N + V(R) \rightarrow N'$
Ein Netzwerk mobilisiert einen neuen Verbündeten, der eine neue Ressource mitbringt, was zu einer Stärkung des Netzwerkes (N') führt;
4. $N + R \rightarrow V \rightarrow N'$
Ein Netzwerk mobilisiert eine neue Ressource, die zur Rekrutierung eines

24 Der Begriff Ideologie hat für viele Leser vorrangig politische Konnotationen. Um Mißverständnisse zu vermeiden, spreche ich daher von kognitiven Orientierungen, im Sinne von *mental maps* oder *cognitive frames*.

25 Ich konzentriere mich im Folgenden auf positive Rückkopplungsprozesse. Die Ausführungen gelten mit umgekehrtem Vorzeichen ebenso für negative Rückkopplungsprozesse. Die folgende formale Schreibweise bezieht sich auf allgemeine Wachstumsmuster. Wollte man die Unterschiede zwischen Regulierungsbefürwortern und Gegnern ausdrücken, so könnte dies durch die Notierung $P + V \rightarrow P'$ bzw. $A + V \rightarrow A'$ usw. ausgedrückt werden.

neuen Verbündeten führt, was zu einer Stärkung des Netzwerkes (N') führt.

Zu betonen ist, daß Ressourcen in keinem Fall gegeben sind oder einer Seite »zufallen«, sondern von dieser für sich reklamiert und mobilisiert werden müssen. Wissenschaftliche Beobachtungen und Interpretationen werden unter diesen Umständen von beiden Seiten umkämpft.

Man kann zwischen linearen und nichtlinearen Wachstumsformen unterscheiden. Ein lineares Wachstum der Netzwerke liegt vor, wenn der Zuwachs in einem gegebenen Zeitintervall konstant ist. Nichtlineares Wachstum liegt vor, wenn der Zuwachs pro Zeitintervall zunimmt. Hier gehe ich auf zwei Mechanismen nichtlinearen Netzwerkwachstums ein. Der erste hat mit der Homogenität der Akteurpopulation zu tun, der zweite mit der Möglichkeit der Rekrutierung von Akteuren der Gegenseite.

1. Die Verteilung der Schwellenwerte in der Akteurpopulation ist eine kritische Variable für den Prozeß der Netzwerkentwicklung (Granovetter 1978). Wie in Kapitel 3 gezeigt wird, bestimmen sie die Wahrscheinlichkeit, ob und wann ein Akteur sich einer Seite einer Kontroverse anschließt. Wenn *jeder* Akteur sich nach dem Motto verhält »Ich gehe, wenn du gehst« (oder: Ich gehe, wenn X eintritt), dann reicht bereits der Schritt eines einzigen Akteurs aus, um eine katalytische Kettenreaktion zu bewirken. Liegen die Schwellenwerte anders, etwa indem die Handlungsorientierung spezifiziert wird (»Ich gehe, wenn A geht [oder wenn X eintritt]«, wobei A geht, wenn C geht [oder Y eintritt] usw.), dann kommt es nur bei einer hinreichend kleinen Population, die eine hohe Interaktionsdichte aufweist, zu einer solchen Kettenreaktion, ansonsten bleibt die Aktivierung einzelner Akteure episodisch. Neben diesen beiden Extremfällen gibt es alle denkbaren Abstufungen.
2. In dualistisch strukturierten Politikarenen ist die prinzipielle Möglichkeit gegeben, daß ein Netzwerk durch einen Angriff auf die Gegenseite Verbündete und/oder Ressourcen aus dem gegnerischen Netz gewinnt.

Die Mobilisierung dritter Parteien als Bündnispartner ist in öffentlich-diskursiven Prozessen besonders wichtig. Es kann erwartet werden, daß die Reaktion der angeklagten Industrie feindlich und die Reaktion der breiten Öffentlichkeit *a priori* schwer zu bestimmen ist. Wichtige dritte Parteien sind einflußreiche Journalisten, Mitglieder von Parlamentsausschüssen, Verbänden und Umweltgruppen. Die Zahl der »Unentschiedenen« in einer polarisierten Debatte, die zu Beginn relativ groß ist, nimmt im Zeitverlauf ab. Durch ihre Parteinahme erlangt eine Seite die Hegemonialstellung.

Die Industrie befindet sich angesichts der potentiellen Eigendynamik von Diskursen in einem Dilemma. Einerseits fürchtet sie diese Eigendynamik, da die Folgen schwer abschätzbar sind. Es besteht immer das Risiko der »Verschlechterung des Ressourcensaldos«, wenn man sich in der Debatte stark engagiert und dadurch unter den Druck der Selbstbindung gerät. Andererseits besteht die

Notwendigkeit, schon so früh wie möglich in die Diskussion einzugreifen, um bestimmte Entwicklungen zu verhindern oder schon die Definition des Problems zu den eigenen Gunsten mitzubestimmen.

(Lau 1989: 389f.; vgl. auch Gehring 1996: 219)

Die Rolle von Ideen und Normen bei Entscheidungen unter Unsicherheit

Sozialwissenschaftler sind aus zwei (wenn auch entgegengesetzten) Gründen skeptisch, was die Wirksamkeit wissenschaftlicher Erkenntnisse auf den Politikprozeß angeht. Einmal wird die Macht von Ideen bestritten, das andere Mal wird ihre Macht für verhängnisvoll gehalten. Vor allem politikwissenschaftliche Ansätze sind einem Interessenparadigma verpflichtet, auf dessen Basis Politikprozesse und -ergebnisse durch die Eigennutzorientierung relevanter Akteure erklärt werden. Der Einfluß wissenschaftlicher Erkenntnisse auf den Politikprozeß gerät dabei schnell unter »Idealismusverdacht«. Damit zusammenhängen dürfte die Skepsis gegenüber dem technokratischen Politikberatungsmodell, das seine Grenzen längst offenbart hat. Wie verschiedene Arbeiten gezeigt haben, werden wissenschaftliche Ergebnisse in der Regel für bestehende politische Optionen instrumentalisiert (vgl. das *garbage can model*, Cohen/March/Olsen 1972; Shils 1987), die ihrerseits durch gesellschaftliche Interessen definiert sind. Auch und gerade bei Entscheidungen unter Unsicherheit, bei denen es grundsätzlich zwei konkurrierende Situationsdeutungen und Lösungsvorschläge gibt, ist dieser Prozeß zu beobachten: In zahlreichen gesellschaftspolitischen Kontroversen gruppieren sich bestimmte Interessengruppen in erwartbarer Weise um (teilweise konträre) wissenschaftliche Hypothesen und Erklärungen. Es überrascht in der Tat wenig, daß die Industrie dabei fast immer auf Seiten derjenigen zu finden ist, die mögliche Schäden bestreiten oder herunterspielen. Doch wird diese Position oft von Akteuren unterstützt, die keinen unmittelbaren Nutzen von der Beibehaltung oder Einführung einer möglicherweise gefährlichen Technik haben. Und oft beziehen auch Gegner der Technik ihre Position nicht aus eigennützigen Motiven (der potentielle Schaden liegt häufig räumlich oder

zeitlich entfernt). In solchen Kontroversen spielen Normen und Ideen eine entscheidende handlungsmotivierende Rolle.

Gewinnen Ideen gegenüber Interessen an Bedeutung, scheint sich eine mögliche Kooperation schwieriger zu gestalten, als es umgekehrt der Fall wäre. Hier liegt der zweite Grund sozialwissenschaftlicher Skepsis. Wenn »Leidenschaften« und Ideologien eine wichtige Rolle spielen (Hirschmann 1977; Mayntz/Scharpf 1995: 54ff.; Pizzorno 1986), kann der rationale Interessenausgleich in Verhandlungslösungen erheblich erschwert werden. Ideen werden damit Teil des Problems, statt Teil der Lösung zu sein. Doch in Verhandlungssystemen, in denen nicht der Interessenausgleich im Vordergrund steht, sondern die Problemlösung (Benz 1994; March/Simon 1958: 150f.; Mayntz 1993: 47f.), besteht unter bestimmten Umständen ein erhöhtes Potential zur Kooperation.

Analysiert man die Handlungsorientierung von Akteuren anhand der beiden Variablen Partikularinteresse und kognitive Orientierung (Tabelle 1-5), so lassen sich verschiedene Modi von Konfliktbeilegung unterscheiden. Der interessante Punkt dabei ist folgender: Ist nicht der Interessenausgleich, sondern die gemeinsame Problemlösung das dominante Ziel, so wächst die Problemlösungsfähigkeit.²⁶ Die Orientierung auf Problemlösung statt Interessenaushandlung ist dann relativ unproblematisch, wenn Experten über technische Sachfragen verhandeln. Dieser Aspekt wurde in der Literatur bereits aufgegriffen (Schmidt/Werle 1998). Die Orientierung auf eine umfassende Problemlösung impliziert allerdings, daß das Partialinteresse hinter der Gemeinwohlorientierung zurücksteht, gleichzeitig aber mehr als eine rein technische Koordination auf dem Spiel steht. Hier können Ideen ihre Wirksamkeit entfalten. Sie haben einen zwiespältigen Einfluß auf die reale Entwicklung: sie können zu Blockaden führen, diese aber auch wieder auflösen.

In dieser Typologie erhält man drei Lösungsmöglichkeiten von Blockaden: Verhandeln, technische Problemlösung und umfassende Problemlösung. Die umfassende Problemlösung hat gegenüber den beiden anderen den Vorteil, daß man auf ihrer Basis sowohl in den Modus des Verhandeln als auch in den der technischen Problemlösung wechseln kann, was in der umgekehrten Richtung sehr viel schwieriger ist.

26 March/Simon (1958) haben darauf hingewiesen, daß neben der Problemlösung »Überredung« als zweiter wesentlicher Faktor (im Gegensatz zu *bargaining*) steht. Siehe auch Benz (1994: 119) und die dort zitierte Literatur.

Tabelle 1-5 Arten der Konfliktlösung

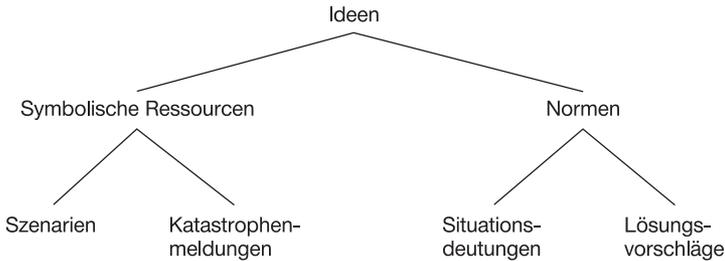
		Partikularinteressen	
		stark	schwach
Kognitive Orientierung	stark	Blockade/ Problemlösen Verhandeln	Umfassende Problemlösung/ Ausnahmen
	schwach	Verhandeln/ Ausgleichs- zahlungen	Technische Problemlösung/ Anpassungs- klauseln

In Fragen, die Sicherheit, Gesundheit und die Umwelt betreffen, sind gewöhnlich zwei grundsätzliche Positionen anzutreffen, die auf zwei unterschiedlichen Normen basieren: eine risikofreundliche und eine risikoaverse Position.²⁷ Die erste beruht auf der Norm, daß die Öffentlichkeit vor Gefahren geschützt werden sollte, die zweite, daß keine Einmischung in private Initiative erfolgen sollte. Die erste befürwortet schnelle Regulierungen, auch wenn wissenschaftliche Unsicherheiten fortbestehen, die zweite verlangt zuerst eine umfassende Klärung aller Fragen. Diese beiden Grundhaltungen beruhen auf prinzipiellen, normativen Orientierungen, die in der Kontroverse nicht zur Disposition stehen: dem Vorsorgeprinzip und dem Abwarteprinzip. In Fällen, in denen spezifische Produkte oder Technologien angegriffen werden, befürwortet die erste vorsorgliches Handeln während die zweite eine abwartende Haltung einnimmt.²⁸ Der Appell an Normen kann ein wirkungsvolles Instrument sein, Akteure von einer bestimmten Politik zu überzeugen (»It may be easier to seduce a Communist or a Christian than to bribe him«, wie Elster [1989: 130] bemerkte). Da normalerweise Firmenvertreter die zweite Option verteidigen, könnte man argumentieren, daß sie Normen rein instrumentell verwenden, um ihre Partikularinteressen hinter einem Allge-

27 Typische, immer wiederkehrende Fragen sind: Bei wem liegt die Beweislast? Was zählt als Schadensnachweis und wer sollte darüber urteilen? Welches Gewicht sollen »Worst-case«-Szenarien, die den schlimmstmöglichen Fall annehmen, gegenüber durchschnittlichen Szenarien haben? Wie soll man Kosten und Nutzen gegeneinander abwägen? Und wie soll man sie auf verschiedene Regionen der Welt und wie zwischen den Generationen verteilen? Zu diesen Fragen bilden sich institutionelle Entscheidungsregeln heraus.

28 Das gleiche gilt in Fällen, in denen neue, umstrittene Produkte oder Technologien eingeführt werden sollen.

Abbildung 1-2 Typologie der Ideen



meininteresse zu verstecken. Obwohl dies zutreffen kann, sehe ich immer noch zwei Gründe, Normen als real und autonom zu behandeln.²⁹ Der erste besteht darin, daß neben der Industrie auch andere Akteure das private Unternehmertum und das Abwarteprinzip verteidigen. Der zweite ist, daß sich die Industrie durch ein öffentliches Bekenntnis zu diesem Prinzip selbst bindet. Es ist für die Industrie verführerisch, sich hinter allgemeinen Normen zu verbergen, weil dadurch die öffentliche Unterstützung wächst, obgleich diese Strategie sich im Zeitverlauf selbst unterminieren kann.

Man kann Ideen *analytisch* folgendermaßen aufgliedern (Abbildung 1-2): Sie dienen als symbolische Ressourcen oder leisten als Normen eine Vorstrukturierung. Empirisch können sich beide Funktionen überlagern. Ich unterscheide zwei Formen von symbolischen Ressourcen: Szenarien und Katastrophenmeldungen. Szenarien sind Prognosen über künftige Zustände, die aufgrund (mehr oder weniger) bekannter Ausgangsgrößen berechnet werden.

Solche Szenarien können auch als virtuelle Katastrophenmeldungen bezeichnet werden. Davon zu unterscheiden sind wirkliche Katastrophenmeldungen, die wegen ihres gesellschaftsweiten Alarmierungseffekts wirksamer sind.³⁰ Beide werden im politischen Prozeß als Ressource genutzt und können blockierte Situationen aufbrechen. Ideen als Normen geben Anstoß zu Situationsdeutungen oder Problemdefinitionen, sie führen zu Lösungen, die

29 Normen sind real, weil sie eine unabhängige Motivationskraft besitzen; sie sind autonom, weil sie sich nicht auf Optimierungsregeln reduzieren lassen: »There is no single end – genetic, individual or collective – that all norms serve and that explains why there are norms. Nor, for any given norm, is there always any end that it serves and that explains why it exists« (Elster 1989: 125).

30 Heiner (1986) sieht in der *signal-to-noise ratio* eine wichtige Variable für die Wahrscheinlichkeit von Präferenzänderungen von Akteuren.

vorher nicht auf der Tagesordnung standen. Sie zeichnen in ein unstrukturiertes Feld eine Frontlinie ein.

Verschiedene Autoren haben den Stellenwert von Ideen im Politikprozeß untersucht (Barker/Peters 1993; Beck/Bonß 1989; Benz 1994; Campbell 1985; Fischer/Forester 1993; Goldstein/Keohane 1993; Haas 1992; Jachtenfuchs 1995; Majone 1989; Nullmeier 1993; Weber 1972). In bezug auf den Einfluß von wirtschaftswissenschaftlichem Expertenwissen auf den Politikprozeß betonte Peter Hall die Bedeutung von »networks of institutionalized relations that structure the flow of information, resources and pressure between public and private sectors« (Hall 1989: 380). Auch vorwissenschaftliche Ideen spielen dabei eine Rolle:

It is ideas, in the form of economic theories and the policies developed from them that enable national leaders to chart a course through turbulent economic times, and ideas about what is efficient, expedient, and just that motivate the movement from one line of policy to another. (Hall 1989: 362)³¹

Lau et al. bezeichnen die Benutzung von Interpretationen als den häufigsten Manipulationsversuch in Policy-Prozessen und definieren sie als Aussagenbündel über die Konsequenzen von bestimmten politischen Entscheidungen: »The aim of each interpretation is to emphasize a dimension of judgement that will lead people to prefer one policy proposal over competing, alternative proposals« (Lau et al. 1991: 645). Rücken Ideen so stark in den Vordergrund, dann kann man Politikfelder nach Diskurskoalitionen durchsuchen und die wesentlichen Akteure mit ihren dominanten Einstellungen (*frames, packages, story lines*) identifizieren.³²

31 Schon Keynes hatte die Macht von Ideen betont: »[T]he ideas of economists and political philosophers, both when they are right and when they are wrong, are more powerful than is commonly understood. Indeed the world is ruled by little else. Practical men, who believe themselves quite exempt from any intellectual influences, are usually the slaves of some defunct economist. Madmen in authority, who hear the voices in the air, are distilling their frenzy from some academic scribbler of a few years back. I am sure that the power of vested interests is vastly exaggerated compared with the gradual encroachment of ideas« (Keynes 1936: 383).

32 Ich verweise hier auf die Literatur zum Thema *frame analysis*; vgl. Bateson (1983), Goffman (1980), Heider (1977) und ihre Anwendung im Kontext von sozialen Bewegungen, Massenmedien und Policy-Analyse, vgl. Gamson/Modigliani (1989), Tarrow (1992), Triandafyllidou/Fotiou (1998).

Wissenschaftliche Kontroversen

Wenn Sprecher eine exponierte Stellung einnehmen (Wortführer, vgl. Katz/Lazarsfeld 1955) und ihre Situationsdeutungen relevant sind, verdienen ihre Interpretationen und Rhetorik besondere Aufmerksamkeit. Quantität und Qualität der in Frage stehenden Expertenmeinung werden zum Gegenstand der Kontroverse: Welche Wissenschaftler vertreten eine bestimmte Position und wie glaubwürdig ist diese? Gelingt es, viele Wissenschaftler für eine Position zu mobilisieren, so kann dieser Mengeneffekt als Indikator für Konsens gedeutet werden, auch wenn keine wissenschaftlichen Beweise erbracht wurden. Industriekritisch auftretenden Wissenschaftlern wird in der Regel ein Vertrauensvorschuß der Öffentlichkeit gewährt, weil sie im Gegensatz zu industriefreundlichen Wissenschaftlern oft keine finanziellen Vorteile aus ihren Forschungen ziehen können. Industriefreundliche Wissenschaftler ihrerseits haben mit dem Imageproblem zu kämpfen, sie seien *hired guns*, die parteiliche Ergebnisse gegen Bezahlung liefern (Bultmann/Schmithals 1994).

Doch gleichgültig, ob industriekritisch oder industriefreundlich: Jede Seite macht von der Strategie Gebrauch, die Qualität einzelner Expertenaussagen herauszustreichen oder anzuzweifeln. Expertenurteile reklamieren immer wissenschaftliche Daten und Theoreme für sich. Deshalb spielt sich ein Teil des Streits darüber ab, was »gute« Wissenschaft ist (oder was überhaupt als Wissenschaft gelten kann). Latour hat wissenschaftliche Kontroversen mit dem Rüstungswettlauf verglichen. Dieser Vergleich ist nicht abwegig, denn der Rückkopplungsprozeß ist derselbe. Sobald eine Seite harte Fakten geschaffen hat, muß die andere Seite nachziehen – oder aufgeben. »The costs of disagreeing will increase« – die Kosten, in einer wissenschaftlichen Kontroverse eine abweichende Position aufrechtzuerhalten, nehmen enorm zu.

Positive feedback will get under way as soon as one is able to muster a large number of mobile, readable, visible resources at one spot to support a point ... Once one competitor starts building up harder facts, others have to do the same or else submit. (Latour 1990: 34f.)

Wie kann die Politik die Qualität von wissenschaftlichen Ergebnissen beurteilen, wenn die wissenschaftlichen Experten selbst geteilter Meinung sind? Der Gedanke, Politiker würden unter diesen Umständen den Wissenschaftlern mit der höheren Reputation mehr Glauben schenken, ist zwar verführerisch, aber ohne Grundlage.³³ Drei Gründe sprechen gegen einen besonderen

³³ Wohlgermerkt, ich befasse mich hier ausschließlich mit dem Verhältnis Politik/akademische Forschung und lasse das von staatlichen Behörden erzeugte Expertenwissen weit-

Einfluß von hoch reputierten Wissenschaftlern auf den Politikprozeß. Erstens spielt Reputation zwar für den innerwissenschaftlichen Diskurs und Selektionsprozeß von Ergebnissen eine entscheidende Rolle (Merton 1973); das Auftreten in der Öffentlichkeit wird hingegen in der Währung der Prominenz gemessen (Goodell 1977; H.P. Peters 1994; B. Peters 1996). Anders als (innerwissenschaftliche) Reputation, die sich in der relativen Zitierhäufigkeit durch Fachkollegen niederschlägt, wird Prominenz durch häufiges Auftreten in der Öffentlichkeit erzielt.³⁴ Zweitens muß in der Politik eine Rezeptionsbereitschaft für Themen bestehen, die von wissenschaftlicher Seite als dringend empfunden werden. Nicht jede von der Wissenschaft als ernst eingestufte Frage findet Eingang in die politische Agenda. Dies trifft noch weniger zu für Lösungsvorschläge von wissenschaftlicher Seite. Die Chancen dafür steigen, wenn drittens die Themengestaltung des politischen Prozesses unter wesentlicher Teilnahme der Öffentlichkeit erfolgt, vor allem durch die Massenmedien. Die Häufigkeit, mit der über bestimmte Themen in den Medien berichtet wird, ist nach Mazur (1981) der wichtigste Indikator für Politikrelevanz. Die Medien haben zwar nicht die Macht, zu bestimmen, *was* das Publikum denkt, wohl aber, *worüber* es denkt – und dies ist entscheidend dafür, daß ein Thema für Handlungsdruck in der Politik sorgt. Bloße wissenschaftliche Vermutungen reichen nicht aus, um politische Handlungen einzuleiten.

Recognition in public arenas, which is the sine qua non of successful social problems, cannot be reduced to claims-making activities, but depends on a conjunction of these and audience receptiveness. Claims-making, after all, can fall on deaf ears or meet bad timing. (Ungar 1992: 484)³⁵

Die neuere Wissenschaftssoziologie konzipiert wissenschaftliche Erkenntnisse als in einem Schließungsprozeß erzeugt, in dem zwei Ressourcen von überragender Bedeutung sind: Laboratorien und Interpretationen. Wann immer während einer Kontroverse die Aufmerksamkeit auf wissenschaftliche Erkenntnisse fällt, werden Labordaten als Beleg angeführt; und wann immer

gehend außer Betracht, vgl. Fußnote 38.

34 Gerhards/Neidhardt (1990: 36) definieren Prominenz als »generalisierte Fähigkeit eines Akteurs, öffentliche Aufmerksamkeit zu finden«.

35 Volker Schneider beobachtete in seiner Studie über das deutsche Chemikaliengesetz, daß die Thematisierung durch die Wissenschaft »keine hinreichende Bedingung dafür ist, daß [ein Thema] auch auf die Regierungsagenda gelangt ... Ein wichtiger zusätzlicher Faktor ist öffentliche Nichtakzeptanz einer Situation oder eines Problems«. Es ist möglich, daß dieser Protest von Fraktionen innerhalb des Regierungslagers oder von der internationalen Ebene aus gezielt initiiert wird (Schneider 1988: 188).

die Aufmerksamkeit dafür geschaffen wird, spielen nichtwissenschaftliche Ideen und Überzeugungen eine entscheidende Rolle. Labordaten sind das Endprodukt einer Mobilisierung der Natur (Latour 1987: 94ff.), Interpretationen sind das Endprodukt einer Mobilisierung von *bias*. Selbstverständlich gibt es eine enge Beziehung zwischen beiden Prozessen. In die Produktion von Labordaten gehen eine Menge an Interpretationen ein und die Mobilisierung von Bias findet oft mit Hilfe von Labordaten statt. Das Einfließen von Interpretationen in Labordaten ist ein Prozeß, der im Endprodukt verschwinden muß und der unsichtbar gemacht wird, um die Natur als eindeutige Richterin der Daten erscheinen zu lassen. Bei der Mobilisierung von Bias werden Labordaten nicht vertuscht, sondern herausgestellt (vorausgesetzt, es sind welche vorhanden). In beiden Prozessen traut man Labordaten mehr als Interpretationen: ihre gesamtgesellschaftliche Reputation ist um ein vielfaches höher. Die kollektive Verdrängung der Bedeutung von Interpretationen kann besonders wirkungsvoll durch die Analyse von Prozessen demonstriert werden, in denen vermeintlich keinerlei Interpretationen eine Rolle gespielt haben. Die Naturwissenschaften eignen sich hierfür besonders gut.

In der Wissenschaftssoziologie haben verschiedene Arbeiten die Politisierung der Wissenschaft und die Verwissenschaftlichung der Politik thematisiert (unter anderen: Ezrahi 1990; Gieryn 1995; Jasanoff 1995; Porter 1995; Weingart 1983). Diese Autoren betonen die enge Kopplung der beiden Bereiche, die auch zur gegenseitigen Verstärkung führen kann. Die Grenzziehungen zwischen diesen beiden Bereichen sind ein Prozeß, der sich sowohl auf der Mikro- als auch auf der Makroebene beschreiben läßt. Sie erfolgen zum einen durch Akteurstrategien (*boundary work*, vgl. Gieryn 1995), zum anderen durch strukturelle Interdependenzen und Differenzierungen.

Für die Analyse von gesellschaftspolitischen Kontroversen, in denen Experten eine besondere Rolle spielen, bieten sich wissenschaftssoziologische Ansätze an. Die vorliegende Arbeit macht allerdings keinen Gebrauch von der überwiegend mikrosoziologischen Ausrichtung der sogenannten Laborstudien. Die Fragestellung der Arbeit ist sowohl auf der Mikro- wie auf der Makroebene angesiedelt. Wissenschaftliche Laboratorien besitzen auch für die Analyse von gesellschaftsweiten Veränderungen Relevanz. In Anlehnung an Latour wird hier die These entwickelt, daß die von Laboratorien generierten Machtpotentiale so groß sein können, daß sie einer scheinbar kleinen, schwachen Gruppe von Akteuren erlauben, große, mächtige Gruppen zu überflügeln. Es finden Verschiebungsprozesse über mehrere Größenordnungen statt, in denen Mikroereignisse (und -akteure) zu Makroeffekten führen.

The scale change from micro to macro and from *macro to micro* is exactly what we should be able to document ... The same innovation can lead us from a laboratory to a world and from a world to a laboratory. (Latour 1991: 119)

It is this very variation of scale that we want to be able to document, whereby a tiny actor becomes stronger than the strong, but without believing in some *a priori* definition of who or what is strong and who or what is weak.

(Latour et al. 1992: 45)

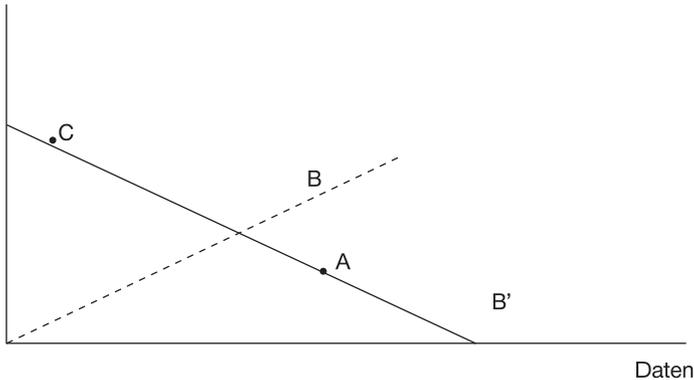
Eine einflußreiche Position (Gadamer 1960) sieht einen grundsätzlichen Unterschied zwischen den Geistes- und Naturwissenschaften. Auf dem Gebiet der Geisteswissenschaften seien die wesentlichen Entdeckungen schon vor langer Zeit gemacht worden, Forschung in ihrem Bereich beziehe sich weitgehend auf verschiedene Interpretationen derselben Aussagen und Sachen. Erkenntnisobjekt und -objekt seien in einem »hermeneutischen Zirkel« gefangen, aus dem es kein Entrinnen gebe. Anders die Naturwissenschaften: Aufgrund ihrer Beobachtungen der Welt, die sich ändern, aber objektiv feststellbar sind, sei ein Erkenntnisfortschritt möglich. Diesem Bild widersprechen die neueren Arbeiten auf dem Gebiet der Soziologie des wissenschaftlichen Wissens mit der These, daß alle Wissensbereiche sowohl durch interpretative Probleme wie auch durch die Verfügbarkeit von Daten gekennzeichnet seien (Holton 1994). Zur Illustration dieser Position könnte man die Gadamersche Metapher des hermeneutischen Zirkels durch die des hermeneutischen Dreiecks ersetzen. Dieses wird durch drei Eckpunkte (A, B, C) bestimmt (Abbildung 1-3): A ist eine Forscherin, die von bestimmten Forschungsergebnissen, die sie gemacht hat, überzeugt ist. Sie kann Theoretikerin oder Empirikerin sein. Sie betont die Objektivität ihrer Methode und die Vollständigkeit und Evidenz ihrer Daten. B ist der wohlwollende Kritiker, der den Daten und Interpretationen grundsätzlich vertraut, aber einen etwas anderen Zusammenhang sieht. Wahrscheinlich bewertet er den Datengehalt geringer als A, aber höher als (der übelwollende Kritiker) C. Und er bewertet die Interpretationsintensität höher als A, aber niedriger als C. Es ist auch denkbar, daß der wohlwollende Kritiker die Position von A auf eine Weise stärkt, die A selbst gar nicht gesehen hatte (siehe Position B' in Abbildung 1-3).

C ist der übelwollende Kritiker. Er widerspricht A's Position, wobei drei Strategien denkbar sind:

1. Er bestreitet die Güte der Daten.
2. Er bestreitet den Zusammenhang zwischen Daten und Interpretation.
3. Er bestreitet die Interpretation.

Abbildung 1-3 Das hermeneutische Dreieck: A setzt sich durch

Interpretationen



In allen Fällen beweisen die gefundenen Daten für C nicht das, was A behauptet. Er hält A's Ergebnisse für überinterpretiert, wenn nicht gar für bloße Spekulation. Stellt man die drei Positionen als jeweils verschiedenen Mix zwischen Datengehalt und Interpretationsintensität dar, so ergibt sich Abbildung 1-3 als graphische Repräsentation.

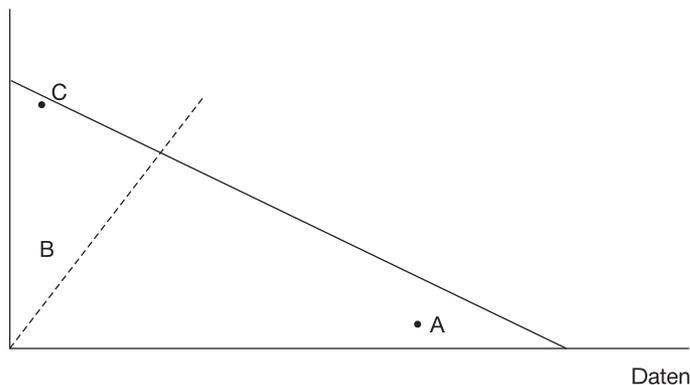
Welches Urteil die Wissenschaftsgemeinschaft über die Ergebnisse von A fällen wird, hängt von der zahlenmäßigen Verteilung zwischen den drei Typen und ihrer Nähe zu A oder C ab. Nimmt man der Einfachheit halber an, A sei eine Einzelforscherin, so gibt es vor allem zwei Möglichkeiten:

1. Dominiert B über C, so kommt es zu einer Unterstützung von A, auch wenn B nicht alle Behauptungen von A teilt. Dies ist wahrscheinlich, wenn B eine Gruppe darstellt, die sich aus vielen individuellen Urteilen (B_1, B_2, \dots, B_n) zusammensetzt, von denen eine große Fraktion nahe bei A liegt (einschließlich der Möglichkeit, daß B' eine »härtere« Variante von A liefert).
2. Dominiert C über B, so ist die Hypothese von A nicht akzeptiert: sie muß als »widerlegt« gelten (Abbildung 1-4).³⁶ Dies ist wahrscheinlich, wenn

³⁶ Diese soziologische Beschreibung von Erkenntnisprozessen als sozialer Prozeß ist einfach und gilt auch für Bereiche wie den der Mathematik, in denen man von logischen Beweisen

Abbildung 1-4 Das hermeneutische Dreieck: A wird widerlegt

Interpretationen



B eine Gruppe darstellt, die sich aus vielen individuellen Urteilen (B_1, B_2, \dots, B_n) zusammensetzt, von denen eine große Fraktion nahe bei C liegt. In diesem Fall befindet sich auch der wohlwollendste Kritiker näher bei C als bei A.

Auf welche Weise kann die Wissenschaft ein Machtpotential in gesellschaftlichen Kontroversen bereitstellen? Wie kann sie dies mit ihrer Objektivität vereinbaren? Wissenschaft wird in einem sozialen Kontext betrieben, in dem viele außerwissenschaftliche Faktoren eine Rolle spielen. Wissenschaftler besitzen Ergebnisse, die aus Laboratorien stammen, also mit Hilfe von Maschinen und Instrumenten gemacht wurden (Shapin 1984). Die im Ergebnis verkörperte Objektivität erhebt ihr Urteil weit über das von Bürgern, Politikern, Journalisten oder Managern (Porter 1995).

Die Objektivität der wissenschaftlichen Ergebnisse wird durch eine Auslöschung der Motive, Strategien und Interessen erzeugt. Der Einfluß der Wissenschaftler erklärt sich durch die so erlangte Reinheit der Ergebnisse. Kontext und Inhalt der Wissenschaft entstehen in zwei unterschiedlichen, aber simultan ablaufenden Prozessen. Latour nennt sie *Hybridisierung* und *Purifizierung*. Ähnlich spricht Luhmann davon, daß außerwissenschaftliche

und Widerlegungen spricht. Bevor ein Beweis als Beweis akzeptiert wird, muß seine Lösung von der Mathematikergemeinde akzeptiert sein (MacKenzie 1993).

»Einwirkungen wie störende Geräusche behandelt und ausgemerzt« würden. Dennoch ist dieses Rauschen, zu dem auch »persönliche Eigenarten und Lebensumstände [gehören], unentbehrliche Betriebsvoraussetzung der Forschung« (Luhmann 1986: 153).³⁷

Hybridisierung bedeutet, daß bei der Konstruktion von Daten keine Grenzen bestehen, was als Ressource genutzt werden kann. Feldmessungen, Einschätzungen von Wissenschaftlern über die Art und Schwere des Problems, Rechenmodelle, die Interpretation von Daten, das Naturbild, Kausalannahmen über das Spezialproblem und die Welt werden in ein wissenschaftliches Ergebnis übersetzt. Purifizierung bedeutet, daß die Arbeit, die auf diese Mobilisierung und Vermischung der Elemente verwandt wurde, unsichtbar gemacht wird. Dadurch erhält man am Ende wissenschaftliche Ergebnisse, die für sich selbst sprechen: ein Diagramm oder eine Illustration – mächtige Instrumente, die überreden und überzeugen können. Sie sind freilich das aufbereitete Endergebnis, das die Vorgeschichte seiner Entstehung vergessen läßt. Unterließ es die klassische Wissenschaftssoziologie, diese aufpolierten Endergebnisse, die *black boxes*, zu öffnen, so konzentrieren sich neuere Ansätze auf die Genese wissenschaftlicher Erkenntnisse, also auf den Prozeß, in dem Hypothesen zu Fakten, in dem *science fiction* zu *science* wird.

Solche Fakten kommen nur zustande, wenn wissenschaftliche Ergebnisse für glaubwürdig gehalten werden, von den Kollegen im näheren und fernen Umfeld und von einer sich ausdehnenden Kette von Überzeugten: Shapin (1984) spricht von *virtual witnessing*. In gesellschaftspolitischen Kontroversen, in denen ein Konsens nur teilweise vorhanden oder fragil ist, findet ein Kampf der interessierten Parteien um die Glaubwürdigkeit von Daten und ihre Interpretation statt. Durch diese Formulierung des Problems wird es möglich, analytische Distanz zum politischen und zum wissenschaftlichen Prozeß herzustellen: man ist nicht gezwungen, Aussagen über die wissenschaftliche (oder gar normative) Richtigkeit von Politikentscheidungen und wissenschaftlichen Ergebnissen zu treffen. Die hier vorgestellte Analyse versucht, sich eines Urteils darüber zu enthalten, welche Seite zu welchem Zeitpunkt Recht hatte und wie es sich mit den Vorgängen in der Stratosphäre wirklich verhält. Diese Haltung ist angesichts der hier nachgezeichneten Entwicklung (die tatsächlich zu einem nationalen und internationalen, politi-

37 Siehe auch Jasanoff (1986: 229): »In fact, the experts themselves seem at times painfully aware that what they are doing is not ›science‹ in any ordinary sense, but a hybrid activity that combines elements of scientific evidence and reasoning with large doses of social and political judgement.«

schen und wissenschaftlichen Konsens geführt hat) zwar schwer, aber methodisch unerlässlich.

Institutionelle Opportunitätsstrukturen

Politiknetzwerke entwickeln sich nicht im luftleeren Raum. Sie sind eingebettet in die institutionelle Struktur eines Landes, einer Region oder des internationalen Systems. Ihre Erfolgchancen sind abhängig von institutionellen Opportunitätsstrukturen und Ressourcen, die beide durch historische Kontingenzen beeinflusst sein können. Es ist bezeichnend, daß viele Akteure (und neue Verbündete) korporative Akteure sind und nicht Privatindividuen. Sie repräsentieren eine Institution und handeln stellvertretend für sie, ohne in jedem einzelnen Schritt durch diese beauftragt oder kontrollierbar zu sein (Coleman 1974; Mayntz/Scharpf 1995, 50f.; Pratt/Zeckhauser 1985). Dies ist in der Literatur im Falle von Firmen- oder Behördenvertretern geläufig (so in der *principal-agent theory*, und in Putnams *two-level game*), und kann auch (in anderer Form) bei Wissenschaftlern und Medienvertretern beobachtet werden. Diese »Unschärferelation« ermöglicht die Verwandlung einer Stellungnahme eines Akteurs in eine Ressource des gesellschaftlichen Konflikts: Es erfolgt die Abschöpfung eines symbolischen Mehrwerts. Wenn ein Wissenschaftler einer bekannten, prestigereichen Institution eine Aussage zur Kontroverse macht, so wird diese nicht nur seiner Person zugerechnet, sondern auch der Institution, die ihn beschäftigt. Durch diesen Umstand können Aussagen erheblichen Zuwachs an symbolischer Bedeutung erlangen. Wissenschaftler renommierter Institutionen (Elite-Universität, *National Aeronautics and Space Administration* [NASA]) haben größere Chancen, daß man ihren Messungen glaubt, als Wissenschaftlern einer unbekannteren Universität oder einer staatlichen Behörde (vgl. Crane 1965; Merton 1985c).³⁸ Ein ähnlicher Mechanismus spielt bei Presseberichten eine Rolle, in denen Partei ergriffen wird. Dies ist in der Regel gleichzeitig eine Parteinahme des Blattes, die um so glaubwürdiger erscheint, wenn es im Durchschnitt für seine besonnene und sachliche Berichterstattung bekannt ist. Schließlich ist auf die relative Autonomie von Repräsentanten korporativer Akteure hinzuweisen. Diese können im Namen einer Institution handeln, ohne in allen

38 Das in staatlichen Verwaltungen produzierte Expertenwissen (*regulatory science*, vgl. Jasanoff 1990; Irwin et al. 1998) nimmt im Vergleich zu Erkenntnissen großer unabhängiger Forschungseinrichtungen in der Regel einen geringeren Rang ein.

Punkten von oben abgedeckt zu sein. Dies ermöglicht ihnen manchmal, neue Fakten zu schaffen, die *ex post* anerkannt werden (müssen).

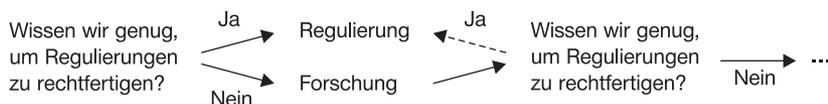
Historische Kontingenzen können zu einer pfadabhängigen Entwicklung führen (Arthur et al. 1987), die durch institutionelle Strukturen begünstigt oder behindert wird. Entscheidend ist jedoch das Vorhandensein eines Netzwerkes, das solche Entwicklungen zu nutzen versteht. Diese Überlegung ist in dieser Studie für den Ländervergleich wichtig. Auf ihrer Basis kann gezeigt werden, daß weder Ideen und Interessen, noch institutionelle Opportunitätsstrukturen allein die jeweilige abhängige Variable (Regulierungsdichte) erklären können. Gleichwohl machen sie das unterschiedliche Entstehen, das Wachstum und die Stärke der Politiknetzwerke im Ländervergleich verständlich.

Institutionelle Rahmenbedingungen schaffen unterschiedliche Opportunitätsstrukturen für das Entstehen von Politiknetzwerken und für ihr mehr oder weniger erfolgreiches Operieren. Ich habe darauf hingewiesen, daß dafür erstens der Typ des Politikfelds eine Rolle spielt, also die Frage, wie Kosten- und Nutzenverteilungen durch regulative Maßnahmen beeinflußt werden, und zweitens der Typ des Problems, also ob es um Gemeinschaftsgüter, Klubgüter, öffentliche Güter oder Privatgüter geht. Bezieht man die internationale Ebene ein, so wird das Bild komplizierter. Hier ist insbesondere darauf hinzuweisen, daß bestimmte Konstellationen in den Handlungsoptionen verschiedener nationaler Regierungen internationale Regulierungen begünstigen oder erschweren. Internationale Abkommen auf dem Umweltsektor hängen – wie auf anderen Sektoren auch – entscheidend von der innenpolitischen Lage in den beteiligten Ländern ab. In verschiedenen Ländern bestehen unterschiedliche Strukturen, die für die Repräsentation diffuser Interessen begünstigend oder hemmend wirken. Die Vermutung liegt nahe, daß in korporatistischen Ländern vor allem gut organisierte Interessen repräsentiert werden, diffuse Interessen es hingegen schwer haben, auf die Tagesordnung zu gelangen (Berger 1981; Martell 1994; Schmitter/Streeck 1985). Dies ändert sich vor allem dann, wenn »grüne« Parteien im Parlament vertreten sind (Vogel 1993).

Regulierung: Internationale Kooperation?

Die Politik ist in jedem Land mit verschiedenen Entscheidungen konfrontiert. Zum ersten muß sie entscheiden, wie sie gegenwärtige und künftige Kosten und Nutzen gegeneinander abwägen will. Kosten und Nutzen sind abhängig von der Schadenshöhe, die sich bei Nichthandeln ergäbe und von

Abbildung 1-5 Politische Optionen



den Kosten, die eine Regulierung mit sich brächte. Beide sind meist unsicher und können nur geschätzt werden. Dieses Dilemma nimmt unterschiedliche Gestalt an, je nachdem, ob eine Regierung die Interessen der Industrie vertritt oder um (grüne) Wählerstimmen kämpft oder versucht, beides zugleich zu tun (Tsebelis 1990). Steht sie unter dem Druck der (risikoaversen) öffentlichen Meinung, wird sie auf der oberen Linie von Abbildung 1-5 operieren; versucht sie, ihre Industrie zu schützen, auf der unteren.

Wissenschaftliche Ergebnisse lassen sich dazu benutzen, Regulierungen zu befürworten oder abzulehnen. Sie dienen also auch der Maskierung anderer (ökonomischer) Gründe. In obigem Entscheidungsbaum wird deutlich, daß die potentiell endlose Kette, die sich bei der Verfolgung der unteren Linie ergibt, zur Bewahrung von Industrieinteressen insofern gut eignet, als sie ein Spiel auf Zeit möglich macht. Läßt der (öffentliche) Problemdruck nach, so kann das Thema wieder von der Agenda verschwinden, ohne daß die Industrie Regulierungen hinnehmen muß. Sowohl die Maskierung der eigenen Interessen als auch das Spiel mit der Zeit sind für Regierungsgegner attraktiv. Sie müssen allerdings damit rechnen, daß Regulierungen früher oder später doch noch kommen, und es ist riskant, sich auf immer neue wissenschaftliche Unsicherheiten zu verlassen, denn es besteht die Möglichkeit, daß später aufgrund öffentlicher Reaktionen viel schärfere Regulierungen erfolgen, als in einer frühen Phase vorgesehen waren (oder wissenschaftlich angeraten erscheinen).

Die vier Typen regulativer Politik (siehe oben) wurden am Beispiel von Regulierungen auf nationaler Ebene gewonnen. Auf nationaler Ebene ist die Identifikation von Interessengruppen und politischer Entscheidungsinstanz einfach. Wie ist dies im internationalen Rahmen? Ein naheliegender Kandidat für die Rolle des Repräsentanten von globalen diffusen Interessen ist die *United Nations Organization* (UNO) oder eine ihrer Spezialorganisationen, wie das UNEP.

Frägt man, welche politischen Akteure und welche politischen Entscheidungsinstanzen international relevant sind, wird der Unterschied zur Regulierung auf nationaler Ebene deutlich. Hier gibt es eine staatliche Autorität,

die die Spielregeln festlegen kann und durch ihre Vorgaben ein für alle verbindliches Ergebnis produzieren kann. Im internationalen Rahmen ist dies anders: Dort müssen sich alle Akteure gemeinsam auf Ziele einigen und auch auf Regeln zu ihrer Realisierung. Dabei verfügt keiner der beteiligten Akteure über Zwangsmöglichkeiten, auch die UNO nicht. Doch kann sie die Rolle des neutralen Maklers spielen, der für Rahmenvorgaben sorgt, indem er organisiert, technisches und wissenschaftliches Expertenwissen mobilisiert und die divergierenden Interessen zu koordinieren versucht. Dies gelingt umso besser, je mehr diese sich in den Prozeß einlassen und sich dem neutralen Makler anvertrauen. Durch diesen Selbstbindungsmechanismus steigen die Exit-Kosten, und die Akteure versuchen, ihre Voice-Optionen zu erhalten (Hirschmann 1974).

Das Argument der globalen Dimension ist nicht an sich schon Garant dafür, daß eine globale Problemlösung wirklich angestrebt wird. Je nach Kontext kann das Argument für oder gegen internationale Regulierung eintreten. Es kann für die Mobilisierung entsprechender Aktivitäten verwendet werden, wenn die Industrie eines Landes schon Regulierungen hat hinnehmen müssen und aufgrund erlittener Wettbewerbsnachteile diese Regulierungen auf die anderen Länder ausgedehnt wissen möchte. Das Argument der internationalen Dimension eignet sich aber auch zur Legitimation der eigenen Untätigkeit für Länder, die noch nicht reguliert haben. Dies kann dazu führen, daß internationale Verhandlungen beginnen, bei denen nur eine Seite ein wirkliches Interesse an einem Ergebnis hat. Doch auch eine Industrie, die auf nationaler Ebene schon reguliert wurde, kann sich gegen internationale Regulierungen aussprechen, wenn diese weitere Verschärfungen brächten oder Tochterfirmen in anderen Ländern betroffen würden, in die man die Produktion ausgelagert hat. Diese Überlegungen zeigen, daß es unmöglich ist, aufgrund von Ex-ante-Nutzenbestimmungen oder Präferenzbildungen strukturelle Aussagen abzuleiten.

Es ist relativ schwierig, die Präferenz von Unternehmen, die möglichen Regulierungen gegenüberstehen, abstrakt zu bestimmen. Einmal ist es denkbar, daß jede Industrie eines jeden Landes Regulierungen im anderen Land befürwortet, da sie dadurch einen Wettbewerbsvorteil erhält, das heißt ihren Export steigern kann. Genausogut könnte die Industrie jedoch die Solidarität höher bewerten und sich weltweit gegen Regulierungen aussprechen, weil diese zum Beispiel einen Präzedenzfall schaffen würden, den man vermeiden will.³⁹

39 »Precedent seems to exercise an influence that greatly exceeds its logical importance or

Die Frage der internationalen Kooperation stellt sich außerdem unterschiedlich, je nachdem, ob die Regierung ihre »angeklagte« Industrie schützt oder nicht, ob sie sich von den Interessen der Industrie abkoppelt und vorrangig um »grüne« Wählerstimmen kämpft oder nicht (Schneider 1988; Tsebelis 1990). Die Entscheidung darüber hat einen Einfluß auf die Wahrscheinlichkeit von internationaler Kooperation. Hier lassen sich vier Fälle unterscheiden:

1. Eine Regierung schützt die eigene Industrie, die schon reguliert wurde, auf dem Weltmarkt.
2. Eine Regierung schützt die eigene Industrie vor künftigen Regulierungen.
3. Eine Regierung schützt die eigene Industrie, die schon reguliert wurde, auf dem Weltmarkt nicht.
4. Eine Regierung schützt die eigene Industrie nicht vor künftigen Regulierungen.

Dominiert die Schutzfunktion (Fälle 1 und 2), so kann

- a. ein Land, das auf nationaler Ebene im Gegensatz zu anderen Ländern bereits reguliert hat, darauf drängen, den dadurch entstandenen Wettbewerbsnachteil wieder aufzuholen, indem durch die Verabschiedung internationaler Abkommen auch die anderen zur Regulierung gezwungen werden;
- b. ein Land, das nicht reguliert hat und die Offensive aus (a) erwartet, so lange wie möglich versuchen, den ökonomischen Vorteil seiner Industrie aufrechtzuerhalten.

Ist die Schutzfunktion gering oder gleich Null (Fälle 3 und 4), so geht

- c. von der Regierung, die schon reguliert hat, nicht notwendigerweise ein Impuls zu internationaler Kooperation aus, weil sich die Politikoptionen in der Zwischenzeit verändert haben können (durch Regierungswechsel, anstehende Neuwahlen) und die bereits erfolgte eigene Regulierung rückblickend als Fehler eingeschätzt wird, der sich international nicht wiederholen sollte.⁴⁰

legal force. A strike settlement or an international debt settlement often sets a »pattern« that is followed almost by default in subsequent negotiations.« Dies ist besonders dann der Fall, wenn der Präzedenzfall besonders sichtbar ist (Schelling 1960: 67f.).

40 Im Gegensatz zum Fall des sauren Regens, wo die Bundesrepublik Deutschland ihre Großfeuerungsanlagenverordnung exportierte (Héritier 1996), unternahm sie nichts, um ihr vergleichbar restriktives Gentechnikgesetz in andere Länder zu exportieren (siehe *Frankfurter Rundschau*, 15.11.1995: 1).

- d. Ist die Schutzfunktion angesichts einer ausländischen Regulierungsinitiative gering, so sind die Chancen relativ groß, daß sich diese Initiative durchsetzt, vorausgesetzt, die jeweiligen Adressaten der ausländischen Initiative haben keine zusätzlichen Gründe, sich zu wehren.

Die Chancen zur internationalen Regulierung sind am geringsten, wenn (a) und (b) sich gegenüberstehen, also wenn sich Regierung und Industrie eines Landes gemeinsam für eine Option entschieden haben und auf Länder treffen, in denen die andere Option gewählt wurde. Ein angelaufener Kooperationsprozeß kann durch (d) erlahmen (unilateraler Rückzug aufgrund geänderter Politikoptionen), oder durch Kombination mit (b) abgebrochen werden (Regierung bewertet die eigene Ökonomie höher als Umweltschutz).

Heterogene Akteureigenschaften sind relevant bei der Lösung von Kooperationsproblemen. Untersucht man die Bereitschaft zur Initiative (in Form der Selbstbindung oder Vorreiterrolle), die in der Population der Verhandlungsparteien ungleich verteilt ist, so kann man drei Möglichkeiten unterscheiden:

1. Ein Akteur spielt den Vorreiter, bleibt aber allein.
2. Ein Akteur spielt den Vorreiter und löst einen Dominoeffekt aus.
3. Ein Akteur spielt den Vorreiter, trifft aber auf Antagonisten, wodurch die Situation blockiert wird.

Die Frage nach den Bedingungen erfolgreicher Kooperation verwandelt sich damit in die Frage: Unter welchen Bedingungen ergreift ein Akteur die Initiative und unter welchen Bedingungen sind die anderen bereit, ihm zu folgen?

1.2.4 Netzwerke und systemische Variablen

Es soll in dieser Arbeit nicht geklärt werden, ob das Modell der funktionalen Differenzierung moderner Gesellschaften für die Beschreibung der sozialen Realität des ausgehenden 20. Jahrhunderts angemessen ist oder nicht. Der soziologische *mainstream* scheint jedenfalls auf Basis dieses Modells zu operieren (Alexander 1985; Alexander/Colomy 1990; Collins 1986). Danach lassen sich verschiedene gesellschaftliche Bereiche voneinander abgrenzen, wie Politik, Wissenschaft, Wirtschaft/Industrie und Öffentlichkeit. Die Systemtheorie spitzt diese These durch Verwendung von autopoietischen Modellen zu, in denen neben das Prinzip der funktionalen Differenzie-

rung das der »operativen Geschlossenheit« tritt (Luhmann 1984; Stichweh 1987; Willke 1992). Gesellschaftliche Teilsysteme sind in dieser Konzeption operativ geschlossen, sie können sich gegenseitig nicht mit Input versorgen. Der Vorteil dieses Konzepts ist eine analytische Klarheit, die allerdings um den Preis erkauft sein könnte, bestimmte Segmente der Realität nicht fassen zu können. Grauzonen der Vermischung entgehen diesem Ansatz, sollten sie empirisch vorfindbar sein. Neuere Arbeiten aus der Wissenschaftsforschung behaupten beispielsweise, daß die Wissenschaft seit einiger Zeit einen Strukturwandel durchläuft, bei dem die traditionellen disziplinären Grenzen, aber auch die Grenzen zwischen Wissenschaft und Nicht-Wissenschaft aufgehoben oder neu gezogen werden (Gibbons et al. 1994; vgl. auch van den Daele, Krohn und Weingart 1979; Jasanoff 1995; Weingart 1981). Gibbons et al. unterscheiden zwischen zwei Arten der Wissensproduktion, die sie Modus 1 und 2 nennen. Sie konstatieren ein relatives Zurückdrängen des (mono-)disziplinär erzeugten Wissens, das im Rahmen einer weitgehend hierarchischen Arbeitsteilung erzeugt wurde (Modus 1). Gleichzeitig nimmt die transdisziplinäre, über mehrere Wissensgebiete verlaufende Wissensproduktion zu. Wissen entsteht mehr und mehr in Anwendungskontexten, wobei die außerwissenschaftliche Problemorientierung und die organisatorische Flexibilität eine große Rolle spielen (Modus 2). Der Einfluß wissenschaftlicher Ergebnisse auf den Politikprozeß ist ebenso bemerkenswert wie umgekehrt der Einfluß gesellschaftlicher Erwartungen auf den Forschungsprozeß. Nicht-wissenschaftliche Akteure bestimmen darüber mit, was Gegenstand der Forschung sein soll, wo und wie geforscht wird. Die entscheidende Ebene der Analyse ist daher nicht die systemische Ebene, sondern die Akteurebene, auf der bestimmte Konstellationen bestimmte Ergebnisse bewirken (Braun 1993; Krohn/Küppers 1987; Teubner 1992; Weyer 1993). Besonders interessant ist dabei, welchen Zusammenhang es zwischen *Veränderungen* in Akteurkonstellationen und politischen Ergebnissen gibt.

Konzipiert man die Arenen der Auseinandersetzung in allgemeiner Form, so spielen neben der Wissenschaft die Bereiche Öffentlichkeit, Industrie und Politik die entscheidende Rolle. Verfolgt man den Prozeß durch die Brille dieser Makroperspektiven, so läßt sich fragen, welches Gewicht oder welche Macht diesen verschiedenen Bereichen zukommt und welche Konsequenzen dies für das Ergebnis hat. Es lassen sich vier wesentliche Konstellationen ausmachen, in denen jeweils ein anderes System die Kontrolle oder Dominanz des Prozesses innehat: die Wissenschaft, die Ökonomie (Industrie), die Politik oder die Medien. Von Industrie, Medien und Politik können spezifische Leistungen eingefordert werden (von der Industrie Produktionsstopp,

von den Medien Thematisierung und von der Politik Regulierung). Von der *Wissenschaft* kann nur das gefordert werden, was sie ohnehin tut, nämlich sicheres Wissen zu erarbeiten. Dieses Privileg sagt aber noch nichts über die politische Durchschlagskraft aus, die an mehrere Voraussetzungen geknüpft ist. Es weist nur darauf hin, daß sie in solchen Situationen sehr förderungswürdig ist. Sie muß ihr Wissen knapp halten und die Definitionsmacht über den gesamten Zeitraum aufrechterhalten können, um eine Transformation von wissenschaftlichen Ergebnissen in politische Praxis betreiben zu können. Der Politik böte dies den Vorteil der *wissenschaftlichen* Legitimation. Ungeklärt bleibt dabei die Akzeptanz durch die Öffentlichkeit – man denke nur an die Differenz zwischen wissenschaftlichen und alltagsweltlichen Risikoabschätzungen (Kahnemann et al. 1982; Jungermann/Slovic 1993) und das drohende Demokratiedefizit – weshalb eine rein wissenschaftliche Legitimation unter Umständen nicht ausreicht für eine erfolgreiche politische Regulierung, wie Shils betont hat:

Laymen do turn to scientists for advice that they think is both objective and definitive, but it is often the case that the existing stock of valid knowledge is not sufficient to justify an unambiguous assertion regarding the costs and benefits of a particular policy ... Objectivity is a very crucial element in the giving of scientific advice. Advisors are too frequently chosen not so much because the legislators and officials want advice as because they want apparently authoritative support for the policies they propose to follow. It is obvious that in complying with these desires, the legislators and the officials are in collusion with the scientists to exploit the prestige that scientists have acquired for objectivity and disinterestedness. (Shils 1987: 201)

Aufgrund der Überlegungen zu den vier Typen regulativer Politik (Tabelle 1-1) ist zu erwarten, daß die *Industrie* in den Fällen dominiert, in denen Kosten und Nutzen so verteilt sind, daß sie im (kontrafaktischen) Regulierungsfall allein die Kosten tragen würde, die breite Öffentlichkeit den Nutzen hätte, aber keine öffentlichen Sprecher sich des Themas annehmen. Komplizierter wird es, wenn solche Sprecher auftreten; in diesem Fall kann man nicht mehr *a priori* annehmen, daß sich die Industrie durchsetzen wird.

Eine *politische* Dominanz ist denkbar, wenn die Problemstruktur der »Mehrheitspolitik« vorliegt, also Nutzen und Kosten diffus verteilt sind, und es an der Politik liegt, eine Mehrheit für die Regulierung zu bekommen. Dies gelingt in der Regel, wenn politische Unternehmer (Kingdon 1984) die Lösung des Problems in einer bestimmten Richtung ansteuern. Dadurch wird die Erwartungsunsicherheit abgebaut, setzt aber voraus, daß sowohl wissen-

schaftliche Ergebnisse als auch die Öffentlichkeit in diese Richtung gehen – was unwahrscheinlich sein dürfte.⁴¹

Bleibt die Dominanz der *Öffentlichkeit*, die in der Tat ein großes Potential an Einflußmöglichkeiten besitzt, wie verschiedene Arbeiten gezeigt haben (de Haan 1995; Keplinger 1988; Schulz 1976). Die Medien bestimmen nicht, was die Leute über Probleme denken, sondern worüber sie denken (Iyengar 1987). Wie Mazur (1981) gezeigt hat, führt gesteigerte Medienaufmerksamkeit über wissenschaftliche und technische Kontroversen dazu, daß das Publikum eher risikoavers reagiert, unabhängig davon, wie die Stoßrichtung der Berichterstattung aussieht. Laien nehmen die bloße Medienaufmerksamkeit für Kontroversen als ein Indiz dafür, daß Risiken sehr wahrscheinlich sind – nebenbei bemerkt ist dies eine Haltung, der man eine gewisse Rationalität nicht absprechen kann.⁴²

Als Ergebnis dieser kurzen Überlegungen zum Dominanzpotential läßt sich festhalten, daß dieses nur unter sehr unwahrscheinlichen Bedingungen bei einem System allein lokalisiert werden kann. Dennoch mangelt es nicht an Versuchen zu reduktionistischen Erklärungen. Wie ich in Kapitel 6 zeigen werde, gibt es vor allem ökonomische und kognitivistische monokausale Ansätze zur Erklärung der Regulierungen im FCKW-Fall. Die Variablen Öffentlichkeit und Politik wurden interessanterweise weniger berücksichtigt.

Demgegenüber versuche ich, solche Kombinationen zu ergründen, die eine »konzertierte« Dominanz von Akteuren verschiedener Teilsysteme ermöglichen. Die erfolgversprechendste Kombination scheint die zu sein, in der Akteure aus verschiedenen Teilsystemen und Organisationen zusammenfinden und einen bestimmten Kurs einschlagen. Sobald dies gelungen ist und selbstverstärkende Mechanismen eingesetzt haben (vor allem staatliche Forschungsförderung und Medienaufmerksamkeit) ist es wahrscheinlich, daß dieser Politikbereich durch eigendynamische Prozesse beherrscht wird. Diese lassen sich mit akteurzentrierten Instrumenten präziser analysieren als durch Variablen der systemischen Makroebene. Dabei sind Motivationen von Akteuren und Mobilisierungsstrategien von Netzwerken besonders interessant.

Die auffallendsten Merkmale dieser Netze sind ihre Größenveränderung im Zeitverlauf. Sie gewinnen und verlieren Verbündete, ihre Ressourcen wachsen und schrumpfen, Akteure und Ressourcen wechseln gar die Seiten. Eine Prognose über das Ergebnis (Schließung der gesellschaftspolitischen

41 Mehr als die Hälfte aller Briten lehnte das im Dezember 1997 eingeführte Verbot des Verkaufs von *beef on the bone* ab.

42 Für eine stringente Formulierung dieses Gedankens siehe Føllesdal (1979) und Elster (1993).

Kontroverse möglich? Wenn ja, wann und wie?) ist *a priori* nicht möglich, da jederzeit unerwartete Ressourcen oder Akteure eine Rolle spielen können. Der Ansatz taugt aber insofern zur Generierung von Hypothesen, als die unterschiedliche öffentliche Glaubwürdigkeit wahrscheinlich eine Vorentscheidung der Kontroverse bringt.⁴³

1.3 Methodisches Vorgehen

1.3.1 Fallstudie

Die Methode der Fallstudie wird generell dann angewandt, wenn mehr Variablen als Datenpunkte vorhanden sind (hier und zum Folgenden: Yin 1994). Erklärungen im strikten Sinne sind deshalb kaum zu erwarten, da selten Kausalbeziehungen gemessen werden können. Der Stil der Präsentation ist meist narrativ und erreicht nicht die Präzision von quantitativen Datenanalysen. Theoretische Erklärungen sind dennoch möglich, wenn ein theoretischer Bezugsrahmen entwickelt und die Daten in Form einer Zeitreihe aufgearbeitet wurden. Da Ursache und Wirkung in der Zeit nicht reversibel sind, bietet dies die Möglichkeit, Kausalbeziehungen zumindest zu plausibilisieren. Die Erklärungskraft wächst zusätzlich, wenn damit rivalisierende Theorien widerlegt werden können. Ich versuche zu zeigen, daß die Regulierungen auf nationaler wie internationaler Ebene mit dem hier entwickelten Netzwerkansatz erklärt werden können und zwar besser als mit anderen Theorien.

Ein Problem besteht darin, falsche Generalisierungen zu vermeiden, die sich aufgrund des Fallstudiencharakters der Untersuchung ergeben. Generalisierungen in Fallstudien sind jedoch nicht generell unmöglich. Yin (1994) unterscheidet zwischen »statistischer« und »analytischer« Generalisierung. Letztere ist möglich, wenn die Daten der Fallstudie eine Theorie stützen. Stützen zwei oder mehr Fälle dieselbe Theorie, so spricht er von Replikation.

43 Krisenhafte Zuspitzungen können eine Lösung oder Beendigung der Kontroverse hervorrufen und Kooperation befördern (Heiner 1986; Tsebelis 1990). In solchen Situationen ist der Handlungsdruck auf die Politik und die Aufmerksamkeit der Öffentlichkeit am größten. Auch innerhalb der Wissenschaft dürfte sich ein Einfluß der Krise bemerkbar machen und zu einer Parteinahme wichtiger Akteure führen. Auf der Akteurebene setzt dies voraus, daß Schwellenwerte überschritten werden, die bei verschiedenen Akteuren unterschiedlich hoch sein können.

Dieses Vorgehen darf allerdings nicht verwechselt werden mit der Vergrößerung der Stichprobe in statistischen Verfahren (weshalb es sich hier um keine statistische Generalisierung handelt). Das Durchführen mehrerer Fallstudien ist eher vergleichbar mit der Replikation eines Experiments.

Obwohl es eine gewisse Ähnlichkeit zwischen historischen Analysen und Fallstudien gibt, sollte darauf verwiesen werden, daß die Stärke der Fallstudie darin besteht, daß sie eine Fülle von Datenquellen verwendet: Beobachtungen, Dokumente und Interviews. Eine Fallstudie unterscheidet sich von historischer Rekonstruktion darin, daß sie zwei Mittel einsetzen kann, die dem Historiker nicht zur Verfügung stehen, vor allem die direkte Beobachtung zeitgenössischer Ereignisse und systematische Interviews.

1.3.2 Quellen

Als Quellen verwende ich:

- relevante naturwissenschaftliche Publikationen aus dem Bereich der Atmosphärenwissenschaften;
- offizielle Berichte der Regierungen und Parlamente beider Länder (oder solche, die in deren Auftrag erstellt wurden, wie die durch NASA und Enquetekommission herausgegebenen);
- Veröffentlichungen von internationalen Organisationen (*World Meteorological Organization* [WMO], UNEP);
- Presseberichte;
- einschlägige sozialwissenschaftliche Sekundärliteratur;
- Archive;
- vom Autor durchgeführte Interviews mit Experten.

Die Interviews fanden zwischen September 1994 und Juni 1995 statt. Die Auswahl der Experten (N = 52) erfolgte zu Beginn meiner Forschungen auf Basis der Durchsicht der Sekundärliteratur und wurde nach dem Schneeballverfahren erweitert. Die Gespräche dauerten zwischen dreißig Minuten und dreieinhalb Stunden, mit einigen Experten sprach ich mehrmals, teilweise standen sie mir zu vielfachen Rückfragen zur Verfügung. Die Experten gliedern sich in Atmosphärenwissenschaftler, Vertreter der chemischen Industrie oder ihrer Interessenorganisationen, Umweltorganisationen sowie aktive und ehemalige Mitarbeiter staatlicher Verwaltungen. Zur Durchführung wurde ein strukturierter und teilstandardisierter Fragebogen verwendet. Die größte Befragtengruppe kommt aus der Wissenschaft (N = 27), wovon der

größte Teil in den USA arbeitende Wissenschaftler (N = 16) sind.⁴⁴ Die anderen Experten kommen aus der Industrie (N = 5), aus Politik, Diplomatie und staatlicher Verwaltung (N = 20). Diese Klassifizierung erfolgte aufgrund der ausgeübten Funktion im Untersuchungszeitraum, die teilweise nicht identisch ist mit der heutigen Tätigkeit. Die Auswertung der Interviews erfolgte auf Basis der Transkription und der Verwendung des Softwareprogramms ISYS. Die Daten wurden anonymisiert. Das Anonymitätsprinzip ließ sich allerdings nicht vollständig durchhalten, da viele der Befragten sowohl in der Fachliteratur als auch in den Medien namentlich erwähnt werden (und auch mir gegenüber nicht auf Wahrung der Anonymität bestanden). Drei der befragten Wissenschaftler erhielten 1995 den Nobelpreis für Chemie. Das sture Festhalten am Anonymitätsprinzip hätte bei informierten Lesern einen bizzaren Eindruck hinterlassen, weshalb ich es für gerechtfertigt halte, zentrale Akteure namentlich zu nennen, wobei als Beleg, wenn möglich, nicht meine Befragung, sondern eine zugängliche Quelle dient. Die Archive des Umweltbundesamtes (UBA), von Paul Crutzen und F. Sherwood Rowland lieferten zahlreiche Zusatzinformationen. Paul Crutzen las das gesamte Manuskript und gab wichtige Hinweise.

Hans-Jürgen Aretz führte eine Begleituntersuchung zur Berichterstattung der Qualitätsprintmedien im Untersuchungszeitraum 1974 bis 1990 für beide Länder durch. Seine Ergebnisse wurden für die entsprechenden Abschnitte in den Kapiteln 4 und 5 ausgewertet.

1.3.3 Zeitraum und Umfang

Die Zeitspanne, die in dieser Arbeit abgedeckt wird, reicht von der Veröffentlichung der FCKW-Ozon-Hypothese im Jahr 1974 bis zu den internationalen Vereinbarungen von Montreal (1987), London (1990) und Kopenhagen (1992), mit einigen Ausblicken in die Zeit danach. Dies ist zwar ein überschaubarer, etwa zwanzigjähriger Zeitraum, der sich naturgemäß anbietet, aber an die Grenze dessen geht, was ein einzelner Forscher in einer sinnvollen Zeitspanne leisten kann, sofern er eine hinreichende historische Tiefenschärfe anstrebt. Im Gegensatz zu zahlreichen sozialwissenschaftlichen Veröffentlichungen zum Thema, die in jüngerer Zeit erschienen sind, beschränke ich mich nicht auf das internationale Regime zum Schutz der

44 Im Untersuchungszeitraum wechselten zwei Wissenschaftler aus den USA nach Europa, während einer von Europa in die USA ging.

Ozonschicht, sondern analysiere die erste Phase der Regulierungsversuche auf nationaler Ebene ebenso wie den Vergleich zweier Länder. Dadurch versuche ich zwei wichtige Dimensionen zu gewinnen, die das Endergebnis auf eine breitere Grundlage stellen sollen. Die eine Dimension führt zur Fragestellung nach den Brüchen und Kontinuitäten zwischen den beiden Phasen, die zweite zur Frage nach Unterschieden und Gemeinsamkeiten in beiden Ländern. Diese Fragestellungen bieten sich auch deshalb an, da sich in beiden Ländern zentrale Akteure befinden.

Kapitel 2

Anatomie einer Erfolgsgeschichte

Jedes Jahr im Herbst melden die Nachrichten Neues vom Ozonloch über der Antarktis. Die Berichterstattung hat fast etwas Ritualhaftes, da das Skript immer das gleiche zu sein scheint: Im Vergleich zum Vorjahr vergrößert sich das Ozonloch oder die Ozonwerte erreichen neue Tiefstwerte (Abbildungen 2-1 und 2-2). Offenbar werden auf diesem Gebiet nur Negativrekorde aufgestellt. Beim Laienpublikum entsteht der Eindruck, daß angesichts dieser katastrophalen Entwicklung zu wenig getan werde. Tatsächlich hat sich die internationale Staatengemeinschaft bereits auf Maßnahmen verständigt, die das Problem lösen können. Nach Ansicht der Experten wird es jedoch noch einige Jahrzehnte dauern, bis das saisonal auftretende Ozonloch über dem Südpol verschwinden wird (WMO 1994). Dies liegt vor allem an der Langlebigkeit der ozonzerstörenden Substanzen, die trotz ihres teilweisen Produktionsverbots noch lange in der Atmosphäre verbleiben. So weit ist der – zunächst paradox anmutende – Sachverhalt einfach: Obwohl sich der Zustand der Ozonschicht erst einmal verschlechtert, ist von einem langfristigen Erfolg der Maßnahmen auszugehen. Komplizierter wird es hingegen, wenn man verstehen will, wie es überhaupt zu einem verbindlichen Maßnahmenkatalog kommen konnte. Dieses Kapitel versucht, eine Einführung in die Problematik zu geben. Der erste Abschnitt zeigt, welche ozonzerstörenden Stoffe es gibt, welche Auswirkungen eine dünnere Ozonschicht hat und auf welche Weise das Problem auf die politische Tagesordnung kam. Der zweite Abschnitt verweist auf die internationalen Maßnahmen zum Schutz der Ozonschicht und ihr Zustandekommen. Im letzten Abschnitt geht es um revisionistische Tendenzen, die diese Maßnahmen bekämpfen.

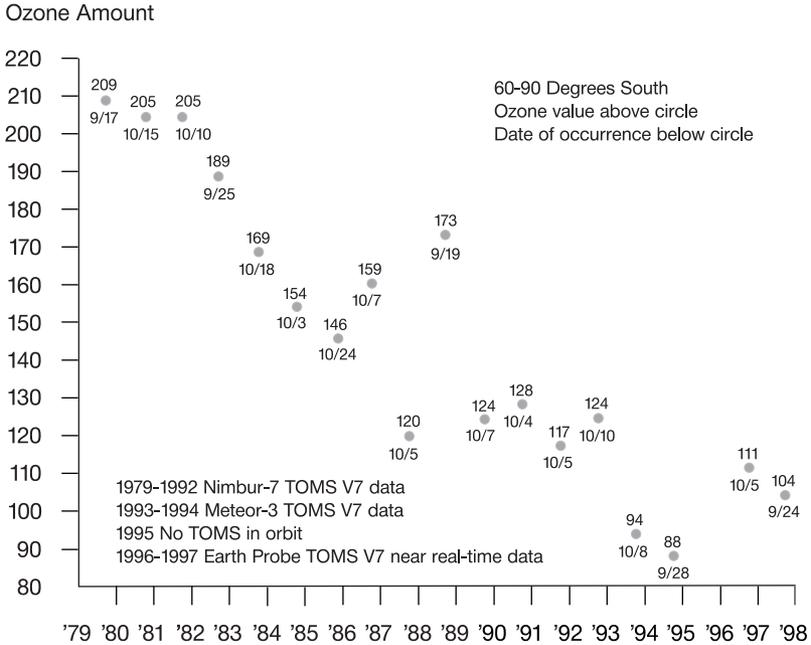
2.1 Die Ozonschicht

Die Ozonschicht befindet sich etwa zwischen 10 und 50 Kilometern über dem Meeresspiegel und schützt vor bestimmten schädlichen Wellenlängen ultravioletten (UV) Sonnenlichts, vor allem vor UV-B. Deshalb führt jede nennenswerte Reduktion der Ozonsäule zu einer Zunahme von UV-B-Strahlung auf der Erde. Bevor man auf Fluorchlorkohlenwasserstoffe (FCKW) als mögliche Schädiger der Ozonschicht aufmerksam wurde, waren vor allem Nuklearexplosionen und Flugzeugabgase in der Diskussion. Letztere waren Ende der sechziger Jahre in einem Technikfolgenabschätzungsprojekt der US-Regierung untersucht worden, wo man mögliche Effekte durch eine geplante Flotte von Überschallflugzeugen erforschte (zum Beispiel vom Typ Concorde). Es wurde befürchtet, daß der Betrieb von fünfhundert Überschallflugzeugen die Ozonschicht um 22 Prozent abbauen könne (Johnston 1971). Eine spätere Studie entdramatisierte die Risiken erheblich (CIAP 1973). Etwa zur selben Zeit vermuteten Wissenschaftler, daß Chlor aus den Abgasen der geplanten *space shuttles* eine viel stärkere Wirkung auf die Ozonschicht haben könnte (Stolarski/Cicerone 1974). Damit wurde man zum ersten Mal auf die Möglichkeit aufmerksam, daß Chlor eine potentielle Gefahr für die Ozonschicht ist. Im selben Jahr wurden Fluorchlorkohlenwasserstoffe als mögliche Ozonzerstörer thematisiert.

2.1.1 Ozonzerstörende Substanzen und ihre möglichen Auswirkungen auf die natürliche Umwelt und menschliche Gesundheit

FCKW wurden 1928 von Thomas Midgley, einem Ingenieur bei General Motors, erfunden. Er entdeckte, daß Dichlordifluormethan (CF_2Cl_2) günstige Eigenschaften für den Einsatz in der Kältetechnik hatte: Es war nicht brennbar, nicht giftig und kühlte beim Verdampfen in Kühlaggregaten stark ab. Du Pont patentierte die Stoffe und begann, sie unter dem Markennamen Freon herzustellen. Die Ausbreitung erfolgte schnell. Schon 1945 waren die meisten Kühlschränke in den USA, die zuvor mit einer Ammoniak- oder Schwefeldioxidtechnik betrieben worden waren, durch FCKW-Technik ersetzt. Im Zweiten Weltkrieg benutzte die US-Firma Dow Chemical FCKW zur Herstellung von Styropor, später kamen neue Anwendungsbereiche hinzu: Die Substanzen wurden als Treibgase in Sprühdosen eingesetzt, zunächst

Abbildung 2-1 Minimale Ozonkonzentrationen über der Antarktis, in Dobson Units (DU), 1979 bis 1997



Datumsangaben in US-Schreibweise: 10/7 ist 7. Oktober.

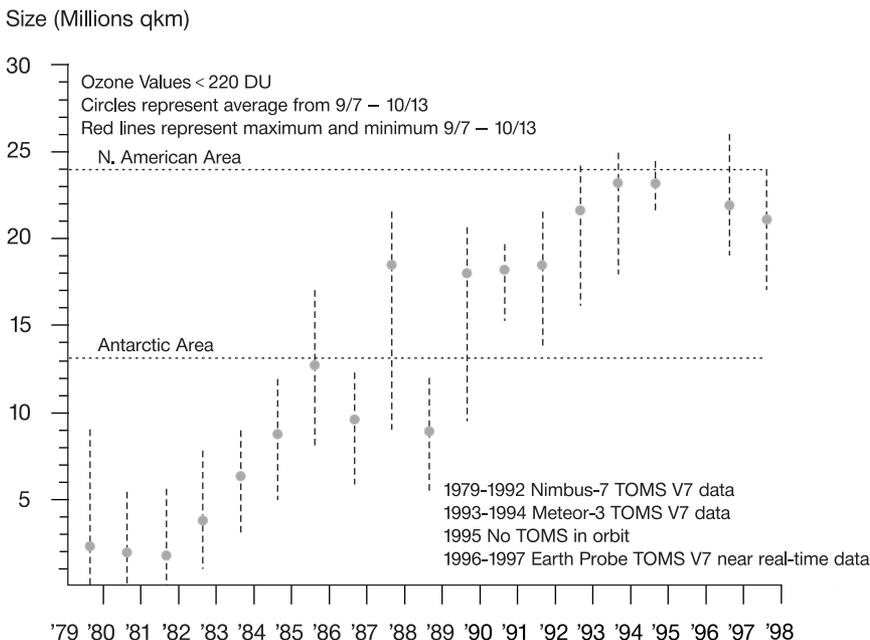
Nach: NASA, GSFC/916

für Insektizide, später vor allem in Körperpflegemitteln. Fast schien es, als fände jede Dekade ein neues großes Anwendungsgebiet dieser Wunderchemikalien (Litfin 1994: 58f.). Die Wachstumsraten stiegen steil an. 1954 wurden etwa 75.000 Tonnen von FCKW 11 und 12 produziert, 1974 waren es über 800.000 (Enquetekommission 1990: 31). Hier eine Übersicht über die wichtigsten ozonzerstörenden Stoffe:

Fluorchlorkohlenwasserstoffe (FCKW): Dies sind Derivate einfacher Kohlenwasserstoffe (wie Methan oder Propan), in denen alle Wasserstoffatome durch Chlor- und Fluoratome ersetzt wurden. Man bezeichnet sie deshalb als halogenierte Kohlenwasserstoffe.¹ Im Gegensatz zu einfachen Kohlenwasser-

1 Die Angaben stützen sich auf Parson/Greene (1995), siehe auch den Anhang, Verzeichnis chemischer Substanzen, S. 357.

Abbildung 2-2 Größe des Ozonlochs in Mio. qkm, 1979 bis 1997



Die vertikalen, gestrichelten Abbildungselemente sind im Original rot dargestellt (»Red lines«).
Nach: NASA, GSFC/916

stoffen reagieren diese Stoffe nicht mit anderen Substanzen in der unteren Atmosphäre. Die gebräuchlichsten FCKW sind/waren² FCKW 11 (CFCl₃) und FCKW 12 (CF₂Cl₂).³

Halone sind wie FCKW, denen sie ähneln, vollkommen synthetische Stoffe, die Brom enthalten. Sie wurden vor allem in Feuerlöschern eingesetzt und

2 Ich verwende das Imperfekt, um anzuzeigen, daß diese Stoffe nicht mehr in großem Umfang produziert werden.

3 Die technische Nomenklatur dieser Stoffe wurde von Du Pont entwickelt. Dabei repräsentiert die Zahl ganz rechts die Anzahl der Fluoratome, die zweite Zahl von rechts die Anzahl der Wasserstoffatome plus eins, und die dritte Zahl von rechts die Anzahl der Kohlenstoffatome minus eins. Chlor wird nicht gezählt. CFCl₃, das ein Fluoratom, kein Wasserstoffatom und ein Kohlenstoffatom enthält, heißt demnach FCKW 011 oder einfach FCKW 11.

haben im Vergleich zu FCKW ein vielfaches Ozonzerstörungspotential. Die gebräuchlichsten waren die Halone 1211 (CF_2BrCl) und 1301 (CF_3Br).

Methylchloroform (CH_3CCl_3) ist ein synthetisches industrielles Lösungsmittel, das zur Reinigung von Metalloberflächen und bei der chemischen Trockenreinigung verwendet wurde. Da es Wasserstoffatome enthält, zerfällt es in der unteren Atmosphäre und steigt deshalb nicht in die Stratosphäre auf. Sein Ozonzerstörungspotential ist deshalb vergleichsweise niedrig.

Tetrachlorkohlenstoff (CCl_4) ist eine synthetisch hergestellte Substanz, die hauptsächlich als Ausgangsbasis für andere Stoffe verwendet wurde, vor allem für FCKW 11 und 12.

Methylbromid (CH_3Br) wird synthetisch produziert, kommt aber auch in der Natur vor. Es wird vor allem in der Landwirtschaft eingesetzt und entsteht beim Verbrennen von Biomasse und verbleitem Benzin. Seine Lebensdauer ist relativ kurz.

Teilhalogenierte Fluorchlorkohlenwasserstoffe (H-FCKW) wurden als Ersatzstoffe für FCKW entwickelt, von denen sie sich darin unterscheiden, daß sie Wasserstoffatome enthalten. Dadurch ist ihre Wirkung auf das stratosphärische Ozon geringer.

Auch *Fluorkohlenwasserstoffe* (HFKW) wurden als Ersatz für FCKW entwickelt. Da sie kein Chlor oder Brom enthalten, zerstören sie auch kein Ozon, aber sie sind ein wirkungsvolles Treibhausgas. Der wichtigste Ersatzstoff ist HFKW 134a, der als Kühlmittel in Klimaanlage und Kühlschränken an Stelle von FCKW 12 eingesetzt wird.

All diese Stoffe haben eine unterschiedlich starke Ozonwirksamkeit (*ozone depletion potential*, ODP), die bei ihrer Regulierung in Betracht gezogen wurde. Vollhalogenierte Verbindungen wie FCKW 11, 12, 113, 114, 115 und CCl_4 haben hohe ODP-Werte. Teilhalogenierte Substanzen wie H-FCKW 22, CH_3CCl_3 , CH_3Cl und CH_3Br werden in der Troposphäre teilweise umgewandelt, weshalb sie eine kürzere Lebenszeit (und ein vergleichsweise niedriges ODP) haben. Der Beitrag einer Substanz zur globalen Ozonzerstörung kann berechnet werden durch das Produkt der produzierten Menge eines Stoffes und seinem ODP.

Nimmt die Ozonkonzentration in der Stratosphäre ab, erreicht mehr UV-B-Licht die Erdoberfläche. 1 Prozent weniger Ozon entsprechen etwa 2 Prozent mehr UV-B. Eine höhere UV-B-Strahlung führt zu vermehrter Häufigkeit von Hautkrebs und grauem Star, außerdem zur Bedrohung von Getreideernten, Algen, Plankton usw. Im Effekt führt eine 1prozentige Abnahme der Ozonschicht zu einer Steigerung der non-melanomen Hautkrebsfälle um 3 Prozent (hier und zum Folgenden: Enquetekommission 1990: Kap. 4; Litfin

1994). Nach einer Schätzung der amerikanischen Umweltbehörde *Environmental Protection Agency* (EPA, 1987) hätte ein ungebremstes Wachstum von FCKW-Emissionen Ende nächsten Jahrhunderts zu 180 Millionen Fällen von Hautkrebs geführt, wovon 3,5 Millionen tödlich gewesen wären. Bis heute ist der Anteil der durch FCKW verursachten Hautkrebsfälle nicht etabliert – was unter anderem daran liegt, daß die hauptsächliche Forschung auf dem Gebiet der Chemie und Physik stattfand und nicht auf dem der Biologie.⁴ Außerdem ereigneten sich Änderungen des Lebensstils (vor allem Sonnenbaden) historisch parallel zur Ausdünnung der Ozonschicht, weshalb es schwierig ist, den Anteil dieser Stoffe am Anstieg der Hautkrebsrate herauszufiltern. Bei anderen Auswirkungen mag dies einfacher sein. Die EPA-Studie schätzte, daß 2,8 Millionen Amerikaner bis 2075 an grauem Star erkranken würden und daß 1 Prozent Abnahme der Ozonschicht zu einer weltweiten Zunahme von Blindheit bei 100.000 Personen führen werde. Vermehrte UV-B-Strahlung kann auch das menschliche Immunsystem beeinträchtigen und damit die Körperabwehr gegen Infektionskrankheiten herabsetzen und die Effektivität von Schutzimpfungen reduzieren. Laborexperimente haben zudem gezeigt, daß eine höhere UV-B-Dosis das Pflanzenwachstum verlangsamt und Meereslebewesen zerstört.

2.1.2 Die Molina-Rowland-Hypothese (MRH)

Sherwood Rowland und Mario Molina, zwei Chemiker an der Universität von Kalifornien in Irvine, veröffentlichten im Juni 1974 einen Artikel in *Nature*, der folgenreich sein sollte. Darin stellten sie die Hypothese auf, daß FCKW eine starke Abnahme der Ozonkonzentration in der Stratosphäre bewirken können (Molina/Rowland 1974). Diese Hypothese bedeutete eine grundlegende Neubewertung einer der »Wunderchemikalien« der Nachkriegszeit. FCKW waren billig, chemisch inert, nicht brennbar, nicht korrosiv und nicht toxisch. In ihrer Publikation stellten Molina und Rowland folgende Kausalkette auf: FCKW haben eine lange Lebensdauer (von 40 bis 150 Jahren), es existieren keine bodennahen Senken, in denen sie aus der Atmosphäre entfernt werden. FCKW erreichen die Stratosphäre unbeschadet, wo sie von UV-Licht zerlegt werden; dabei entstehen Chlorryadikale, die

4 Ein Mitarbeiter der EPA nannte folgende Zahlen: Während allein die USA pro Jahr 200 Mio. US-Dollar für Atmosphärenforschung ausgeben, liegt der Betrag für die Folgenforschung weltweit unter 1 Mio. US-Dollar (zit. bei Litfin 1994: 56).

die Ozonmoleküle in einer katalytischen Kettenreaktion im oberen Teil der Stratosphäre, in etwa 35 bis 45 Kilometern Höhe, zerstören. Die voraussichtliche Ozonabnahme wurde auf 7 bis 14 Prozent in 100 Jahren geschätzt (Molina/Rowland 1974).

Die Molina-Rowland-Hypothese löste nach ihrer Veröffentlichung eine dauerhafte öffentliche Kontroverse aus, in der die beiden Autoren der Hypothese als öffentliche Warner auftraten und ein schnelles Eingreifen forderten, um FCKW-Emissionen zu senken. Sie wurden darin durch wenige andere Wissenschaftler unterstützt. Ihnen gegenüber standen, wenig überraschend, Chemiefirmen und -verbände, wobei sich der weltgrößte FCKW-Produzent Du Pont am meisten exponierte. In den siebziger Jahren wurde die Firma auch von renommierten Atmosphärenwissenschaftlern unterstützt, die die Rolle von »Entlastungszeugen« spielten. Sie traten, wie die FCKW-Kritiker, bei öffentlichen Anhörungen und in den Medien in Erscheinung und bezweifelten den von den kritischen Wissenschaftlern behaupteten Handlungsdruck. Ähnlich wie die chemische Industrie hielten sie weitere Forschung für nötig, bevor Maßnahmen zulässig seien. Die chemische Industrie beteiligte sich an der wissenschaftlichen Forschung direkt oder unterstützte sie finanziell. Zweifelsohne erwartete sie durch diese Forschungsförderung eine Widerlegung der Molina-Rowland-Hypothese oder ein Verschwinden des Problems von der politischen Agenda. Das Argument, erst weitere Forschungsergebnisse abzuwarten, diente ihr als Legitimation für ein Spiel auf Zeit.

2.1.3 Der Beginn einer politischen Kontroverse

Die Industrie untersuchte die von Molina und Rowland aufgestellte Hypothese nach Schwachstellen und versuchte, sie empirisch zu widerlegen. Gründe zum Zweifel an der Hypothese würden sich ergeben, wenn beispielsweise große natürliche Quellen von aktivem Chlor existieren, die zahlenmäßig wichtiger sind als anthropogene Quellen wie FCKW. Eine kurze Lebenszeit von FCKW würde das Problem ebenso entschärfen wie der fehlende Nachweis eines Ozonverlusts. Falls doch eine Ozonabnahme feststellbar wäre, könnte das Problem immer noch dadurch entschärft werden, indem der Zusammenhang zwischen Ozonabnahme und möglichen Auswirkungen (Krebshäufigkeit, Pflanzenwachstum, Augenkrankheiten usw.) angezweifelt wird.

In ihrer Attacke auf die Molina-Rowland-Hypothese machte die Industrie von allen Strategien Gebrauch. Sie steht in einem antagonistischen Verhältnis zu den FCKW-Kritikern. Beide befinden sich in einem Nullsummenspiel um wissenschaftliche Erkenntnisse: Jeder Gewinn für eine Seite ist ein Verlust für die andere.

Du Pont ging bis 1982 von einer sehr kurzen Lebensdauer der FCKW aus. Das 1978 begonnene *Atmospheric Lifetime Experiment* brachte 1983 das Ergebnis, daß die Lebenszeit von FCKW wie folgt anzusetzen war: für FCKW 11 circa 75 Jahre; für FCKW 12 110 Jahre, für Tetrachlorkohlenstoff 50 Jahre und für Methylchloroform 6,5 Jahre. Bis dahin versuchte die Industrie immer wieder, die angeblich kurze Lebensdauer der Stoffe als Entlastungsargument zu benutzen. Auch wurde die Frage nach dem Zusammenhang zwischen abnehmender Ozonschicht, vermehrter UV-Strahlung und vermehrtem Auftreten von Hautkrebs frühzeitig aufgegriffen und ein Dauerbrenner der Kontroverse.

Die durch die Warner der ersten Stunde entfachte politische Debatte, in der sie sich für eine Emissionsminderung dieser Stoffe einsetzten, führte schließlich dazu, daß die politischen Entscheidungsträger von einer vorsorglichen Politik überzeugt wurden, so daß es 1977 in den USA zu einem gesetzlichen Verbot von FCKW als Treibgas in Spraydosen kam. Zwei Jahre nach Veröffentlichung der MRH empfahl eine von der US-Regierung eingesetzte *task force* unter Berufung auf eine Studie der *National Academy of Sciences* (NAS), die Anwendung von FCKW 11 und FCKW 12 in nicht-essentiellen Anwendungen (Sprühdosen) zu verbieten. Der Gesetzgeber kam dieser Empfehlung nach; ab Dezember 1978 waren die entsprechenden Anwendungen verboten.

Mit dieser Maßnahme wurde die Welt-FCKW-Produktion um etwa ein Viertel vermindert. Dieses Verbot erfolgte nicht aufgrund des wissenschaftlichen Nachweises der Kausalhypothese, sondern aufgrund ihrer Glaubwürdigkeit in der Öffentlichkeit und bei Politikern. Die Industrie wurde nicht müde, die FCKW-Ozon-Hypothese als »Theorie«, das heißt reine Spekulation abzutun, konnte das Aerosolverbot aber nicht verhindern (mittlerweile wurde den beiden Autoren der Hypothese zusammen mit Paul Crutzen der Nobelpreis für ihre Arbeiten zur Ozonschicht zuerkannt).

Wissenschaftliche Daten haben in der Kontroverse eine große Rolle gespielt. Da die wissenschaftlichen Ergebnisse jedoch kontrovers waren, führte dies zeitweise zur Blockierung des Entscheidungsprozesses – ein Umstand, der den Status quo bewahrte. Du Pont faßte die zugrundeliegende Logik 1975 in einer ganzseitigen Anzeige in der *New York Times* so zusammen:

»Should reputable evidence show that some fluorocarbons cause a health hazard through depletion of the ozone layer, we are prepared to stop production of the offending compounds.« In den folgenden Jahren unternahm Du Pont alles, um das Fehlen einer solchen wissenschaftlichen Evidenz herauszustreichen. Sie skizzierte in dieser Anzeige die politische Linie der Firma für die kommenden Jahre: »Claim meets counterclaim. Assumptions are challenged on both sides. And nothing is settled.« In dieser Aussage war freilich eine Selbstbindung enthalten, die dazu führte, daß man die wissenschaftliche Forschung als Schlachtfeld akzeptierte und sich von den Ergebnissen der Forschung abhängig machte.

2.2 Internationale Maßnahmen

Obwohl die USA versuchten, das 1977 erlassene Aerosolverbot in andere große Erzeugerländer von FCKW (vor allem in die EG) zu exportieren, zeigten sich diese unbeeindruckt von deren Vorreiterrolle; lediglich Länder ohne eigene FCKW-Produktion vollzogen denselben Schritt (Kanada, Norwegen und Schweden). Die europäischen Hersteller hatten Mitte der achtziger Jahre einen Wettbewerbsvorteil auf Kosten der USA erreicht, den sie nicht kampfflos aufgeben wollten. Zur Legitimation der ablehnenden Haltung wurden erwartungsgemäß wissenschaftliche Erkenntnisse angeführt, die die Lage entdramatisierten, wodurch politische Eingriffe als nicht geboten erschienen.

Die EG reduzierte 1980 den Einsatz von FCKW im Aerosolbereich um nur 30 Prozent und war lange Zeit lediglich bereit, über eine *künftige* Produktionsbeschränkung zu sprechen. Die bevorzugte Formel lautete, die Produktionskapazitäten (die nicht ausgelastet waren) zu kontrollieren. Nach 1985 geriet diese abwieglerische Linie durch zwei Faktoren unter Druck: einerseits durch die Entdeckung des antarktischen Ozonlochs, andererseits gab es innerhalb der EG immer schärfere Differenzen über eine gemeinsame Linie. Die Bundesrepublik zeigte sich aufgeschlossen gegenüber den weitgehenden amerikanischen Reduktionsvorschlägen; Großbritannien, Frankreich, Italien und Spanien hingegen nicht. Aufgrund des damals geltenden Einstimmigkeitserfordernisses auf dem Sektor der EG-Umweltpolitik definierten die Bremser die Linie der EG.

Zu Beginn der achtziger Jahre gab es zwei gegenläufige Entwicklungen: Zum einen initiierte die Umweltorganisation der Vereinten Nationen (UNEP)

Abbildung 2-3 Prognosen über globalen langfristigen Ozonabbau



Quelle: Benedick 1991: 13; Brodeur 1986

einen internationalen Verhandlungsprozeß, der die Kontrolle von FCKW-Emissionen zum Ziel hatte. Zum anderen verschwand das Thema fast vollständig von der politischen Tagesordnung, weil die FCKW-Emissionen vorübergehend zurückgegangen waren und die Atmosphärenmodelle nur eine geringe langfristige Ozonabnahme voraussagten (Abbildung 2-3).

Im März 1977 fand ein von der UNEP einberufenes Treffen in Washington DC statt, auf dem ein (nicht bindender) »World Plan of Action« zum Schutz der Ozonschicht verabschiedet wurde.⁵ 1982 begannen die internationalen Verhandlungen zum Schutz der Ozonschicht. Im März 1985 unterzeichneten 20 Staaten und die Europäische Gemeinschaft die Wiener Konvention. Diese enthielt außer der Verpflichtung der Vertragsstaaten, sich an der Forschung zu beteiligen und das Problem zu beobachten, keinen Maßnahmenkatalog zur Emissionsreduktion. Es wurden nicht einmal die Substanzen erwähnt, die die Ozonschicht beeinträchtigen könnten. FCKW wer-

5 Die folgende Darstellung basiert auf Parson/Greene (1995) und UNEP (<http://www.unep.ch/ozone/treaties.htm>).

den lediglich im Anhang des Vertrags als Stoffe erwähnt, die beobachtet werden sollten. Der wichtigste Punkt der Konvention bestand darin, Forschung zu betreiben und die Kooperation und den Informationsaustausch zwischen den Ländern zu fördern. Dennoch stellt sie insofern einen Präzedenzfall dar, als die Parteien darin übereinstimmten, ein globales Umweltproblem anzugehen, bevor seine Auswirkungen sichtbar oder wissenschaftlich nachgewiesen waren.

2.2.1 Das Montrealer Protokoll

Im September 1987 unterzeichneten 24 Staaten das Montrealer Protokoll, in dem sich die industrialisierten Länder dazu verpflichteten, die Produktion und den Verbrauch von FCKW bis 1999 zu halbieren, sowie die Produktion und den Verbrauch von Halonen bis 1992 einzufrieren. Entwicklungsländern wurde eine zehnjährige Schonfrist eingeräumt. Eine Besonderheit des Protokolls besteht darin, daß es verschärft werden kann, wenn wissenschaftliche Erkenntnisse dies erfordern, ohne daß das gesamte Protokoll neu verhandelt werden muß. Sein Ziel besteht in der Eliminierung der ozonerstörenden Substanzen (*ozone depleting substances*, ODS). Das Protokoll trat am 1. Januar 1989 in Kraft, nachdem 29 Länder und die EG es ratifiziert hatten. Diese Länder verbrauchten etwa 82 Prozent der FCKW-Weltproduktion. Mittlerweile haben 165 Länder die Konvention und das Protokoll ratifiziert.

Die Vertragsparteien kamen auf ihrer ersten turnusmäßigen Sitzung 1989 in Helsinki überein, im Jahr darauf strengere Maßnahmen zu erlassen. Auch sollte ein finanzieller Mechanismus geschaffen werden, der die Entwicklungsländer bei ihren Anstrengungen zur Emissionsreduktion unterstützt. Im Juni 1990 wurden in London Ergänzungen zum Protokoll angenommen. So wurde der Ausstieg aus FCKW und Halonen zur Jahrhundertwende beschlossen; weitere Substanzen wurden in die Liste aufgenommen (Methylchloroform, Tetrachlorkohlenstoff und einige ursprünglich nicht kontrollierte FCKW) und es wurde ein multilateraler Fond eingerichtet, der den Ausstieg in Entwicklungsländern fördern sollte (»Länder nach Artikel 5«, die weniger als 0,3 kg pro Kopf verbrauchen). Diese behielten jedoch die zehnjährige Schonfrist. In den Fond sollten 160 bis 240 Mio. US-Dollar für drei Jahre eingezahlt werden.

Auf der vierten Konferenz der Vertragsstaaten im November 1992 in Kopenhagen wurde die Ausstiegsfrist für Halone auf 1994 (nur für industrialisierte Länder) und für FCKW, Methylchloroform und Tetrachlorkohlenstoff

auf 1996 vorgezogen. H-FCKW wurden zum ersten Mal in die Liste der kontrollierten Substanzen aufgenommen (Ausstieg im Jahr 2030). Die Produktion von Methylbromid wurde – beginnend mit dem Jahr 1995 – auf dem Niveau von 1991 eingefroren. Diese Regelung betraf nicht die Entwicklungsländer, die außerdem die Schonfrist für andere Substanzen behielten. Außerdem wurde der Multilaterale Fond auf permanente Basis gestellt und auf dem fünften Treffen der Vertragsparteien im November 1993 in Bangkok auf 510 Mio. US-Dollar aufgestockt.

Zwar brachte erst dieser Ausweitungs- und Verschärfungsprozeß einen endgültigen Ausstieg aus den wichtigsten ozonzerstörenden Substanzen. Dieser Prozeß konnte aber nur einsetzen, nachdem völkerrechtlich bindende Maßnahmen verabschiedet worden waren, die ein deutliches Signal in bezug auf die Wachstumschancen dieser Stoffe setzten; ab 1989 waren denn auch alle großen FCKW-Produzenten für einen »geordneten Rückzug« aus diesen Produkten. Deshalb wird die Analyse in dieser Arbeit weitgehend auf das Zustandekommen dieses Protokolls beschränkt.

Neben den Kontrollmaßnahmen setzte das Montrealer Protokoll ein institutionelles Regelwerk in Kraft, das die Implementation des Regulierungsprozesses steuern soll. Das höchste Gremium ist die Konferenz der Vertragsstaaten, die einmal jährlich zusammentritt und die das Protokoll erweitern oder verändern kann. Alle zwei bis drei Jahre überprüft sie die eingegangenen Verpflichtungen. Dieser Körperschaft sind folgende Beratungsgremien zugeordnet: Expertengremien zur Datenberichterstattung; wissenschaftliche, technische und ökonomische *panels*; eine *open-ended working group*, die die Treffen der Vertragsstaaten vorbereitet; das Exekutivkomitee des Multilateralen Fonds und das Implementationskomitee. Außerdem existiert das Ozon-Sekretariat der UNEP in Nairobi, ausgestattet mit einem Jahresbudget von 3 Mio. US-Dollar und 9 Mitarbeitern. Es bereitet die jährlichen Vertragsstaatenkonferenzen vor, leitet die Implementierung der Entscheidungen ein, beobachtet die Implementierung; berichtet an die Vertragsstaaten, repräsentiert die Konvention und das Protokoll in den relevanten internationalen Gremien und macht Informationen zugänglich.

Im internationalen Verhandlungsprozeß kristallisierten sich, wie auch auf nationaler Ebene, zwei Hauptgruppen heraus. Einer vorwärtstreibenden Akteurgruppe stand eine andere gegenüber, die entweder keine oder wesentlich mildere Maßnahmen wollte. Die progressive Akteurgruppe unterhielt ein Netzwerk bestehend aus hohen oder höchsten Repräsentanten von EPA, NASA, WMO, State Department, UNEP, unterstützt durch einige nordische Länder. Auch spielte die Verhandlungsleitung (der österreichische Diplomat

Lang und der UNEP-Direktor Tolba) eine konstruktive Rolle.⁶ Dieses Netzwerk arbeitete an einer verbindlichen internationalen Vereinbarung, die die Gefahr für die Ozonschicht auf ein Minimum reduzieren sollte. Es nutzte als wesentliche Ressource die wissenschaftlichen Daten, die im Auftrag von WMO/UNEP durch eine Vielzahl von Wissenschaftlern vorgelegt wurden.

Obwohl die FCKW-Hersteller durch neue Anwendungen ihre Ende der siebziger Jahre im Aerosolbereich erlittenen Marktverluste überkompensieren konnten und die Emissionen nach 1982 wieder deutlich anstiegen, hielten die meisten Atmosphärenmodelle damals keine dramatische Entwicklung für möglich – einige prophezeiten sogar eine leichte Ozonzunahme. Um so größer war die Überraschung, als ein Forscherteam der *British Antarctic Survey* (BAS) Messungen über unerwartet niedrige Ozonwerte über der Antarktis veröffentlichte (Farman et al. 1985). Eine Neuauswertung von Satellitendaten der NASA, die das Ozonloch »verpaßt« hatte, verifizierte die BAS Daten. Die NASA-Wissenschaftler publizierten diese Ergebnisse am 28. August 1986 in *Nature* (Stolarski et al. 1986). Diese offizielle Bestätigung einer unvorhergesehenen, von Menschen gemachten Umweltkatastrophe hat bei einem Teil der Verursacherindustrie zum Überdenken der Position geführt.

Im Vergleich zu diesen beiden wichtigen Publikationen war das internationale Berichtswesen der WMO naturgemäß wesentlich schwerfälliger. Im Juli 1986 publizierte die WMO einen von der NASA koordinierten dreibändigen Bericht zum Stand der Ozonschicht (WMO 1986). An seiner Entstehung waren etwa 150 Wissenschaftler aus 11 Ländern beteiligt. Sein Zweck bestand darin, »to provide governments around the world with the best scientific information currently available on whether human activities represent a substantial threat to the ozone layer« (WMO 1986: 4). Auf Basis von ein- und zweidimensionalen Modellrechnungen,⁷ die mit Daten zur Welt-FCKW-Produktion von 1980 operierten, prognostizierten die Wissenschaftler einen Ozonabbau zwischen 5 und 9, an den Polen von 14 Prozent. Die großen antarktischen Ozonverluste wurden nur am Rande erwähnt; man wurde beim Abfassen des Berichts dadurch offenbar überrascht. Es ist lediglich die Rede davon, daß es eine beträchtliche Ozonabnahme im antarktischen Frühling gebe, die weiter erforscht werden müsse (WMO 1986: 20).

6 Ihr Engagement im internationalen Umweltbereich ist gut dokumentiert; siehe Lang (1988, 1989), Tolba (1989, 1998).

7 1-D-Modelle benutzen die Höhe über dem Erdboden als einzige Dimension, »2-D-Modelle fügen die geographische Breite, 3-D-Modelle zusätzlich die geographische Länge als neue Dimension hinzu. In 1-D-Modellen wird die Chemie der Atmosphäre betont, in 3-D-Modellen die Dynamik. 2-D-Modelle stellen einen Kompromiß dar« (Enquetekommission 1990: 282).

Die Schätzung der künftigen FCKW-Emissionen und das antarktische Phänomen waren zwei Knackpunkte für den internationalen Verhandlungsprozeß (Litfin 1994). Nach Abschluß der Wiener Konvention fanden zwei Arbeitstreffen über ökonomische Fragen statt. Das erste, das im Mai 1986 in Rom stattfand, befaßte sich mit Wachstumsprognosen für FCKW. Hier konnten sich die Parteien nicht einmal auf aktuelle Produktionsdaten einigen, geschweige denn auf künftige Entwicklungen. Das zweite Treffen fand im September 1986 in Leesburg, Virginia, statt und sah wesentlich mehr Kooperationsbereitschaft zwischen den Parteien. Vor allem die konstruktive Haltung Du Ponts könnte teilweise durch die oben erwähnten Publikationen erklärt werden (Farman et al. 1985; Stolarski et al. 1986). Außerdem wurde klar, daß die (niedrigen) Produktionsziffern von 1980 rezessionsbedingt waren und mittlerweile schon wieder stark gestiegen waren. Neben den Produktionsdaten und -prognosen wurden auch die Möglichkeiten von FCKW-Substituten erörtert. Du Pont kündigte an, daß solche Stoffe in etwa fünf Jahren verfügbar seien.

Die durch das antarktische Ozonloch bewirkte Dramatisierung sorgte für Druck im Verhandlungsprozeß, der nach Abschluß der Wiener Konvention einsetzte und zum Montrealer Protokoll führen sollte. Schwankten bis dato die Prognosen über langfristige Ozonabnahmen von 0 bis 20 Prozent (und gingen sie um 1984 auf 0 Prozent zurück), so hatte man nunmehr einen aktuellen Ozonschwund von 50 Prozent. Der Schock des Ozonlochs bewirkte bei den Ländern, die als Bremser aufgetreten waren, eine Verunsicherung und Schwächung ihrer Position, die zu ihrer Neutralisierung führte, vor allem deshalb, weil sie sich auf wissenschaftliche Gründe für ihre blockierende Haltung festgelegt hatten.

Zwei Aspekte werden im Folgenden besonders erwähnt. Der erste hat mit der Akteurkontellation auf internationaler Ebene zu tun. Hier zeigt sich, daß verschiedene Länder zu verschiedenen Zeiten verschiedene Positionen zur Frage von FCKW-Regulierungen einnahmen. Der zweite hat mit Wissensaspekten zu tun. Hier zeigt sich, daß wissenschaftliche Erkenntnisse und das Engagement von Wissenschaftlern für das Zustandekommen internationaler Regelungen entscheidend waren. Erkenntnisse lagen aber erst spät (wenn überhaupt) in der Form von Beweisen vor. Verfügbar war eine gewisse Evidenz, die von Verhandlungsführern, Wissenschaftlern und Medien geschickt genutzt wurde, als sich ein wichtiges Gelegenheitsfenster eröffnet hatte, unverbindliche Absichtserklärungen in verbindliche Handlungsziele umzusetzen. Diese beiden Aspekte werden in den folgenden Abschnitten ausgeführt.

2.2.2 Innenpolitische Akteurkonstellationen im Wandel

Von 1974 bis 1980 gab es in beiden Vergleichsländern unilaterale Regulierungen von FCKW, die völlig unterschiedlich waren. Bereits in den siebziger Jahren fand in den USA eine breite Kontroverse über die Notwendigkeit von FCKW-Regulierungen statt, in der Wissenschaftler eine Schlüsselstellung bezogen. Die Kontroverse zwischen Industrie und kritischen Wissenschaftlern hielt sich bis in die zweite Hälfte der achtziger Jahre. In den USA erfolgte 1978 eine relativ strikte Regulierung von FCKW, die sämtliche »nicht-essentiellen« Anwendungen in Spraydosen verbot. Im Gegensatz zu den USA, und fast zeitgleich, gab es in der Bundesrepublik Deutschland keine formale Regelung, sondern eine relativ lasche Selbstverpflichtung der Industrie. Der Unterschied in der jeweiligen nationalen Regulierung kann ebenso wie der spätere Erfolg strenger Maßnahmen auf internationaler Ebene auf das unterschiedliche Kräfteverhältnis zwischen Regulierungsbefürwortern und -gegnern zurückgeführt werden. Es gab in Deutschland bis weit in die achtziger Jahre hinein keine wissenschaftlichen Sprecher, die für drastische Maßnahmen eingetreten wären und öffentliche Resonanz erzeugt hätten. In den siebziger Jahren verlief der politische Entscheidungsprozeß in Deutschland, anders als in den Vereinigten Staaten, weder öffentlich, noch traten Wissenschaftler öffentlich als Sprecher von Betroffeneninteressen auf. Dadurch kam es erwartungsgemäß zu einer Dominanz der Industrie, die sich bis Mitte der achtziger Jahre fortsetzte. Kamen die Aerosol-Hersteller 1976 noch mit einer freiwilligen Verpflichtung davon, den Einsatz von FCKW um 30 Prozent zu reduzieren, so wandte sich die Bundesregierung schließlich von den FCKW-Herstellern ab. Dadurch verloren die Verteidiger von FCKW, allen voran die internationale Allianz der FCKW-Industrie, einen wertvollen Sprecher. Umgekehrt gewann die Sache der Regulierungsbefürworter stark an Glaubwürdigkeit. Mitte der achtziger Jahre griffen interessierte Politiker aus CDU und SPD die Problematik durch Gründung der Enquetekommission »Vorsorge zum Schutz der Erdatmosphäre« auf, die zu umfassenden Regulierungen riet und deren Linie weitgehend in der deutschen »Umweltaußenpolitik« sichtbar wurde. Die Arbeit dieser Kommission hatte Einfluß auf andere europäische Länder, vor allem auf Großbritannien. Dort gab es zusätzlich eine Verschiebung im öffentlichen Engagement der englischen Wissenschaftler: Taten sich in den siebziger Jahren noch Wissenschaftler als Sprecher für die Industrie hervor, indem sie die Gefahren für die Ozonschicht herunterspielten (zum Beispiel James Lovelock), so trat nunmehr der Entdecker des Ozonlochs (ein Mitarbeiter des *British Antarctic Survey*) öffent-

lich als Warner auf. Bis dahin waren Vertreter der britischen Wissenschaft, der Industrie und der Regierung der Überzeugung, mit Regulierungen so lange abwarten zu können, bis wissenschaftliche *Beweise* verfügbar seien. 1988 schließt sich Großbritannien der fortschrittlichen deutschen Linie innerhalb der EG an. Frankreich, Italien und Spanien folgen, nachdem Großbritannien seinen Widerstand aufgegeben hatte.

In zwei Schüben gelingt es den Regulierungsbefürwortern, die Glaubwürdigkeit ihres Projekts enorm zu steigern. 1986 änderte der weltgrößte FCKW-Hersteller DuPont seine Linie und beginnt, globale FCKW-Kontrollen zu befürworten. Die Bundesrepublik schließt sich der amerikanischen Linie nach strengen Maßnahmen an. 1988 gibt Großbritannien seinen Widerstand gegen strenge Maßnahmen auf. Beide Positionsänderungen führten zu einem Dominoeffekt, da in allen Fällen Sprecher von Industrieinteressen »umfielen«, an denen sich viele andere Akteure orientierten.

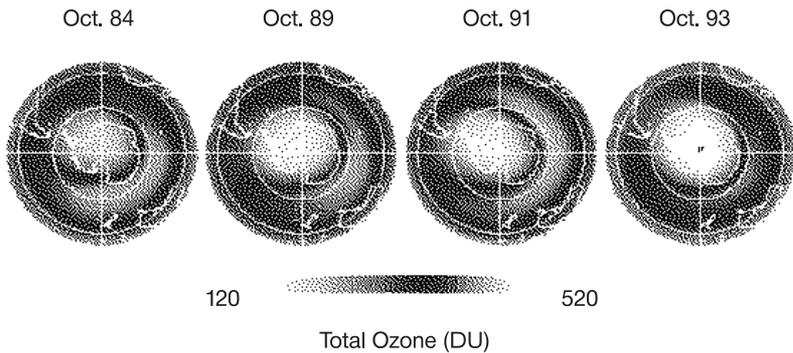
War beim Zustandekommen des Montrealer Protokolls politischer Druck entscheidend, so entfaltete die erfolgreiche Suche nach Substituten und Produktionsverfahren in den folgenden Jahren eine ökonomische Sogwirkung, die bis auf wenige Ausnahmen alle ehemaligen FCKW-Produzenten erfaßt hat. Ein kritischer Punkt ist allerdings in der Zukunft zu bewältigen: die Bereitschaft der Entwicklungsländer, nach Ablauf der Schutzfrist ernsthafte Maßnahmen zu ergreifen.

2.2.3 Wissenschaftliche Erkenntnisse

Zur Zeit des Vertragsabschlusses in Montreal (Mitte September 1987) waren die Ursachen der globalen Ozonverluste noch nicht erfaßt. Es gab verschiedene Theorien, aber keinen Konsens unter den Forschern. Noch 1987 existierten viele Theorien, die den Ozonabbau über der Antarktis zu erklären versuchten, zwei davon gingen von rein natürlichen Ursachen aus (Nance 1991; Shell 1987; Cagin/Dray 1993; Roan 1989). 1988 kam es zur Herausbildung einer dominanten Erklärung. Das *Ozone Trends Panel* (OTP) etablierte globale Ozonverluste als wissenschaftliche Tatsache, ohne jedoch die Ursachen anzugeben (WMO 1988). Damals konnten nur die dramatischen Ozonverluste über der Antarktis einigermaßen erklärt werden – wohlge-merkt ein ganzes Jahr nach dem Protokoll, das in Montreal unterzeichnet worden war.

Die machtvollste Ressource zur Unterstützung der Regulierungsbefürworter war zweifelsohne das Ozonloch und sein symbolischer Gebrauch.

Abbildung 2-4 Ozonverteilung in der südlichen Hemisphäre, in Dobson Units (DU), Oktober 1984, 1989, 1991 und 1993



Quelle: NASA/GSFC

Ohne dieses Alarmsignal wäre es sehr unwahrscheinlich gewesen, die Blockade zwischen Regulierungsbefürwortern und Regulierungsgegnern in der internationalen Arena zu überwinden. Vor allem verfehlte der sehr suggestive Begriff »Ozonloch«, der sofort von wichtigen Massenmedien aufgegriffen wurde, seine Wirkung auf die Weltöffentlichkeit und die internationalen Verhandlungen nicht. Der Begriff ist eine geschickt gewählte Metapher. Der Ozonabbau im antarktischen Frühling ist nicht vollständig (>nur« 50 Prozent der Ozonsäule wird zerstört, was in der Höhe zwischen 12 und 22 Kilometern geschieht; darüber und darunter finden keine drastischen Änderungen statt). Nachdem diese Metapher gängig war, ersetzte sie die frühere Metapher einer Ozonverdünnung. Dieser Metaphernwechsel führte zu einer Änderung der Wahrnehmung des Problems. Während die Metapher der »Ausdünnung« das Bild eines fadenscheinigen Gewebes evoziert, beschwört die Metapher vom »Ozonloch« das Bild eines irreparablen Schadens, so wie ein Loch einen Ballon zum Platzen bringen kann. Dennoch hielten Regulierungsgegner an ihrer Linie fest, wonach es zu wenig gesichertes Wissen gäbe, das drastische Maßnahmen rechtfertige. Ein NASA-Wissenschaftler fertigte aus den Zeitreihen der NASA-Satellitenaufnahmen einen Trickfarbfilm an, der das Wachsen des Ozonlochs in den achtziger Jahren deutlich zeigte. Er wurde durch viele Fernsehsendungen populär und auch während zahlreicher Anhörungen gezeigt (Abbildung 2-4).

Doch im Verhandlungsprozeß vor Montreal gab es wenige gesicherte Erkenntnisse. Durch flugzeugbasierte Messungen wußte man, daß die Chlorkonzentrationen über der Antarktis hoch waren. Diese Information konstituierte noch keinen wissenschaftlichen Beweis. Sie verschob allerdings die Balance zwischen den Positionen für und gegen Regulierung. Viel wichtiger als etablierte wissenschaftliche Beweise war das Verhandlungsgeschick der Befürworter strenger Regulierungen. Ihnen gelang es, die vorliegenden Informationen in den Prozeß des Vertragsdesigns einfließen zu lassen, wobei sie es vermieden, angesichts unsicheren Wissens eine Art von Gleichrangigkeit des Vorsorge- und Abwartepinzips zuzulassen. Von Anfang an steuerten sie ein Abkommen an, das – zumindest in seiner offiziellen Rhetorik – ein Vorsorgeabkommen war (in Kapitel 5 setze ich mich kritisch mit dieser These auseinander).

Es wäre verfehlt, würde man glauben, daß sich wissenschaftliche Erkenntnis in politische Entscheidungen transformiert, mithin ein Sieg der (ökologischen) Vernunft über (ökonomische) Interessen stattgefunden habe. Die Vernunft muß das Nadelöhr ökonomischer Kalküle und politischer Macht passieren, wenn sie Einfluß gewinnen will. Erstaunlicherweise gelingt ihr dies manchmal, ohne daß eine komplette Beweisführung vorliegt, sondern erhebliche wissenschaftliche Unsicherheiten fortbestehen. Bei der Vertragsunterzeichnung in Montreal gab es keinen wissenschaftlichen Konsens über wesentliche wissenschaftliche Fragen. Entscheidend für eine Beförderung der Pro-Regulierungsposition war ihre Glaubwürdigkeit.

Es ist eine offene Frage, wie man die Effektivität von internationalen Regimen im Allgemeinen (vgl. Levy et al. 1995: 291f.) und den Erfolg von internationalen Umweltinstitutionen im Besonderen messen kann.⁸ In bezug auf die zweite Fragestellung, die hier allein diskutiert wird, haben Wettstad und Andresen (1991) drei Bewertungskriterien entwickelt:

1. das Ausmaß, in dem die Vertragsparteien das gesetzte institutionelle Ziel erreicht haben;
2. der Grad der Übereinstimmung zwischen Expertenmeinung und getroffener Entscheidung;
3. der Grad der Auswirkung auf die Umwelt (verglichen mit dem Zustand, der ohne die entsprechenden Regulierungen zu erwarten wäre).

8 Krasner definiert internationale Regimes als »implicit or explicit principles, norms, rules and decision-making procedures around which actors' expectations converge in a given area of international relations« (Krasner 1983a: 2). Siehe Haggard/Simmons (1987) und Rittberger (1993) für einen Überblick.

In allen drei Dimensionen schneidet das Montrealer Protokoll sehr gut ab (Montzka et al. 1996 und Parson/Greene 1995). Es gibt zwar einzelne Vertragsbrüche von Unterzeichnerstaaten und illegalen Handel mit FCKW, was für das institutionelle Gefüge neue Fragen aufwirft, mengenmäßig bislang allerdings nicht sehr ins Gewicht fällt (Brack 1996). Allein von 1986 bis 1992 hat sich die Weltproduktion mehr als halbiert (UNEP 1995).

2.3 Revisionistische Tendenzen

Zu Beginn der neunziger Jahre formiert sich vor allem in den USA eine revisionistische Gegenströmung, die den etablierten wissenschaftlichen Konsens attackiert. Gemeinsamer Nenner des Revisionismus (im Englischen *backlash*) ist erstens die Auffassung, daß Regulierungen erfolgt seien, ohne daß ein Schaden eingetreten wäre. Der US-Delegationsleiter bei den Montrealer Verhandlungen, Richard Benedick, wird zitiert, wonach das Montrealer Protokoll ein Vorsorgeabkommen sei, das unterzeichnet wurde, ohne daß ein Schaden sichtbar gewesen sei (Benedick 1991). Dies ist für den Backlash ein Skandal. Er bekämpft den Vorsorgegedanken, weil er einen Präzedenzfall für andere Fälle zu setzen droht. Zweitens bezichtigt die revisionistische Gegenströmung die für das Zustandekommen des Montrealer Protokolls zentralen Akteure und Institutionen der Verschwörung.

Der Backlash umfaßt Akteure wie den früheren Gouverneur des Staates Washington und Vorsitzende der *Atomic Energy Commission*, Dixie Lee Ray, den früheren Chef-Wissenschaftler des Verkehrsministeriums Fred Singer, den Atmosphärenwissenschaftler Hugh Elsaesser, den Fernseh-talkmaster Rush Limbaugh und Buchautoren wie Rogelio Maduro und Ralf Schauerhammer.⁹ Zweifellos gehört die Gegenströmung der politischen Rechten an. Fred Singer veröffentlicht in der *Washington Times*, einer konservativen Zeitung, die dem Chef der Mun-Sekte gehört.¹⁰ Maduro/Schauerhammers Buch wurde im Verlag *21st Century Science & Technology* veröffentlicht, der eine Zeitschrift gleichen Namens herausgibt. Dieser Verlag gehört zu einer extremistischen politischen Gruppierung um Lyndon LaRouche, die auch in Deutschland aktiv ist. Die »Ozone Truth Squad«, eine ande-

9 Von allen liegen Publikationen zum Thema vor: Ray/Guzzo (1990); Elsaesser (1978, 1994); Singer (1989); Limbaugh (1992); Maduro/Schauerhammer (1992).

10 Mun veranstaltet mitunter öffentliche Diskussionen, zu denen große Namen der »offiziellen« Position eingeladen werden – was von diesen nicht immer abgelehnt wird.

re Sekte, die für ungehemmtes Wachstum eintritt, führte eine Kampagne, in der behauptet wurde, aufgrund von FCKW-Verboten würden Probleme der Nahrungsmittelverknappung entstehen:

If you enjoy eating ... Americans will soon find out that some of their favorite foods are not at the supermarket any more, or available only at exorbitant prices. Not the result of a natural disaster, but of a man-made disaster; the ban on chlorofluorocarbons (freon), essential in modern refrigerators ...

Er gewann den republikanischen Abgeordneten Danneymeyer, eine Resolution im Repräsentantenhaus einzubringen, um die wissenschaftliche Basis der Regulierungsmaßnahmen zu überprüfen. Neben Dixie Lee Ray, Singer und Elsaesser unterzeichneten weitere zwanzig Wissenschaftler, unter anderem Haroun Tazieff, französischer Vulkanologe, der das Vorwort zu Maduro/Schauerhammers Buch schrieb.

Bemerkenswert ist, daß die Bedeutung dieser Gegenströmung anfänglich unterschätzt wurde. Als ich meine Expertengespräche durchführte, sagte mir ein Gesprächspartner auf eine entsprechende Frage:

Schauerhammer – der Name ist Programm für uns. Wir haben uns international darauf verständigt, daß wir dieser Art von Publikationen im pseudowissenschaftlichen Mantel von UNEP aus keinerlei Bedeutung beimessen, indem wir das etwa auf die Tagesordnung setzen. Das wird als Rankenwerk mitgeschnitten, hat aber bei UNEP wegen der offensichtlichen Irrelevanz keinerlei Bedeutung. Das sind pathologische Einflüsse. (Interview 9)

Doch auch in der Bundesrepublik, wengleich schwächer als in den USA, haben sich Gegentendenzen formiert. Der Herausgeber der *Wirtschaftswoche*, Wolfram Engels, präsentierte einschlägige Argumente in einem Kommentar.¹¹ Ende 1992 gab es eine Initiative von (hauptsächlich) europäischen Wissenschaftlern gegen das Montrealer Protokoll, die von Tazieff lanciert wurde. In diesem Appell an eine UNEP-Konferenz werden zentrale Grundlagen der internationalen Regulierungen geleugnet:

- es gebe keinen langfristig abnehmenden Ozontrend;
- Ozonlöcher habe es vor der Verwendung von FCKW gegeben;
- es existierten Senken für FCKW in der Atmosphäre;
- die Gefahr durch erhöhte UV-Strahlung sei überschätzt worden;

11 »Killergas. Wolfram Engels über das Ungeheuer von Loch Ozon« (*Wirtschaftswoche*, 21. 2.1992).

- das Montrealer Protokoll bedeute unnötig hohe ökonomische Kosten für den Westen und Todesopfer in Entwicklungsländern, da sie aufgrund mangelnder Kühlung Probleme bei der Nahrungsversorgung bekämen.

Die FCKW-Ozonkontroverse ist in wissenschaftlicher Hinsicht abgeschlossen. Eine revisionistische Gegenströmung bekommt in den letzten Jahren öffentliche Aufmerksamkeit, zum Teil mit Argumenten, die von Wissenschaftlern in den siebziger Jahren vorgebracht wurden, die das Forschungsfeld aber hinter sich gelassen hat. Wissenschaftler, die sich in dieser Weise engagieren, können auf keine originäre Forschung verweisen. Stattdessen beschränken sie sich auf die Kommentierung der vorliegenden Literatur, wie teilweise selbst eingestanden wird (vgl. Brown 1996: fn 27). Sie betonen, daß die Wissenschaftsgeschichte immer wieder zeige, daß die Wahrheit oft durch Außenseiter vertreten werde – eine ironische Wendung, die an das kurze Gedächtnis der Öffentlichkeit appelliert, wenn man bedenkt, daß wesentliche Innovationen auf dem Gebiet der Ozonföschung tatsächlich durch Außenseiter bewirkt wurden, die sich gegen Wissenschaftler durchgesetzt haben, die eigentlich kein Problem sahen. Jene haben die Schlacht bereits in den siebziger Jahren verloren – so verständlich es ist, daß sie das Rad der Kontroverse zurückdrehen wollen, so unwahrscheinlich ist es, daß es ihnen gelingt.

Kapitel 3

Die Wissenschaft

In diesem Kapitel untersuche ich sowohl die Rolle, die die Stratosphärenforschung bei der Reduktion von Unsicherheit gespielt hat, als auch die Rolle von Wissenschaftlern, die als Sprecher umweltpolitischer Prinzipien, als Autoren von Alarmmeldungen, Situationsdeutungen und Lösungsvorschlägen aufgetreten sind. Ist die erste Frage auf der institutionellen Ebene angesiedelt, so liegt die zweite auf der Ebene der Akteure, ihrer Überzeugungen und Motivationen. Obwohl viele fallspezifische Besonderheiten auftreten, beschränkt sich die Gültigkeit einiger zentraler Aussagen nicht ausschließlich auf diesen Fall oder den Bereich der Umweltwissenschaften, sondern läßt sich in zweierlei Weise generalisieren. Zum einen auf wissenschaftliche Praxis an der Forschungsfront im allgemeinen. Dort beobachtet man das Phänomen, daß bei der Schaffung neuer Erkenntnisse die alten Schulweisheiten, die in Lehrbüchern zusammengestellt und von Generation zu Generation weitergetragen werden, meist versagen. Nach wie vor gibt es jedoch Lehrbuchwissen und Formen von routinierter wissenschaftlicher Praxis. Deshalb dürfen die Aussagen nicht so weit generalisiert werden, als ob sie Aussagen über die Wissenschaft schlechthin wären. Durch die Konzentration auf die Innovationsaspekte wird allerdings ein besonders wichtiger Aspekt der modernen Wissenschaft getroffen. Zum anderen lassen sich Generalisierungen vornehmen in bezug auf das Potential, das die Wissenschaft bei der Erzeugung neuer Quellen von Macht oder der Verschiebung etablierter Machtgleichgewichte besitzt. Dabei sind vor allem Laboratorien und die in ihnen geschaffenen Tatsachen bedeutsam, die Interpretation dieser Daten und die gesellschaftspolitische Rolle, die Wissenschaftler bei ihrer öffentlichen Darstellung wahrnehmen. Meine Überlegungen orientieren sich damit am Diskussionsstand auf dem Gebiet der neueren Wissenschaftssoziologie (siehe, für viele, Jasanoff et al. 1995; Felt et al. 1995). In dieser Literatur wird die These vertreten, daß es kein wissenschaftliches Wissen gibt, das

»außerhalb« eines sozialen Kontextes entsteht, also außerhalb von Interessen, Motiven oder Strategien von gesellschaftlichen Akteuren. Wissenschaftliches Wissen wird immer in einem sozialen Kontext produziert und rezipiert. Eine wissenschaftliche Hypothese wird erst dann zur Tatsache, wenn sie von (vielen) anderen relevanten Wissenschaftlern anerkannt wird. Erkenntnisprozeß und Forschungsprozeß können in einer soziologischen Sichtweise unmöglich nach dem philosophischen Modell des Erkenntnissubjekts entworfen werden. Die Pionierarbeiten von Ludwik Fleck (1935) und Thomas Kuhn (1962) haben entsprechende Weichenstellungen vorgenommen und eine Soziologisierung der Wissenschaft eingeleitet, die der Mannheimschen Wissenssoziologie noch fremd war (Mannheim 1929; vgl. Stehr/Meja 1982). Flecks und Kuhns Ansätze wurden von der neueren Wissenschaftssoziologie weitergeführt, die seit den späten siebziger Jahren zahlreiche wichtige Arbeiten hervorgebracht hat.

Dieses Kapitel gliedert sich in acht Teile. In Abschnitt 3.1 widme ich mich zunächst der Frage, wie die Ozonschicht in das Blickfeld der Atmosphärenforschung kam, wie die Forschung organisiert ist, und welche Bedeutung dies für die Wissensentwicklung hatte. Im zweiten Abschnitt wird der Frage nachgegangen, inwiefern sich Wissenschaftler, wie andere Akteure auch, bei der wissenschaftlichen Tätigkeit an ihrem Eigennutz orientieren oder Normen befolgen. Ich analysiere die Weltbilder und die wissenschaftliche Reputation der von mir befragten Atmosphärenwissenschaftler und frage, ob es einen Zusammenhang zwischen umweltbewußten Wertorientierungen und dem Engagement für Regulierungen auf der einen Seite und ihrer Reputation auf der anderen Seite gibt. Außerdem werden Profilierungsbestrebungen, Prioritätskonflikte und das »Publikationsdilemma« untersucht. Abschnitt 3.3 analysiert die Grauzone, in der sich Wissenschaftler befinden, die mit einem globalen Umweltproblem konfrontiert sind und sich zum Teil öffentlich engagieren. Abschnitt 3.4 geht auf einige wissenschaftliche Kontroversen ein, die im Feld anzutreffen waren, und untersucht, auf welche Weise diese Kontroversen beendet wurden. In Abschnitt 3.5 argumentiere ich, daß Skeptizismus und Vertrauen zwei Grundmechanismen sozialen Handelns sind, die auch in der Wissenschaft unabdingbar sind und frage, unter welchen Umständen sie zum Tragen kommen und welche Konsequenzen sie haben. Abschnitt 3.6 stellt die Wichtigkeit symbolischer Repräsentationen von wissenschaftlichen Ergebnissen heraus. Abschnitt 3.7 geht auf die revisionistische Strömung des Backlash ein, und Abschnitt 3.8 bringt ein Fazit.

3.1 Die Organisation der Forschung

3.1.1 Die Entdeckung der Ozonschicht

Um die Jahrhundertwende entdeckten französische Forscher durch Messungen mit Ballonaufstiegen die Stratosphäre, jene Region über der Troposphäre, in der die Temperatur bei zunehmender Höhe nicht mehr abfällt, sondern zunimmt.¹ Diese Temperaturzunahme beginnt etwa bei 12 Kilometern und steigt an, bis sie in der Höhe von 50 Kilometern etwa Werte erreicht, wie sie auf der Erdoberfläche herrschen. Troposphäre und Stratosphäre haben aufgrund ihrer verschiedenen Temperaturregimes völlig verschiedene Eigenschaften, vor allem was atmosphärische Verunreinigungen angeht. In der Troposphäre findet eine vertikale Mischung der Luftmassen statt, da dichte kalte Luft ständig absinkt und warme, leichte Luft aufsteigt. Verunreinigungen werden nach unten transportiert und in der Troposphäre ausgewaschen. In der Stratosphäre lagert umgekehrt warme Luft auf kalter. Bei dieser Inversion findet eine sehr viel langsamere vertikale Mischung statt mit dem Resultat, daß Verunreinigungen dort viel länger verweilen und sich eine horizontale Mischung vollzieht, die globale Dimensionen annehmen kann.

Dieser Unterschied ist auf den Bildungs- und Zerstörungsprozeß von Ozon in der Stratosphäre zurückzuführen, bei dem Wärme freigesetzt wird. Ironischerweise scheint die Ozonschicht damit selbst die Bedingungen zu schaffen, die eine lange Verweildauer von Stoffen in der Stratosphäre bedingen, die ihrerseits Ozon zerstören. In diesen Mechanismen liegen die positiven und negativen Rückkopplungen verborgen, die ein Gleichgewicht zwischen Ozonbildung und Ozonzerstörung gewährleisten. Um dies zu erklären, schlug Sidney Chapman, der Gründungsvater der Aeronomie, um 1930 zwei Reaktionen als Hauptmechanismus vor. In der ersten wird ein Sauerstoffmolekül (O_2) durch UV-Licht in zwei O-Atome gespalten. In der zweiten verbindet sich ein O-Atom mit einem Sauerstoffmolekül und bildet Ozon (O_3).

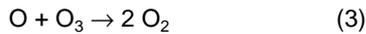


Für die Ozonproduktion braucht man also nur zwei Bestandteile, UV-Licht und einen Vorrat an Sauerstoff. Je höher man in der Atmosphäre aufsteigt, desto mehr nimmt die UV-Strahlung zu, desto mehr nimmt aber auch die

1 Diese Darstellung folgt im wesentlichen Dotto/Schiff (1978: 33ff.) und Enquetekommission (1990: 120 ff.).

Sauerstoffkonzentration ab. Es gibt demnach einen Punkt, an dem die Ozonproduktion ihr Maximum erreicht.

Wäre dies alles, so würde der gesamte dort vorhandene Sauerstoff in Ozon verwandelt werden – ein positiver Rückkopplungsprozeß, der nur durch das Versiegen der Inputs zum Stillstand käme. Chapman identifizierte jedoch einen negativen Rückkopplungsprozeß auf komplementäre Weise. Dabei zerstören die freien Sauerstoffatome ein Ozonmolekül, indem sie es in zwei Sauerstoffmoleküle zurückverwandeln.

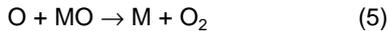
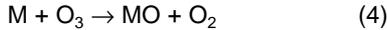


Da die Geschwindigkeit des Ozonvernichtungsprozesses direkt proportional zum vorhandenen Ozon ist, wird Ozon um so schneller vernichtet, je mehr Ozon vorhanden ist. Chapman nahm an, daß die Bedingungen in der Stratosphäre zu einem Gleichgewicht von Ozonbildung und -zerstörung führen würden. Wie Beobachtungen und Messungen zeigten, waren die Ozonwerte jedoch sehr viel niedriger, als sie es aufgrund von Chapmans Theorie hätten sein sollen. Dies lag daran, daß die Vernichtungsrate von Ozon nach Chapman nur 20 Prozent der Bildungsrate beträgt. Es mußten also noch andere, bisher unbekannte Abbaumechanismen existieren. Doch welche Stoffe konnten hierfür in Frage kommen? Die Hauptbestandteile der Luft, Sauerstoff, Stickstoff, Kohlendioxid und Wasserdampf schieden aus, weil sie nicht mit Ozon reagieren.² Es blieb damit nur die abstrakte Möglichkeit, daß Spurengase für die fehlende Ozonzerstörung verantwortlich sind. Wie sollte dies aber möglich sein, wenn die Spurengase in noch viel geringeren Konzentrationen vorkommen als Ozon? Die Antwort fand man in katalytischen Kettenreaktionen, in denen eine Substanz eine andere zerstört, ohne selbst zerstört zu werden. Dies war die erste wesentliche theoretische Innovation in der Atmosphärenchemie nach Chapman. In Laborexperimenten fand man heraus, daß bestimmte Stickoxide (NO_x) und Wasserstoffoxide (HO_x) wirksame Katalysatoren waren. In den fünfziger Jahren konnten verschiedene Forscher (unter anderen Marcel Nicolet aus Belgien) auch angeben, wie es zur Bildung dieser Substanzen in der Stratosphäre kommen konnte. Es gelang ihnen allerdings nicht, den »fehlenden« Ozonzerstörungsprozeß zu konzipieren. Dies geschah erst mit den Arbeiten von Hampson und Hunt³ für

2 Die relativen Volumenanteile dieser Gase sind wie folgt: Stickstoff 78,11 %, Sauerstoff 20,95 %, Argon 0,934 %, Kohlendioxid 0,035 %. Die Konzentration von Wasserdampf schwankt stark. Zum Vergleich: Ozon: circa 0,000001 % bis 0,000003 %, FCKW 0,0000003 %, natürliche Chlorkonzentration: 0,00000006 % (Graedel/Crutzen 1994: 8).

3 Ihre Arbeiten fanden im Rahmen eines Forschungsprojekts statt, das die Wirkungen des

HO_x und von Crutzen für NO_x (Crutzen 1970). 1974 stellten Molina und Rowland die Hypothese auf, Chlor sei ein noch viel effektiverer Katalysator als die beiden genannten Substanzen. Folgende Gleichungen zeigen den katalytischen Prozeß der Zerstörung von Ozon. Dabei wird der Katalysator mit M bezeichnet (vgl. Graedel/Crutzen 1994: 151ff.; BMFT 1993: 34ff.).



Wie man sieht, erfolgt ein Nettoverlust von Ozon: die katalytische Reaktionskette verwandelt ein Sauerstoffatom und ein Ozonmolekül in zwei Sauerstoffmoleküle.

Die Chemie der Stratosphäre führte jahrzehntelang einen Dornröschenschlaf. Das Feld der Ozonchemie war im wesentlichen durch die Pionierarbeiten von Chapman um 1930 etabliert und durch seine Modelle beherrscht worden. Um 1970 war eigentlich kein Problem zu lösen, wie es ein Gesprächspartner formulierte. Man dachte, man verstünde die Ozonchemie; es gab zwar Andeutungen, daß Anomalien existierten, hat diese jedoch verdrängt.

Um zu beweisen, daß kein Problem besteht, hat man einfach solche kinetischen Daten von Laborsimulationen genommen, die mit der alten Theorie übereinstimmten, und die einfach falsch waren. Man war zufrieden, nach dem Motto: Wir haben das Problem gelöst, wir machen was Anderes. (Interview 25)

Dies änderte sich vor allem durch die Diskussion in den USA über die Auswirkungen einer projektierten Flotte von Überschallflugzeugen. In dieser Debatte wurde die Wirkung von Stickoxiden auf den Ozongehalt der Atmosphäre thematisiert.⁴ Ein paar Jahre später folgte die Thematisierung von Chlor, zuerst auf einer wissenschaftlichen Tagung in Kyoto/Japan durch Richard Stolarski. Der Hintergrund seiner gemeinsam mit Ralph Cicerone durchgeführten Arbeiten war die von der NASA geplante Raumfähre (*space shuttle*), von deren Trägerrakete man annahm, daß sie große Mengen an Salzsäure (HCl) ausstoßen würde, was entsprechende Mengen an Chlor freisetzen würde. Die geschätzten Mengen waren abhängig von der Anzahl der jährlichen Flüge. Man schätzte die Emissionen bei 50 Flügen im Jahr auf 5.500 Tonnen HCl. Stolarski erwähnte das Space-shuttle-Projekt auf dieser

Wiedereintritts von Interkontinentalraketen in die Atmosphäre untersuchte.

4 Neben der erwähnten Arbeit von Crutzen waren die Forschungen von Harold Johnston (1971) wichtig.

Tagung mit keinem Wort.⁵ Als potentielle Quelle für Chlor in der Stratosphäre wurden Vulkanausbrüche diskutiert.

Nach der Publikation der Molina-Rowland-Hypothese wurde bald klar, daß mit den FCKW eine industrielle Quelle bestand, die sehr viel größere Mengen aktiven Chlors in die Stratosphäre bringen konnte als Vulkane oder Raumfähren. Die wesentlichen wissenschaftlichen Forschungen jener Zeit standen unter dem Erkenntnisinteresse, eventuelle Maßnahmen zur Beschränkung des FCKW-Einsatzes zu begründen oder abzulehnen. Dafür wurden Modellrechnungen durchgeführt, wozu als Input-Daten im wesentlichen nur jährliche Produktionsmengen von FCKW, die durchschnittliche Lebenszeit dieser Stoffe und die vermuteten chemischen Reaktionen in der Atmosphäre eingingen. Die Modelle waren eindimensional (siehe nächster Abschnitt) und verwendeten nur Reaktionen, die in der Gasphase stattfinden. Wie in Kapitel 4 ausführlich gezeigt wird, drehten sich alle Kontroversen der ersten Dekade (1974 bis 1984) um die Prognose künftigen Ozonabbaus, der aufgrund dieser Variablen ermittelt wurde.

Die wichtigsten Erkenntnisfortschritte wurden nach der Entdeckung des antarktischen Ozonlochs (1985) gemacht. Die Erklärung dieses Phänomens revolutionierte das Verständnis der Atmosphäre nochmals. Die frühen Modelle postulierten den hauptsächlichen Ozonverlust in der oberen Stratosphäre (circa 35 Kilometer) und basierten auf homogenen chemischen Reaktionen, wie sie oben skizziert wurden (vgl. Gleichungen [4]–[6]). Die Erklärung des antarktischen Phänomens gelang damit nicht, da in der Polarnacht kein Licht und zu wenig Sauerstoff vorhanden sind. Der massive Ozonverlust mußte also anders erklärt werden. Die gegenwärtig dominante Erklärung sieht in Grundzügen wie folgt aus: Durch die enorm tiefen Temperaturen bilden sich Eispartikel aus gefrorener Salpetersäure und Wasser, auf deren Oberfläche bei Aufkommen der ersten Sonnenstrahlen im antarktischen Frühling (September) heterogene Reaktionen stattfinden – also Reaktionen zwischen Substanzen in verschiedenen Aggregatzuständen –, bei denen besonders ClO, NO₂ und HCl beteiligt sind. Letztere beiden Substanzen werden als Reservoirgase bezeichnet, da in ihnen Chlor gebunden ist, das beim ersten Auftauchen der Sonne freigesetzt wird.⁶ Dieser Prozeß wird – ohne die komplexen chemischen Reaktionen hier im einzelnen aufzuführen – durch die katalytische Reaktion von zwei Chlormonoxid-Radikalen mit sich selbst ab-

5 Zu den möglichen Gründen siehe Dotto/Schiff (1978: 123ff.). Cicerone und Stolarski veröffentlichten ihre Ergebnisse 1974 im *Canadian Journal of Chemistry*.

6 Das Reservoir Chlornitrat (ClONO₂) bildet sich aus zwei Gasen, die Ozonfresser sind: aus ClO und NO₂.

geschlossen (vgl. BMFT 1993: 34–37).⁷ So überzeugend dieser Mechanismus das antarktische Phänomen erklären kann, so ungelöst ist die Frage, ob er auch in mittleren Breiten wirksam ist.

The difficulty is that at low altitudes in mid-latitudes it's not just chemistry that controls ozone but motions, and unless you have good simulations on that motion on a year-to-year basis, you're not quite sure what the cause is. That's still a hot interesting scientific topic of current research. (Interview 30)

Durch die Auswertung und Anwendung der Erkenntnisse der polaren Ozonchemie fand man heraus, daß auch in mittleren Breiten der hauptsächlichliche Ozonabbau in der Höhe von 12 bis 22 Kilometern stattfindet und nicht oberhalb von 35 Kilometern.

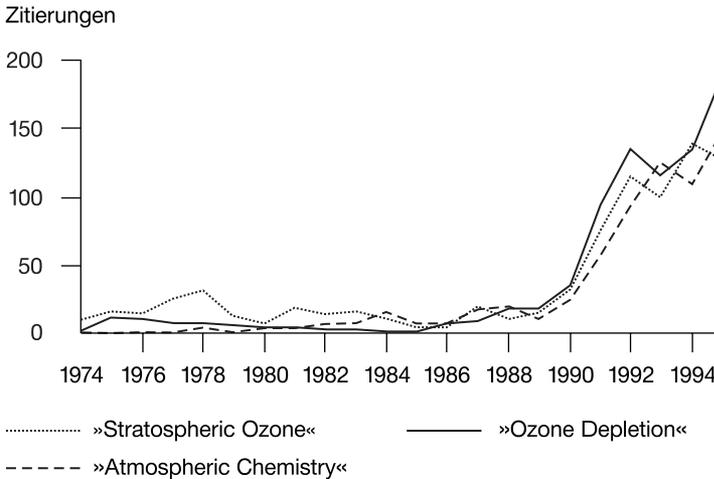
Mid-latitude ozone loss isn't as clearly understood as polar ozone loss. This is a big signal, a big process, a big change, and it's localized ... Mid-latitude-chemistry is much subtler. What's going on here is a subtle balance shift, not a big change. You get 100 percent ozone loss in the Antarctic, that's not hard to miss. In mid-latitudes we are talking about 5 percent, 10 percent, small things. (Interview 17)

Es ist nicht klar, ob die Ozonzerstörung in mittleren Breiten lokal erfolgt oder durch Transport von stark chlorhaltiger oder ozonarmer Luft aus dem Polarwirbel heraus. Bei der Erklärung, die auf lokale Prozesse setzt, werden verschiedene Thesen gehandelt. Es gibt die These, wonach Aerosol-Partikel (Schwefel, Ruß, wie zum Beispiel durch den Vulkan Pinatubo emittiert) eine ähnliche Reaktionsoberfläche bieten wie die Eispartikel in der Antarktis. Eine andere vermutet neben Chlor und Brom auch Jod als Katalysator.

One thing that is not explained is: Why do we have so much ozone depletion in the mid-latitudes in the Northern hemisphere? All over the 10 years we had 5 or 6 percent depletion, and the models cannot simulate that. So is it because there are leaks from the vortex in the Arctic? Some people say yes, some say no. Or is it a local depletion? If so, why? Some people claim that aerosols played a big role. Maybe. There is a new idea that not only chlorine and bromine but also iodine plays a role. If so, how does it get there? It has lifetime of only 3 to 5 days, so it doesn't have time to get into the stratosphere except if there is a strong convection process, like thunderstorms. (Interview 41)

7 Ohne diese katalytische Verstärkung würde der Prozeß nicht so schnell ablaufen wie er abläuft. Dieses Element in der Erklärung (der sogenannte »ClO-dimer«, Molina/Molina 1986) wird deshalb als entscheidende Innovation bei der Erklärung des antarktischen Phänomens betrachtet.

Abbildung 3-1 Entwicklung des Feldes der Ozonforschung, ausgewählte Stichworte, Zitierhäufigkeit pro Jahr



Dies ist der Wissensstand von 1994/1995 (Zeitpunkt meiner Befragung). Man kann auf dieser Basis nicht behaupten, die Wissenschaft habe zum Problem des Ozonabbaus in der Stratosphäre einen erschöpfenden Konsens entwickelt (Haas 1992), aber auch nicht, die Frage sei wissenschaftlich unentschieden (McInnis 1992). Konsens besteht über die *Erklärung* des antarktischen Ozonlochs (obgleich auch hier noch nicht alle Fragen geklärt sind) und über die *Beobachtung*, daß eine globale Abnahme der Ozonschicht stattgefunden hat. Auf beide Punkte komme ich ausführlich zurück.

3.1.2 Wachstum des Feldes

Sieht man sich die Entwicklung des Feldes anhand ausgewählter Stichworte im *Science Citation Index* an (Abbildung 3-1), so fällt auf, daß nach 1989 eine wahre Explosion stattfindet. Als Stichworte wurden einschlägige Begriffe wie *stratospheric ozone*, *ozone depletion* und *atmospheric chemistry* gewählt. Gleichgültig welche Begriffe man als Indikatoren wählt, man erhält nur eine ungefähre Annäherung an die Entwicklung des Feldes, da die Stichworte, unter denen die Publikationen im SCI erscheinen, teilweise von

den Wissenschaftlern selbst, teilweise von den Redaktionen der Fachzeitschriften ausgewählt werden.⁸ Dadurch ergeben sich zwei Probleme: Erstens decken sich beide nicht und zweitens kann es (vor allem im ersten Fall) zu selbstverstärkenden Konjunkturen kommen. Weist das Forschungsfeld eine hohe kommunikative Dichte auf, so dürfte es wahrscheinlich sein, daß Forscher ihre Ergebnisse unter derselben Rubrik plazieren wie ihre Kollegen und Konkurrenten. Die Volatilität der Stichworte verhindert damit eine zahlenmäßig adäquate Nachzeichnung der Entwicklung des Feldes, da immer neue Spezialbegriffe als Stichworte auftauchen. Dadurch ergibt sich zum Beispiel in Abbildung 3-1 ein Indikator für das Feld, der bis Ende der achtziger Jahre niedriger liegt als die Zitierhäufigkeit eines einzigen führenden Wissenschaftlers. Worauf es hier allein ankommt, ist die Tatsache, daß alle Stichworte denselben steilen Aufwärtstrend nach 1989 zeigen.

3.1.3 Glanz und Elend der Modellierer, Aufstieg der Experimentatoren

In den Atmosphärenwissenschaften gibt es zwei verschiedene Praxisfelder: Modellierer und Experimentatoren, wobei die Experimentatoren entweder im Labor oder im Feld arbeiten. Im Labor werden Reaktionsgeschwindigkeiten bestimmt, in der Atmosphäre wird das Vorhandensein von chemischen Spezies gemessen (*In-situ*-Messungen), und auf Bodenstationen werden Beobachtungen durchgeführt. Die Reputation dieser Gruppen verschiebt sich im Lauf der Zeit. Dieser Prozeß war teilweise konfliktreich, führte aber zur Herausbildung von Kooperation.

Ein großes Problem liegt auf dem Gebiet der mathematischen Modelle der Atmosphäre. Es gibt nulldimensionale, eindimensionale, zweidimensionale und dreidimensionale Modelle. 0-D-Modelle auf der einen Seite bestehen aus reinen chemischen Reaktionsgleichungen ohne jeden Transportmechanismus, 3-D-Modelle auf der anderen Seite haben viele Gitterpunkte und Transportmechanismen, aber eine stark vereinfachte Chemie.

The more complicated a model becomes, 0-D, 1-D, 2-D, 3-D, the more uncertainties you have, you are creating more sources of errors. My own experience, having all these models, and asking: Which is the most appropriate model? The answer is: It depends on which problem you are treating.

(Interview 41)

8 Pers. Mitteilung Eugene Garfield.

Gute Modellierer zeichnen sich dadurch aus, daß sie je nach Fragestellung einen guten Kompromiß zwischen den verschiedenen Vor- und Nachteilen der Modelle finden. Während simplere Modelle schon durch ihre Beschränkungen keinen Anspruch erheben können, die Atmosphäre zu repräsentieren, so führt die Steigerung der Dimensionen zur Zunahme der möglichen Fehlerquellen. Es wäre also abwegig, in einer Zunahme der Dimensionen automatisch einen Fortschritt im Verständnis der Probleme zu sehen.

Models are always a simplification of reality and in fact, what we say, is: junk in – junk out. Whatever you put as hypothesis in your model will be reflected in the results of your model. (Interview 41)

Zu Beginn der achtziger Jahre sagten die Modelle eine ganz geringe Ozonabnahme voraus, einige sahen sogar eine Ozonzunahme kommen. Dies lag daran, daß die Modelle nur die Nettoveränderung des Ozongehalts kalkulierten, nicht jedoch die Veränderungen, die sich durch eine Änderung des Temperaturprofils ergeben. In der Tat kann die Nettoänderung Null betragen, wenn in der oberen Stratosphäre Ozon abgebaut, in der unteren dafür mehr Ozon gebildet wird. Dies aus folgenden Gründen

- Erstens: Die Konzentration nimmt mit der Höhe ab; weiter unten, wo eine größere Dichte an Sauerstoffmolekülen herrscht, ist die Wahrscheinlichkeit größer, daß die UV-Strahlung mehr Ozon bilden kann (da sie auf mehr Sauerstoffmoleküle trifft).
- Zweitens: Aufgrund der Ozonadünnung in der oberen Stratosphäre trifft mehr UV-Licht auf diese tiefer liegenden Sauerstoffmoleküle.

Dieser negative Rückkopplungsprozeß wurde in den siebziger Jahren von einigen Wissenschaftlern als Selbstheilungsmechanismus der Natur gedeutet. Außer Acht blieb dabei, daß unbekannte klimatische Änderungen auftreten können, weil die obere Stratosphäre durch die Ozonadünnung abkühlt.

Momentan gehen die fortgeschrittensten Modellierer von 2-D- zu 3-D-Modellen über, die komplexe Chemie beinhalten. Diese Modelle sind sehr teuer und beanspruchen enorm viel Rechnerzeit. Der Aufwand lohnt sich nur in ausgesuchten, klar definierten Fällen.

3-D models are very expensive. And they are mostly focussing on transport with as much chemistry you can afford. My 3-D model has 150,000 points. So you have to solve your chemistry 150,000 times at each time step. While in the 0-D model only once. If you compare the 2-D and 3-D models in the ozone case, and you have in the 2-D model too little ozone at 40 kilometers, the shape not being

perfect, maybe too much ozone in the lower stratosphere, then you will have the same problem in the 3-D model. You haven't solved anything. (Interview 41)⁹

Die Kooperation zwischen Modellierern und Experimentatoren bietet sich funktional an, ergibt sich aber nicht von selbst. Insbesondere die folgenden Gesichtspunkte lassen Kooperation als geboten erscheinen. Modellierer und Experimentatoren scheitern beide in Isolation voneinander, wenn sie eine Synthese des Forschungsfeldes versuchen. Aus der Sicht der Modellierer versuchen sich die Experimentatoren, die immer nur ein Einzeldetail untersuchen, auf das Gebiet der Erklärung vorzuwagen, wozu ihre Kompetenz nicht ausreicht. Die Modellierer widmen sich dem Zusammenfügen des Puzzles, das aus vielen experimentellen Einzelergebnissen zusammengesetzt werden muß. Dies führt zu dem Ergebnis, daß die Theoretiker die Experimentatoren von ihren Ergebnissen »enteignen«. Neid und Spannungen sind die Folge. In einigen Fällen sucht man die Lösung des Konflikts in Form der Ko-Autorenschaft von Artikeln. Es gibt Experimentatoren, die sich ohne die Unterstützung von Kollegen auf eigene Faust an Erklärungen heranwagen und blamieren (»But you also have some cases where the experimentalists try to make their own explanations and they are really bizarre«, Interview 17), aber auch Wissenschaftler, die einen glänzenden Überblick über das Gesamtfeld besitzen:

Sherry Rowland is not a modeller, he is someone who understands fundamental mechanisms and can separate the rate-limiting step for a whole lot of chemical garbage and so the fact that this photochemical system could produce chlorine monoxide (which was the rate-limiting catalytic agent) was the key question. (Interview 8)

Die Modellierer haben im Urteil der Atmosphärenwissenschaftler insgesamt sowohl eine positive wie eine negative Rolle gespielt. Positiv ist ihre Rolle im Hinblick darauf, daß sie aufgrund ihrer Modelle das Vorhandensein von Substanzen und Reaktionen in der Stratosphäre postuliert haben, die (noch) nicht gemessen worden waren. Dies bezeugen sowohl Modellierer als auch Experimentatoren (Interviews 13, 15, 27).

Die Modelle ergaben aber nicht die richtigen Ergebnisse. Der Fortschritt kam durch Labormessungen, aber auch durch die Modellierer, die Substanzen wie Chlornitrat postuliert haben aufgrund von theoretischen Überlegungen, obwohl es niemand gemessen hatte. (Interview 35)

9 Man sollte nicht vergessen, daß nach wie vor auch Berechnungen ganz ohne Computer angestellt werden (»back-of-the-envelope«), ähnlich dem Künstler, der ein Motiv zuerst skizziert, bevor er es als Gemälde oder Skulptur ausführt.

Negativ bewertet wurde ihre Rolle insofern, als ihren eindimensionalen Modellen unrealistische Annahmen zugrunde lagen, ihnen dennoch manchmal mehr Glauben geschenkt wurde als Beobachtungen. In dramatischer Weise wurde das Ozonloch auf diese Weise »verpaßt«; die NASA-Satelliten waren aufgrund von Modellberechnungen so programmiert worden, daß sie besonders niedrige Werte ignorierten.

Look at how the ozone hole was found! That was an old brass and wooden instrument looking at the sky. When you think what NASA spent, it must have been billions on that TOMS [Total Ozone Mapping Spectrometer] satellite and they actually programmed it to ignore the hole. Because it didn't fit the model. That's bad science. It's the wrong approach. Nowadays they think it's far better to sit in front of a computer and model the atmosphere than it is to measure it. ... The number of scientists actually going to the field and doing measurements or making equipment is very small compared with the number who sit and calculate ... (Interview 42)

Man könnte dies damit erklären, daß die Theoretiker, wie in anderen Disziplinen auch, in den Atmosphärenwissenschaften an der Spitze der Prestigeskala rangieren.¹⁰ Ihre Modelle sind es, die die vielen Einzeldaten zu einem Gesamtbild zusammenfügen. Die Modelle wurden aber auch für Politikentscheidungen herangezogen, obwohl sie so unzureichend waren, daß sie beispielsweise das Auftreten des Ozonlochs nicht vorhersagen und seine Existenz in den ersten beiden Jahren nach seiner Entdeckung nicht erklären konnten. Experimentatoren sind skeptisch, was den Erklärungswert der Modelle angeht, sie vertrauen ihnen erst, wenn die wichtigsten Daten, mit denen die Modellierer arbeiten, experimentell verifiziert wurden. Lange Zeit sah es so aus, daß einige zentrale Modellvorhersagen nicht mit den experimentellen Daten übereinstimmten.

In fact we were involved in a lot of controversy essentially pointing out that a lot of the models by which we used to predict ozone loss-rates were in direct conflict with observations. ... And we went through National Academy Report after National Academy Report where the models were not calculating those rate-limiting steps in a proper way, so they couldn't possibly represent the natural system ... But that didn't stop the predictions from being published year in, year out. (Interview 8)

10 Vgl. Stinchcombe (1984) für eine gleichlautende Einschätzung der Soziologie. Nach seiner Auffassung errichten die Theoretiker einen Schutzwall, um sich vor der Flut »schmutziger Daten« zu sichern, die das Feld zu überschwemmen drohen.

Modelle spielten auch eine wichtige Rolle beim Test der Hypothesen über vermutete chemische und dynamische Prozesse in der Stratosphäre. Mit anderen Worten: Was als gesicherte Erkenntnis gelten darf, wurde auch mit Hilfe von Modellrechnungen ermittelt. Die Input-Daten bestehen aus den Ausgangsgrößen und den postulierten und bekannten chemischen Reaktionen und Diffusionsparametern. Ergibt die Modellsimulation Ergebnisse, die mit den gemessenen Werten übereinstimmen, so gilt die Erklärung als plausibel. Eine solche Überprüfung von Modellen an der Realität hat jedoch erst in den letzten Jahren begonnen. Noch 1987 schrieben die führenden Modellierer in einem für die UNEP angefertigten Szenarienspapier: »No model has yet been adequately validated against the real atmosphere (e.g. current ozone distribution) and their reliability for predicting future states of the atmosphere is still uncertain« (UNEP 1987: 3).

3.1.4 Interdisziplinarität

Im Laufe der Zeit setzte ein Lernprozeß ein, der dazu führte, daß Modellierer und Experimentatoren voneinander zu profitieren versuchten. Es scheint dies einer der Ausnahmefälle zu sein, von denen Kaufmann spricht, wenn er sagt:

Interdisziplinäre Problemstellungen drängen sich für Wissenschaftler, die voll in einer bestimmten Disziplin verankert sind, nur ausnahmsweise auf. Ihre individuelle Bearbeitung setzt in der Regel nicht nur die Verarbeitung der spezialisierten Wissensbestände einer anderen Disziplin zu einem bestimmten Thema voraus, sondern auch eine gewisse Vertrautheit mit deren Methoden und Grundannahmen, wenn eine angemessene Einordnung und kontrollierte Feststellung von vergleichbaren Erkenntnissen möglich sein soll. (Kaufmann 1987: 77)

Wodurch wurde die interdisziplinäre Orientierung im vorliegenden Fall begünstigt? So weit ich sehe, kommen vor allem zwei Faktoren in Frage: die Existenz lokaler Forschergruppen und die Fähigkeiten der dort arbeitenden Forscher. Ich behandle den letzten Punkt zuerst.

Wissenschaftler mit vielfältigen Fähigkeiten

Beurteilt man das Gelingen interdisziplinärer Forschung im Allgemeinen und auf dem Umweltsektor im Besonderen, so haben verschiedene Autoren eine skeptische Sicht entwickelt. Meist gelangen interdisziplinäre Initiativen nicht über die »Aggregation einzeldisziplinärer Leistungen und Kompeten-

zen« hinaus: »Entweder wird bereits vorhandenes Wissen ... angewendet oder die kumulative Theorieentwicklung vollzieht sich weiter innerhalb der einzeldisziplinären Bezugsrahmen« (Weingart 1974: 24). Es besteht die Notwendigkeit einer gemeinsamen Sprache, die nicht identisch mit der disziplinären Terminologie einer engen Spezialisierung sein kann. Meist erfolgt dies über den Umweg der Alltagssprache, was viel Zeit in Anspruch nimmt (Blaschke 1976; Kaufmann 1987; Timm 1989) und für die Wissenschaftler eine riskante Investition darstellt, die nur bei Vorhandensein bestimmter Anreize erfolgt (Weingart 1987).

In der Literatur scheint der Gedanke wenig entwickelt zu sein, wonach Interdisziplinarität begünstigt werden kann, wenn Wissenschaftler mit vielfältigen Fähigkeiten eine Schlüsselrolle übernehmen. Im hier behandelten Fall waren einige der Hauptprotagonisten der frühen wissenschaftlichen Diskussion Außenseiter auf dem Gebiet der Atmosphärenforschung. Sie spielten als individuelle Forscher mit großem Überblick und Kompetenzerwerb auf fremden Spezialgebieten eine wichtige Rolle bei der Entstehung von Interdisziplinarität.¹¹ Cicerone und Stolarski waren wie Rowland und Molina von Hause aus keine Stratosphärenchemiker. Die ersten beiden waren nicht einmal Chemiker. Cicerone hatte einen Abschluß als Elektroingenieur, Stolarski als Physiker. Beider Forschungsinteresse lag auf dem Gebiet der Ionosphäre, der Region oberhalb der Stratosphäre. Die Atmosphäre der Erde war zu jener Zeit durch institutionelle Zuständigkeiten in verschiedene »Stockwerke« aufgeteilt, für die je eine Subdisziplin zuständig war, die die Kontrolle über ihrem Bereich entschieden verteidigten. Bis in die sechziger Jahre erfuhr die Stratosphäre kaum Beachtung (siehe Dotto/Schiff 1978: 121f.).¹² Scherzhaft wurde sie auch als »Ignorosphäre« bezeichnet (Crutzen 1996).

11 Vgl. Ben-Davids (1960) Konzept der »role-hybrids«.

12 Ein weiterer Grund mag in einer Weiterführung bereits erfolgter praktischer Erfahrungen mit interdisziplinärer Arbeit liegen. Wie Untersuchungen zeigen, haben es interdisziplinäre Projekte schwerer als »normale« Projekte, gefördert zu werden. Insbesondere auf seiten der Gutachter besteht eine Voreingenommenheit gegen Antragsteller aus einer »fremden« Disziplin (Porter/Rossini 1985). Umgekehrt ist es wahrscheinlich, daß Wissenschaftler, die interdisziplinärer Forschung gegenüber aufgeschlossen sind und selbst als Gutachter fungieren, diesen Bias nun umkehren und bevorzugt Projekte befürworten, die ebenfalls interdisziplinär sind, vielleicht sogar zur Kooperation mit den eigenen Projekten geeignet sind. Meine Befragungen bestätigen, daß die Forscher die interdisziplinäre Öffnung, die sich auf dem Gebiet der Atmosphärenwissenschaft entwickelt hat, als sehr positiv bewerten.

Die herausragenden Kontrahenten der frühen Kontroverse waren zum überwiegenden Teil Experimentatoren, die eine ungewöhnliche Übersicht über das Forschungsfeld und vielfältige Fähigkeiten besaßen. Vieles deutet darauf hin, daß die Interdisziplinarität im vorliegenden Fall von unten gewachsen ist, das heißt, durch eine interdisziplinäre Orientierung, die bei verschiedenen Einzelforschern vorhanden war.

As a whole, our community of relatively young scientists at that time had decided we were not going to follow in the footsteps of our predecessors (as documented in the Schiff and Dotto book) with all of the petty disagreements and backbiting. We were determined that science could be done in a more friendly and cooperative way. We still follow through with this – some of my best friends ... are also some of my chief competitors. (Interview 47)

Folgende Beispiele verdeutlichen, wie breit die Fähigkeiten und Interessen der frühen Protagonisten gefächert sind. Lovelock baute den *electron capture detector*, führte Feld- und Labormessungen durch und entwickelte die Gaia-Philosophie (Lovelock 1982, 1993). Er gehört zu einem Typus von Wissenschaftlern, die innovativ und »unternehmerisch« arbeiten, was oft zu Konflikten mit dem Establishment der offiziellen Disziplin führte.¹³ Er zog daraus die Konsequenz, sich aus den akademischen Institutionen weitgehend zurückzuziehen. Er lieferte einen wichtigen Anstoß zur Untersuchung der Rolle von FCKW, als er Ende der sechziger Jahre die Ursachen des Smogs über Westirland untersuchte und die Ursachen im fernen Festlandseuropa vermutete. Lovelock benutzte FCKW als Markierungsstoffe (*tracer*), um Luftbewegungen nachvollziehen zu können. Tatsächlich fand er seine Vermutung bestätigt, die er in zwei Artikeln publizierte. Er schrieb in der Folge Projektanträge, um ähnliche Messungen auf einer Schiffsexpedition in die Antarktis durchzuführen. Diese Anträge wurden abgelehnt. Einer der Gutachter führte aus, jedes Schulkind wisse, daß man kaum Konzentrationen von einem Millionstel in der Luft messen könne.¹⁴ Der Antragsteller behauptete jedoch, Konzentrationen von einem Billionstel messen zu können,

13 Daten von Chubin und Hackett (1990: 66) zeigen, daß eine sehr große Anzahl von Wissenschaftlern (60 Prozent) der Ansicht sind, das Gutachterverfahren blockiere innovative (»unorthodox or high risk«) Ansätze.

14 Die Konzentration wird durch den Anteil der Moleküle an einer Luftprobe bestimmt. Die Einheiten werden in der englisch- und deutschsprachigen Literatur gleich abgekürzt, aber teilweise verschieden bezeichnet: ppm (millionstel Anteile, *parts per million*, 10^{-6}), ppb (milliardstel Anteile, *parts per billion*, 10^{-9}) und ppt (billionstel Anteile, *parts per trillion*, 10^{-12}). Da es sich hierbei um Volumenanteile handelt, werden sie auch als ppmv, ppbv und pptv abgekürzt.

was klar mache, daß es sich um einen unseriösen Antrag handle, mit dem die Kommission nicht ihre Zeit vergeuden sollte. Die Angestellten der Förderbehörde sorgten immerhin dafür, daß Lovelock zumindest freie Kost und Logis auf einem Schiff bekam, um sein Projekt durchzuführen.

So I built the apparatus myself and they gave me free board and lodging on the ship. It must have been the most inexpensive research project ever.¹⁵

Lovelocks außergewöhnliche Fähigkeiten auf dem Gebiet des Instrumentenbaus werden von seinen Kollegen hervorgehoben. Seine Gaia-Philosophie, die unmittelbaren Bezug zur Ozonkontroverse nimmt – ein verschlungenes System von negativen und positiven Rückkopplungen, das der Natur ihre Robustheit verleiht – wird dagegen gemischt bewertet. Einige Wissenschaftler halten sie für religiöse Spekulation, andere für interessanten Diskussionsstoff. Seine frühe Äußerung, die von ihm gemessenen FCKW stellten keine Gefahr für die Umwelt dar (»no conceivable environmental hazard«, Lovelock et al. 1973: 194), hat ihn anfangs zur Pro-Industrieallianz gebracht. Heute hält er diese Aussage für seinen größten Fehler.

Rowland, von Hause aus Radiochemiker, kam um 1973 zur Atmosphärenchemie. Er führte Labor- und Feldmessungen durch und berechnete zusammen mit seinem damaligen Assistenten Molina die vermuteten Ozonabbauraten mit einem 1-D-Modell. Dabei spielte die Lebensdauer von FCKW eine entscheidende Rolle:

The calculation of the average lifetime of a molecule – the early stage of our work in late 1973 – involved a simple 1-D vertical model of the atmosphere: the CFC compounds were subject to two effects, the motion up and down through the atmosphere (put in with an »eddy diffusion« constant at each altitude), and a rate of photolysis at each altitude, causing it to disappear. We used all of the eddy diffusion profiles worked out by the other scientists who had developed computer models in connection with the work on the SST problem, and showed that all of them gave about the same result, e.g. 40–80 year lifetime for CC13F [F 11].¹⁶

Rowland unternahm auch Aktivitäten auf dem Gebiet der Feldbeobachtung. Zu Beginn der achtziger Jahre hegten die FCKW-Kritiker den Verdacht, daß die weltweite FCKW-Produktion, entgegen den Angaben der Hersteller, wieder anstieg. Rowland veröffentlichte 1982 Resultate, die zeigten, daß mehr FCKW 12 in der Atmosphäre war, als offiziellen Angaben gemäß pro-

15 Pers. Mitteilung Lovelock.

16 Pers. Mitteilung Rowland.

duziert worden war. Die Industrie reagierte abwieglerisch, stellte sich dann aber doch den Daten. Da man schlecht sich selbst oder andere Unternehmen der Unkorrektheit in der Angabe von Produktionsziffern bezichtigen konnte, behauptete man, daß Leckagen aus Produktionsanlagen für die erhöhten Werte verantwortlich seien. Rowland führte persönlich Konzentrationsmessungen im Abwind einer großen FCKW-Produktionsanlage durch und fand keine Bestätigung dieser Erklärung.

We then tried to verify this 1.5 percent leakage, which was a major source. Any big firm should be a major source. And so we got samples downwind from the Du Pont plant in Texas. There was a lot of methyl bromine, carbon-tetra-chloride, but very little CFC 12 or 11 (on that day). I didn't believe their explanations, I felt all along that some of their companies were underestimating.¹⁷

Rowland verbindet solch disparate Spezialisierungen und Fähigkeiten wie Laborkinetik, Modellrechnungen und In-situ-Messungen. Ein Teil der Fähigkeiten entwickelt sich im Lauf der Kontroverse, angetrieben von der Motivation, im Kampf gegen Du Pont zu bestehen.

Jim Anderson ist, ähnlich wie Lovelock, ein Wissenschaftler, der große Fähigkeiten auf dem Gebiet des Apparatebaus entwickelt hat. In den siebziger Jahren kamen viele Messungen chemischer Schlüsselsubstanzen von ihm.

Without Anderson's *in situ* measurements the modellers would not have real numbers to put into their models and to look if their models can reproduce them. (Interview 2)

Er baute das Instrument, mit dem während der zweiten Antarktisexpedition 1987 die entscheidenden Messungen an Bord eines Spezialflugzeugs durchgeführt wurden. Er entwickelte dieses Geschick über lange Zeit hinweg; Vorläufer des Instruments waren bereits bei Ballonaufstiegen in den siebziger Jahren eingesetzt worden. Sein Instrument arbeitete dermaßen präzise und lieferte ein so deutliches Signal, daß seine Ergebnisse in den Wochen und Monaten nach Abschluß der Expedition zur Schließung der Kontroverse um die Ursachen des antarktischen Ozonlochs verwertet wurden. Die Messungen bezogen sich auf das Verhältnis von Ozon und Chlormonoxid im antarktischen Polarwirbel. Die beiden Substanzen korrelierten abhängig von der geographischen Breite stark negativ.

17 Pers. Mitteilung Rowland.

Paul Crutzen ist ein ehemaliger Ingenieur und Meteorologe und ein Autodidakt auf dem Gebiet der Chemie. Er promovierte 1968 in Meteorologie (unter Bert Bolin, Stockholm) und schloß 1973 eine der letzten in Schweden durchgeführten Habilitationen ab. 1970 entdeckte er, daß Stickoxide die Ozonschicht angreifen können. Dies war die erste wissenschaftliche Revolution auf dem Gebiet der stratosphärischen Chemie nach vier Jahrzehnten theoretischer Stagnation. Crutzen ist ein Modellierer, der sich sehr stark für die menschlich erzeugten Veränderungen des Weltklimas und der Ozonschicht interessiert und öffentlich engagiert. Er entwarf verschiedene Szenarien zu den Folgen eines möglichen Atomkrieges (»Nuklearer Winter«) und des Golfkrieges (Ölfeuer) auf das Weltklima, die breites Interesse hervorgerufen haben. Sein wissenschaftliches und sein praktisch-politisches Interesse lassen ihn einen Forschertyp verkörpern, der die wichtigen wissenschaftlichen Fragen auf spezifische Weise selektiert. Crutzen war nicht nur Ingenieur, sondern nach 1977 auch Verwaltungsbeamter beim *National Center for Atmospheric Research* (NCAR) in Boulder. Er setzte während dieser Zeit nicht nur seine wissenschaftlichen Arbeiten fort, sondern brachte eine interdisziplinäre Forschung in Gang, die die Wechselwirkungen zwischen Atmosphäre und Biosphäre ins Visier nahm (siehe ausführlich Crutzen 1996).

In all diesen Fällen ist bemerkenswert, daß innovative Entwicklungen von den Rändern der etablierten Wissenschaft kommen. Manchmal sind es Außenseiter, *newcomer* oder einfach Wissenschaftler, die sich weit aus ihrer Spezialisierung herauswagen oder praktische Fähigkeiten besitzen, die sie in die rein akademische Arbeitsweise einbringen. Sofern dieses Verhalten intentional oder strategisch ist, ist es sicher ein sehr riskanter Weg, um wissenschaftliche Reputation zu erlangen. Anders formuliert: Das wissenschaftliche *business as usual* hätte vermutlich ohne diese Forscherpersönlichkeiten viele der gesammelten Erkenntnisse erst sehr viel später oder gar nicht gemacht und die Forscher selbst sind ein großes Risiko eingegangen, was ihre eigene Karriere angeht.

Die geographische Konzentration von Forschung

Sieht man sich die Forschungsbedingungen an, unter denen die wichtigen Beiträge entstanden sind, so kann man beobachten, daß die führenden Wissenschaftler, von wenigen Ausnahmen abgesehen, mit Kollegen in der unmittelbaren Nähe zusammenarbeiten. Viele wichtige Veröffentlichungen (sog. *key papers*) sind jeweils von zwei Wissenschaftlern geschrieben wor-

den, die an derselben Fakultät oder im selben Institut arbeiten oder sich zumindest in geographischer Nähe befinden (Molina/Rowland; Cicerone/Stolarski; McElroy/Wofsy; Crutzen/Arnold; Brühl/Crutzen). Dies trifft insbesondere für die Periode vor 1985 zu, als die Modelle noch relativ einfach waren und Probleme der atmosphärischen Dynamik keine Rolle spielten (siehe nächster Abschnitt). Aber auch vorher haben Forscher versucht, von der Spezialisierung anderer Wissenschaftler zu profitieren. Rowland und Molina arbeiteten beispielsweise mit dem Modellierer Donald Wuebbles vom Lawrence Livermore Laboratory (das ebenfalls in Kalifornien liegt) zusammen. Ein besonders sichtbares Resultat der Zusammenarbeit dieser Forscher (mit weiteren) war der Versuch der Erklärung des Ozonlochs (Solomon, Garcia, Rowland und Wuebbles, 1986). Der in Deutschland erfolgreich arbeitende Crutzen kooperierte mit Brühl im eigenen Institut und mit Arnold in Heidelberg. Seit der Steigerung der Komplexität der Modelle ist die Anforderung an die Gruppengröße allerdings gewachsen. Man kann dies durch die Entwicklung der durchschnittlichen Anzahl von Autoren pro Veröffentlichung ablesen.¹⁸ Um 1985 betrug die durchschnittliche Autorenzahl 2,7, zehn Jahre später über 4.¹⁹ 1985 wurden 95 Prozent aller Beiträge von durchschnittlich 6 oder weniger Autoren verfaßt. 1994 wurden 95 Prozent aller Beiträge von durchschnittlich 10 oder weniger Autoren verfaßt.²⁰ In beiden Perioden liegt die absolute Häufigkeit beim Autoren-Duo.

Gefragt ist eine Integration von Modellierern, Experimentatoren und dem technischen Hilfspersonal. Sind Gruppen in dieser Hinsicht »unterkritisch«, so haben sie kaum eine Chance, an der Forschungsfront dabeizusein. Folgende Gesprächsauszüge mögen dies belegen:

The German malaise is institutional. You know, also in the US you have different groups but they are talking much more to each other. In Europe somehow there is secrecy. ... The Germans have nothing to show. They have measurements, some interesting results. There are also individuals who have a good reputation ... but the competence is scattered. (Interview 2)

18 Die folgenden Zahlen beruhen auf einer Auswertung der Bibliographie der WMO-Berichte 1985 und 1994.

19 Verglichen mit Zahlen über die Kooperationsrate innerhalb der britischen Naturwissenschaften (Hicks/Katz 1996: 390) war die Kooperationsrate im Feld der Ozonforschung um 1985 leicht unterdurchschnittlich, 1994 jedoch weit überdurchschnittlich.

20 »There is always this tension [between theoretician and experimentalist]. We have now this solution: The theoretician writes the paper but includes the experimentalist as an author. Nowadays we have papers with 15 or 20 coauthors« (Interview 17).

Vor 3 Jahren [d.h. 1991] wurde die AG stratosphärische Chemie zum Institut aufgewertet, damit die Gruppe auch Modellierungsaufgaben übernehmen kann, damit man die eigenen Daten modellieren kann. Da wurde auch personell aufgestockt ... Lange Zeit haben die Modellierer und Experimentatoren wenig miteinander gesprochen. Jeder hat vor sich hingewerkelt. Die Synergetik ist erst mühevoll gelungen, nachdem die Forschungsförderung programmatisch eingerichtet wurde, Kooperation also erzwungen wurde. (Interview 35)

Man kann nicht auf der grünen Wiese anfangen zu messen. In-situ-Messungen sind schwierig, schon von den Beschränkungen her, die die Apparate betreffen. Es braucht Know-how in der Instrumentierung. Dasselbe gilt für die Modellierung, da war ja nichts in Deutschland. Als ich kam, habe ich Crutzens ursprüngliches 1-D-Modell mitgebracht, das war das einzige stratosphärische Modell, was es zu dem Zeitpunkt in Deutschland gab. (Interview 26)

Erst in den achtziger Jahren haben wir gegenüber den USA aufgeschlossen. Wir hatten keine systematische Förderung, wir hatten diese kleinen Uni-Institute, die fast alle unterkritisch in der Anzahl der Mitarbeiter waren, dann haben wir zunächst die internationalen Forschungsprogramme nicht mitformuliert, sondern nur teilgenommen ... Unsere Kooperation ist eher über den Teich hinweg, als im eigenen Land. (Interview 1)

Deutschland war im Vergleich zu den USA in der Tat wenig innovativ. Mit Ausnahme der Gruppen um Crutzen und Ehhalt gab es lange Zeit keine wichtigen Beiträge. Die eine beschränkte sich weitgehend auf die Modellierung, die andere auf Feldexperimente. Als möglicher institutioneller Grund kann das Fehlen starker interdisziplinärer Forschergruppen sowie die starke Orientierung auf die USA gelten.

In Europa fehlt diese technologische Infrastruktur. Hier muß der Wissenschaftler dafür sorgen, daß sein Datennetzwerk am Kampagnenort aufgebaut wird. Die Amerikaner hatten zig Leute, die abends nur darauf gewartet haben, daß die Wissenschaftler zurückkamen und ihnen ein Magnetband mit den Daten überreichen. Die haben das auf einen Zentralrechner überspielt, formatiert, geplottet; dann kamen die Wissenschaftler wieder und haben über die Wissenschaft gesprochen.

Bei uns herrscht eine andere Tradition, die ist nicht unbedingt falsch, hat aber eine Auswirkung auf die Effizienz. Die wissenschaftlichen Gruppen machen alles selber, vom Schrauben bis zum Verpacken bis zum Daten überspielen, auswerten und Papers schreiben. Man ist also viel intensiver in allen Schritten, weil einfach die Infrastruktur fehlt. Es gibt ganz wenige Bereiche, die genügend Techniker und Hilfspersonal haben, so daß die Wissenschaftler sich nur mit Wissenschaft und Planung beschäftigen können. Die Gruppen sind alle unterkritisch. (Interview 35)

Unabhängig von der Frage nach nationalen Forschungsbedingungen kann gesagt werden, daß die Herausbildung von Interdisziplinarität bedeutet, daß das Feld in verschiedenen Dimensionen wächst und schrumpft. Es wird gleichzeitig größer und kleiner. Es wird größer, weil Forscher aus mehr als einer Disziplin zusammenkommen; es wird kleiner, weil sie nur einen kleinen Ausschnitt ihrer Herkunftsdisziplin repräsentieren. Dabei kann es zur Abkopplung und Entfremdung vom Rest der Disziplin kommen. Wissenschaftler interdisziplinärer Gruppen tendieren dazu, den Kontakt zu anderen Forschungsgruppen zu suchen, die ähnlich, das heißt ebenfalls interdisziplinär arbeiten. Dies kann auf Kosten des Kontakts zur Herkunftsdisziplin gehen.

Atmosphärenchemie und dynamische Meteorologie

Wie oben gezeigt, gibt es zunächst eine wichtige Tendenz zur Kooperation zwischen verschiedenen professionellen Spezialisierungen innerhalb der Atmosphärenchemie, die nach der Veröffentlichung der Molina-Rowland-Hypothese und des enormen Wachstums des Feldes Mitte der achtziger Jahre stark zunahm. Dies ist jedoch keine Kooperation zwischen verschiedenen Disziplinen im eigentliche Sinne. Diese bildet sich durch die Kooperation von Atmosphärenchemikern und dynamischen Meteorologen, vor allem im Gefolge der beiden Antarktisexpeditionen heraus. Nachdem die dynamische Meteorologie zu Beginn der Kontroverse für lange Zeit eine untergeordnete Rolle gespielt hatte, bekam sie nach der Entdeckung des antarktischen Ozonlochs Auftrieb.

The whole field at that time [zu Beginn der achtziger Jahre] was dominated by chemists. The original theory was a chemical theory, and they deal with an atmosphere which is more or less static, they used to have 1-D models for vertical profiles. Dynamicists got into this field late. Physically based foundations were not available in a manageable model. The 3-D models often had ... primitive chemistry in [them]. We had two extremes: Chemists having very sophisticated chemical schemes but not transport and the dynamicists who ... could not incorporate the complicated [chemistry]. (Interview 38)

Dynamiker vertraten die Ansicht, das Ozonloch sei durch die spezifischen meteorologischen Bedingungen, die über dem Südpol zur Zeit des antarktischen Winters herrschen, verursacht. Diese Bedingungen zeichnen sich unter anderem durch einen stabilen Polarwirbel aus, in dem die Ozonabnahme von einer ebenso drastischen Temperaturabnahme begleitet wird. Es sei der ozon-

reichen Luft um den Polarwirbel nicht möglich, so wurde von Dynamikern vermutet, die ozonarme Luft im Wirbel aufzufüllen. Ein Dynamiker erläuterte die Situation, vor der man angesichts der antarktischen Anomalie stand, auf folgende Weise:

We only had two pieces of information: Ozone is going down and the temperature is going down. We didn't know anything about the chemistry at the time. So in 85/86 we only had these two pieces of information from satellites. And there were two hypotheses to explain it: One of which is, the air is coming up adiabatically and it's cooling as it rises and it's pushing the ozone layer up at the same time. So there could be some dynamical phenomenon developing in the Southern hemisphere which is creating this. The other hypothesis was: If the ozone is going down chemically, then you have less heating of the stratosphere and it will get colder. So it's a chicken-egg question. It seemed to me that it was very premature to assume that it was chemical. (Interview 17)

Dies provozierte die Chemiker, die keinerlei Anzeichen für eine dynamische Erklärung sahen. Ein Chemiker erklärt seine Aufregung:

Personally I just get a little nervous when people say »It must be dynamics!«, without any reason. If you can observe something, like temperature or wind changes, then it would be different. But just throwing up the hands and saying »It must be dynamics!« ... Why? (Interview 36)

Überrascht es, daß Dynamiker mit derselben Wortwahl den Vorwurf an die Gegenseite wiederholen?

I was very much against people saying: »It's got to be chemical«. Sherry Rowland said: We can see that from the planet Mars, »It's got to be chemical«. How does he know? Before we jumped into regulating (people lose their job, if you regulate!) I thought we needed more research. I was very upset with the chemists, because I thought they were making a big assumption. (Interview 17)

In einer Reihe von Experimenten im Labor und im Feld erlangte die Forschungsgemeinschaft jedoch Einigkeit darüber, daß solche dynamischen Faktoren allein nicht ausreichen, um das Ozonloch zu produzieren. Es mußten chemische Reaktionen im Spiel sein, unter denen vor allem Chlor als Hauptsubstanz vermutet wurde (Shell 1987). Dieser Konsens, der um 1988 entstand, ging auf eine Periode sehr fruchtbarer und intensiver Diskussion und Kontroverse zurück. Die Teilnehmer dieser Diskussion lernten viel voneinander und wendeten die gewonnenen Erkenntnisse auf die Erklärung der Ozonschicht in mittleren Breiten und in der Arktis an. Sie blieben als internationale Forschergruppe in ständigem Kontakt. Die Verlierer haben ihre Niederlage akzeptiert. Einer von ihnen drückte es so aus:

So we were disappointed that we were wrong but happy of having been able to inject good science into the process. Hypotheses are meant to be rejected. (Interview 11)

Heute beinhalten alle guten Modelle eine Kombination von Dynamik und Chemie. Ein Dynamiker sagt:

Today we all get together and don't talk about cultural gaps any more. It's interesting, when we talk about »potential vorticity dynamics«, the chemists no longer panic. The fields have really been culturally merged in such a way that we pretty much speak the same language. That's very exciting. (Interview 11)

Die Tatsache, daß ein Konsens so schnell erreicht werden konnte, hat auch mit den enormen Motivationen zu tun, die in diesem Prozeß mobilisiert wurden. Es war für viele Wissenschaftler die Gelegenheit ihres Lebens, an der grundlegenden Umwälzung bisherigen Wissens mitzuwirken.

Die chemischen Erklärungen verwendeten alle »heterogene Reaktionen« als zentralen Ozonzerstörungsmechanismus. Dieser Reaktionstyp war eine Neuentdeckung für das Feld der Ozonforscher. Vor 1986 zog kaum jemand diese theoretische Möglichkeit in Betracht. Dies zeigt an, daß die Forschungsgemeinde in einer eher hektischen Art versuchte, möglichst schnell mit Erklärungen aufzuwarten.²¹ Jedenfalls stellte es zu jener Zeit kein etabliertes wissenschaftliches Wissen dar, das für die Vertragsstaaten vor Montreal verfügbar gewesen wäre.

In 1985 we were saying to ourselves that making these speculations, we don't know when we will be proven wrong. Maybe in ten years, that was the feeling. It is remarkable that the scientific community mobilized and got these expeditions to this remote place of the planet to actually find out what the answer is. Of course there is a lot of excitement associated with it. It is very rare for chemists

21 Ein Wissenschaftler, der zum inneren Kreis der aktiven Ozonforscher gerechnet werden muß, erklärte: »There were three papers, where theory people tried to explain the ozone hole. They all take credit for it, but they were all wrong. The mechanisms were all wrong. S. had HCl which can't do it, M. had $\text{BrO} + \text{ClO}$ which is 20 percent, but he can't make the ozone hole, and C. had some HO_2NOH system. That model turned out to be irreproducible. They all had heterogeneous chemistry, in that sense they were all right. But they were all wrong in the sense that no one can get the ozone hole. If you go back and look at the papers, they are all embarrassing, they all have kind of black magic, everyone tried to get the ozone depletion right, but nobody could do it. The first person who could do it was Mario Molina, who did lab work which showed that the ClO dimer could form, combine, photodissociate, destroy ozone at a rate that was kind of what we have seen. If you put that into the models, they started to give the right answers. Farman observed it, everyone said it's heterogenous chemistry, they all jumped on the bandwagon, but even then they couldn't come up with a mechanism« (Interview 15).

to see a new chemical reaction at work producing such dramatic effects. It's an opportunity of a lifetime. That's why there is so much enthusiasm for going down there. (Interview 38)²²

Am 9. Mai 1988 traf sich der Kern des Forschungsfeldes in Snowmass/Colorado, um die Auswertung der beiden Antarktisexpeditionen zu diskutieren. Im Vorfeld schien es, daß weder Dynamiker noch Chemiker zum Nachgeben bereit waren. Der Konferenzleiter gebrauchte eine Metapher aus jenen alten Eisenbahnzeiten, als Züge auf eingleisigen Strecken aufeinander zuliefen:

It's like the old days of railroading when two trains, unable to communicate, would speed unknowingly toward each other on the same track through the middle of Kansas. Eventually, there was going to be a cornfield meet between the two – guaranteed to be messy. (zit. bei Nance 1991: 183)

Die Positionen prallten zwar aufeinander (in einer fünftägigen Sitzungsperiode mit 69 Vorträgen), aber es bildete sich auch ein gemeinsames Verständnis heraus.²³ Den Dynamikern wurde klar, daß die außergewöhnlichen meteorologischen Bedingungen über der Antarktis allein kein Ozonloch produzieren konnten. Eine Minderheit unter den Dynamikern hielt noch eine Zeitlang an der Ansicht fest, daß auch das Umgekehrte gelte, also erhöhte Chlorkonzentrationen kein Ozonloch zustande bringen. Die endgültige Auswertung der Daten der Antarktisexpedition von 1987 widerlegte die Hypothesen der Dynamiker, und die Untersuchung der nördlichen Atmosphäre deutete darauf hin, daß auch hier eine chlogesteuerte Chemie für Gleichgewichtsstörungen sorgt. Durch die weniger extremen atmosphärischen Bedingungen kommt es allerdings nicht zur Ausprägung eines arktischen Ozonlochs.

Zusammenfassend kann man sagen, daß sich hier eine geglückte Fusion eines Forschungsfeldes vollzogen hat, bei der die Protagonisten aus verschiedenen Disziplinen kamen. Es hat jedoch keine Fusion von Disziplinen stattgefunden.

22 »What would drive a group of people to do as much as scientists do in their jobs, to work 80-hour weeks and ... you know, I mean there is a lot of people in this field who work insane hours. Competitiveness must be in it, otherwise we would have the good sense to enjoy life more« (Interview 45).

23 Zwei von mir befragte Dynamiker gaben an, daß der Workshop in Snowmass den Sieg der Chemiker brachte.

3.1.5 Internationalisierung

Auch die Herausbildung von internationalen Forschergruppen führt zum gleichzeitigen Wachsen und Schrumpfen des Feldes. Durch die Kooperation mit anderen Forschern im Ausland, die die gleiche Spezialisierung weiter-treiben, wächst das Feld; durch die Ablösung von ihren »alten« Heimatdisziplinen schrumpft es gleichzeitig, da es als Subdisziplin an Autonomie gewinnt. Die Entfremdung von der Herkunftsdisziplin ist damit wahrscheinlich. Wie die interdisziplinäre Orientierung, so ist auch die Internationalisierung naheliegend bei einem globalen Problem, kam aber auch nicht von selbst, sondern nur durch politisch und forschungspolitisch motivierte Anstrengung zustande. Besondere Bedeutung in diesem Prozeß kommt Bob Watson zu, dem Leiter des NASA-Programms zur Ozonforschung. Er erkannte zu Beginn der achtziger Jahre richtig, daß Regulierungen (!) durch die Existenz einer Vielzahl, teilweise widersprüchlicher Einschätzungen und offizieller Berichte, erschwert würden. So existierten um 1980 sechs verschiedene Berichte über den Wissensstand, was zur Verwirrung führte und den Regulierungsgegnern wohlfeile Argumente lieferte. Diese verschiedenen Einschätzungen wurden von folgenden Organisationen vorgelegt: EG, NASA, NAS, UNEP, WMO und der britischen Regierung.

At that stage industry and other people were looking rather at the differences than at the commonalities of the different studies. So I tried to work with the international science community toward a single international assessment.²⁴

Watson versuchte, die internationale wissenschaftliche Community zur Abfassung eines einzigen internationalen Berichts zu bringen. Dies gelang 1985 zum ersten Mal (WMO 1986). Damit hatte man einen Mechanismus gefunden, der es erlaubte, alle relevanten Wissenschaftler zusammenzubringen, indem man sie zwang, dieselben Daten als Ausgangsbasis heranzuziehen.²⁵ Damit sollten viele Punkte, die bislang kontrovers diskutiert worden waren, in einem einheitlichen Standpunkt zusammengeführt werden. Watson erhielt

24 Pers. Mitteilung Watson.

25 Die Anerkennung der NASA als verantwortlicher wissenschaftlicher Einrichtung zur Koordination all dieser Aktivitäten ist ihrer hohen Reputation geschuldet. Dies machte es möglich, daß nationale Regierungen sich darauf einließen, die Ergebnisse entsprechender Forschungen anzuerkennen. In neoinstitutionalistischen Termini: »Absent coercion, the other parties will be willing to delegate such discretionary authority only if they believe that it will be used fairly and effectively. An important source of this belief is reputation. The party to whom authority is delegated should be the one with the most to lose from a loss of reputation« (Majone 1996b; Milgrom/Roberts 1992).

1992 den *National Academy of Sciences Award for Science Reviewing*. Eugene Garfield kommentierte die Preisvergabe in *Current Contents* folgendermaßen:

Watson ... has been described as a »national asset« ... [He] has supplied the evidence to a skeptical world that proves there is such a thing as ozone depletion in the upper stratosphere, particularly over Antarctica, and that it threatens humankind's well-being. (Garfield 1992: 5)

In der Begründung für die Preisvergabe wird betont, daß Watsons Artikel und Berichte die Basis abgegeben hätten für die Entscheidungen von Industrie und Regierungen, FCKW zu regulieren. Auch Garfield hebt den Aspekt hervor, daß Watsons Arbeiten zwar auch von anderen Wissenschaftlern im Forschungsfeld zitiert werden, aber hauptsächlich Einfluß auf den politischen Entscheidungsprozeß genommen hätten.

Trotz der Internationalisierung gibt es nach wie vor nationale Forschungsprogramme und den Nationalstolz auf »eigenständige Beiträge«. Die Unterschiede in der nationalen Wissensentwicklung gehen in der Mehrzahl auf institutionelle Faktoren zurück. Es gab in der stratosphärischen Chemie um 1970 *international* eine gemeinsame Wissensbasis, die im wesentlichen aus den dreißiger Jahren stammte. Als das Forschungsfeld die Rolle von FCKW und anderen Stoffen zu untersuchen begann, wurde dieses Wissen revidiert und weiterentwickelt, aber in verschiedenen nationalen Wissenschaftssystemen auf verschiedene Weise.

Die internationale Wissenschaftlergemeinschaft in der Ozonforschung gruppiert sich um einen Kern in den USA und besteht aus circa fünfzig Wissenschaftlern, die in engem Kontakt zueinander stehen. Sie tauschen ständig Informationen aus und sind über die Forschungen ihrer Kollegen gut unterrichtet.

They all know what the others are doing. That is the way we make the assessments. We count on these key people and after that they have groups around them and know others ... The Americans didn't involve too many Europeans ... we have all the time tensions because of this. (Interview 2)

Diese Wissenschaftler bilden auch den Kern für die internationalen Berichte, die im Auftrag der WMO und der UNEP herausgegeben werden. Sie bilden ein *invisible college* (Crane 1972; Price 1963).²⁶ Die Dominanz der Amerikaner ist unübersehbar.

²⁶ Crane und Price greifen damit einen Begriff auf, den Robert Boyle im 17. Jahrhundert geprägt hatte und der sich bezieht auf »past and present informal collectivities of closely in-

Tabelle 3-1 Nationale Herkunft der Autoren und Gutachter verschiedener UNEP/WMO-Berichte (Auswahl der wichtigsten Herkunftsländer)

	1985	1988	1989	1991	1994
USA	99	104	81	128	143
Großbritannien	12	6	11	14	28
Deutschland	10	3	12	7	29
Frankreich	6	2	8	4	14
Belgien	4	2	3	1	4
Norwegen	0	1	2	3	8
Kanada	2	2	2	2	2
Japan	0	1	5	4	6
Rußland	0	0	4	6	5
Australien	1	2	2	1	5
Italien	2	1	0	2	3
Schweden	0	1	0	1	1

Quelle: WMO, eigene Zählung

Dies ist eher symptomatisch für die weltweite Struktur der Wissenschaft, wie verschiedene Studien belegen. Auf Basis einer Cozitationsanalyse zeigen Winterhager/Weingart/Sehringer (1988), daß die USA die konkurrenzlos führende Wissenschaftsnation ist (fast die Hälfte aller Publikationen in wissenschaftlichen Fachzeitschriften stammen von dort). Mit Mitteln der Netzwerkanalyse untersuchten Schubert/Braun (1990) die internationale wissenschaftliche Zusammenarbeit für die Periode 1981 bis 1985. Ihre Ergebnisse zeigen, daß die USA in einem internationalen Netzwerk die zentrale Knotenposition einnimmt, obwohl die Kooperationsrate der US-Wissenschaftler über die Landesgrenzen hinweg relativ niedrig ist. Dies deutet darauf hin, daß die USA eine führende Stellung in der Forschung einnehmen und es sich leisten können, auf die Kooperation mit Wissenschaftlern aus anderen Ländern zu verzichten. Im Fall der Ozonforschung verbot sich diese *splendid isolation* allerdings aus politischen Gründen, weil man einen institutionellen Konsens orchestrieren (Elzinga 1993) wollte:

teracting scientists limited to a size that can be handled by inter-personal relationships« (Merton 1995: 407).

Take these WMO reports. Who wrote them? There is no institutionalized democratic system to hire the scientists. Basically the way it works, WMO asks the US government to write a report. So they ask W. and A. They make an outline, like tropospheric chemistry: »Whom should we ask?«, and so on. Then they have the list and see that there are only Americans, that doesn't work. So they replace a few people with people from Europe. Now it looks international. But they are all part of the same planet, you know what I mean. So they say, we need to be more international, so they add more people, which do not have to do any work, but which are there on paper. »Let's put a Chinese, three Japanese and an Indian ...« And then they call a big meeting where all those people come from all over the world, they pay their trip and then: Who does the work? The lead authors who have been involved in the business. (Interview 41)

Die Ausweitung ist bisher nur in Ansätzen gelungen. Alle in Tabelle 3-1 aufgeführten Länder haben zwar eine Zunahme zu verzeichnen, in manchen Fällen um einen Faktor von drei und mehr, aber in absoluten Zahlen haben auch die USA nochmals zugelegt. Der Anteil der Wissenschaftler, die nicht aus den USA kommen, schwankt zwischen 17 und 38 Prozent, 1994 erreicht er die Höchstmarke von 42 Prozent.

Deutlich verändert hat sich das Verhältnis zwischen den federführenden Wissenschaftlern für Einzelkapitel der WMO-Berichte (*lead authors*). Im Bericht von 1988 gab es 14 Kapitelverantwortliche, von denen 10 aus den USA kamen, jeweils einer aus Norwegen, Australien, England und Deutschland. Im Bericht von 1994 stammen von den 16 Kapitelverantwortlichen nur noch 6 aus den USA, 5 aus Großbritannien, 2 aus Deutschland und je einer aus Neuseeland, Norwegen und Venezuela.

Die Institutionalisierung der WMO-Berichte war ein wichtiges Mittel, um den internationalen politischen Prozeß in Richtung Regulierung zu bewegen. Seit es sie gibt, versuchen diese Berichte, den Konsens der internationalen Wissenschaftlergemeinschaft festzuhalten. Der Effekt auf die Politik war deutlich, die Strategie erfolgreich. Probleme gibt es nur mit Skeptikern, die betonen, daß wissenschaftliche Wahrheit und demokratische Prinzipien sich schlecht vertragen:

Man sagt: Da sind 159 Wissenschaftler aus 65 Ländern und die haben das und das erkannt. Aber in der Wissenschaft gibt es keine Demokratie, da kann ja einer sein, der dagegen ist und doch Recht hat. Das ist doch kein demokratisches Spiel, das wir spielen. (Interview 8)

3.2 Eigennutz und Normen in der Wissenschaft

3.2.1 Weltbilder der Wissenschaftler

Ich habe versucht, die umweltpolitischen Überzeugungen (Kurzformel für: ethische Werte, Annahmen über wichtige Kausalzusammenhänge, Politikoptionen) von ausgewählten Wissenschaftlern ($N = 27$) zu erheben und zu klassifizieren. Legt man die Zahl der Autoren für die WMO-Berichte zugrunde, so dürfte das Feld heute zwischen 200 und 300 Wissenschaftler umfassen, die aktive Forschung betreiben. Meine Zehn-Prozent-Stichprobe ist allerdings keine Zufallsstichprobe und kann insofern keine Repräsentativität beanspruchen, da es sich um die zentralen Wissenschaftler dieses Forschungsbereichs handelt, was eine Überrepräsentation der sichtbaren und hoch reputierten Wissenschaftler bedeutet.²⁷ Die Ergebnisse sind allerdings aussagekräftig, da einige der befragten Wissenschaftler auch die zentrale Rolle bei der Politikberatung innehatten. Die Wissenschaftler lassen sich in drei Gruppen einteilen: Advokaten, Skeptiker und Unentschlossene, wobei die ersten beiden Kategorien lautstark oder still sein können.

Neben dieser Erhebung wurde durch eine Recherche in der Datenbank (*Science Citation Index*, SCI) des *Institute for Scientific Information* die Häufigkeit ermittelt, mit der diese Wissenschaftler in den letzten zwanzig Jahren in den Fachzeitschriften zitiert wurden.²⁸ Durch diese Zusatzinformation wollte ich überprüfen, ob ein Zusammenhang zwischen Reputation und Einfluß auf den politischen Prozeß besteht.

Durch die Auswertung der SCI-Datenbank und gezielte Stichwortabfragen des Interviewmaterials wurden folgende Variablen ermittelt:²⁹ profes-

27 Die Wichtigkeit wurde durch Befragungen im Feld ermittelt. Die Auswahl der Gesprächspartner erfolgte aufgrund einer vorgängigen Literaturrecherche und nach dem Schneeballverfahren. Ein guter Indikator für die Zentralität ist die Tatsache, daß alle befragten Wissenschaftler mindestens einmal als Autor oder Gutachter für ein Kapitel der internationalen WMO-Berichte tätig waren. Etwa die Hälfte der Befragten war darüber hinaus für einzelne Kapitel verantwortlich. Im Sample befinden sich auch sämtliche Autoren der wichtigsten Publikationen im Untersuchungszeitraum, sowie die drei Nobelpreisträger für Chemie des Jahres 1995.

28 Ich danke Susanne Hilbring für freundliche Unterstützung.

29 Ein Erhebungsproblem, das auftauchte, bestand darin, daß manche Wissenschaftler (wenn auch sehr wenige) sich nicht zu der Frage äußern wollten, ob sie Regulierungen befürworteten oder nicht. In einigen Fällen konnte eine indirekte Einstufung vorgenommen werden, etwa durch eine Auswertung der Antworten zu der Frage, für wie stark die

Tabelle 3-2 Profile von Wissenschaftlern und ihre Verteilung 1975, N=27

Engagement	hoch	niedrig
pro	laute Advokaten 3	stille Advokaten 6
contra	laute Skeptiker 2	stille Skeptiker 0
weder noch	–	Unentschlossene 16

Quelle: eigene Erhebung

sionelle Spezialisierung, Reputation, Umweltbewußtsein und Engagement. Die Interpretation der Fundstellen wurde codiert. Unterscheidet man zwischen der Sichtbarkeit und der Einstellung gegenüber Regulierungen, so kann man fünf Profile ableiten, denen lautstarke und stille Advokaten, lautstarke und stille Skeptiker sowie Unentschlossene entsprechen. Lautstarke Advokaten sind jene, die in der Öffentlichkeit *und* im Policy-Prozeß aktiv sind; stille Advokaten jene, die zwar im Policy-Prozeß eine Rolle spielen, nicht jedoch in der (massenmedialen) Öffentlichkeit. Lautstarke Skeptiker halten den Beweis für die schädliche Wirkung von FCKW auf die Ozonschicht für nicht erbracht. Sie sprechen sich öffentlich gegen schnelle oder drastische Maßnahmen aus (die stillen tun dies nicht öffentlich). Die Unentschiedenen sind öffentlich nicht sichtbar, sie warten auf Daten und Beweise. Dies ist eine Vereinfachung, die die Zeitdimension zunächst unberücksichtigt läßt. Bezieht man diese mit ein und unterscheidet ungefähr zwischen 1975 und 1987, so gibt es *frühe* (lautstarke und stille) und *späte* (lautstarke und stille) Advokaten. Es gibt auch frühe Skeptiker und Unentschlossene, aber keine späten.

Wie erwähnt, ist der Indikator für die Klassifikation als lautstarker Advokat die starke Teilnahme an öffentlichen Debatten und am Prozeß der Politikberatung. Die Erhebung wird in diesem Fall durch allgemein zugängliche Quellen erheblich erleichtert, zum Beispiel durch Presseberichte, Arbeit von Parlamentsausschüssen usw. Schwieriger ist die Analyse im Fall der stillen Advokaten. Diese äußern sich in der Öffentlichkeit kaum zu Regulierungsfragen, nehmen aber teilweise entscheidenden Einfluß auf die Politikberatung. Hier konnte auf das Interviewmaterial als Datenbasis zurückgegriffen werden.

(kontrafaktische) Umweltschädigung eingeschätzt wird, die sich ohne FCKW-Regulierungen ergäbe.

Tabelle 3-3 Profile von Wissenschaftlern und ihre Verteilung 1986, N=27

Engagement	hoch	niedrig
pro	laute Advokaten 7	stille Advokaten 17
contra	laute Skeptiker 0	stille Skeptiker 3
weder noch	–	Unentschlossene 0

Quelle: eigene Erhebung

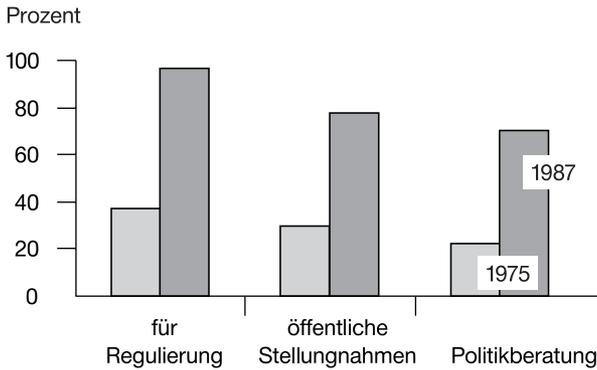
In den siebziger Jahren gibt es zwei stabile Kerngruppen von Wissenschaftlern, die als Advokaten oder Skeptiker auftraten.³⁰ Von den Advokaten sind drei lautstark, wie auch beide Skeptiker. Die Skeptiker ändern gegen Mitte/Ende der achtziger Jahre ihre Position. Beide halten FCKW-Regulierungen zu diesem Zeitpunkt für berechtigt. Keiner der frühen Advokaten wird später zum Skeptiker, einige stille Advokaten jedoch zu lautstarken Advokaten. Verschiedene Gruppen haben zu verschiedenen Zeiten mit unterschiedlichen Strategien entscheidenden Einfluß auf die Formulierung von Politikoptionen. In den siebziger Jahren war dies die Gruppe der lautstarken Advokaten, die nach und nach (vor allem Mitte der achtziger Jahre) Verstärkung bekam, insbesondere durch ein Duo stiller Advokaten, das den internationalen Prozeß der Wissenschaftskooperation und Politikberatung organisierte.

Interessant ist die disziplinäre Herkunft der Wissenschaftler. Während 52 Prozent aller befragten Wissenschaftler Chemiker sind, 22 Prozent Dynamiker und ebenfalls 22 Prozent aus anderen Disziplinen kommen, sieht das Verhältnis bei den acht führenden Wissenschaftlern (gemessen an der relativen Zitierhäufigkeit) deutlich anders aus: Es gibt nur einen Dynamiker, 62,5 Prozent sind Chemiker und immerhin ein Viertel kommt aus anderen Disziplinen. Die professionelle Spezialisierung ist ausgewogener. Im Gesamt-sample sind 56 Prozent Modellierer (44 Prozent Experimentatoren), unter den führenden acht jeweils die Hälfte.

Die Frage nach der Robustheit der Natur wurde von vielen Wissenschaftlern so beantwortet, daß man die Natur eigentlich für sehr robust gegenüber anthropogenen Veränderungen hält, nicht aber gegenüber spezifischen Spurengasen wie FCKW. Interessant ist der Zeitpunkt, an dem eine

30 Diese Aussage bezieht sich weitgehend auf die USA, da in Deutschland die Kontroverse erst in den achtziger Jahren unter Mitwirkung der Wissenschaftler an Intensität gewinnt. Einer der frühen Advokaten kommt Ende der siebziger Jahre aus den USA nach Deutschland und übernimmt die Rolle des lautstarken Advokaten, allerdings erst um 1988.

Abbildung 3-2 Engagement der Wissenschaftler, N = 27



Quelle: eigene Befragungen

Gefahr gesehen wird: Bei sehr wenigen war dies schon zu Beginn der Kontroverse der Fall, bei der Mehrzahl setzte der Umdenkprozeß erst später ein. Die Mehrzahl der Wissenschaftler verhielt sich gegenüber Policy-Fragen sehr lange abwartend oder passiv. Dies änderte sich im Verlauf der Kontroverse, insbesondere nach der Entdeckung des Ozonlochs, als es zu einem raschen Umschwenken (fast) aller im Feld aktiven Wissenschaftler kam. Da diese Wissenschaftler nur kognitive Gründe für ihr Umschwenken sehen (können), rationalisieren sie ihre Parteinahme in kognitiven Termini, das heißt, sie berufen sich auf die Eindeutigkeit wissenschaftlicher Ergebnisse. Dies liegt im Selbstverständnis der Wissenschaftler, nur Fakten darzustellen und subjektive Momente so weit als möglich auszuschließen.

Um 1975 halten weniger als 40 Prozent schnelle FCKW-Regulierungen für notwendig, zwischen 20 und 30 Prozent nehmen an öffentlichen Debatten und an der Politikberatung teil. Um 1987 sind fast alle für FCKW-Regulierung, über 70 Prozent nehmen an öffentlichen Debatten und an der Politikberatung teil (Abbildung 3-2).

10 Wissenschaftler gaben an, schon vor 1985 für Regulierungen von FCKW gewesen zu sein, 14 waren entweder noch nicht auf diesem Gebiet wissenschaftlich tätig oder hatten keine Meinung. Nur 2 waren explizit gegen Regulierungen. Während die Haltung dieser beiden durch zahlreiche Quellen belegt ist, ist in anderen Fällen die Überprüfung nicht so einfach. Es ist denkbar, daß aufgrund der erfolgreichen Regulierungen und der mittler-

weile allgemein geteilten Überzeugung, wonach FCKW die Ursache für den Ozonabbau darstellen, eine rückblickende Verklärung der eigenen Position vorgenommen wurde. Ein Teil der Befragten sagte, daß er in den siebziger Jahren bei der Frage nach der Notwendigkeit von Regulierungen geschwankt habe; zum Teil wird dieses Schwanken auf die unklare wissenschaftliche Situation zurückgeführt.

1987 wird die wissenschaftliche Unsicherheit, die noch besteht, von keinem Wissenschaftler öffentlich als Argument gegen Regulierung verwendet. Diese Rolle hätten die Dynamiker (oder Vertreter der Sonnenzyklen-Hypothese³¹) spielen können, ähnlich den frühen Skeptikern, die in den siebziger Jahren gegen Regulierungen auftraten. Sie wurde von diesen aber nicht wahrgenommen. Selbst der Dynamiker, der am längsten an seiner Position festhielt, bekennt sich zum Vorsorgeprinzip:

I always thought that in the face of uncertainty one could take a prudent course of action just as a form of insurance, just like you are buying a fire insurance, you are not predicting that you'll have a fire, but if there is a possibility for fire you can take out an insurance. (Interview 38)

3.2.2 Wann werden Wissenschaftler aktiv?

In den siebziger Jahren überwog die abwartende Haltung unter den Wissenschaftlern bei weitem. Die Gruppe der Unentschiedenen war in den siebziger Jahren die größte. Interpretiert man diesen Prozeß nach Granovetters Schwellenwertmodell (1978), so ist die Frage zu beantworten, wann Wissenschaftler aktiv werden. Granovetter sieht den Nutzen seines Modells vor allem in einer Analyse von sozialen Situationen, in denen viele Akteure ihr Handeln vom Handeln anderer Akteure abhängig machen und es kaum institutionelle Präzedenzfälle gibt, an denen man sich orientieren könnte. Dadurch entstehen *Bandwagon*-Effekte. Auf den vorliegenden Fall angewandt, ergibt sich folgende Verteilung von Schwellenwerten im Feld der Atmosphärenwissenschaften. Eine kleine Gruppe mit einem niedrigen Schwellenwert übernimmt früh die Rolle der Advokaten und versucht, bei Kollegen Unterstützung zu bekommen, bei denen der Schwellenwert jedoch höher liegt. Bevor sie sich aktivieren lassen, müssen evidentere Tatsachen vorliegen als die Hypothese von Rowland und Molina.³²

31 Ich vernachlässige den Beitrag der Sonnenzyklentheorie in der gesamten Arbeit, da sie eine marginale Stellung einnimmt.

32 Andere Akteure außerhalb der wissenschaftlichen Forschung schließen sich den Warnern

A lot of people were waiting to see how it comes out. For most scientists in most areas, they don't want to speak up unless they have really made an in-depth study of the area, so that they can speak on it authoritatively. The number of chemists/meteorologists who would know the chlorine chemistry and the meteorology was very, very small at that time. So, you would not expect very many people to speak up. They might say: That sounds interesting, even plausible, but if you believe it is a different question. (Interview 16)

Most scientists preferred to stay quiet, for very good reasons. Physical scientists are trained to not make mistakes, to be very careful. And then there is another kind of suspicion about being too public a personality: A scientist who is reported in newspapers all the time instead of writing journal articles and books is treated suspiciously by his colleagues. (Interview 5)

Wie in Kapitel 4 und 5 näher gezeigt wird, erfolgte die Aktivierung der Unentschiedenen nicht nach der Stellungnahme der NAS, sondern nach der Entdeckung des Ozonlochs. Das NAS-Votum von 1976 war vor allem für den politischen, weniger für den innerwissenschaftlichen Prozeß bedeutsam.³³ Doch schließlich wird auch die höhere Schwelle der abwartenden Wissenschaftler erreicht. Was war die dünne Linie, die bei jedem Wissenschaftler überschritten wurde? Worin bestand der Schock, von dem alle Wissenschaftler berichten? Er bestand darin, daß ein System, von dem man meinte, es hinreichend genau beschreiben zu können, sich auf unvorhergesehene Weise verhielt.

You can't publish your paper and go home and all the rest of it has nothing to do with you. *Everyone has a little line and once he is pushed over it*, you suddenly realize: Not only are you a scientist and having funded your work, but it is actually your job to get up and preach to people. And so it happened ... In a funny way the ozone hole really has changed the whole environmental issue. The world we live in now is a different world than that I was born into. (Interview 44)

Diese Erkenntnis führt dazu, daß die Wissenschaftler einen ganzen Fragenkomplex anders zu sehen beginnen. Zunächst begann man, an den eigenen Modellen radikal zu zweifeln. Selbst diejenigen, die insgeheim mit einem deutlichen Ozonabbau rechneten, wurden von den dramatischen und plötzlichen Ereignissen völlig überrascht:

allerdings an, siehe Kapitel 4.

33 Einer der Befragten fungierte in den siebziger Jahren als Gutachter der *National Academy of Science* und blieb schwankend in der Frage der Regulierung.

I do remember a meeting in '78, a number of the modeller groups got together ... We went around the table and asked what people thought the change in ozone would be in reality, not from what our models were saying, because we knew our models had their own problems. There were a few people who thought that there would be no real net change, even an increase. But most of us were saying the change would be big, 30 to 40 years looking into the future. And there have been much larger changes than we expected, because we did not have the understanding of chemistry and physics we needed to have. (Interview 47)

Zusätzlich ändert sich das Naturbild:³⁴ Diejenigen, die meinten, die Natur sei robust gegenüber menschlichen Eingriffen, rückten von dieser Ansicht ab und definierten ihr Naturbild entweder völlig neu (»Natur ist nicht robust«) oder schränkten die Gültigkeit der Aussage erheblich ein (»Natur ist robust, aber nur in Grenzen«, »Natur ist zwar robust, nicht aber gegen industriell gefertigte Spurengase«, »Natur ist zwar robust, nicht aber die Gesellschaft, die mit ihren Auswirkungen zu tun hat«).

I have the feeling that nature is amazingly robust on a global scale. There are all these feedback mechanisms that save you. But I also know that sometimes you are going over a bridge and you are getting into a positive feedback. When »God« built the earth, he might not have thought about CFCs. (Interview 41)

Even now I believe it [that nature is robust], but not for the ozone issue. You change the composition, the initial conditions, there is no way to be robust, to be able to recover alone. (Interview 2)

Before 1974 I thought it was quite robust and because of that (which was an implicit judgement) I questioned my first calculations when I realized that there could be a global effect from these industrial chemicals. My bias was that it was very unlikely given the large scale of the mass of the atmosphere. And it's only by looking at the amplification factors that I changed my view. I realized that nature might be robust in certain aspects but not in all of them. Like any complex system it has some weak spots, the ozone layer is one of those. There might be other spots. (Interview 13)

Um 1986 nimmt das Umweltbewußtsein im Feld zu, der Glaube an die Robustheit der Natur nimmt ab.³⁵ Damit einher geht die Tendenz zur Befür-

34 Ein Gesprächspartner behauptete dies pauschal für seine Kollgen *in toto*: »When we saw that the antarctic ozone hole existed as a result of pollution of industrial countries, this changed everybody's attitude about it« (Interview 17).

35 In der Klassifikation von Douglas (1988) sind alle befragten Wissenschaftler »Hierarchisten«, die die Natur für »robust in Grenzen« halten. Damit einher geht eine Auffassung, daß man die Natur durch geeignete Maßnahmen »managen« kann.

wortung von strikten und schnellen Maßnahmen gegen FCKW. Der entscheidende Faktor für diesen Sinneswandel war die Entdeckung des Ozonlochs. Viele Wissenschaftler schwenkten nach seiner Entdeckung um und befürworteten Regulierungen, wobei die professionelle Spezialisierung einen gewissen Einfluß gespielt zu haben scheint. Es gab eine starke Tendenz der Chemiker, das Potential der FCKW bei der Ozonvernichtung hoch zu veranschlagen, während die Dynamiker dies nicht taten. Die Dynamiker tendierten aufgrund ihrer professionellen Orientierung zu einer Skepsis gegenüber der These, FCKW seien die Ursache des Ozonlochs. Aufgrund ihres professionellen Bias favorisierten sie spontan eine dynamische Erklärung. Zwei der befragten Dynamiker im Sample gaben außerdem an, überhaupt nicht umweltbewußt gewesen zu sein. Sie traten konsequenterweise auch nicht als Warner in Erscheinung. Dies taten hingegen zwei Chemiker, die ebenfalls von sich behaupten, nicht umweltbewußt gewesen zu sein: sie engagierten sich sowohl in politischen als auch in öffentlichen Kontexten. Dies deutet darauf hin, daß die professionelle Orientierung sich hier stärker bemerkbar macht als die umweltpolitische. Die Pointe ist freilich, daß diese Wissenschaftler nach kurzer Zeit zu Advokaten werden und ihre umweltpolitischen Ansichten ändern. Wenige der Advokaten sagen von sich, sie seien schon zu Beginn der großen Kontroverse umweltbewußt gewesen. Noch weniger sagen, daß diese Orientierung einen Einfluß auf ihre Arbeit gehabt habe. Bei der Mehrzahl setzte dieser Politisierungsprozeß ein, als sie sich dem Forschungsfeld anschlossen.

Schließlich interessieren sich mehr Wissenschaftler als je zuvor für die politischen Implikationen ihrer Forschung, weshalb sie sich aktiv an der Diskussion innerhalb und außerhalb der Wissenschaft beteiligen. Dies geschieht mit unterschiedlicher Intensität durch Teilnahme an den internationalen WMO/UNEP-Analysen, an Politikberatung, oder durch Auftritte in der Öffentlichkeit.

Die Schwellenwerte im Feld der Atmosphärenforschung sind zwischen zwei verschieden großen Gruppen asymmetrisch verteilt: Einer sehr kleinen Gruppe von Wissenschaftlern mit einem niedrigen Schwellenwert steht eine große Gruppe mit einem hohen Schwellenwert gegenüber. Sind die Bedingungen zum Überschreiten des hohen Schwellenwerts gegeben, so stößt eine sehr große Gruppe zur Avantgarde vor. Es ist unschwer vorzustellen, welche Auswirkungen das rasche Umkippen der internationalen Wissenschaftlergemeinschaft auf den Policy-Prozeß hatte. Hochmotivierte Wissenschaftler versuchten, die Öffentlichkeit und die Politiker davon zu überzeugen, daß schnellstens gehandelt werden muß, auch wenn man über keine Erklärungen

verfügte. Dazu kam es erst 1988, einmal in bezug auf die Erklärung des antarktischen Ozonlochs, zum anderen in bezug auf die Etablierung von (negativen) globalen Ozontrends.

3.2.3 Wissenschaftliches Handeln: Norm- oder interessegeleitet?

Die bisherige Analyse hat ergeben, daß sowohl professionsspezifische Gründe eine Rolle bei der Themenwahl und Forschung gespielt haben wie auch umweltpolitische Überzeugungen. Man kann dies auf die Karrierewahl ausweiten. Interessenorientierte Studenten strömen in die »hot fields« (wie Biotechnologie), wo hohe finanzielle Belohnungen winken (Stephan 1997), während normorientierte Studenten vom Image einiger Wissenschaften als Umweltwissenschaften angezogen werden (Interview 25). Der Unterschied wirkt innerhalb verschiedener Disziplinen fort. Er läßt sich generalisieren und auf zwei einflußreiche Theoreme beziehen, die in den Sozialwissenschaften gängig sind.

In zugespitzter Weise ließe sich dann fragen: Sind Wissenschaftler, wie andere gesellschaftliche Akteure auch, nutzenmaximierende Opportunisten, die notfalls lügen und betrügen (Williamson 1985: 47) oder unterscheiden sie sich von anderen dadurch, daß sie gesellschaftlichen Normen folgen, zum Beispiel den Normen von Universalismus, Kommunismus, Uneigennützigkeit und organisiertem Skeptizismus (Merton 1985a)?

Sieht man die Wissenschaftler als primär an ihrem Eigennutz orientiert, so ergibt sich folgendes Bild. Zur Steigerung ihres Nutzens versuchen Wissenschaftler ihre Reputation zu steigern. Dies kann durch *Profilierung* oder *Prioritätsanspruch* erfolgen. Profilierung bedeutet, daß man sich in origineller Weise von dem absetzt, was die Mehrheit macht. Der Prioritätsanspruch geht einen Schritt weiter, indem behauptet wird, hier sei das Originelle und weiterführende (»Die neue Erkenntnis«) zum ersten Male formuliert worden. Nachgewiesen wird dies durch Publikationen wissenschaftlicher Forschungsergebnisse in Fachzeitschriften. Die Reputation eines Wissenschaftlers kann man anhand des *Citation Index* ablesen. In den Naturwissenschaften werden, stärker als dies in den Sozialwissenschaften der Fall ist, vor allem *neue* Ergebnisse zitiert.³⁶ Damit ergibt sich ein Zusammenhang

36 Die Beschwörung der »toten Geister« in den Sozialwissenschaften zeigt sich daran, daß es einen hohen Anteil von Arbeiten gibt, die sich mit dem Erbe der Klassiker beschäftigen. Price (1970) benutzt diesen Indikator bekanntlich als Kriterium zur Abgrenzung von har-

zwischen wissenschaftlicher Reputation und dem innovativen Beitrag, den ein Wissenschaftler geleistet hat.

Sieht man die Wissenschaftler als normorientiert Handelnde, so kommen zwei Möglichkeiten in Betracht. Die erste habe ich oben als Weltbilder der Wissenschaftler analysiert, wo ich zeigen konnte, daß es einen Zusammenhang zwischen Naturbild und Handlungsorientierung gibt. Die zweite ist die im engeren Sinn mertonianische, die eine spezifische Ethik wissenschaftlicher Praxis im Unterschied zu allen anderen Sozialsystemen behauptet. Mertons These, daß Wissenschaftler sich an den von ihm entwickelten vier Grundnormen orientieren, steht in gewissem Widerspruch zur Interessenhypothese. Merton bestreitet zwar nicht, daß es individuelle Interessen und Zuwiderhandlungen gegen Normen gibt, behauptet aber, daß die institutionellen Anreize so gestaltet seien, daß die von ihm postulierten Normen gefördert würden (vgl. auch Schimank 1995). Merton unterscheidet zwischen motivationalen und institutionellen Aspekten, interessiert sich aber nur für letztere. Dies verleitet ihn zu einer problematischen funktionalistischen Sicht.³⁷ Es steht zu erwarten, daß sich ein anderes Bild ergäbe, würde man bei den Motivationsstrukturen beginnen und deren Makroeffekte analysieren.³⁸ Diese hätte den Vorteil, daß sie zeigen könnte, wie Normen durch Motivationsstrukturen Einfluß auf das Akteurhandeln nehmen.³⁹

Die Unterscheidung in norm- und interessegeleitete Wissenschaftler führt zu folgendem analytischen Raster. Die handlungsmotivierenden Normen sind im Bereich des Umgangs mit der Natur zu verorten. Die frühen Advokaten fallen in die Kategorie der normorientierten Wissenschaftler. Bei ihnen findet man eine starke Korrelation zwischen Naturbild und praktischem Engagement. Die drei lautstarken Advokaten äußerten sich wie folgt:

ter, weicher und Nichtwissenschaft. In den Naturwissenschaften fällt die Beschwörung der Klassiker nicht in den Kernbereich der Forschung, sondern in die Geschichtsschreibung der jeweiligen Disziplin.

37 Zu einer frühen Kritik siehe Barnes/Dolby (1970) und Mulkay (1969); zur Verteidigung Ben-David (1991) und Zuckerman (1988).

38 Hier gibt es interessante Parallelen zwischen den ökonomischen *new growth theories* (Dasgupta/David 1994; Stephan 1996) und der Wissenschaftssoziologie. Bourdieu (1975, 1988) und Latour/Woolgar (1986) arbeiten mit einem »Wettbewerbsmodell« (vgl. Callon 1995; Felt et al. 1995, Kap. 5), darin Merton (1985c) und Ben-David (1991) folgend. Zur Kritik siehe Knorr-Cetina (1984). Das »strong programme« (Bloor 1976) betont den Einfluß von Interessen auf die Wissensentwicklung; zur Kritik siehe Woolgar (1981).

39 Einige Mertonianer haben zugestanden, daß die von Merton unterstellten Normen bei wissenschaftlichen Kontroversen nicht beachtet werden. So schreibt Ben-David über einige Fallstudien zu wissenschaftlichen Kontroversen: »The scientists at this stage act like litigants concerned more with putting together a convincing case than with ultimate truth. They are not, and are not expected to be, dispassionate« (Ben-David 1991: 480).

Our calculations [in 1974] made the situation very bad. The rate of growth of CFCs was enormous. There was a rate of 10 to 15 percent per year, so we had to assume a doubling time between 5 and 10 years. Then we had the natural delay time, so it looked as if the ozone layer would be harmed. I was very concerned from the beginning and spoke out. (Interview 5)

In my view it was not appropriate to release large amounts of anything into the environment without knowing what happens to it ... I was in favor of regulations, although I clearly had to let a little bit of time go by to see how the scientific community would receive this first. Very soon thereafter it became clear to me that we had to be advocates to this issue. We had to carry the voice for a regulation to happen. (Interview 13)

If you have a bi-polar world in which you have two groups, the polluters and the environmentalists, then I am an environmentalist. But I don't think the world is bi-polar and I don't think of myself as being an environmentalist. I certainly don't think of myself as a polluter. But rather as a scientist interested in studying some of these problems. (Interview 16)

Lautstarke Skeptiker sind nach eigenem Bekunden zwar ebenfalls umweltbewußt, engagieren sich aber lange Zeit nicht für Regulierungen. Sie sind primär interessenorientiert, das heißt, sie verfolgen in erster Linie eigene Karriereziele. Es ist deshalb kein Zufall, daß sie den wissenschaftlichen Konsens eher herunterspielen, während die Advokaten ihn eher übertreiben. Dies könnte man damit erklären, daß ein interessegeleiteter Wissenschaftler daran interessiert ist, die Förderquellen solange wie möglich aufrechtzuerhalten, denn Forschungsbedarf kann leichter begründet werden, wenn das Feld (noch) nicht alle wichtigen Fragen geklärt hat. Der Advokat hingegen stellt seine gesellschaftspolitischen Überzeugungen höher und riskiert damit auch einen Karriereeinbruch.

Profilierungsversuche

Randall Collins formulierte das Problem, das sich für wissenschaftliche Karrieren stellt, in folgender Frage (er verwendet die nicht sehr glückliche Bezeichnung *intellectual* für Wissenschaftler):

The strategic problem of any intellectual is to be maximally original while yet maximally relevant to what the community is prepared to hear. ... The basic problem of the intellectual career is recognition: How then does one make oneself visible when the sheer number of competitors increases by a factor of four or five? (Collins 1986: 1337, 1339f.)

Wie kann ein Wissenschaftler den Anschluß an die Diskussion seiner Kollegen halten, sich aber gleichzeitig davon absetzen und auf sich aufmerksam machen?⁴⁰ Die Antwort lautet: durch Profilierung und wissenschaftliche Entdeckungen. Da beides im Konkurrenzkampf zu anderen geschieht, wird oft die Frage des *fair play* aufgeworfen. Dies soll am Beispiel eines Forschers im Geschäft der Stratosphärenforschung gezeigt werden, der notorisch ist für seine Profilierungssucht. Wie es scheint, bringt eine Strategie der Profilierung, bedingt durch die überdurchschnittliche Sichtbarkeit, auch eine größere Wahrscheinlichkeit der Desavouierung mit sich (Zuckerman 1988).

Mit einer Harvard-Professur und großem rhetorischem Geschick ausgestattet, war McElroy zu Beginn der siebziger Jahre unter den ersten, die die Stratosphäre, insbesondere den Einfluß von Chlor und Brom auf den Ozonhaushalt erforschten.

McElroy is one of the most flamboyant personalities associated with the ozone controversy ... [He] is extremely competitive and favors a strongly confrontational *modus operandi* in scientific exchanges. (Dotto/Schiff 1978: 128)

Auf dem bereits erwähnten Kongreß in Kyoto hielt er, wie Stolarski, einen Vortrag, den er für den Konferenzband allerdings so stark überarbeitete, daß nunmehr das von Stolarski angesprochene Chlor den Hauptteil ausmachte und nicht mehr NO_x , die in seinem eigenen Vortrag noch im Mittelpunkt gestanden hatten. Sein eng mit ihm zusammenarbeitender Kollege Wofsy schrieb für die *Science*-Redaktion ein negatives Gutachten zu Cicerone/Stolarskis Artikel, den diese dort eingereicht hatten. McElroy gelang es, in der wichtigsten überregionalen Tageszeitung der USA als erster Wissenschaftler, der auf die Gefahren von FCKW hinweist, Erwähnung zu finden – noch vor der Erwähnung von Rowlands und Molinas Arbeit. Walter Sullivan berichtete in der *New York Times* über die Modellrechnungen McElroys und Wofsys am 26. September 1974, einen Tag bevor Cicerone/Stolarskis Artikel dann doch in *Science* erschien. Dabei stimmte nicht so sehr die Tatsache bedenklich, daß wissenschaftliche Ergebnisse vor ihrer Veröffentlichung durch eine Fachzeitschrift in der Tagespresse publiziert wurden – dies sollte sich zur gemeinen Praxis im manchmal hektischen Geschäft der Ozonschicht entwickeln. Bedenklicher war die Tatsache, daß der Artikel in der *New York Times* den am Tag darauf in *Science* erscheinenden Artikel von Cicerone und Stolarski vorwegnahm (Dotto/Schiff 1978: 23) und damit eine Invertie-

40 Kuhn (1977) sah darin bekanntlich die »essential tension« wissenschaftlicher Arbeit.

rung der Priorität suggerierte. Es mußte so scheinen, als ob McElroy und Wofsy die wichtigen Entdeckungen vor Cicerone und Stolarski gemacht hätten.

Neben Cicerone und Stolarski waren lange Zeit Rowland und Molina die Hauptkontrahenten für McElroy. Man denkt bei der Geschichte dieses Wettbewerbs unweigerlich an ein Wettrennen, in dem McElroy die Bedingungen ständig zu seinen Gunsten zu manipulieren versucht. Das beginnt schon vor dem eigentlichen Wettkampf, wenn er durchsetzen möchte, daß andere (Stolarski/Cicerone) gar nicht erst an den Start gehen, oder, nachdem dies mißglückt ist, von der Presse als erster erwähnt zu werden. In Situationen, in denen das Rennen klar von anderen dominiert wird, versucht er Aufmerksamkeit durch allerlei Kapriolen zu erheischen, gerade so, als ob er absichtlich von der Piste abkäme, um nach einem Ausflug auf dem Seitenstreifen die Verfolgungsjagd wieder aufzunehmen. Wenn es ihm nicht gelingt, in der Spitzengruppe zu sein, möchte er wenigstens maximale Aufmerksamkeit erreichen.

Dies gelang ihm immer wieder. Zunächst durch Modellrechnungen über künftige Abnahmen der Ozonschicht, die von Molina und Rowland nicht ausgeführt worden waren. Da sie von Hause aus keine Modellierer waren, gaben sie in ihrer Veröffentlichung nur grobe Schätzungen an. Diese Ergebnisse wurden in Grundzügen von der *New York Times* veröffentlicht und stellten für alle Regulierungsbefürworter (inclusive McElroy und Rowland) ein Argument für die schnelle Regulierung von FCKW dar. Nachdem McElroy mit dieser Position sich in nichts von den anderen Wissenschaftlern der Befürworterkoalition unterschied und folglich in dieser Gruppe unterzugehen drohte, scherte er aus und entwickelte die Position, daß eine Warteperiode von bis zu fünf Jahren keine großen Auswirkungen auf die Ozonschicht haben könne. Mit dieser Position profilierte er sich bei den Senatsanhörungen in den Jahren 1974 bis 1976 (Dotto/Schiff 1978: 186; Cagin/Dray 1993: 196).

Sodann lenkte er die Aufmerksamkeit auf Brom, das wie Chlor eine ozonvernichtende Substanz ist. Die ozonzerstörende Wirkung von Brom auf die Ozonschicht sei viel stärker als die von Chlor, sogar so stark, daß es als potentielle Kriegswaffe eingesetzt werden könne (*New York Times*, 28.2. 1975). Der *National Enquirer* brachte die Schlagzeile: »Harvard Professor Warns of ... the Doomsday Weapon ... It's Worse Than the Most Devastating Nuclear Explosion – and Available to All« (zit. in Dotto/Schiff 1978: 188). Er suggerierte damit, Brom und nicht Chlor sei die Substanz, der die Aufmerksamkeit gebührt.

Er sollte später noch einmal versuchen, Brom als »Waffe« im wissenschaftlichen Konkurrenzkampf einzusetzen. Dies versuchte er zur Erklärung des antarktischen Ozonlochs, für dessen Erklärung verschiedene Theorien und Mechanismen vorgeschlagen worden waren. Nach der Herausbildung des Konsenses unter den Forschern, daß Sonnenzyklustheorie und dynamische Theorie das Phänomen nicht erklären können, bleiben auch auf Basis der Chlorchemie viele Fragen offen. Mit diesen Modellen gelingt es anfänglich nicht, den enormen Ozonverlust, der in der Zeitspanne von etwa drei Wochen abläuft, zu modellieren. In dieser Situation setzt McElroy erneut auf Brom, da es ein weitaus effektiverer Katalysator als Chlor ist, allerdings in geringeren Mengen in der Atmosphäre vorkommt. Die Modelle aller Forscher werden bis an den Rand ihrer Leistungsgrenze (und darüber hinaus) strapaziert, um diesen rasanten Ozonverlust im Modell nachbilden zu können. Fast zwei Jahre gelingt dies niemandem. McElroy setzt darauf, daß die Rolle von Brom als entscheidende Hilfsvariable immer bedeutender wird. (Seine relative Bedeutung wird heute auf circa 25 Prozent geschätzt.) Er ist damit relativ erfolgreich, seine Arbeiten zur Erklärung des antarktischen Ozonlochs werden stark zitiert. Er erhält die stärkste Reputationszunahme (gemessen durch die relative Zitierhäufigkeit) im Zeitraum 1985 bis 1990, geht aber bei der Nobelpreisvergabe 1995 leer aus.

Prioritätskonflikte

Die Konkurrenz entbrennt sowohl zwischen Einzelforschern, wie auch zwischen Institutionen. Nicht nur die NASA erhebt den Anspruch auf Nummer-Eins-Wissenschaft. Dies sind alles normale und erwartbare Vorgänge. Interessant wird es dort, wo der Bereich des Normalen verlassen wird. Im vorliegenden Fall gibt es einige Prioritätskonflikte, die teilweise mit unsauberen Mitteln ausgetragen wurden. Dies ist in der Wissenschaftlergemeinschaft bekannt, wird aber nicht grundsätzlich problematisiert.⁴¹ Wissenschaftler kämpfen um die Belohnung, die es für den ersten gibt. In bezug auf die Erklärung der polaren Ozonchemie wurden von verschiedenen Seiten Prioritätsansprüche angemeldet:

Various people ... wrote review papers, they decided to rewrite history in their favor or in whoever favor they wanted around '88 to '90. (Interview 15)

41 Dieser Befund unterscheidet sich von dem von Fuchs (1993a), der bei unethischem Verhalten mit scharfen Sanktionen der Wissenschaftlergemeinschaft rechnet.

Well, there were personality conflicts that had to do with the fact that there was a lot of publicity and some people reacted in understandable ways, made something more dramatic, that's all in the way ordinary people behave. A lot of that has to do with the question of: Who gets credit for what? (Interview 22)

Dabei werden auch unsaubere Methoden angewandt. Auch hier muß wieder McElroy als Beispiel herhalten:

He is an extremely brilliant guy and a very good speaker and he is able to take information from a lot of different people and blend it together and make it appear that he had solved the whole problem himself. I like him, he is a very good scientist, I had never directly to compete with him, you see. Some of the chemists think that he is sometimes unethical towards other people's work. (Interview 27)

T. once said to me I should make a T-shirt that says: »McElroy stole my ideas« – I could sell a million of them. It is just a joke, it is not something people take very serious. (Interview 36)

He made people just mad. S.'s contribution was important, no one can take that away from her, but it didn't go far enough. But there is another part that belongs to T., and McElroy tried to steal this, I know this because I was the editor of a special issue. He called me up and yelled at me, you know, he the great McElroy, I just a dumb editor. (Interview 17)

Nach der Entdeckung des Ozonlochs, den rapiden politischen Fortschritten auf dem Gebiet der internationalen Regulierungen, der durch wissenschaftliche Expertise beeinflusst war, trieb die Aussicht auf den Nobelpreis mehrere Wissenschaftler zu besonderen Anstrengungen.

Das Publikationsdilemma

Mertons Norm des »Kommunismus« bedeutet, daß jeder Wissenschaftler seine wissenschaftlichen Forschungsergebnisse der Scientific community mit-teilt, sie also im Wortsinn mit ihr teilt. Diese Norm wird verletzt, wenn man befürchtet, durch selbstwiderlegende Ergebnisse an Reputation zu verlieren, wenn man befürchtet, »abgeschöpft« zu werden, wenn man finanziell von den Ergebnissen profitieren kann (Blumenthal et al. 1997), oder für Auftraggeber arbeitet, die die Veröffentlichung der Ergebnisse untersagen (vgl. Fußnote 29 in Kapitel 4). Im Folgenden gehe ich nur auf die beiden ersten Punkte ein.

1. Es ist nicht außergewöhnlich, daß wissenschaftliche Sprecher aus beiden Lagern Ergebnisse bekommen, die schlecht zu den von ihnen prognosti-

zierten Daten passen. Aufgrund dieser Ergebnisse fällt zum Beispiel die Prognose künftiger Ozonzerstörung anders aus als bis dahin angenommen. In einigen Fällen erscheint sie dramatischer, in anderen weniger dramatisch. Wendet man die obige Unterscheidung zwischen norm- und interessegeleitetem Handeln auf die Publikationstätigkeit der Wissenschaftler an, so sind wissenschaftliche Neuerungen für einen Anhänger der Mertonschen Norm des »Kommunismus« immer publikationswürdig, da sie dem Erkenntnisfortschritt dienen. Auch unter Interessengesichtspunkten ist diese Strategie dominant, da sie der persönlichen Profilierung dient. Die Veröffentlichungsstrategie ist gegenüber der Strategie der Nichtveröffentlichung in beiden Sichtweisen dominant. »Es sind dies die glücklichen Fälle, in denen moralische Verpflichtung und Eigeninteresse zusammentreffen und miteinander verschmelzen«, wie Merton (1985b: 130) formulierte.

Betrachten wir nun Wissenschaftler, die ein Kalkül sowohl für den innerwissenschaftlichen als auch für den öffentlich-politischen Prozeß suchen. Diese Konstellation verkompliziert das Bild. Die Neuerungen laufen zum Beispiel der prognostizierten Rate des Ozonabbaus zuwider. Dies ist problematisch, wenn man sich mit einer entsprechenden Aussage profiliert hatte.⁴² Es stellt sich die Frage, ob man seine Glaubwürdigkeit durch die Neuentdeckung verliert. Die Entscheidung ist ein Dilemma, da man nicht wissen kann, ob die Entdeckung auch von anderen gemacht werden wird (und ob sie stabil bleibt: wenn sie sich als vorübergehend erweisen würde, hätte man unter Umständen viel Lärm um Nichts gemacht und sich selbst geschadet).

Die Wissenschaftler befinden sich in einem Dilemma. Für sie lohnt sich eine Veröffentlichung nur, wenn andere dieselbe Entdeckung machen (wenn nicht, nicht). Am ungünstigsten sind die beiden Optionen, selbst nicht zu veröffentlichen, während die anderen es tun, beziehungsweise selbst zu veröffentlichen, während die anderen es nicht tun. Das Kalkül weicht vom Standardmodell insofern ab, als hier das eigene Publikationsverhalten vom wahrscheinlichen Publikationsverhalten der anderen Wissenschaftler abhängt. Der Normalpfad, auf dem man publizieren muß, unabhängig davon, was die anderen tun, wird verlassen. Eine durch die öffentliche Dimension bedingte wichtige Variante dieses Di-

42 Dieser Fall kann auch als rein innerwissenschaftliches Dilemma konstruiert werden. Dann würde eine Wissenschaftlerin eine bahnbrechende Neuerung machen. Nach kurzer Zeit entdeckt dieselbe Wissenschaftlerin jedoch, daß ihre Neuerung auf falschen Annahmen beruhte. Soll sie diese neue Erkenntnis publizieren?

lemmas ist der Fall, in dem Wissenschaftler ihre Ergebnisse dramatisieren. Die Anreizstruktur liegt auf der Hand: Hat man alarmierende Befunde vorzuweisen, so genießt das Forschungsfeld in der Regel hohe Förderungspriorität. Daraus ergibt sich ein zweideutiger Anreiz (siehe Abschnitt 3.3, »Wissenschaft und Öffentlichkeit«).

2. Das Gutachterwesen führt Forscher manchmal in das Dilemma, Forschungsergebnisse in Fachzeitschriften publizieren zu müssen, aber nicht zu können, da sie fürchten, abgeschöpft zu werden (Beispiele finden sich bei Broad/Wade 1982; Chubin/Hackett 1990; La Follette, 1992; Mazur, 1989; Shepherd 1995). Doch auch in der normalen Korrespondenz mit Kollegen können Ergebnisse »abhanden« kommen. So berichtet ein Wissenschaftler, der einer großen Entdeckung auf der Spur war (die sich als grundlegend erweisen sollte) und sie schließlich in einer angesehenen Zeitschrift plazieren konnte:

Ich hatte noch Glück dazu, daß andere Leute, mit denen ich korrespondierte, das gar nicht verstanden haben, sonst hätten sie es vielleicht vor mir publiziert. (Interview 25)⁴³

3.3 Wissenschaft und Öffentlichkeit

Während wissenschaftliche Arbeiten im allgemeinen vergleichsweise wenig Resonanz in den Massenmedien finden, ist dies bei wissenschaftlichen Kontroversen anders.⁴⁴ Es liegt auf der Hand, daß Konflikte, Kontroversen und Gefahren einen größeren Anklang beim Publikum finden als die tägliche wissenschaftliche Praxis. Sensationen lassen sich immer gut verkaufen. Verschiedene Studien haben gezeigt, daß die Medien zwar relativ korrekt über die Fakten berichten, den Stand wissenschaftlicher Kontroversen jedoch verzerrt wiedergeben. Zwei Gründe sind dafür ausschlaggebend: Einerseits schenken sie Wissenschaftlern mit wenig innerakademischer Reputation überproportional viel Bedeutung, vor allem wenn das Thema so wichtig ist, daß es nicht ausschließlich von der Wissenschaftsredaktion bearbeitet wird. Da die Medien nach Prominenz und nicht nach (wissenschaftlicher) Reputation schauen, versuchen sie, Aussagen von prominenten Wissenschaftlern

43 Carl Djerassi, der »Vater der Anti-Baby-Pille« beleuchtet diesen Aspekt in einer Roman-Trilogie, die auf intimes Hintergrundwissen zurückgreift.

44 Hier und zum Folgenden Goodell (1987) und die dort zitierte Literatur.

(Nobelpreisträgern, Wissenschaftsmanagern, Akademiepräsidenten usw.) und von Vertretern gegensätzlicher Positionen zu bekommen. Im Gegensatz dazu (und im Gegensatz zur Berichterstattung über politische Themen) bilden sich Wissenschaftsjournalisten ihre eigene Meinung, wobei sie sich erstaunlich genau an die Informationen halten, die sie von den etablierten wissenschaftlichen Sprechern erhalten. Sie hinterfragen diese nicht durch Hinzuziehung anderer Meinungen. Sie reagieren eher mißmutig, wenn Expertenurteile widersprüchlich sind und versuchen sie zu glätten, statt sie so stehen zu lassen.⁴⁵ Goodell nennt verschiedene Gründe für die enge Beziehung zwischen Wissenschaftlern und Wissenschaftsjournalisten, unter anderem die Tatsache, daß letztere eine kleine, spezialisierte Gemeinde sind, die in der jeweiligen Redaktion relative Autonomie genießt. Da ihren Chefs der Sachverstand fehlt, wird ihre Arbeit kaum kritisch begutachtet. Die Wissenschaftsjournalisten teilen die Ansicht der meisten Wissenschaftler, daß dem Laienpublikum der Sachverstand zur Beurteilung wissenschaftlicher Praxis fehlt, und ähnlich wie jene bringen sie große Begeisterung für den wissenschaftlichen Fortschritt auf.

Manche Wissenschaftler meiden den Kontakt zu den Medien, während andere ihn suchen.⁴⁶ Im Lauf der Zeit lernen immer mehr Wissenschaftler der FCKW-Kontroverse einen für sie vorteilhaften Umgang mit der Presse. Die Versuchung ist groß, die Erkenntnisse zu übertreiben, um die Finanzierung der eigenen Forschung zu fördern. Diese Strategie birgt jedoch Gefahren in sich, da Wissenschaftler sich durch zu oft geäußerte Warnungen (oder durch ihr offensichtliches *timing*) unglaubwürdig machen können.

Wir sind als Wissenschaftler »gesplittet« – man muß warnen, man will aber nicht immer »Katastrophe« rufen. Denn wenn man das zuviel tut, hört am Ende keiner mehr zu. Auf der anderen Seite: Man warnt, aber man weiß zu gleicher Zeit

45 Goodell entwirft ein Pyramidenmodell der Sichtbarkeit von Wissenschaftlern: Die Basis bilden Wissenschaftler, von denen man nie hört, weil sie entweder kein Interesse an Publizität haben oder die Medien kein Interesse an ihnen. Darüber liegt eine Schicht von Wissenschaftlern, deren Arbeit für kurze Zeit Aufmerksamkeit erregt. Über ihnen befinden sich Wissenschaftler, die als regelmäßige Quellen für Sachfragen innerhalb ihrer Disziplin zitiert werden. Noch höher rangieren die Wissenschaftsmanager, die sich oft zu allgemeinen Fragen und denen der Wissenschaftspolitik äußern. Die Spitze bilden jene Wissenschaftler, die hinreichend motiviert, zitierfähig, farbig, glaubhaft und zugänglich sind. Sie haben oft prononcierte Meinungen und finden sich auf den Extremseiten einer wissenschaftlichen Kontroverse (Goodell 1987: 593–594).

46 Für Shils gibt es keine institutionellen Regeln für Wissenschaftler, die sich aus dem »Kernbereich« hinauswagen: »There is as yet no sound tradition such as exists at the heart of science to guide action in these activities that are at the periphery of science itself but are of the greatest importance to society« (Shils 1987: 202).

auch, daß man mit Sicherheit nicht alles weiß. Man kann die Probleme über- und unterschätzen. Das plötzliche Auftreten des Ozonlochs hat letzteres bewiesen. Eine schwierige Situation für die Wissenschaft.

(Paul Crutzen in *Die Welt*, 23.10.1989)

Ein Teil der Gefahren liegt in der öffentlichen Reaktion auf Alarmstrategien. Joe Farman, der Entdecker des Ozonlochs, sagte in der Beantwortung der Frage, warum er seine Daten nicht früher veröffentlicht habe:

I sometimes feel we should have (acted sooner) ... On the other hand, the very fact that we delayed it until it was absolutely certain meant that there was never an argument. It was accepted. That's the real trouble with all these environmental problems. Too many people make too many noises all the time. Whereas if you only show it when you've got something to show, then, okay, people understand it. (zit. in Roan 1989: 133)⁴⁷

Die Gefahr der Überdramatisierung besteht auch unabhängig von den Motiven der die öffentliche Aufmerksamkeit erregenden Wissenschaftler, da man zum Zeitpunkt der Aussagen oftmals nicht weiß, was eine angemessene oder überzogene Aussage ist. Öffentlich wirksame Aussagen müssen jedoch über die Massenmedien verbreitet werden, wodurch eine Tendenz zur Sensationalisierung und damit zur Überdramatisierung eingebaut ist.

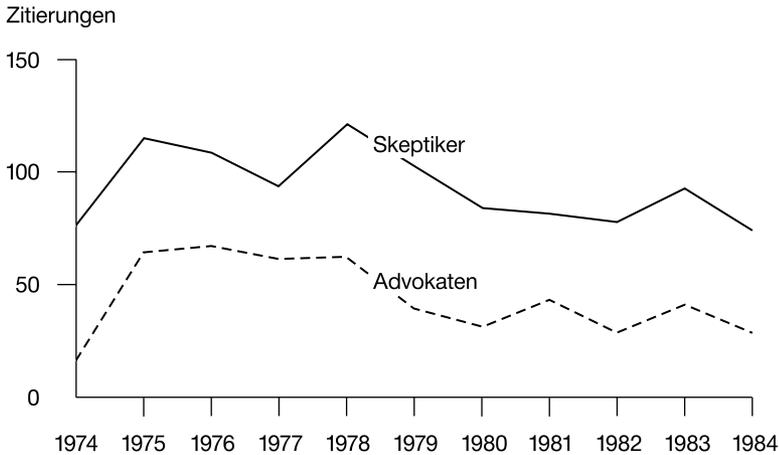
If I wish to bring an issue like this to the attention of the public, it really has to be sensationalized, otherwise it won't be covered. And this happens all way along. Either they are overly dramatic or can be interpreted that way, which then lead to all kinds of heavy duty publicity about it, which then lead to some disappointment: Where are the dead bodies after all? (Interview 22)

3.3.1 Reputation und Prominenz

Die Politisierung des Feldes kann daran abgelesen werden, daß es – anders als in den siebziger Jahren – nach 1985 eine auffällige Korrelation der relativen Reputation mit dem Geschehen auf der politischen Bühne gibt. Ab Mitte

⁴⁷ Vgl. folgendes Statement eines von mir befragten US-Wissenschaftlers: »Science does not exist in a vacuum. There is an old Polish saying ›The guy would starve to death unless a pigeon flew into his mouth‹ – If you just stand on the hillside with your mouth open, in science, you may be producing the greatest amount of work, but you've got to sell it to show that your work is worth funding. When you have limited resources, you have to show that your science is better than anybody else's. Sometimes that is exaggerated« (Interview 17).

Abbildung 3-3 Durchschnittliche Zitierhäufigkeit von Advokaten und Skeptikern, 1974 bis 1984



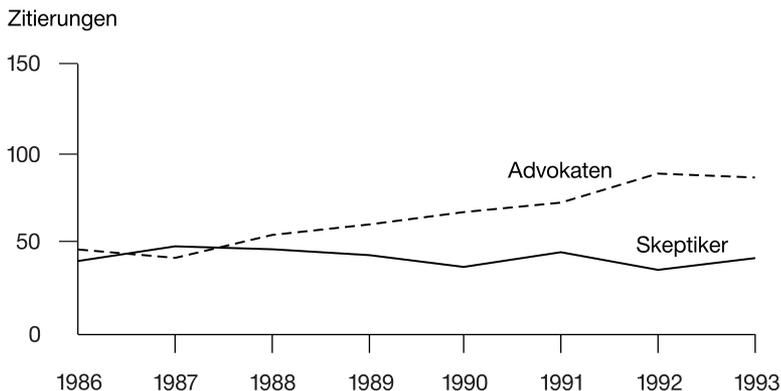
Quelle: SCI, eigene Berechnungen

der achtziger Jahre, als die chemische Erklärung sich durchzusetzen beginnt und die frühen Advokaten breite Anerkennung finden, wirkt sich dies auch auf ihre innerwissenschaftliche Reputation aus. Wie Abbildung 3-3 zeigt, verfügen die Skeptiker in der ersten Phase über eine höhere Reputation als die Advokaten. Erst nach 1986 verkehrt sich dies. Damit muß die These des besonderen Einflusses von hoch reputierten Wissenschaftlern auf den Politikprozeß ausgeschlossen werden. Denn Reputation spielt zwar für den innerwissenschaftlichen Diskurs und Selektionsprozeß von Ergebnissen eine entscheidende Rolle; das Auftreten in der Öffentlichkeit wird hingegen in der Währung der Prominenz gemessen (Goodell 1977; H.-P. Peters 1994; B. Peters 1996). Anders als (innerwissenschaftliche) Reputation, die sich in der relativen Zitierhäufigkeit durch Fachkollegen niederschlägt, wird Prominenz durch häufiges Auftreten in der Öffentlichkeit erzielt.⁴⁸

Dies kann dadurch belegt werden, indem man die relative Zitierhäufigkeit als Indikator für wissenschaftliche Reputation untersucht. Abbildung 3-3 zeigt dies für die erste Periode (1974 bis 1984). Berechnungsbasis sind die fünf Wissenschaftler, die in den siebziger Jahren in der (US-)Öffentlichkeit

48 Siehe Kapitel 1, Fußnote 34.

Abbildung 3-4 Durchschnittliche Zitierhäufigkeit von Advokaten und Skeptikern, 1986 bis 1993



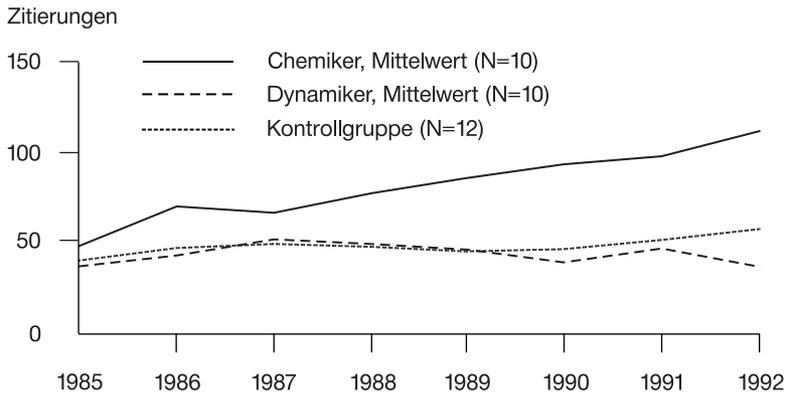
Quelle: SCI, eigene Berechnungen

dominierend waren. Drei von ihnen waren lautstarke Advokaten, zwei lautstarke Skeptiker. Es zeigt sich, daß im Durchschnitt die Skeptiker über eine etwa doppelt so hohe Reputation verfügen, die sich aber nicht auf den politischen Entscheidungsprozeß überträgt.

In Abbildung 3-4 wird eine Reputationszunahme der Advokaten erkennbar, die sich im politischen Prozeß zeigt. Würde man die Zahlen nach 1986 isoliert betrachten, würde dies ein Durchschlagen von wissenschaftlicher Reputation auf den politischen Entscheidungsprozeß nahelegen. Betrachtet man beide Perioden, so läßt sich dieser Schluß nicht aufrechterhalten. Vielmehr liegt die Vermutung nahe, daß die Verschiebung im Verhältnis der beiden Gruppen Signalwirkung hatte. Die beiden lautstarken Skeptiker waren um 1985 verstummt: Einer von ihnen hatte sich aus der Kontroverse zurückgezogen, der andere schloß sich den Advokaten an.

Zwischen beiden Zeitabschnitten gibt es einen wichtigen Unterschied im Verhalten der Skeptiker. In der ersten Periode sind die Skeptiker lautstark, in der zweiten praktisch nicht mehr existent. Es gibt nunmehr Wissenschaftler, die zwar einen Zusammenhang zwischen FCKW und Ozonzerstörung bestreiten, aber keinerlei Reputation vorzuweisen haben. Diese befinden sich nicht in meinem Sample (vgl. die Bemerkungen in Abschnitt 3.7). Andererseits gibt es in der Zeit nach der Entdeckung des Ozonlochs Wissenschaftler, die der chemischen Erklärung skeptisch gegenüberstehen, aber öf-

Abbildung 3-5 Zitierkonjunktur von »Chemikern« und »Dynamikern«



Quelle: SCI, eigene Berechnungen

fentlich nicht die Dringlichkeit von Maßnahmen bestreiten. Die Skeptiker (N = 3) in Tabelle 3-3 kommen aus dieser Gruppe.⁴⁹

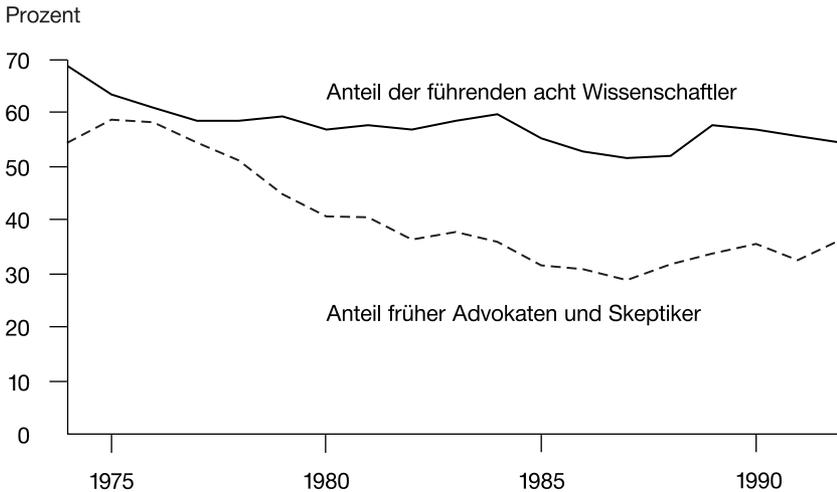
In Abbildung 3-5 wird die Zitierhäufigkeit der Exponenten⁵⁰ bei der Ozonlochkontroverse angegeben. Die Kontroverse umfaßte nur einen relativ kurzen Zeitraum (1986 bis 1988). Um 1985 sind Chemiker und Dynamiker etwa gleichauf (auch mit der Kontrollgruppe); danach werden die Chemiker weitaus häufiger zitiert als die Dynamiker, und zwar mit zunehmender Tendenz und im Zeitverlauf konstant. Sie zeigen ein fast lineares Wachstum, während die Dynamiker ebenso wie die Kontrollgruppe stagnieren.

Erstaunlich ist, wie stark das Feld durch exponierte Wissenschaftler geprägt wird. Die führenden acht Wissenschaftler haben im Untersuchungszeitraum einen Anteil von 50 bis 70 Prozent in der Gesamtstichprobe von 27 (der erwartbare Anteil läge bei 30 Prozent). Advokaten und Skeptiker haben einen Anteil zwischen 30 und 60 Prozent (der erwartbare Anteil läge bei 22 Prozent, Abbildung 3-6).

49 Da die frühen Skeptiker nach 1986 keine aktive Rolle mehr spielen, statt dessen andere Wissenschaftler sich skeptisch über einen Zusammenhang zwischen FCKW und Ozonloch äußern, und außerdem die frühen Advokaten Unterstützung von Kollegen erhalten, ist die Datenbasis der beiden Diagramme unterschiedlich. Deshalb stelle ich beide Perioden nicht innerhalb eines Diagramms dar.

50 Es erfolgte eine Beschränkung auf diejenigen Wissenschaftler, die aktiv in die Kontroverse involviert waren. Eine Einbeziehung der unbeteiligten würde andere Ergebnisse liefern.

Abbildung 3-6 Relative Zitierhäufigkeit der führenden und exponierten Wissenschaftler im Vergleich zur Stichprobe



Quelle: SCI, eigene Berechnungen

3.3.2 Engagement und Objektivität der Wissenschaft

Oft wird der nichtwissenschaftliche Stil bemängelt, der mit der Rolle des wissenschaftlichen Advokaten oder Warners einhergeht. Doch keiner der Wissenschaftler, die auf diesem Gebiet arbeiteten, konnte folgenden Fragen ausweichen: Bei wem liegt die Beweislast? Was zählt als wissenschaftlicher Schadensnachweis und wer sollte darüber urteilen? Welches Gewicht sollen Worst-case-Szenarien gegenüber durchschnittlichen Szenarien haben? Welches Gewicht soll der soziale oder wirtschaftliche Nutzen bei der Frage von Verboten haben (Brooks 1982)? Dies waren Fragen, die sich naturgemäß auch bei der Formulierung von politischen Optionen stellten – und zwar Wissenschaftlern und Politikern gleichermaßen.

Die Wissenschaftler, die an der FCKW-Kontroverse beteiligt waren, »found themselves unable to avoid making explicit or implicit judgements about almost every one of these essentially nonscientific value questions, no matter how much they tried to »stick to the facts« (Brooks 1982: 206). Rowland gab bei einer Kongreßanhörung zur Frage der Abwägung ökonomischer gegen ökologische Interessen letzteren den klaren Vorrang: »I think

that the economic dislocation need to be given minimal weight compared to the maximum weight to the possible harm to the environment.«⁵¹

Die Gegenseite war der Auffassung, die Beweislast liege bei der Behörde, wie ein Sprecher von Du Pont ausführte: »As a prerequisite for regulations, the promulgating agency [should] be required to affirmatively find a probable hazard, based on accepted scientific data.« Er zweifelte an der Gültigkeit der Ozon-»Hypothese« und verlangte nach Tatsachen als Regulierungsbasis, nicht nach »Theorie«. ⁵²

Die Wissenschaftler, die zwischen den beiden Polen standen, drohten zerrieben zu werden. Ein frühes dokumentiertes Beispiel bieten die Kongreßanhörungen von 1975. Senator Bumpers drängte insbesondere jene Wissenschaftler, die wie James Anderson neutral und objektiv bleiben wollten. Anderson gab schließlich nach und befürwortete unter Hinweis auf die »very delicate ozone photochemistry«, präventive Maßnahmen zu ergreifen.⁵³ Ein anderer blieb standhaft und ausweichend. Zur Begründung führte er aus: »My advice to you on that issue isn't worth any more than the advice of any layman on the subject ...«⁵⁴ Doch auch er äußerte sich zur Frage der Dringlichkeit von Maßnahmen (»Ein paar Jahre warten kann nicht schaden«) und man kann sicher sein, daß seine Aussage für den Kongreßausschuß einen größeren Stellenwert hatte als die eines beliebigen Bürgers. Ob sie wollen oder nicht: Die Wissenschaftler spielen eine Sonderrolle, wenn es um die Legitimationsbeschaffung für politische Entscheidungen geht, bei denen wissenschaftliche Expertise unentbehrlich scheint. Wie auch immer die Positionsnahme und -begründung ausfiel, alle Wissenschaftler spielten die Karte der Purifizierung, alle stilisierten sich als Personen, die ein Votum abgeben, das allein auf wissenschaftlicher Evidenz basiert. Selbst kritische Wissenschaftler äußerten sich freundlich distanzierend gegenüber umweltpolitischen Akteuren wie NRDC oder Greenpeace.⁵⁵

51 *Stratospheric Ozone Depletion, Hearings before the Subcommittee on the Upper Atmosphere of the Committee on Aeronautical and Space Sciences. United States Senate. 94th Congress, September 18, 19/23, Washington: US Government Printing Office 1975* (im Folgenden zitiert als *Congress Hearings 1975*), 939, Statement Rowland.

52 *Congress Hearings 1975*, 570.

53 *Congress Hearings 1975*, 1023, Statement Anderson.

54 *Congress Hearings 1975*, 1048, Statement McElroy.

55 Ein Atmosphärenwissenschaftler charakterisierte den professionellen Status der Umweltorganisation NRDC folgendermaßen: »They ... had intelligent people, not necessarily particularly informed about the chemistry of the CFC controversy but willing to explore it ... They wanted to check out for themselves whether or not they felt that this was plausible. They probably required a lower level of plausibility than the NAS two years later« (Interview 16). »As regards Greenpeace, and I have clearly some sympathy with environ-

Dort wo der politische Entscheidungsprozeß auf wissenschaftliches Expertenwissen zurückgreift, hat er in vielen Fällen mit dem Problem zu kämpfen, daß das Expertenwissen nicht einheitlich ist. Gerade in umweltpolitischen Fragen macht sich dieses Problem bemerkbar. Die Politik, die vor einer Wertentscheidung steht, versucht, das Problem auf die Wissenschaft abzuwälzen, die mit ihren »objektiven« Methoden eine rationale und verlässliche Handlungsanleitung liefern soll (vgl. Brooks/Cooper 1987). Doch diese Hoffnung wird meist enttäuscht; sie macht einer Auseinandersetzung zwischen Experten Platz, in der ebenfalls Wertentscheidungen eine große Rolle spielen. Man könnte argumentieren, die Wurzel des Übels liege in der Tatsache, daß der Erkenntnisprozeß politisiert sei, und daß die reine Wissenschaft die in sie gesetzten Hoffnungen prinzipiell erfüllen könnte, wäre sie nicht durch politischen Einfluß vergiftet. Ein Wissenschaftler, der sich nicht öffentlich engagiert, äußert sich in dieser Weise:

»My expert says this, your expert says that«, then you have two experts, this gets closer to the backlash. In a proper scientific discussion, usually we should be discussing things that can be resolved by observations. It's not a question of one expert versus another, rather one prediction versus another, but this does not happen when it is politicised. (Interview 22)

Wie ich zu zeigen versuche, ist es so einfach nicht (vgl. Weingart 1981: 218). Die Ozonkontroverse ist ein Beispiel dafür, daß sich ein relativ stabiler Konsens herausbilden konnte, weil eine starke Politisierung stattfand. Die Politisierung ging einher mit der Aufmerksamkeit der Öffentlichkeit und einem Ressourcenzuwachs der Ozonforschung, der durch die Relevanz des Problems legitimiert war. Alle Welt blickte auf das Ozonloch. Wer in dieser Kontroverse abseits stand, hat auch innerwissenschaftlich keine große Rolle gespielt.⁵⁶ Lautstarke Advokaten aus der Wissenschaft müssen sich freilich davor hüten, als bloße Umweltschützer zu erscheinen. Der Mechanismus der Purifizierung ist immer wirksam. Wissenschaftler sehen staatliche Regulierungsbehörden wie die EPA und Umweltgruppen als politische Einflußfaktoren, von denen man sich fernhalten sollte:

mental pressure groups, I think there is also the danger that they are shooting themselves in the foot. When you say something too strong which is easy to be proven to be too strong and you are therefore too weak in your argument, that is stupid« (Interview 43).

56 Nur drei der von mir befragten Wissenschaftler hielten sich völlig aus öffentlichen Aktivitäten heraus.

When science gets too close to policy then there is put pressure on the science to short-cut and get to policy-relevant results. I think that's a big problem. In the US we call that the EPA-effect. Because they are so oriented towards regulation, if you get close to them scientifically, you'll stop to work for science. They have their agenda. (Interview 11)

Wissenschaftler, die als Advokaten aufgetreten sind, haben ein ambivalentes Verhältnis zu bestimmten Aktivitäten von Umweltgruppen. Einige finden die Pressure-group-Funktion gut und wichtig, andere sehen die Folgen von unsachlicher Überdramatisierung:

Greenpeace once came in space suits to a press conference, which was counter-productive. (Interview 8)

Sehr oft bekomme ich Bewerbungsschreiben, die sagen: Ich bin sehr umweltbewußt, und deshalb möchte ich bei Ihnen arbeiten. Diese Leute nehme ich selten, denn die sind von vornherein negativ belastet, man muß da eventuell Angst haben, daß die Daten, die die produzieren, gefälscht sein können, nicht daß es vorgekommen wäre, aber bei denen müssen schon die Zeugnisse ungeheuer gut sein, dann nehme ich sie trotzdem. Ich hab' mal einen Mitarbeiter gehabt, der bei Greenpeace war, dem habe ich ein Projekt gegeben, das mit Umwelt nichts zu tun hatte. (Interview 25)

Nur der Wissenschaftler, der »gute« wissenschaftliche Arbeit leistet, kann seine Kollegen und die Öffentlichkeit von Ergebnissen überzeugen. Dazu muß er in der Lage sein, die Unterscheidung zwischen dem Zentrum der wissenschaftlichen Aktivität und seiner Peripherie aufrechtzuerhalten.

He must remind himself constantly that his scientific knowledge is entitled to agreement by others, non-scientists as well as scientists, only if it is scientifically true. ... The scientists who engage in these penumbral activities have, for the most part, been able to keep fresh in their minds the distinction between the center of the scientific community in which scientific research, teaching and training are conducted, and the periphery of political, economic, and social activities with which the scientific community is in intense interaction. (Shils 1987: 198–199)

Dieses Zitat von Shils verdeutlicht sehr gut, wie Wissenschaftler an die Frage des öffentlichen Engagements herangehen. Es klammert aber genau die heikle Frage aus, wie sich Wissenschaftler verhalten sollen, wenn es keine etablierten »Beweise« gibt, das heißt, wenn man keine Gewißheit über die absolute Gültigkeit von wissenschaftlichen Aussagen hat. Mario Molina, Koautor der Molina-Rowland-Hypothese und früher Befürworter von Regulierungen, hält die vorherrschende Haltung der Wissenschaftler für versnobt, die sich auf die Reinheit der Wissenschaft berufen.

They say »I'm just going to do clean, pure science. If it has some kind of application whatsoever, I'm going to step back and do something else.« I think that's very wrong. (zit. in Roan 1989: 121)

Die öffentliche Zurückhaltung hat mehrere Gründe.

Chemists have tended to feel stigmatized by all the adverse publicity that has surrounded their profession in recent years. Their reaction to environmental problems caused by chemicals ... is frequently a defensive withdrawal from public involvement. Many of them are convinced that such problems are either nonexistent or grossly exaggerated. (Rowland, zit. in Cagin/Dray 1993: 306)

Abgesehen von Wissenschaftlern, in deren Naturell es nicht liegt, sich in öffentlichen Debatten zu engagieren, gibt es Wissenschaftler, die gern im Rampenlicht stehen und dennoch nicht als Warner aufgetreten sind. Der drohende Reputationsverlust, der eintreten kann, wenn sich bestimmte Aussagen, wie zum Beispiel alarmierende Prognosen, nicht halten lassen, wirkt abschreckend.

There is a debate about what moral obligations scientists have, to take positions about what society has to do. I have very carefully stayed away from that, avoiding the non-scientific limelight. Sherry Rowland is a person who I like very much and respect deeply, who crossed over the line and got away with it. But many people do not. (Interview 11)

Diese Wissenschaftler sehen ihre Aufgabe vor allem darin, »gute Wissenschaft« zu betreiben. Unter ihnen gibt es eine Gruppe, die ich als stille Advokaten bezeichne. Ihre Strategie entspringt folgendem politischen Kalkül: Die Wirkung der eigenen Arbeit ist am größten, wenn die Expertenmeinung so neutral und objektiv wie möglich präsentiert wird, *auch wenn* man von bestimmten umweltpolitischen Überzeugungen geleitet wird. Folgende Äußerungen von Wissenschaftlern mögen dies belegen:

I simply feel that if you're going to trust me to tell it like it is with the science numbers, then you'd better not question what my motivations are. My motivations are giving the best numbers, no matter what. ... If I have any personal feelings, that has nothing to do with my credentials as a scientist. ... I am one of the few who gets invitations to speak to the right wing and left wing groups, to speak about the science, because they trust me say the science without any ideology. And I feel comfortable in that niche because it has given me a credibility that I would not have by advocating on one side or the other. (Interview 11)

Dieser Wissenschaftler gab auf Nachfrage zu, von umweltpolitischen Werten beeinflusst zu sein: »If you were to accuse me of having a bias, it is a pro-

environmental bias, yes. Although I try to keep that out of my statements and calculations. Environmentalist stewardship ethic is the way I would describe myself.«⁵⁷ Zwei andere, im Politikprozeß sehr einflußreiche Wissenschaftler, äußerten sich wie folgt:

My value to this process has been to speak as accurately as I can on the knowns and the unknowns of the science. My personal belief is separate from that in terms of being a citizen of a country. (Interview 46)

I always kept myself in a situation that some people were not happy with and that is, I very purposely did not comment on whether there should or should not be international regulation. (Interview 39)

Ersterer wollte auch auf ausdrückliche Nachfrage nicht preisgeben, was seine Privatmeinung dazu ist:

I would prefer not to answer. I would like to be able to be thought of as an objective scientist and I think it is that role that I play my best for the world.

Die Reaktionen beider Gruppen spiegeln den Einfluß ihrer jeweiligen Funktion im Policy-Prozeß wider. Im ersten Fall handelt es sich um einen Forscher, dessen Hauptbetätigungsfeld innerhalb der akademischen Forschung liegt, während es sich im zweiten Fall um Wissenschaftler handelt, die sich weitgehend mit der Organisation der internationalen Forschung und der Kooperation mit Bürokraten widmen. Sie können es sich unter keinen Umständen leisten, ihren Bias an die Öffentlichkeit treten zu lassen.

Die Wissenschaftler, die als Advokaten aufgetreten sind, waren bereit, ein Risiko einzugehen, wie ihre eher risikoaversen Kollegen feststellten. Vor allem Rowland wurde des öfteren vorgeworfen, sich zu weit hinausgewagt zu haben, ohne die wissenschaftlichen Daten zu besitzen, die seine Position stützen könnten.

His reputation might have suffered at a certain time because he was making lot of statements, he was probably perceived in general as what we call ›going out on a limb‹, i.e. making statements without having the certainty that they were correct. Here it is a matter of taste, I think. In the end, of course, he did the right thing because the theory was proven to be correct. (Interview 13)

Ten years ago one could have said he was going out a bit on a limb. Of course he proved to be right. In the past I heard him make statements, that's true, but un-

57 Siehe auch die folgende Aussage: »I had had to really steer clear of it. I had this idealistic view, I wanted to be seen as a seeker of the truth. I didn't let my prejudice overcome me« (Interview 45).

derstandable when the chemical industry such as Du Pont was trying to avoid any regulation. (Interview 27)

Sein Engagement habe seiner wissenschaftlichen Reputation geschadet, da er nicht immer sauber zwischen seinen wissenschaftlichen und politischen/persönlichen Überzeugungen unterschieden habe, so das Urteil vieler Fachkollegen.

When I first read Rowland's and Molina's paper, I felt that this was a brilliant paper and they deserve all the credit they've got for it. And I was quite convinced there was a real effect. The only thing I felt uncertain about was the extent of it. That was my first reaction and then I heard Rowland giving lectures. He was like a missionary. He went around waving his hands, saying this is the end of the world ... (Interview 42)

Es wird auch darauf verwiesen, daß seine Strategie enorm riskant war, obwohl sie sich am Ende gelohnt hat.

Rowland, I think, made a very clear important decision, that a case had to be represented in an unequivocal way. I think in many ways he just sacrifices a lot of his scientific credentials to do that. ... Not many people would do [what he did]. Maybe it paid out in the end, but at an extremely high risk. (Interview 8)

Ab Mitte der siebziger Jahre bekam Rowland die Auswirkungen seines Engagements zu spüren. Es verwundert vielleicht kaum, daß er bis in die Mitte der achtziger Jahre von der chemischen Industrie keine Einladung bekommt, auf ihren wissenschaftlichen Treffen vorzutragen. Doch hielten sich Universitäten ebenfalls mit Einladungen zurück. Ausnahmen sind die Verleihung des Tyler-Umweltpreises (1983) und die Aufnahme in die *National Academy of Sciences* (1978) (Roan 1989: 122f.).

Das größte Erfolgshonorar, das schließlich gezahlt wurde, war der 1995 verliehene Nobelpreis; dieser konnte aber keineswegs als Leistungsanreiz gelten, der auch nur einigermaßen verlässlich gewesen wäre. Sieht man sich außerdem die relative Reputation an, wie sie durch Zitierhäufigkeit im SCI gemessen wird, so kann man sehen, daß Wissenschaftler, die weniger engagiert waren, teilweise besser abschneiden. Insbesondere ein Wissenschaftler innerhalb der Spitzengruppe, der nicht von Anfang an als Advokat aufgetreten ist, sondern vor allem auf seine akademische Karriere bedacht war, weist eine relative Zitierhäufigkeit auf, die deutlich besser als die Rowlands ist.

3.4 Wissenschaftliche Kontroversen und ihre Schließung

Wissenschaftliche Kontroversen (Kuhn 1976; Collins 1985) werden durch Schließungsprozesse beendet, die verschiedene Muster aufweisen können. Das häufigste dürfte die Herausbildung einer dominanten Erklärung sein, bei dem eine Dissidentenminderheit zwar weiterbesteht, aber keinen Einfluß erlangt. Ist die wissenschaftliche Kontroverse in eine gesellschaftspolitische eingebettet, dann liegt der interessante Abschnitt zwischen zwei kritischen Schwellen. Die erste ist das Erreichen der öffentlichen Aufmerksamkeit⁵⁸, die zweite das Erreichen der Hegemonie innerhalb der Kontroverse. Ich behandle im Folgenden drei Mechanismen, die bei der Schließung von Kontroversen eine wichtige Rolle gespielt haben: die Mobilisierung des Expertenwissens mit dem »größten Gewicht«, Standardisierungsprozesse der Wissenschaft und die Rolle von entscheidenden Experimenten.

3.4.1 Hochrangige Urteile

Mitte der siebziger Jahre blickten alle politischen Entscheidungsträger, die mit dem Problem konfrontiert wurden, auf die höchste wissenschaftliche Institution der Vereinigten Staaten, die *National Academy of Sciences*. Das Urteil dieses Gremiums, das sich aus der Elite der hochkarätigen Wissenschaftler zusammensetzt, fand auch über die Landesgrenzen hinweg Beachtung. In den USA wurde es als Legitimation für das Verbot von FCKW-Anwendungen in Aerosol-Sprays verwendet, das 1978 erlassen wurde. Als das Problem auf die internationale Ebene gehoben wurde, verlor diese Institution allerdings ihren Status als *quasi-supreme court*, da Expertengremien in anderen Ländern zu teilweise abweichenden Einschätzungen kamen. Der institutionelle Rahmen, in dem der Konsens hergestellt wurde, fand sich nunmehr in dem von UNEP und WMO organisierten Berichtswesen, in das die führenden Atmosphärenwissenschaftler zahlreicher Länder eingebunden wurden. Die Wissenschaftler fungieren darin als Kapitelverantwortliche, Autoren oder Gutachter. Obwohl die personelle Basis für die Abfassung dieser Berichte breit gefächert ist, wird ein Dissens kaum noch hörbar.

58 Die Betonung der Öffentlichkeit ist durch den hier untersuchten Fall bedingt. Allgemein kann man sagen, daß es in der ersten Phase gelingen muß, die Aufmerksamkeit »relevanter anderer Akteure« zu gewinnen, was im Normalfall andere Wissenschaftler sein dürften.

3.4.2 Standardisierung

Eines der größten Probleme bei der Etablierung sicheren Wissens (gleichgültig auf welchem Gebiet) ist die Vereinheitlichung der Erhebungsmethoden. Seit den ältesten Zeiten, als man über die Größe eines Hektars Land oder die Länge einer Elle geteilter Meinung sein konnte, ist das Problem gegenwärtig. Die Uhr ist wahrscheinlich das älteste wissenschaftliche Instrument, das dieses Problem verdeutlicht. Fast alles menschliche Handeln in der Moderne wird prekär, wenn es sich nicht an einem einheitlichen Zeitstandard orientieren kann. Zur Aufrechterhaltung dieses Standards gibt es ein internationales Netzwerk von ultragenauen Atomuhren, Lasern und Satelliten, das vom *International Bureau of Time* gebildet wird.⁵⁹ Dies gilt insbesondere für wissenschaftliche Meßmethoden, die im Mikro-, Nano- oder Makrobereich liegen und über große räumliche und zeitliche Distanzen hinweg vergleichbar sein müssen (Metrologie). Dieser Prozeß ist ohne Standardisierung unmöglich, und Standardisierung ist ohne Aushandlungsprozesse nicht denkbar (O'Connell 1993; Porter 1995; für technische Standards siehe Voelzkow 1996). Gleichgültig, ob man eine Bevölkerungszählung vornimmt oder die Menge der insgesamt erfolgenden Emissionen eines Schadstoffs, ob man einen Trend in globalen Durchschnittstemperaturen oder die Gültigkeit eines Laborergebnisses beurteilen will – jedesmal wird die Verbindlichkeit durch eine Institution geleistet, die an ein technisches Netzwerk gekoppelt ist oder es gar beaufsichtigt. Nach einer Schätzung von 1980 geben die USA 6 Prozent ihres Bruttosozialproduktes für Standardisierung aus, dreimal so viel wie für Forschung und Entwicklung (Hunter 1980). Latour hat diese infrastrukturellen Institutionen der Wissenschaft als *centers of calculation* bezeichnet:

The negotiation on the equivalence of non-equivalent situations is always what characterizes the spread of science, and what explains, most of the time, why there are so many laboratories involved every time a difficult negotiation has to be settled. (Latour 1983: 155)

In der Ozondebatte der siebziger Jahre variierten die Modellvoraussagen vor allem aufgrund variierender Reaktionskonstanten zum Teil erheblich. Mitte der siebziger Jahre nahm die NAS die Aufgabe wahr, die Güte der Input-Daten, die in die Modellrechnungen eingingen, zu beurteilen (Dotto/Schiff

59 »As soon as you leave this trail, you start to be uncertain about what time it is, and the only way to regain certainty is to get in touch again with the metrological chains« (Latour 1987: 251).

1978: 217). Auf der Ebene der Forschergruppen leisteten Nachwuchsforscher diese Arbeit.

In the old days ... you had to have at least one Postdoc who was competent enough to review all the kinetics literature and start thinking up the best rate constants. And everybody calculated with different values. So someone had to help us out and do the review. ... You don't have to re-invent the wheel. ... The problems are getting messier so that's why standards are coming along.

(Interview 15)

Seit 1979 ist am *Jet Propulsion Laboratory* (JPL) in Pasadena eine Kommission angesiedelt, die die Güte der Reaktionsraten beurteilt, die von verschiedenen Labors in aller Welt aufgestellt werden. Ihre Daten sind verbindlich für alle auf dem Feld tätigen Forschergruppen.

JPL publishes it and Bill de Moore of JPL is the chairman. He is a very well respected chemical kineticist. They do no measurements but evaluate all measurements from all over the world ... In addition to that, there is an international group called Co-Data. They lean very heavily on the JPL and there are no really serious discrepancies between them. (Interview 16)

All these things are done practically in one place in the world and this is the JPL, funded by NASA. Everybody in the world uses their constants. They are investing for one reaction millions of dollars. When they have the numbers, they are good. (Interview 2)

Diese Institutionalisierung half wesentlich mit, eine Quelle möglicher Kontroversen zu verschließen. Eine andere Quelle war die mögliche Diskrepanz zwischen Satellitendaten und Daten der Bodenstationen, die nach der Entdeckung des Ozonlochs auftrat und die im Folgenden etwas ausführlicher behandelt wird.

Der NASA-Atmosphärenwissenschaftler Don Heath hatte 1985 bei der Interpretation der TOMS-Satellitendaten eine signifikante Abnahme der Werte für die globale Ozonschicht gefunden. Da erhebliche Zweifel an der Güte der Daten aufkamen,⁶⁰ leitete die NASA eine Überprüfung der Daten ein. Bob Watson beauftragte Rowland mit dem Vorsitz einer Arbeitsgruppe, die eine Neubewertung vornehmen sollte. Dazu wurde der Kreis der Exper-

60 »The catalyst for the OTP was Don Heath testifying in front of Congress and various other places that the satellite data showed a very rapid decline in ozone globally. The basic feeling was that Don Heath hadn't done his homework and he was wrong. The result of the OTP, simply said, was: Don was wrong, but he was right. He was wrong because there was a calibration drift in his data, but indeed ozone was going down globally, by a much smaller amount than he was claiming« (Interview 45).

ten erweitert, es wurden nicht nur die Wissenschaftler eingeladen, die mit dem TOMS-Instrument zu tun hatten, sondern auch jene, die die Daten des weltweiten Netzes von Bodenstationen (Dobson-Netzwerk) sammelten und auswerteten. Das Problem war nur, daß die beiden Meßtechniken verschiedene Ozonwerte anzeigten.⁶¹ Als die Arbeit dieser Arbeitsgruppe begann, versuchten die Satellitenleute alle anderen von der Überlegenheit ihrer Meßmethode zu überzeugen.

The TOMS people claimed that TOMS was the best and the ground instrument worse. Because it was much cheaper, it could not be right. (Interview 43)

Den Konflikt zwischen Satellitenleuten und Dobson-Spezialisten entschieden letztere zu ihren Gunsten. Der für die US-Bodenstationen verantwortliche Wissenschaftler Walter Komhyr erläuterte auf detaillierte Weise die Eichung der Dobson-Geräte in Mauna Loa auf Hawaii, wo die atmosphärischen Bedingungen ideal für Kalibrierungszwecke sind.

This has the best conditions to make a calibration, it is 20 degrees north and located on a hill. So if he [Komhyr] could convince them [TOMS people] of the Mauna Loa instrument, you could start talking about the other instruments, that was basically the psychology of it. So he went through these things, showed exactly how the calibration was made, we spent a morning or more on it, everyone tried to tell him why he was wrong, but no one could. And so eventually it was believed. (Interview 43)

Komhyr gelang es, die TOMS-Leute davon zu überzeugen, daß seine Eichmethode verläßlich war und folglich die TOMS-Messungen fehlerhaft sein mußten. Dies führte dazu, daß das TOMS-Instrument auf dem NASA-Satelliten NIMBUS 7 überprüft wurde, wobei man herausfand, daß aufgrund eines technischen Problems mit der Streulichtplatte (*diffuser plate*) Fehlmessungen auftraten.

Before this problem was detected, the data was interpreted as increasing back-scattered UV-radiation which meant ozone was going away. But it was simply the diffuser plate getting darker which pointed at the sun. Since the sun was used as source of calibration, it was not interpreted as darkening, but the earth as becoming brighter. (Interview 17)⁶²

61 1986 gab es Berichte über Probleme mit dem SBUV (*Solar Backscatter Ultraviolet Spectrometer*) und dem TOMS-Instrument in Fachzeitschriften (Fleig et al. 1986a, 1986b).

62 Vgl. die folgende Entrüstung eines US-Wissenschaftlers: »The satellites have very, very bad calibration. The Dobsons need better calibration but this refers back to the poor state of long-term measurements. But NASA has been rescued by the Dobsons. They are imperfect, but in order of magnitudes better than the satellites. The diffuser plate from the

Daraus zog das OTP die Schlußfolgerung, daß man sich zunächst völlig auf die Daten der Bodenstationen verlassen mußte. Doch damit handelte man sich zwei neue Probleme ein. Zum ersten das Problem der Verlässlichkeit der Daten des Dobson-Netzwerkes, wo Methoden der Eichung und Wartung der Geräte eine kritische Rolle spielen. Und zum zweiten das Problem, daß auf Basis ihrer Zeitreihen bislang keine negativen Ozontrends festgestellt worden waren. In bezug auf die Verlässlichkeit der Daten äußerte sich ein sehr erfahrender Feldbeobachter wie folgt:

This is the trouble of publishing all these data, you cannot go and pick them up and trust the data. It is completely impossible to evaluate if you can trust it or not. It is very sad. (Interview 44)

Sein Kollege pflichtet bei:

While we looked at all the other stations, it was clear that data quality was a big issue. A 3 percent change in calibration would cause a 3 percent trend basically. ... But the problem remained with all the other Dobson stations. One way of checking the calibration would be to bring them to Mauna Loa which is of course terribly expensive. Another way is to move that instrument to a location but each time you move the instrument you risk messing up the calibration. So however you do it, there are risks. But you can do your own calibration on site, that's what Joe Farman did, it's just not as good as the one done in Mauna Loa. You then ask: How can you test the quality of the Dobson stations? (Interview 43)

Zur Lösung des Eichungsproblems wurden im wesentlichen zwei Methoden entwickelt. Die erste besteht darin, die Abweichungen zweier benachbarter Stationen über einen langen Zeitraum zu vergleichen, die zweite, sie mit den Satellitendaten zu vergleichen. Wenn man in einem Datensatz einen plötzlichen Sprung sieht, der im Vergleichssatz nicht vorhanden ist, deutet dies auf ein Eichungsproblem hin. Eichungsvergleiche bergen aber auch viele neue Unsicherheiten, da bei der interdependenten Neujustierung fehlerhafte Einstellungen gegenseitig weitergegeben werden können, so daß man am Ende keine klare Fehlerquelle mehr hat. Will man dies vermeiden, so darf man nur eine Variable pro Neujustierung ändern, was entsprechend viel Zeit in Anspruch nimmt. Eine wichtige Station, die nicht am Prozeß der Eichungsvergleiche beteiligt war (Halley Bay), arbeitete sich langsam an einen Standard heran, von dem ihre Betreiber überzeugt waren, er garantiere verlässliche Daten.

SBUV and TOMS instruments has a vicious degradation. ... I am upset by that« (Interview 11).

We were lucky ... we never were able to take part in these intercomparisons. So we had to take jolly good care that our observations stood by themselves. So we actually did calibrate the instrument very carefully every year ourselves. Normally when you have these intercomparisons, you mess up the instrument. So we were free of that problem. (Interview 44)

Das zweite Problem ergab sich dadurch, daß diese Langzeitdaten schon sehr früh (um 1975) von Wissenschaftlern im Auftrag der Firma *Allied Chemicals* ausgewertet worden waren, wobei keine Abnahme der Ozonwerte festgestellt worden war. Auch 1985 wurden noch Daten präsentiert, die keine signifikante Änderung zeigten. Die Daten waren jedoch nicht wesentlich aktualisiert worden und reichten nur bis 1978.⁶³

We were in the summer of '85 and they were quoting studies from 1979 with data stopping in 1978. So they had not updated their report. (Interview 16)

Auf einem Workshop im Sommer 1985 in Les Diableret war keine Diskussion über die Daten vorgesehen, und die für die Arbeit verantwortlichen Statistiker, die zum größten Teil für die chemische Industrie arbeiteten, waren auf dem Treffen nicht anwesend. Dies führte bei Leuten wie Rowland zur Verärgerung, da alle anderen Präsentationen sich der offenen Kritik stellen mußten. Rowland hatte sich die Langzeitreihen der Meßstation Arosa angesehen, die bis ins Jahr 1926 zurückreichen, und dabei den Eindruck gewonnen, daß es einen leichten Abwärtstrend gab. Ein bei ihm arbeitender Doktorand, Neil Harris, machte sich an eine genaue Analyse der Daten, um festzustellen, ob ein Trend vorlag. Die Frage war, weshalb die Statistiker keinen solchen Trend sehen konnten, wo Rowlands bloßes Auge einen solchen sah:

So they [the statisticians] gave exactly what the CMA would like to hear. The CMA would not ask: Are you sure you have not screwed up and there is really ozone loss? So, I said to my grad student Neil Harris: I don't understand why St. John was getting an increase while my eyeball sees a decrease at Arosa.⁶⁴

Er fand bald heraus, daß man keine signifikanten Ergebnisse erhält, wenn man die Jahresmittelwerte, wohl aber, wenn man die monatlichen Durchschnittswerte nimmt, und die Werte vor 1970 mit denen nach 1970 ver-

63 Die Gefahr, bei Auftragsforschung das zu liefern, was der Auftraggeber gern hören möchte, wird von den Wissenschaftlern natürlich gesehen: »Ich kann mir nicht helfen: seine Forschung wurde ja viel von der Industrie bezahlt. Man kennt sich, ist freundlich, das kann natürlich einen Einfluß auf die Arbeit haben und auf die Interpretation der Arbeit. Also ich meine, da sind wir alle nicht frei von« (Interview 25).

64 Pers. Mitteilung Rowland.

gleicht. Nach 1970 akkumulierten FCKW in der Atmosphäre, was durch Konzentrationsmessungen bekannt war. Traf die Molina-Rowland-Hypothese zu, so nimmt bei einer Zunahme der FCKW-Konzentration die Ozonkonzentration ab. Tatsächlich sah Harris auf Basis seiner saisonalen Analyse in den Wintermonaten der siebziger Jahre einen Einbruch im Vergleich mit den Jahrzehnten davor.

Es waren im wesentlichen fünf Wissenschaftler, die die Neubewertung der Messungen aller Dobson-Stationen vornahmen: Rowland, Harris, Bloomfield, McFarland und Bojkov.⁶⁵ Der Statistiker Bloomfield hatte auch frühere Trendmessungen vorgenommen. MacFarland arbeitete als Wissenschaftler für Du Pont und Bojkov war als Spezialist der WMO für die Bodenstationen zuständig. Ihm wuchs die Aufgabe zu, die Datenbasis aller Dobson-Stationen zu überprüfen, eventuelle Fehler zu identifizieren und zu beheben.

Meßfehler können bei der Arbeit mit den Dobson-Photospektrometern aus verschiedenen Gründen auftreten, zum Beispiel durch unsachgemäße Wartung. Wenn die Stationen Protokolle über ihre Messungen und Wartungsmaßnahmen führen, bestehen gewisse Chancen, solche Fehler zu identifizieren und die Datenreihe rückwirkend zu korrigieren (WMO 1993).

You can't do anything in terms of improvement unless you have the original readings. There is a limit to what you can do, you can make consistency checks, you can look at the operating conditions, and you can say: This looks like a very silly value. But there is no way of actually finding out what went wrong unless you actually got the original sheets written down by the man at the time.

(Interview 44)

Bei der Beurteilung dessen, was gute und was problematische Daten sind, haben verschiedene Wissenschaftler unterschiedliche Ansichten. Der Verantwortliche des internationalen Meßnetzes würde die Auswertung der Daten aller Dobson-Stationen gern selbst vornehmen, ihm werden allerdings nicht immer die aktuellen Daten übermittelt. Dahinter steht ein Konkurrenzkampf, der Merkmale eines Autoritätskonflikts trägt. Zum Beispiel gaben die Verantwortlichen des britischen Netzes ihre Daten oft nicht fristgerecht heraus, da sie fürchteten, diese würden nicht korrekt behandelt. Man zieht es vor, zuerst einmal selbst die nötigen Korrekturen durchzuführen, bevor man sie an die offizielle Stelle weitergibt. Das Mißtrauen beruht auch darauf, daß

65 Das OTP bestand insgesamt aus folgenden Personen: Angell, Attmannspacher, Bloomfield, Bojkov, Harris, Komhyr, McFarland, McPeters und Stolarski. Den Vorsitz führte Rowland (WMO 1988: 179).

Bojkov bei der Korrektur der Daten weitgehend freie Hand hatte, so daß der Vorwurf laut wurde, er habe die Daten manipuliert.

We are much more successful than in the past but we are clearly still not 100 percent successful. 90 percent of the changes Bojkov does, he can clearly justify. My worry is that he tries to tidy up the last remaining bit a little bit too much. It doesn't affect at all what the message from the network is, I am convinced that's right. Because he can justify so many of the changes. I am worried he is a bit too zealous for the last little bit ... (Interview 43)

Bojkov went through a lot of these stations and made approximate corrections. This significantly improved the record. But it also made the record significantly more dependent on what one person did to it. ... So you are very easily subject to the criticism of manipulation. (Interview 45)

Doch auch ohne die Korrekturen zeigten 18 von 19 Stationen im Winter eine Abnahme der Winterdaten (WMO 1988: 241–242), während es im Sommer sowohl Abnahme als auch Zunahme gab. Betrachtet man die Werte derselben 19 Stationen nach der »Korrektur«, so bekommt man in 10 Fällen eine geringere Abnahme und in 8 Fällen eine größere Abnahme, wobei das Gesamtbild nun etwas homogener aussieht (WMO 1988: 244).

Die ersten Trendanalysen der Statistiker auf Basis von Jahresmittelwerten sahen keine Ozonabnahme, die Neubewertung der Daten durch Atmosphärenwissenschaftler führte zum entgegengesetzten Resultat. Dies wäre Anlaß zur Vermutung, daß die Ergebnisse zwischen den Statistikern, die zum großen Teil im Solde der Industrie standen, und den Atmosphärenwissenschaftlern, die teilweise zu den lautstarken Advokaten gehörten, kontrovers diskutiert wurden. Erstaunlicherweise war dies nicht der Fall. Drei Gründe sind hier wesentlich.

Erstens zeigten die frühen Trendanalysen keine Ozonabnahme, weil die hauptsächlichsten Veränderungen nach 1976 stattfanden, die ursprüngliche Datenreihen jedoch schon 1978 aufhörten. Jedes zusätzliche Jahr, das man hinzubekam, erhöhte die Chance, Änderungen sehen zu können.

If you now do annual average, you will see the trend. In '87/'88 it was harder to see. It depends on how you handle various things. There were lots of detailed arguments. (Interview 45)

Zweitens wurde die Methode der Trenderhebung geändert. Nach der alten Methode sah man eine große Standardabweichung im Winter, eine kleine im Sommer (jeweils verglichen mit der natürlichen Variation). Wenn man nach einer Änderung von zehn Dobson-Einheiten (DU) Ausschau hielt, war es

einfacher, diese in den Sommerdaten als in den Wintermonaten zu sehen. Die Statistiker gewichteten folglich die beiden Datengruppen unterschiedlich stark: Sie schwächten die Winterdaten ab und verstärkten die Sommerdaten. Mit dieser Methode erhielten sie keinen signifikanten Trend, da die Winterdaten so stark abgeschwächt wurden, daß sie keinen Unterschied im Endresultat machten. Die stillschweigende Hintergrundannahme der Statistiker war die, daß eine eventuell zu messende Ozonabnahme monoton sein müßte. Damit schlossen sie die Möglichkeit eines saisonalen Ozonverlusts im Winter von vornherein aus (Interview 16).

Ein dritter Grund dürfte in der Positionsänderung der Auftraggeber der Statistiker zu suchen sein. 1986 gab es einen Positionswechsel der amerikanischen FCKW-Produzenten in bezug auf Regulierungen. Es scheint plausibel anzunehmen, daß bei unveränderter Firmenstrategie der Druck auf die Statistiker zugenommen hätte, die »alte« Methode zu verteidigen. Mit anderen Worten: Die geänderte Industrieposition führte zu einer kampflosen Aufgabe der Statistik als Schlachtfeld der Kontroverse.

3.4.3 Schließung durch entscheidende Experimente

1986 und 1987 fanden entscheidende Experimente zur Erklärung des antarktischen Ozonlochs statt. Diese Experimente waren außergewöhnlich in mehrfacher Hinsicht. Sie fanden unter außergewöhnlichen klimatischen Umständen statt, sie wurden generalstabsmäßig und in kürzester Zeit geplant, sie verlangten eine extreme Einsatzbereitschaft der Forscher (die für eine heroische Stilisierung und Dramatisierung empfänglich war) und sie brachten am Ende die Falsifikation beziehungsweise Verifikation entscheidender Hypothesen.⁶⁶

Die erste Antarktisexpedition 1986

Die erste Serie von Feldexperimenten fand von August bis Oktober 1986 im Rahmen der *National Ozone Expedition* (NOZE) statt und wurde von vier Gruppen, denen dreizehn US-Forscher angehörten, durchgeführt.⁶⁷ Sie wur-

66 An Popper geschulte Leser mögen sich an dieser Formulierung stoßen; ein Atmosphärenwissenschaftler drückte die Haltung seiner Kollegen so aus: »Verify is actually what we are doing. We are testing things with datums ... and a datum is a number that you believe in – if it's for a model or a measurement« (Interview 15)

67 Die Gruppen kamen vom NOAA Aeronomy Laboratory in Boulder, von der Universität

de durch Robert Watson (NASA) koordiniert und von NASA, *National Oceanic and Atmospheric Administration* (NOAA) und *National Science Foundation* (NSF) finanziert. Da die NASA von zeitraubenden Gutachterprozessen bei der Vorbereitung von Experimenten ausgenommen ist, konnte Watson selbst bestimmen, welche Forscher welche Art von Experimenten durchführen sollten. Ein weiterer günstiger Umstand für die Vorbereitung der Expeditionen war die Tatsache, daß der Vorsitzende der *National Science Foundation*, der für alle Antarktisprojekte zuständig war, der NOZE-Expedition wohlwollend gegenüberstand. Er fühlte, daß die amerikanische High-tech-Wissenschaft etwas gutzumachen hatte, schließlich war das Ozonloch nicht durch den »multi-million fancy stuff« der NASA entdeckt worden, sondern durch ein Tausend-Dollar-Instrument, das auf einer Technologie aus den zwanziger Jahren basierte (Cagin/Dray 1993: 294, 298).

Gegen Ende ihres Aufenthalts auf der McMurdo-Station in der Antarktis am 20. Oktober stellte die NOZE-Forschergruppe ihre vorläufigen Ergebnisse auf einer Pressekonferenz vor, die per Radio nach Washington übertragen wurde. Die Journalisten waren vor allem an der Frage interessiert, ob FCKW die Ursache des Ozonlochs seien. Susan Solomon, die Sprecherin der Gruppe, fühlte sich berechtigt, diese Frage zu bejahen – was zum Ausbruch einer Kontroverse führte, als die Gruppe wieder in die USA zurückkam (Roan 1989: 171–172). Die Vertreter der konkurrierenden Theorien, der Sonnenzyklustheorie und der dynamischen Theorie, Lin Callis und Mark Schoeberl, reagierten scharf (Shell 1987).

Die Ergebnisse seien lediglich vorläufig und keineswegs eine Bestätigung der chemischen Erklärung. »Despite the number of public announcements, no clear link between manmade pollutants and ozone depletion over Antarctica has been established«, sagte Schoeberl.

The growing controversy about the cause of the ozone hole represented more than just differing scientific interpretations of existing data. It reflected the diverse instinctal responses among scientists and policy-makers to the threat of large-scale ecological change ... A faith in nature's benevolence or, conversely, the conviction that the environment was highly vulnerable to manmade changes, could not help but influence the debate and directly contribute to the formulation of scientific theory. (Cagin/Dray 1993: 291)

Im November 1986, knapp einen Monat nach der Rückkehr der NOZE-Expedition, erschien ein Sonderheft der Zeitschrift *Geophysical Research Letters*,

Wyoming (Laramie), vom Jet Propulsion Laboratory in Pasadena und von der State University New York, Stony Brook.

das über vierzig Artikel zur antarktischen Problematik enthielt. Darin fanden sich zahlreiche Veröffentlichungen von Autoren, die die dynamische Hypothese verfolgten. Da die Autoren dieses Sonderhefts wie die Expeditionsteilnehmer während des Sommers und Herbstes 1986 ihre Positionen unabhängig voneinander formulierten – sowohl in paradigmatischer als auch räumlicher Hinsicht – entstand auf beiden Seiten der Eindruck, man ignoriere die Positionen der Gegenseite. Die Dynamiker warfen den NOZE-Teilnehmern vor, die Expedition mit einem vorgefaßten Urteil angetreten zu haben. Weder sei es ihnen gelungen, die chemische Theorie zu beweisen, noch die dynamische Theorie zu widerlegen (vgl. auch Kerr 1987; Solomon 1987).

In der Tat gab es mehrere Probleme bei der Auswertung der Daten. Das beste Indiz, das zur Unterstützung der chemischen Theorie mobilisiert werden konnte, war das Vorhandensein von Chlormonoxid in der Stratosphäre. Die Gruppe, die dies durch Bodenmessungen nachzuweisen versuchte, hatte damit ihre Mühe. Die Glaubwürdigkeit der Daten wurde zusätzlich erschüttert, als sich die ebenfalls von dieser Gruppe vorgenommenen Messungen von NO_2 als fehlerhaft herausstellten (Roan 1989: 177; Interview 17). Ein Experiment beinhaltete Messungen von NO_2 und ClO_2 . Hohe NO_2 -Werte würden auf die Richtigkeit der Sonnenzyklentheorie hinweisen, hohe ClO_2 -Werte hingegen auf die chemische Theorie. Das Problem war nur, daß ClO_2 keine ozonzerstörende Substanz ist, sondern als Abfallprodukt bei heterogenen Reaktionen entsteht, die beim Aufbrechen der beiden Reservoirs Salzsäure und Chlornitrat auftreten. Hohe Werte von Chlordioxid lieferten nur ein indirektes Indiz für die Richtigkeit der chemischen Theorie, da sie die Existenz heterogener Reaktionen plausibel machten.

[Regarding Susan's OClO measurements], we don't know what OClO is anyway, it's a dead-end byproduct, so we don't really know. There is a lot of confusion around that. The NOZE expedition was not very convincing in my opinion – Susan will tell you different, I am sure.⁶⁸

Legt man das Modell des in Kapitel 1 entwickelten »hermeneutischen Dreiecks« zugrunde, so konnte sich die erste Antarktisexpedition mit der These nicht durchsetzen, das Ozonloch sei durch FCKW verursacht (Abbildung 1-4).

Die zweite Antarktisexpedition 1987

In dieser Situation fühlten sich die Vertreter der chemischen Theorie unter erheblichem Druck. Sollte sich herausstellen, daß das antarktische Phäno-

68 Pers. Mitteilung Schoeberl.

men ein Ergebnis natürlicher Variationen war, würde der politische Prozeß zur Regulierung von FCKW, der zeitgleich in seine entscheidende Phase eingetreten war, möglicherweise scheitern.

Interessanterweise werden die Antarktisexpeditionen im Fachjargon »Kampagnen« genannt; auch die deutschen Wissenschaftler bedienen sich dieses Begriffs für Expeditionen. Sieht man im Webster's nach, was er genau bedeutet, so liest man: »*Campaign*: organized course of action for particular purpose, esp. to arouse public interest; series of military operations in a definite area or for particular objective.« In der Tat ähnelt vor allem die zweite Expedition in mehrfacher Hinsicht einer militärischen Operation, die öffentliches Interesse erzeugen sollte. Sie wurde generalstabsmäßig geplant, bei ihrer Durchführung wurde militärisches Gerät und Personal eingesetzt, und die Weltöffentlichkeit blickte auf das Vorhaben. Die erzielten Ergebnisse führten zum Sieg der Regulierungsbefürworter (hier und zum Folgenden: Roan 1989). Die beiden Verantwortlichen bei der NASA sahen das Projekt als eine Miniaturversion des Manhattan-Projekts. Wie beim Manhattan-Projekt ging es auch hier darum, die weltbesten Wissenschaftler in einer einmaligen Anstrengung zusammenzubringen, um eine Lösung für ein lebensbedrohliches Problem zu finden. Diese zweite Expedition sollte 10 Mio. US-Dollar kosten und 150 Wissenschaftler einbeziehen. Neben Boden- und Ballonmessungen waren In-situ-Messungen in der Stratosphäre geplant. Dafür sollte eine Version des berühmten Spionageflugzeugs U-2 (die ER-2) zum Einsatz kommen. Niemals zuvor war ein Flugzeug in dieser Höhe bei solchen Wetterbedingungen (Wirbelsturm, Temperaturen von minus 85° C und kälter) geflogen. Die Piloten (ehemalige Vietnam-Kampfpiloten) konnten zur Übernahme dieses erhöhten Risikos angeblich dadurch motiviert werden, indem man ihnen klarmachte, daß die Ergebnisse dieser Mission nicht nur bei der Erforschung eines wissenschaftlichen Problems, sondern auch zur Lösung eines internationalen politischen Problems gebraucht wurden. Die Programm-Manager der NASA schließlich mußten einen Start- und Landeplatz finden, der der Antarktis nahe war. Man fand ihn im Süden Chiles (Punta Arenas) und benötigte die Erlaubnis der chilenischen Regierung für all diese Aktivitäten auf ihrem Territorium. Eine geeignete Landebahn mußte in kürzester Frist gebaut werden.

Doch auch die wissenschaftliche Infrastruktur musste gewährleistet sein. Auf Jim Anderson lastete dabei ein besonderer Druck. Watson zählte auf die Verfügbarkeit des von ihm gebauten Instruments, das Chlormonoxid präzise messen konnte. Nach den teilweise unschlüssigen Ergebnissen der ersten Expedition fürchtete er unausgeregnete Ergebnisse mehr als keine Ergebnis-

se: »There was no such thing as going in and coming back with some half-baked solution. ... [That] would have been worse than no result at all« (zit. bei Roan 1989: 187).

Die Gruppe um Anderson arbeitete von März bis Mai 1987 an der Anpassung des CIO-Instruments für den Flugzeugeinsatz. Die Messungen, die schließlich im September durchgeführt wurden, verliefen erfolgreich; sie können als *experimentum crucis* betrachtet werden, dessen Ergebnisse allerdings nur deshalb so durchschlagend waren, weil die ausführende Forschergruppe um Anderson ihren Status als unangefochtene Spezialisten für In-situ-Messungen etabliert hatte⁶⁹ und die generalstabsmäßige Mobilisierung der Expedition erfolgreich verlief (siehe American Geophysical Union 1989 und NASA 1987).

We had of course worked for nearly a decade to develop instruments to do *in situ* measurements in the stratosphere in parts per trillion. We've never flown one on an airplane before; there was a large learning process which we had to do very quickly. But spectroscopy kinetics, the heart of the method, we had forged under very controversial conditions for high-altitude measurements on balloons. So we've gone through a very significant period of technical growth on our own part within this research group. We could never have responded as quickly as we did to this question, and we still had a lot of homework to do after these flights. We had to refine the calibration, but they were [just] refinements. [They were] important refinements, but they did not strike at the heart of the fundamentals.⁷⁰

3.5 Skeptizismus und Vertrauen: Inklusion und Exklusion

In diesem Abschnitt behandle ich zwei Grundmechanismen sozialen Handelns, Skeptizismus und Vertrauen (Merton 1985a; Holton 1994), die auch in der Wissenschaft relevant sind. In Anlehnung an eine weit verbreitete Ansicht (Merton, Popper, Luhmann) könnte man annehmen, daß die Wissenschaft ein Bereich der Gesellschaft ist, in dem die Skepsis institutionalisiert ist. Die Gegenthese lautet, daß die Wissenschaft einem Muster folgt, das bei

69 »Jim Anderson was able to do that. He had a very robust instrument which was challenged by nobody« (Interview 27). »The signal to noise ratio is very clear in Anderson's data. He can measure chlorine oxide at 10.000 times less than what he was seeing« (Interview 16). Galison (1987: 183) beschreibt einen ähnlichen Glaubwürdigkeitsmechanismus im Bereich der Teilchenphysik.

70 Pers. Mitteilung Anderson.

der sozialen Kohäsion von Gruppenmeinungen generell anzutreffen ist. Elias und Scotson führen dazu aus:

In jeder Gruppe mit einer hochgradigen Kohäsion wirkt die interne Gruppenmeinung als ein regulativer Faktor, der das Empfinden und Verhalten ihrer Angehörigen zutiefst beeinflusst. Wenn es sich um eine Etabliertengruppe handelt, die über den monopolistischen Zugang zu Machtquellen und Gruppencharisma verfügt, mit den entsprechenden Gratifikationen für ihre Mitglieder, ist diese Wirkung besonders ausgeprägt. ... Da eine Art Binnenkampf ... zu den festen Merkmalen kohärenter Gruppen zählt, schwächt die Herabstufung eines Gruppenmitglieds in der internen Rangordnung seine Fähigkeit, sich in dieser Macht- und Statuskonkurrenz zu behaupten ... (Elias/Scotson 1990: 39)

Die Funktionsweise solcher Insidergruppen für den Wissenschaftsbetrieb wurden von verschiedenen Autoren herausgearbeitet. Dies sind kleine und eng gekoppelte Kerngruppen, die an innovativen und zentralen Problemen arbeiten und oft in der Lage sind, die Entwicklungsrichtung eines größeren Feldes zu bestimmen (hier und zum Folgenden: Fuchs 1993b). In diesen Gruppen gibt es eine hohe *Face-to-face*-Interaktionsdichte, persönliche Bekanntschaften und Austausch unveröffentlichter Forschungsergebnisse. Oft kommt es vor, daß neue Mitglieder über Lehrer-Schüler-Beziehungen rekrutiert werden.

Kerngruppen der Forschung befinden sich an wenigen prestigereichen Institutionen und Laboratorien und sind durch Netzwerke mit anderen prestigereichen Einrichtungen verbunden. Führungspersonen innerhalb dieser Gruppen kontrollieren den Zugang zu wesentlichen Ressourcen der Forschung wie Labors, Publikationsmöglichkeiten und Finanzierung (vgl. Hagstrom 1965; Traweek 1988). Sie entscheiden auch, in welche Richtung sich das Feld bewegt, was die nächsten Themen der Forschung sind und wo die Grenze zwischen Wissenschaft und Nicht-Wissenschaft verläuft (Gieryn 1995; Jasanoff 1990).⁷¹ Die Anerkennung als Experte wird im Feld der Ozonforschung von der etablierten Kerngruppe der Wissenschaftler bewirkt, wie folgende Beispiele bestätigen:

71 Shapin/Schaffer (1985) haben in ihrer wissenschaftshistorischen Studie über die Kontroverse zwischen Hobbes und Boyle die Grenzziehungsstrategien analysiert, die von beiden Kontrahenten angewandt wurden. Thomas Gieryn faßt Boyles Strategie folgendermaßen zusammen: »Success would be likely, if Boyle could move everyone – rivals, bystanders, audiences – onto his playing field. With borders that he drew and labelled. He did that in a crafty move, in effect arguing that only those who were in the experimenter's community ... could challenge the claimed facts. But, catch-22, the price of admission to the lab (and to the Royal Society, as Hobbes found out) was a commitment to Boyle's program« (Gieryn 1995: 428).

T. is a former volcanologist who knows a little bit about the atmosphere, not very much. He was also the minister for industrial hazards in the Mitterrand government in the beginning. He has some credibility, but he is not really doing research at all. He writes books on it. (Interview 41)⁷²

S. is now a lobbyist, no longer a scientist. His basic role is to ask questions. He uses the attitude of a skeptic. I never thought that he really understands this whole issue, but [he does] raise good questions. (Interview 41)

I think M. has no [reputation]. ... These people do not show up in referred journals. I made that statement about S. at one point. And his response was that he had written in *Science* and I knew about it because my rebuttal was in the same journal. That's sort of disingenuous on his part ... because he knows that most people don't know that *Science* has two parts to it and that the letters aren't refereed. That is established by the fact that they have responses to them. (Interview 16)⁷³

Es gibt auch einige Wissenschaftler, Leute, die früher gute Arbeit geleistet haben, S. zum Beispiel und auch E., die auch mit falschen Argumenten kommen. Die publizieren aber nicht in unseren Zeitschriften. Sie kommen mit ihren Argumenten nicht durch. Da kann man zwar sagen: Das ist die wissenschaftliche Mafia, die diese Leute stoppt – aber es ist einfach zu lächerlich. (Interview 25)

Seit 1985 werden im Auftrag der WMO und der UNEP internationale Berichte herausgegeben. Sie sind die obligaten Durchgangspunkte sowohl für die *policy-makers* als auch für die Wissenschaftler (zum Begriff *obligatory passage point* vgl. Latour [1987]). Kein Wissenschaftler kann es sich leisten, diese Institution zu ignorieren. Wer dort nicht teilnimmt, hat keine Stimme in der *community*. («The skeptics [i.e. the backlash people] don't go to these meetings»). Die Pointe der Grenzziehungsstrategien ist folgende: Die Vermischung von wissenschaftlichen und politischen Aussagen ist nicht unbedingt unzulässig; es kommt darauf an, ob man als *Wissenschaftler* anerkannt ist oder nicht. Wenn es gelingt, die eigene Position als 100 Prozent wissenschaftlich auszuzeichnen, die von konkurrierenden Akteuren aber als voreingenommen und unwissenschaftlich, dann kann man mit einem einzigen Schritt eine doppelte Operation vollziehen, nämlich die Scheidung zwischen Wissenschaftler und Nicht-Wissenschaftler und zwischen legitimer

72 Die für Naturwissenschaftler vorherrschende Publikationsform ist der Artikel in einer *peer-reviewed* Fachzeitschrift. Da Buchpublikationen teilweise ohne Gutachterverfahren erfolgen, sind sie nur lose an den Kernbereich der Forschung gekoppelt. Wissenschaftler, die vorrangig Bücher publizieren, werden nicht ernst genommen.

73 Ob dies generell zutrifft, vermag ich nicht zu beurteilen. Im Fall der bekannten Kontroverse zwischen den Entomologen Lloyd und Copeland wurden Kommentare vor der Publikation in *Science* begutachtet. Zu den Details siehe Chubin/Hackett (1990: 112–121).

und nichtlegitimer Parteinahme. Nach Collins geschieht diese Scheidung in den Kerngruppen der Forschung.

Core sets funnel all of their competing scientists' ambitions and favoured alliances and produce scientifically certified knowledge at the end. These competing ambitions and alliances represent the influence or »feedback« from the rest of the web of concepts and therefore the rest of our social institutions. ... The core set »launders« all these »non-scientific« influences and »non-scientific« debating tactics. It renders them invisible because, when the debate is over, all that is left is the conclusion that one result was replicable and one was not.

(Collins 1985: 143f.)

Vertrauen und Skeptizismus sind zwei Möglichkeiten für Forscher, Eigen- und Fremdergebnisse zu bewerten. Sowohl die Resultate der eigenen Arbeit, als auch die von anderen müssen einem kritischen Test unterworfen werden, bevor man sie als wahr oder falsch, glaubhaft oder unglaubwürdig, wichtig oder unwichtig, aussagekräftig oder nichtssagend einstuft. Die Kategorien Vertrauen und Skeptizismus sind zwar dichotom strukturiert, werden aber in der Praxis meist graduell verwendet. Wissenschaftler, die sich an der Forschungsfront befinden, können keine absolute Sicherheit über Ergebnisse haben. Sie müssen den Daten, die sie zur Unterstützung ihrer Aussagen heranziehen, dennoch glauben können. Einigt sich ein Spezialgebiet der Forschung auf bestimmte Methoden, Erklärungsansätze, und Verfahren, so bleibt draußen, wer zu oft oder zu spät mit bestimmten skeptischen Fragen kommt (vgl. Shapin 1994 für einen Versuch, diesen Punkt zu generalisieren). Innerhalb der Community scheint ein »Zeitfenster« zu existieren, innerhalb dessen es opportun und erwünscht ist, skeptische Fragen zu stellen, die grundsätzliche Fragen berühren.

All of us reacted skeptically when they brought this up there. That's our job to be skeptics. You have to prove it. (Interview 45)

Doch danach, wenn die Community einen bestimmten Weg eingeschlagen hat, hört sie skeptische Argumente nicht mehr gern. Es erfolgt ein Schließungsprozeß. Dieser Prozeß scheint seine Dynamik nur unter der Voraussetzung zu entfalten, daß die Wissenschaftler innerhalb einer Forschergemeinschaft kooperieren. Besteht eine solche Gemeinschaft nicht, so hat der Skeptizismus eine prinzipiell größere Spielbreite. Vorausgesetzt, die Fachkollegen finden einen unglaubwürdigen Beitrag erwähnenswert, ist die offene, skeptische Reaktion wahrscheinlich. Ein etwas verbitterter Teilnehmer der Ozonkontroverse, der sich mittlerweile aus dem Geschäft zurückgezogen hat, bestätigt dies:

Unconsciously, they formed a tribe that has a mutual self-interest in sustaining the ozone crusade. They do not like to have critical comments made from outside, it's understandable, it's human. (Interview 42)

The scientists formed a community, they were ably led and that was it. They all agreed. Nobody would want to disagree. If you had been at some of those meetings you would know it. I will never forget the hostility if you got up and suggested anything that was contrary to the message. (Interview 42)

Aus der »Innenansicht« hört sich das so an:

The people who I knew who I would have thrown out of the review process were the perennial troublemakers. In other words, they were given four chances to shoot it down and they each try, and after four times you say: Do a better job! People should not bring you disproofs that have obvious flaws in them all the time. (Interview 15)

Wie bei jedem Schließungsprozeß rücken die Insider enger zusammen und drängen andere hinaus. Der Insider, der eben noch sagte, es sei der Job von Wissenschaftlern, kritisch zu sein, führt aus:

It is certainly true that there is a paradigm in our field as to how things work, and things which walk outside of that paradigm get a rougher road in reviewing. I can imagine kinds of papers that I could write that would have a hard time. (Interview 45)

Wie wichtig es ist, sich zu einigen, wird klar, wenn man die Probleme sieht, die sich das Forschungsfeld »ausgesucht« hat:

You will always have this problem when you make scientific measurements. It is rare that any two different methods will come to the same number. When you are within 10 percent, you are pretty good. Now we try to get at 1 percent changes in ozone, so there is a lot of fights about what's more accurate. (Interview 17)

As a director of a lab which has one of the world's great responsibilities to get good numbers on global warming, we are viciously critical of things like that in our own models, because everybody is viciously critical of them for the simple reason that they don't want to change policy on the basis of dubious models and the draconian implications of greenhouse warming. *So if we subjected the ozone models to the same rigor as in the greenhouse debate, there is a certain fuzziness remaining, that is very understandable given the degree of difficulty of the science.* (Interview 11)

Verschiedene Wissenschaftsforscher bemerken, daß in Fällen, in denen objektive oder »wissenschaftliche« Tests der experimentellen Qualität nicht möglich sind, Wissenschaftler freizügig von nichtwissenschaftlichen Kriterien

Gebrauch machen, wie zum Beispiel Vertrauen in die Aufrichtigkeit des Experimentators, die Größe und das Prestige des Labors, und sogar persönliche Eigenschaften wie Nationalität oder berufliche Gruppenzugehörigkeit (Collins 1985; Holton 1994; Shapin 1994).

3.5.1 Vertrauen in fremde Arbeit

Die Entdeckung des Ozonlochs bietet reiches Anschauungsmaterial für die These, daß Vertrauen eine Zentralkategorie wissenschaftlichen Arbeitens ist. Nachdem Wissenschaftler des *British Antarctic Survey* (BAS) ihren Artikel in *Nature* veröffentlicht hatten, gingen in der internationalen Forschergemeinschaft, vor allem natürlich in den USA, Fragen um wie: Wer ist die BAS? Wer ist Farman? Sind diese Messungen verlässlich? Ralph Cicerone wird mit den Worten zitiert:

The BAS is not a household word. At the time, most of us had never heard of it, had no idea whether these people did good work. You couldn't automatically give credence to the work. (zit. in Roan 1989: 129)

Ein anderer Forscher sagte mir im Gespräch, daß er die Daten der BAS anfänglich für glatte Meßfehler hielt, was viele andere Gesprächspartner bestätigten.

When I heard about the discovery of the Antarctic ozone hole, I thought it must have been very bad measurements. (Interview 11)

Die ersten Messungen der BAS waren Ein-Punkt-Messungen, bei denen die Ozonkonzentration von einer Station (Halley Bay) aus gemessen wurde.⁷⁴ Es war für viele Forscher fraglich, ob auf Basis solcher Messungen dramatische Aussagen abgeleitet werden konnten. Immerhin ergaben die Satelliteninstrumente der NASA, die globale Ozonwerte aufzeichneten, zum damaligen Zeitpunkt keine Bestätigung der BAS-Messungen. Auf einem wissenschaftlichen Treffen im Juli 1985 in der Schweiz brachte Rowland das Gespräch auf Farmans Artikel, doch seine Kollegen waren skeptisch, da keine unabhängige Quelle existierte, die die Daten hätte bestätigen können. Dies

74 Haas' Behauptung trifft nicht zu, Farman hätte seine Erkenntnisse auf Basis einer Neuberechnung der Satellitendaten gewonnen: »In mid-1985 ... Farman published an article describing a rapid and unexpected thinning of the ozone layer over Antarctica during the Antarctic springtime, based on a recalculation of existing satellite data« (Haas 1993: 157). Farmans Messungen waren vollkommen unabhängig von denen der NASA.

änderte sich erst, als die NASA ihre Satellitendaten nochmals analysierte und Farmans Ergebnisse bestätigte. Um diesen Prozeß anzustoßen, war es notwendig, daß die Daten der BAS zumindest eine gewisse Glaubwürdigkeit innerhalb der Forschergemeinschaft erlangten. Dies geschah durch den Prozeß persönlichen Kennenlernens auf einer Konferenz in Hawaii:

With a Xerox copy of the British paper in his briefcase, Rowland left Switzerland for Hawaii where he met Brian Gardiner, one of the co-authors of the British paper. Rowland was impressed with Gardiner and became completely convinced of the validity of the British research. (Roan 1989: 131)

Dies ist in einer Situation hoher Unsicherheit über möglicherweise bevorstehende entscheidende Veränderungen des Forschungsfeldes eine unschätzbare Information. Bezeichnend ist, daß ein früher Advokat die Inklusion der BAS und ihrer Ergebnisse in die internationale Community betreiben wollte. Der Rest der Gemeinschaft reagierte allerdings zögerlich. Auf dem erwähnten Treffen im Sommer 1985 in Les Diableret sah man keinen Anlaß, die Daten ernst zu nehmen. Rowland war vermutlich der einzige Wissenschaftler der etablierten Gemeinschaft der Atmosphärenwissenschaftler, der im Sommer 1985 von der Glaubwürdigkeit der BAS-Daten überzeugt war.⁷⁵

I had thought it highly probable going to Les Diablerets that the British Antarctic Survey report was correct, but from Hawaii on, I was quite convinced that the high Antarctic losses were real.⁷⁶

Entscheidend für die Mehrzahl der Wissenschaftler war die Neuauswertung der NASA-Daten, die eine Bestätigung der BAS-Daten brachte. Diese wurden am 28. August 1986 in *Nature* publiziert (Stolarski et al. 1986). Diese Neuauswertung war gleichbedeutend mit einem Gesichtverlust, der bis heute nicht ganz verwunden scheint. Ein verantwortlicher NASA-Mitarbeiter schrieb dazu:

Unfortunately, everyone »knows« that NASA did not discover the ozone hole because the low values were »thrown out by the computer code«. This myth was the result of a statement made by one of my colleagues in reply to a question during an interview ... He was not directly involved in ozone processing at the time and his answer was *not* correct.

(McPeters, zit. bei Pukelsheim 1990: 541; Hervorh. im Orig.)

75 Damals fanden drei wichtige wissenschaftliche Konferenzen statt. Neben der erwähnten in Les Diableret, die im Juli stattfand, folgte eine auf Hawaii im späten Juli und eine weitere im August in Salzburg.

76 Pers. Mitteilung Rowland.

Bei meiner eigenen Befragung von NASA-Mitarbeitern erhielt ich ebenfalls die Antwort, wonach ein Computercode die niedrigen Daten unterdrückt habe – unter anderem von einem Mitarbeiter, der die Neuauswertung der Daten vornahm (derselbe, auf den im obigen Zitat Bezug genommen wird?). Wie dem auch sei, man kann der Besorgnis der NASA nur zustimmen, daß

the myth that our computer code »threw out the data« is unfortunately very hard to correct without appearing defensive.

(McPeters, zit. bei Pukelsheim 1990: 541)

3.5.2 Vertrauen in die eigene Arbeit

Merton hat die Soziologen daran erinnert, daß Selbstvertrauen eine wichtige Voraussetzung für erfolgreiches wissenschaftliches Arbeiten ist. Er sagt über die erfolgreichen Wissenschaftler:

Sie verfügen über ein beachtliches Vermögen, Enttäuschungen zu tolerieren und mehrmalige Fehlschläge ohne sichtbaren psychologischen Schaden zu verkraften. (Merton 1985c: 165)

Jeder Wissenschaftler kennt die Unsicherheit, die entsteht, wenn man sich in einem Vortrag oder einer Publikation zu weit von dem entfernt, was die allgemein akzeptierte Schulweisheit ist, oder Dinge nicht so recht beweisen kann, von denen man überzeugt ist. »Glauben ist nicht Wissen« – wer erinnert sich nicht an diese Ermahnung der Lehrer? Damit die Präsentation von neuen, gegen den bisherigen Wissensstand gerichteten Ergebnissen möglich wird, muß ein Gegengewicht gegen den konservativen schulmeisterlichen Druck geschaffen werden, wofür Vertrauen in die Ergebnisse der eigenen Arbeit eine Grundvoraussetzung ist. Ohne dieses Selbstvertrauen ist es nicht möglich, dem Druck der Umwelt, vor allem der *skeptisch* gestimmten Fachkollegen, standzuhalten. Dieser Druck wird um so größer, je zentraler die alte Schulweisheit ist, die man durch neue Erkenntnisse ersetzen möchte. Der Druck wird abermals größer, wenn der Anwendungsbezug der Erkenntnisse unerwünschte Ergebnisse für mächtige Akteure beinhaltet und der »abweichende« Forscher aus den akademischen Zirkeln in die breite Öffentlichkeit tritt oder dorthin gedrängt wird. Die chemische Industrie reagierte in vielen Fällen scharf auf wissenschaftliche Ergebnisse, die die FCKW zum Sündenbock machten, wie in den folgenden beiden Kapiteln zu zeigen sein wird. Die Zugehörigkeit eines Forschers zu einer Gemeinschaft, mit der er die Ergebnisse seiner Arbeit diskutieren kann, verschafft ihm ebenso eine

gewisse Rückendeckung wie die Solidarität von Kollegen, die sich ebenfalls der politischen Herausforderung stellen und in der einen oder anderen Form aktiv sind. Prekär wird es, wenn keiner dieser stabilisierenden Faktoren vorhanden ist, wie es anfänglich beim Entdecker des Ozonlochs der Fall gewesen zu sein scheint. Diese fehlten schon im innerakademischen Bereich, wo die Unterstützung im Gutachterprozeß nicht gerade enthusiastisch war. Ein Gutachten hatte den Tenor: »This is quite impossible, but if it is true it is actually quite important, better publish it.« Das andere Gutachten bezweifelte die Zulässigkeit, das antarktische Phänomen in Zusammenhang mit den FCKW zu bringen.⁷⁷ Dazu kam, daß ICI, einer der weltgrößten FCKW-Produzenten, den Artikelentwurf bereits vor der Veröffentlichung zugespielt bekommen hatte und Farman unter Druck zu setzen versuchte.

ICI rang me up, they had a copy of the paper long before it was published. And ICI said: You must not publish that, it is not science! And I said: No, it is not science. But I am going to publish it. It does not prove anything, of course it doesn't. How can you prove such things at this stage? I feel that this is the first real effect of CFCs. You can see vaguely how it can happen.⁷⁸

3.5.3 Implizites Wissen

Polanyi stellte vor langer Zeit bereits fest, daß der Konsens darüber, was als Wissenschaft gilt und wer Wissenschaftler ist, durch Wiederholung und Bestätigung von Experimenten und Ergebnissen hergestellt wird. Damit, so Polanyi, bekräftige man allerdings nur seinen Glauben an den Konsens, ohne eine unabhängige Quelle zur Beurteilung zu besitzen:

But the affirmation of this supposed fact is actually but another manner of expressing our adherence to the consensus in question. For we never do repeat any appreciable part of the observations of science. And besides, we know perfectly well that if we tried to do this and failed (as we mostly would), we would quite rightly ascribe our failure to our lack of skill. (Polanyi 1958: 217)

Im Verlauf der FCKW-Kontroverse wurden viele Messungen in Labors und in der Atmosphäre tatsächlich wiederholt. In einigen entscheidenden Fällen

⁷⁷ Pers. Mitteilung Farman.

⁷⁸ Ähnliches berichtet ein Forscher von einer der US-Eliteuniversitäten, nachdem er sich relativ frühzeitig für FCKW-Regulierungen ausgesprochen hatte: »I think from a personal point of view, the seriousness of this issue has not been properly addressed by industry. And I said so ... and that created rather an explosive situation between Du Pont and myself« (Interview 8).

war dies aus verschiedenen Gründen allerdings nicht sofort möglich, so zum Beispiel bei der Entdeckung des Ozonlochs und den Flugzeugmessungen im September 1987 über der Antarktis. Im ersten Fall kam die Überprüfung einige Monate später durch eine andere Meßmethode, im zweiten Fall durch weitere Flüge in späteren Jahren. Die Entdeckung des Ozonlochs mit Hilfe von Dobson-Instrumenten unterstreicht die zentrale Bedeutung von implizitem Wissen auch und gerade bei so scheinbar trivialen Tätigkeiten wie dem Ablesen von Meßwerten an einem Instrument.⁷⁹ Das Problem der Verlässlichkeit von Zeitreihen wurde durch die Arbeit des *Ozone Trends Panel* exemplifiziert. Da das OTP und die Standardisierungsprobleme der Dobson-Stationen ausführlich dargestellt wurden, betrachte ich an dieser Stelle lediglich den Aspekt des impliziten Wissens bei der Bedienung der Dobson-Instrumente.

If you are running a Dobson properly, you are making 100 measurements in order to get 5 ozone measurements. All the other ones you are taking is to convince yourself that there is consistency between all the different methods. The absolute method is to look at the sun. But then you also do it on the cloudy sky and various other things as well. And then you've got to convince yourself that all these other observations are all related back solidly to one thing you are sure of, which is the sun observation. You just have to work very hard to get your sun observations right. You have to work even harder to go through the whole chain of weather conditions. Then you have to compare them and find the error bars. In the end you can even go out on a cloudy sky and still take a reading and convince yourself that you know how to relate that to the direct sun reading which you would have got. (Interview 44)

Die Durchführung von Messungen mit dem Dobson-Instrument ist also keine triviale Tätigkeit, wie uns ein Spezialist für Dobson-Instrumente schildert.⁸⁰ Ursprünglich wurden dafür qualifizierte Kräfte eingesetzt, doch nach und nach rutschte die damit verbundene Tätigkeit auf der Prestigeskala immer weiter hinab. Dementsprechend niedrig war die Güte der Daten. Schlechte Messungen aufgrund von Schlampigkeit sind keine Einzelfälle.

79 »The trouble is there are very few people in the world who are able to handle a Dobson. Even Bojkov himself would not have understood what we have done to our data set. (Interview 44).

80 Ein Modellierer bestätigt dies: »The Dobson instrument is an old kind of instrument, it's very hard to operate and the operator has to be highly trained. And in the seventies people were not that interested in the Dobson network until ozone loss came along. So a lot of these stations were not very well calibrated, and the operators were very low trained, so the data looked real rough« (Interview 17).

[The Dobson] got pushed down and down the chain of expertise until it has been done by young people who did not know what the hell they were doing. In L., 10 years ago, the man would go out of the hut, switch it on, turn the dial, read the number of the dial, pick up the telephone [and] give that number to B. He would have no idea what it meant in terms of ozone himself. Someone in B. would turn it into an ozone value, and sooner or later it would appear in the red books in the world series. That's no way to run a system. (Interview 44)

Die Frage für die Wissenschaftler der BAS lautete also: Können wir Vertrauen in die Daten haben, die wir von unserer Station in der Antarktis bekommen? Die BAS hatte junge Leute dafür ausgebildet, fern der Heimat in der antarktischen Eiswüste zu sitzen und die Dobson-Geräte zu bedienen. Pro Jahr wechselten jeweils zwei Leute im Dienst der Station. Als von dort Ende der siebziger Jahre Messungen kamen, die nicht ins Bild paßten, begann man, nach den Ursachen zu forschen. Waren die Messungen fehlerhaft, so konnte es im wesentlichen nur zwei Ursachen geben: die Techniker oder die Instrumente.

You make sure your young man does that properly, I mean you are not looking over his shoulders. Taking the observations yourself would be a different thing but you're training young men, you're sending them 10,000 miles away, you know they can do silly things from time to time. And eventually you start worrying about the instrument itself, they are both fairly old instruments. (Interview 44)

Angesichts dieser Unwägbarkeiten wartete die BAS mit der Veröffentlichung der Daten so lange, bis sie sicher war, keine Fehlmessungen analysiert zu haben.

3.6 Symbolische Aufbereitung

Bemerkenswert ist, daß ein japanisches Forscherteam schon vor der BAS abnorme Werte für die Antarktis gefunden und veröffentlicht hatte, aber aufgrund ihrer Isolation von der internationalen Forschergemeinschaft nicht in einer Weise präsentiert hatte, die die Welt aufgerüttelt hätte (Chubachi 1984). Sie stellten ihre Daten (eine bescheidene Zeitreihe von elf Monaten) im Sommer 1984 während einer Poster-Session auf einer internationalen wissenschaftlichen Ozonkonferenz in Griechenland vor, also ein Jahr vor Farmans Publikation.

The Japanese were measuring ozone in their station in Antarctica. And they found abnormal ozone levels. They reported that in a meeting in Thessaloniki. They had a poster, and you know how people look at posters. Nobody really paid attention. They had abnormal values, so what? (Interview 41)

In gewisser Weise wußten die Japaner nicht um die Brisanz ihrer Messungen, da sie die Anomalie eines besonders *hohen* Ozonwertes im Oktober betonten (der auftrat, nachdem die Ozonkonzentration auf 240 DU abgefallen war). Da die japanischen Forscher nicht mit dem Diskussionsstand der Kerngruppe der Atmosphärenwissenschaftler vertraut waren, konnten sie ihre Daten nicht entsprechend aufbereiten. Auch erfolgte die Publikation in einer kaum zugänglichen Quelle. Das »framing« ihrer Ergebnisse verhinderte eine größere Beachtung. Bei der BAS verhielt es sich anders. Die Mitarbeiter der BAS wußten sehr genau, was im Feld der Ozonforschung vorging. Sie waren sich folglich der Brisanz ihrer Daten bewußt, die sie lange Zeit geheim hielten, um keinen falschen Alarm auszulösen (Roan 1989: 125). Farmans Artikel in *Nature* enthielt eine sehr suggestive Grafik, die die abnehmenden Ozonwerte über der Antarktis zusammen mit der Zunahme der FCKW-Konzentration in der südlichen Hemisphäre darstellte (Abbildung 3-7b). Man beachte den letzten Satz der Legende: FCKW 11 und 12-Konzentrationen nehmen in der Grafik nach unten hin zu.

Dies war zwar Anlaß zu kritischen Einwänden im Gutachterprozeß, durfte aber als Spekulation durchgehen, da keine akzeptierte Erklärung des Phänomens vorlag.

Farman made statements, also in the press, that it must be CFCs. These were rather convincing to the public because Farman had this appealing plot which shows ozone decline and CFC increase in the same graph with an appropriate scaling so that the two match. To the scientists this indicated a possibility that the two could be related but the evidence was quite weak at that time.

(Interview 38)

Ein anderer Atmosphärenwissenschaftler bemängelt ebenfalls die spekulative Verknüpfung von Ozon- und FCKW-Konzentration im Zeitreihendiagramm:

... that figure where he suggests a correlation between growth in CFCs and drop in ozone ... was scientifically not justified. You may make an equally justified plot between the Dow Jones industrial index and the ozone hole. If you have something going up and something going down then you can always slide the scales and it will look like a correlation, but there is nothing scientific about it.

(Interview 30)

Abbildung 3-7a Die Veröffentlichung von Farman et al. 1985. Monatliche Ozonmittelwerte über Halley Bay und Konzentrationsmessungen von FCKW 11 und 12 in der südlichen Hemisphäre im Oktober und Februar, 1958 bis 1984

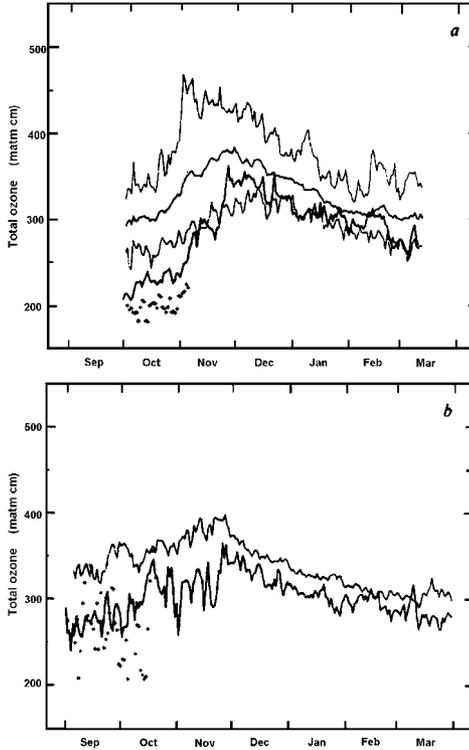


Fig. 1 Daily values of total O_3 . *a*, Halley Bay: thin lines, mean and extreme values for 16 seasons, 1957-73; thick line, mean values for four seasons, 1980-84; +, values for October 1984. Observing season: 1 October to 13 March. *b*, Argentine Islands: as for Halley Bay, but extreme values for 1957-73 omitted. Observing season: 1 September to 31 March.

Abbildung 3-7b Die Veröffentlichung von Farman et al. 1985. Monatliche Ozonmittelwerte über Halley Bay und Konzentrationsmessungen von FCKW 11 und 12 in der südlichen Hemisphäre im Oktober und Februar, 1958 bis 1984

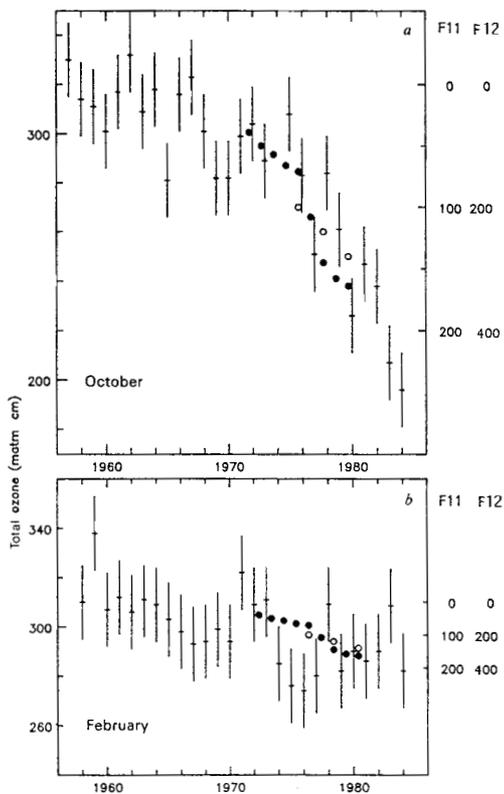


Fig. 2 Monthly means of total O_3 at Halley Bay, and Southern Hemisphere measurements of F-11 (●, p.p.t.v. (parts per thousand by volume) $CFCl_3$) and F-12 (○, p.p.t.v. CF_2Cl_2). a, October, 1957-84. b, February, 1958-84. Note that F-11 and F-12 amounts increase down the figure.

Nach: Nature, Bd. 315, 16.5.1985

(Abdruck mit freundlicher Genehmigung von Macmillan Magazines Ltd.)

Der BAS gelang es damit immerhin, die Aufmerksamkeit des Ozonforschungsfeldes, und darüber vermittelt, der Weltöffentlichkeit zu wecken.

Zusammenfassend läßt sich sagen: Ist das Vertrauen in die Güte einer wissenschaftlichen Arbeit vorhanden, so kann es als wichtige Ressource zur Beschleunigung des Diskussionsprozesses dienen. Dies war oft der Fall in der Ozonkontroverse, weil Forschungsergebnisse verfügbar waren, noch bevor sie in das Pre-print-Stadium gingen, das heißt, bevor sie das Gutachterverfahren vollständig durchlaufen hatten.

The scientists were much less reticent to discuss their results prior to publication. The publications themselves still went through peer review in the normal way, but most of the active scientists knew what the new results were long before they appeared in the literature. This ... global basis of this interchange was relatively unusual in the mid-1970s. (Interview 16)

Diese Beispiele zeigen erneut, daß es einen enormen Unterschied macht, ob man zur Kerngruppe dazugehört und vom Vertrauen der Kollegen profitieren kann, oder ob man ein Außenseiter (oder ein *nobody*) ist, dessen Ergebnisse nicht zur Kenntnis genommen werden. Im Fall der Ozonkontroverse, der diesbezüglich sicher keine Ausnahme darstellt, kam hinzu, daß der Diskussionprozeß unter Umgehung formaler Regeln beschleunigt werden konnte.

Die folgenden drei Abschnitte widmen sich der Produktion symbolischer Ressourcen, die für den Ausgang der Kontroverse entscheidend waren.

3.6.1 Visualisierungen

Neuere wissenschaftssoziologische Arbeiten argumentieren, daß Soziologen sich zu lange im Bann der Epistemologen bewegt und rein kognitiven Faktoren zu viel Beachtung geschenkt hätten. Sobald man sich die Orte ansehe, wo wissenschaftliche Praxis stattfindet, verschwinde alle Besonderheit wissenschaftlicher Tätigkeit: »Nothing special is happening in the cognitive and in the social aspect of laboratory practice« (Latour 1983: 161). Aber woher kommt die Stärke und Überzeugungskraft der Wissenschaft dann? Die Antwort lautet:

Look at inscription devices! ... No matter if people talk about quasars, gross national products, statistics on anthrax epizootic microbes, DNA or subparticle physics; the only way they can talk and not be undermined by counter-arguments

as plausible as their own statements is if, and only if, they can make the things they say they are talking about easily readable. (ebd.: 161)⁸¹

Die Attributionsforschung kommt zu ähnlichen Ergebnissen. In den Worten von Vowe sind

Erklärungen und Folgenabschätzungen ... davon abhängig, wie leicht eine Ursache oder eine Folge erinnert oder vorgestellt und an eine Handlung oder ein Ereignis angeschlossen werden kann. Die Verfügbarkeit hängt von der Bildhaftigkeit, der Einprägsamkeit, der Aktualität von Referenzfällen und von der Paßfähigkeit zum fraglichen Fall oder Problem ab: je vorstellbarer eine mögliche Ursache, desto plausibler erscheint die Kausalrelation. *Je bildhafter ein Szenario ausfällt, desto mehr rückt dieses in den Mittelpunkt der Folgenabschätzung.*

(Vowe 1994: 431; Hervorh. d. Verf.)

Der vorsprachliche Charakter von Bildern kann, wenn diese »gut« sind, beim Betrachter eine blitzartige Überzeugungsleistung vollbringen, die durch Argumentieren nicht hervorgerufen werden kann. Der Betrachter kann sich »mit einem Blick« von der Stichhaltigkeit einer Aussage überzeugen. In der Tat sind bestimmte Diagramme und Visualisierungen von durchschlagender Bedeutung für die Entwicklung der FCKW-Ozon-Kontroverse.⁸²

Es ist anzumerken, daß Latour eine raffiniertere Variante vertritt als hier angedeutet. Denn mit der These, die bloße Verwendung von visuellen Mitteln mache den Unterschied aus, kann man alles und nichts beweisen. Latour findet nicht alle Erklärungen überzeugend, die auf »inscription« abstellen, sondern nur diejenigen, die uns verstehen helfen, wie die Mobilisierung neuer Ressourcen erreicht wird: »So, the phenomenon we are dealing with is *not* inscription per se, but the *cascade* of ever simplified inscriptions that allow harder facts to be produced at greater cost« (Latour 1990: 40, Hervorh. im Orig.). Diese Kosten entstehen vor allem durch die Notwendigkeit, immer bessere Instrumente zu bauen: »Every time there is a dispute, great pains are taken to find, or sometimes to invent, a new instrument of visualization, which will enhance the image, accelerate the readings ...« (Latour 1990: 39).

81 Der Begriff »inscription device« stammt von Gaston Bachelard, der als einer der ersten Wissenschaftshistoriker die Aufmerksamkeit auf die Materialität der wissenschaftlichen Praxis lenkte.

82 Anders als es die soziologische Systemtheorie behauptet, spielen die Investitionen in Instrumente und Forschungsprozesse eine Rolle für den Status der Ergebnisse. Wissenschaftler vertrauen Ergebnissen, die von neuen, teuren Instrumenten gemacht werden mehr, als Ergebnissen von billigen, alten Instrumenten. In Kapitel 1 habe ich bereits auf die Ähnlichkeiten zwischen dem Rüstungswettlauf und dem Verlauf wissenschaftlicher Kontroversen hingewiesen.

3.6.2 »Smoking gun«

Die negative Korrelation zwischen Ozon und Chlormonoxid, die im August und Spetember 1987 durch Flüge in den antarktischen Polarwirbel festgestellt wurde, galt unter den Wissenschaftlern als *smoking gun*. Dieser Begriff, der aus dem Wilden Westen zu stammen scheint und während des Watergate-Skandals breite Verwendung fand, bezeichnet ein starkes Indiz in einem Strafverfahren, ohne jedoch den direkten Schuldbeweis darzustellen. Es ist etwas, das sehr wahrscheinlich als Ursache in Frage kommt, wenn man es genauer untersucht. Während der Watergate-Affäre waren die geheimen Tonbandaufzeichnungen ein starkes Indiz dafür, daß Präsident Nixon die Unwahrheit gesagt hatte (*Webster's* datiert den Begriff denn auch auf 1974). Die von mir befragten amerikanischen Wissenschaftler verwendeten einhellig diesen Ausdruck für ein bestimmtes wissenschaftliches Ergebnis, nämlich für die erwähnten Messungen, die durch Jim Anderson und sein Team vom Flugzeug ER-2 aus gemacht wurden (Abbildung 3-8). Die Veröffentlichung der Daten (Anderson et al. 1989: 11479) enthält folgende Zusammenfassung:

While the existence of anticorrelation between two variables does not itself prove a causal relation, we present a case here for the observed evolution of a system from (1) an initial condition exhibiting dramatically enhanced (x500) ClO mixing ratios ... to (2) a situation in which the dramatic increase in ClO recorded on surfaces of fixed potential temperatures was spatially coincident with a precipitous decrease in ozone mixing ratio.

Anderson et al. ziehen aus dem Vorliegen der negativen Korrelation und der Tatsache, daß die kinetischen Reaktionen in Übereinstimmung mit den Erwartungen liegen, den Schluß, daß FCKW die Ozonzerstörung verursacht haben. Bemerkenswert ist, daß kein einziges Mal der Begriff Beweis (*proof*) verwendet wird; die Autoren sprechen davon, ein Argument (*case*) zu präsentieren:

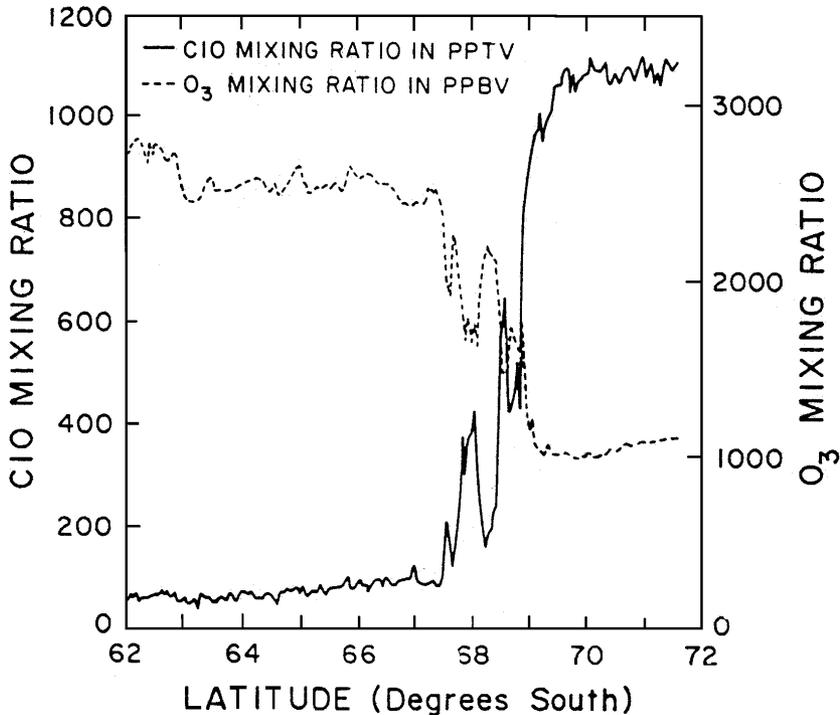
When taken with an analysis of the kinetics of ozone destruction by halogen radicals, this constitutes the case linking ... chlorofluorocarbons at the surface[,] to the destruction of ozone within the Antarctic polar vortex. (ebd.)

Dies deutet darauf hin, daß die Wissenschaftler sich der Tatsache bewußt waren, daß sie keinen endgültigen Beweis für ihre Vermutung liefern können, wonach es das aus FCKW freigesetzte Chlor ist, das allein für die Ozonzerstörung in Frage kommt. Mittlerweile gilt die *smoking gun* freilich in diesem Fall ebenso als Beweis, wie es im Falle von Nixons politischem

Schicksal geschah. Je älter wissenschaftliche Ergebnisse, desto solider erscheinen sie uns (Collins 1985: 145, fn 15). Hier ist ein interessanter Dualismus in der Bewertung von Indizien bei den befragten Wissenschaftlern zu beobachten. Fragt man sie nach dem Status ihrer Ergebnisse, so sind sie *generell* sehr vorsichtig, den Begriff Beweis zu verwenden. Drei Gesprächsauszüge verdeutlichen dies:

Getting absolute proof is nearly impossible. But we do have a ... list of levels of what's known ... what we know less, what's plausible, and what isn't and what we eliminate. That's really where the state of the science is. That is probably the best we can ever do, we can just change what's in what portion of that list. But we can never get an absolute proof. The atmosphere is too large and too complex. (Interview 47)

Abbildung 3-8 Flugzeugbasierte Messung von Ozon und Chlormonoxid von 62 Grad südliche Breite bis 72 Grad südliche Breite



Quelle: Anderson et al. 1989: 11475

In the environmental sciences there is no proof in a mathematician's sense. The word proof to me does largely reside in mathematics or logic where it either is or it isn't. In the experimental sciences and certainly the environmental sciences, you build only a stronger and stronger circumstantial case. The reason is you cannot measure everything everywhere in an environmental issue. But you try to be clever enough to build, to measure, to theorize and test in what you believe to be the crucial places. (Interview 46)

Is it a proof or an established fact? I would say that most of the stuff we deal with it is hard to think of as a proof because how can you rule out all of the causes? (Interview 15)

Wie gesehen, vermied man den Begriff Beweis auch im Falle der Flugzeugmessungen. Im Lauf der Jahre haben sie allerdings den Rang von Beweisen erlangt, wie folgende Interviewäußerungen deutlich machen:

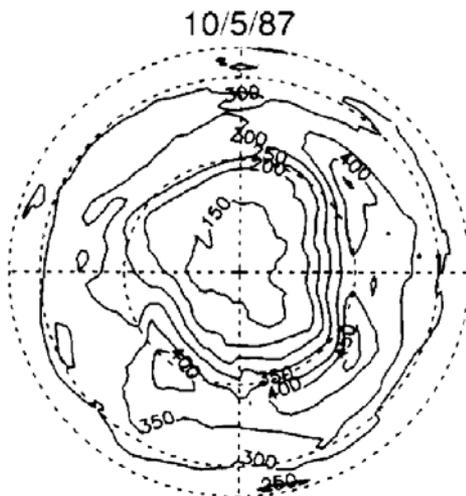
Once we had observed through Jim Anderson that CIO was in the stratosphere, that again said, boy, now we've actually got the proof that there is the radical [CIO] that the model predicts destroys ozone. (Interview 39)

The consensus at the moment is that there is a link to CFCs. It is a proof. The ozone hole is so important because elsewhere the ozone decline *could* be attributed to CFCs but the evidence is not strong. You could take the devil's advocate role and say: It could be caused by something else. (Interview 38)

3.6.3 Die Erfindung des Ozonlochs

Hatten Joe Farman und seine Mitarbeiter das Ozonloch entdeckt, so hat Sherry Rowland es erfunden. Farman berichtete von abnormalen saisonalen Ozonwerten über einer bestimmten Meßstation. Er verwendete keine Metapher und auch nicht den Begriff Ozonloch. Eine solche Metaphernwahl bot sich auch überhaupt nicht an, da er eine Zeitreihe an einem geographischen Punkt darstellte und in einem Strichdiagramm illustrierte (Abbildung 3-7). Der Titel der Publikation lautete: »Large losses of total ozone in Antarctica reveal seasonal ClO_x/NO_x Interaction.« Die Metapher bot sich erst an, als die abnorm niedrigen Werte über der Antarktis auf andere Weise graphisch dargestellt wurden, als Farman selbst es getan hatte. Don Heath, der das TOMS-Meßgerät für den NIMBUS-Satelliten gebaut hatte, zeigte 1985 auf einem Treffen in Salzburg seine Auswertung der globalen Satellitendaten von 1979 und 1983. Dazu benutzte er farbige Dias – diese zeigten globale Ozonwerte über der südlichen Hemisphäre, das heißt die niedrigen Werte

Abbildung 3-9 Dramatisch reduzierte Ozonkonzentrationen über der Antarktis; 50 Prozent unter Normalwerten, in Dobson Units (DU)



Aufzeichnung des NASA-Satelliten Nimbus-7 vom 5. Oktober 1987.
Quelle: WMO 1988: 684

über der Antarktis im Kontext. Dadurch ergab sich überhaupt erst die Möglichkeit, ein »Loch« zu sehen (Abbildung 3-9).

Rowland verwendete Heaths Bilder, die er auf der Salzburg-Tagung gesehen hatte und die ihm von Heath überlassen worden waren, auf einem Vortrag Anfang November an der Universität von Maryland. Dabei beschrieb er das Phänomen zum ersten Mal als »Ozonloch«. Vor dem Seminar verschickte er eine Presseerklärung und telefonierte mit Walter Sullivan von der *New York Times*. Die *New York Times* brachte am 7. November einen Artikel, in dem der Begriff »hole« vorkam und der eine Illustration ähnlich der in Abbildung 3-9 gezeigten enthielt. Die Studentenzeitung der Universität von Maryland berichtete am 8. November 1985 unter der Überschrift: »Scientist warns about ›hole‹ in ozone layer.« Darin wird Rowland mit den Worten zitiert, man habe zehn Jahre vergeudet, um das FCKW-Problem zu lösen: »We've used up our margin of safety and we've used it up frivolously.« Er verlangte eine sofortige Abschaffung aller FCKW mit Ausnahme von medizinischen Anwendungen in den USA und weltweit.

In wissenschaftlichen Publikationen dauerte es länger, bis der Begriff akzeptabel wurde. Noch der Artikel von Stolarski et al. 1986 (die erste offizielle Bestätigung der Daten von Farman et al.) mußte unter einem anderen Titel erscheinen (»Nimbus 7 satellite measurements of the springtime Antarctic ozone decrease«, *Nature*, Vol. 322, 28.8.1986), obwohl der Begriff Ozonloch in der Öffentlichkeit bereits geläufig war.

When we submitted the first data on that 86 *Nature* paper, we used the term Ozone Hole in the title and one of the referees objected to it. So we changed it. It is one of those terms where all the scientists said: Gee, this is not a very good term, but once it had been said, it was inevitable. It was such a simple description, it's a code word that means that phenomenon down there.⁸³

Doch schon kurz nach Stolarskis Veröffentlichung brachten Crutzen und Arnold ihre Erklärung des Ozonlochs in *Nature* heraus, wobei der Begriff »ozone hole« im Titel erwähnt wurde (Crutzen/Arnold 1986). Dennoch dauerte es einige Zeit, bis der Begriff bei der Gemeinde der Atmosphärenwissenschaftler salonfähig wird. Dies kann man durch die unterschiedliche Häufigkeit des Begriffs in Editorials, Briefen und Notizen gegenüber reinen Forschungsergebnissen ersehen. 1986 bis 1987 gab es sehr wenige Artikel (Forschungsergebnisse), aber relativ viele Editorials und Briefe. Ab 1990 kehrt sich die Relation um. Dies deutet darauf hin, daß die Fachgutachter den Begriff nur zögerlich zuließen, während die Redakteure und Herausgeber darin kein Problem sahen (Abbildung 3-10).

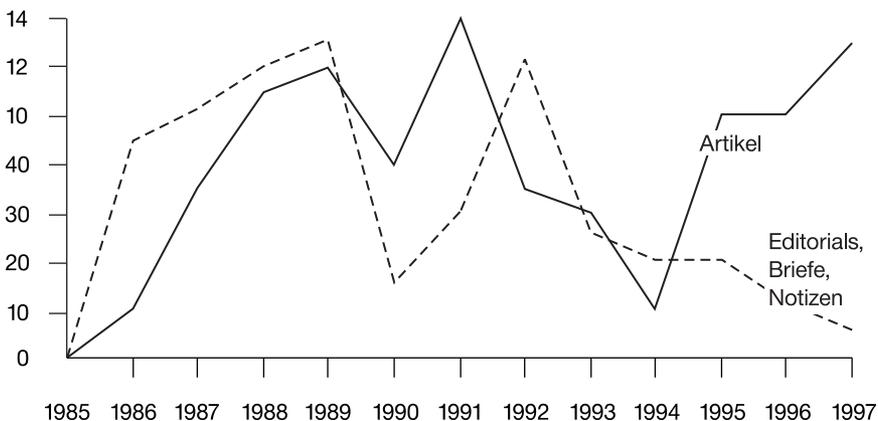
Erst um 1988 ist der Begriff innerakademisch salonfähig geworden: Susan Solomon veröffentlicht einen Artikel unter der Überschrift »The Mystery of the Antarctic Ozone ›Hole‹« (Solomon 1988; vgl. Goss-Levi 1988).

Die symbolische Bedeutung des Begriffs kann durch eine Analyse des semantischen Feldes erschlossen werden, in dem er sich befindet. Seit Beginn der Kontroverse im Jahr 1974 hatte sich in der Öffentlichkeit die Metapher von der »schützenden Ozonhülle« etabliert. Wie jede Metapher ist auch diese Begriff und bildhafter Vergleich. In diesem Fall wurde das Bild des Globus entworfen, dessen äußerste Schutzhülle die Ozonschicht darstellt, die verletzt werden kann. Das Ausmaß der Verletzung war strittig, wurde von beiden Parteien der Kontroverse aber als ein Ausdünnen und nicht als komplettes Verschwinden verstanden. Es war das Bild eines Gewebes, das fadenscheinig wird. Die Kontrahenten vertraten unterschiedliche Meinungen darüber, welchen Grad an Fadenscheinigkeit wir uns leisten können. Da der Kauf eines neuen Schutzkleides jedenfalls nicht möglich war, gab es nur die

83 Pers. Mitteilung Stolarski.

Abbildung 3-10 Häufigkeit des Begriffs »ozone hole« in naturwissenschaftlichen Zeitschriftenveröffentlichungen, nur Titel

Zitierungen



Quelle: SCI

Optionen, mehr oder weniger zu flicken. Rowlands begriffliche Innovation bedeutet einen Metapherwechsel, der einer Revolutionierung der Wahrnehmung gleichkommt. Das Bild des Lochs evoziert das Bild eines Ballons, der platzt oder eines Balls, der seine Luft verliert.⁸⁴ Die erheblich verkürzten zeitlichen Dimensionen sorgen für die Dramatik, die sich mit dieser Metapher fassen läßt: Es handelt sich nicht mehr um einen Ozonschwund von 10 oder 20 Prozent in hundert Jahren, sondern um einen Ozonschwund von 50 Prozent *jetzt*. Dieser plötzliche Schwund findet zwar nur an einer Stelle auf dem Planeten statt, es könnte aber sein, daß er nur ein Vorspiel zu einem globalen Ozonschwund ist. Die Metapher ruft die bange Frage hervor, ob sich dieses Loch in den kommenden Jahren auf den gesamten Planeten ausdehnen wird – so wie eine kleine Wunde in einem Organismus sich immer weiter frißt.

⁸⁴ Der *Spiegel* (49/1987) entwarf das Bild vom »Leck im Raumschiff Erde« und beschwor den »Ozonfraß« (7/1992).

3.7 Der »backlash«

Seit Anfang der neunziger Jahre gibt es eine Gegenströmung, die die dominante wissenschaftliche Sicht angreift. Ihre Hauptthesen lassen sich wie folgt benennen (ich folge im wesentlichen Taubes [1993]):

- Natürliche Ursachen des Ozonabbaus sind wesentlich bedeutender als anthropogene Ursachen. Dies sind insbesondere Chloremissionen von Vulkanen, das Verbrennen von Biomasse und Meersalz.
- FCKW sind schwerer als Luft und können deshalb nicht in die Stratosphäre aufsteigen.
- Die natürliche Schwankung der Ozonschicht ist so stark, daß kein signifikanter Trend abgelesen werden kann.
- Die wissenschaftliche Community der Atmosphärenforscher hat in der Darstellung der Gefahren maßlos übertrieben, um Forschungsgelder einzutreiben.

Wie oben ausgeführt wurde, hat der enorme Erkenntnisfortschritt auf dem Gebiet der Atmosphärenwissenschaften und die Herausbildung einer interdisziplinären Forschergemeinschaft zu einer relativen Ablösung vom Mainstream der Chemie und Meteorologie geführt. Zudem hat die institutionelle Form des Politiknetzwerkes dazu geführt, daß bestimmte wissenschaftliche Einschätzungen, auf denen Regulierungen basieren, als »ausgemauschelt« erscheinen, die Wissenschaft also Fakten »konstruiert« habe.⁸⁵ Vor allem EPA und NASA werden einer diesbezüglichen Verschwörung bezichtigt. Prominente Wissenschaftler aus diesen (und anderen Disziplinen) bestreiten Erkenntnisse des Forschungsfeldes, unter ihnen der frühere Präsident der NAS, Frederick Seitz.⁸⁶

85 Der Wissenschaftssoziologe H.M. Collins hat überzeugend dargelegt, daß soziale Mechanismen, die bei der Schließung von wissenschaftlichen Kontroversen auftreten, die Ergebnisse nicht unwissenschaftlich machen: »Some ›non-scientific‹ tactics *must* be employed because the resources of experiment alone are insufficient ... Nevertheless, the outcome of these negotiations, that is, certified knowledge, is in every way ›proper scientific knowledge‹. It is replicable knowledge. Once the controversy is concluded, this knowledge is seen to have been generated by a procedure which embodies all the methodological properties of science. To look for something better is to grasp a shadow. Scientists do not act dishonourably when they engage in the debates of typical core sets; there is nothing else for them to do if a debate is ever to be settled and if new knowledge is ever to emerge from the dispute. There is no realm of ideal scientific behavior. Such a realm – the canonical model of science – exists only in our imaginations« (Collins 1985: 143).

86 »Frederick Seitz, from The George Marshall Institute, says: ›The question should be emphasized that ... Freon gas is much heavier than air.‹ [Dies soll zeigen, daß FCKW nicht in

Doch es gibt auch einen »außerwissenschaftlichen« Grund für diese Kritik. Ein Teil der oben genannten Autoren, sozusagen der »populistische« Teil dieser Strömung, attackiert ausgerechnet die Bestandteile der herrschenden Theorie, die am besten etabliert scheinen: die Tatsache, daß FCKW in die Stratosphäre aufsteigen und daß ihr Ozonzerstörungspotential im Vergleich zu natürlichen Quellen wesentlich bedeutender ist.⁸⁷ Beide Bestandteile sind durch Beobachtungen (Feldexperimente) bewiesen. Obwohl FCKW-Moleküle circa fünfmal so schwer sind wie Luft, kommt es in der Atmosphäre zu einer Durchmischung aller Gase, unabhängig von ihrem spezifischen Gewicht.⁸⁸ Da Lovelock bereits 1970 FCKW in der Atmosphäre nachgewiesen hatte, wußten die Atmosphärenwissenschaftler, daß die Stoffe auch in die Stratosphäre aufsteigen würden. 1975 bestätigten Ballon- und Flugzeugmessungen diesen Befund. Seitdem sind Tausende solcher Messungen durchgeführt worden, die keinen Zweifel an der Tatsache lassen, daß FCKW und ihre Abbauprodukte in der Stratosphäre vorhanden sind.

Die zweite Behauptung der populistischen Gegenströmung beruht auf der These, daß Vulkane sehr viel mehr aktives Chlor in die Stratosphäre bringen als FCKW. Das Argument geht folgendermaßen: In einem Artikel, der 1980 in *Science* erschien, findet sich die Berechnung eines Vulkanologen, daß der Mount Augustine bei einem Ausbruch im Jahr 1976 circa 175.000 Tonnen Salzsäure emittiert hatte. Der Autor schätzte, daß bei einem Ausbruch des Bishop Tuff in Kalifornien vor 700.000 Jahren 289 Mio. Tonnent HCl entwichen sein könnten, wodurch 570mal so viel Chlor in die Atmosphäre gelangt sei wie durch die FCKW-Weltproduktion von 1975. Ray/Guzzo (1990) wenden diese Zahl auf den Mount Augustine Ausbruch von 1976 an; Limbaugh geht noch einen Schritt weiter und verwendet für den Ausbruch

die Stratosphäre gelangen; Anmkg. d. Verf.] He is the former president of the National Academy of Sciences. It sounds as though he should know something about it, but he doesn't« (Interview 16).

87 Singer und Elsaesser stellen diese grundsätzlichen physikalischen Bestandteile des gegenwärtigen Konsenses nicht in Frage. Singer tat dies noch 1989, aber nicht mehr anlässlich einer Umfrage der *Science*-Redaktion im Frühjahr 1993. Elsaesser hält das Problem schlicht für nichtexistent. Seit den siebziger Jahren äußert er die Ansicht, daß in bezug auf vermehrte UV-Strahlung ein Prozent Abnahme der Ozonschicht einer Ortsveränderung von 25 Kilometern in Richtung Äquator entspreche (Elsaesser 1994: 44; vgl. Dotto/Schiff 1978: 283).

88 »Das ist natürlich ein gängiges Bild bei den Chemikern, weil die irgendwann in der physikalischen Chemie die diffusive Entmischung der Atmosphäre kriegen, die barometrische Höhenstufung für die Moleküle. Danach dürfte das Zeug auch nicht hochkommen, der Witz ist aber, daß die Atmosphäre turbulent durchmischt ist, so daß die diffusive Entmischung erst ab 110 Kilometern Höhe eintritt (Interview 26; vgl. Rowland 1993; WMO 1994, xxv-xxxiv).

des Pinatubo 1991 ähnliche Zahlen (Taubes 1993: 1582). Gleichgültig, ob hier Fahrlässigkeit oder bewußte Fälschung vorliegt (Limbaugh ist TV-Talkmaster und kein Wissenschaftler): Die Atmosphärenwissenschaftler des Kernbereichs der Forschung sind sich einig, daß Vulkane mengenmäßig sehr viel geringere Beträge an Chlor in die Stratosphäre bringen. Vulkane spielen auch deshalb eine unbedeutende Rolle, weil Salzsäure durch Regen aus der Atmosphäre ausgewaschen wird (das gleiche gilt für Kochsalz aus Meeressgicht, nicht jedoch für FCKW, die wasserunlöslich sind, vgl. Rowland 1993; Taubes 1993).

Die Vermutung liegt nahe, daß es der revisionistischen Gegenströmung nicht um eine wissenschaftliche Diskussion zu tun ist, sondern in erster Linie um eine politische Kampagne. Adressat dieser Argumente sind nicht Wissenschaftler, sondern die Öffentlichkeit. Mit anderen Worten: Der Backlash ist kein innerwissenschaftliches, sondern *vor allem* ein politisches Phänomen. Die revisionistische Strömung versucht, eine Stimmung in der Öffentlichkeit auszunutzen, die die bestehenden Umweltregulierungen als übertrieben und zu teuer empfindet. Diese öffentliche Stimmung ist sowohl in den Medien als auch in der Bevölkerung verbreitet, wie zahlreiche Befunde belegen.⁸⁹

Verbindet sich diese Stimmung mit wissenschaftlichen (oder scheinbar wissenschaftlichen) Argumenten, dann entsteht ein Legitimationsproblem für die Politik. Die wissenschaftlichen Argumente können von Laien kaum je nachvollzogen werden. Doch selbst wenn sie es könnten, wollen sie in vielen Fällen nicht glauben, daß das in Frage stehende Problem existiert: »You just do not have the time to read everything that you should. Some of this backlash is not necessarily malicious. People want to believe that there is no problem« (Interview 5). Laien sind hier nicht nur Leute außerhalb der Wissenschaft, sondern auch Wissenschaftler außerhalb des Kernbereichs der Forschung, die sich nicht die Mühe machen, die Details im einzelnen nach-

89 Im US-Kongreß gab es darüber eine scharfe Kontroverse, vgl. Brown (1996), verfügbar unter http://www.house.gov/science_democrats/envrpt96.htm. Der Tindall Report fand bei einer Analyse der US-Fernsehnachrichten einen Rückgang in der Berichterstattung über Umweltprobleme von 1989 bis 1993 um 60 Prozent. Kevin Carmody (1995) untersuchte die Printmedien und kam zum Ergebnis, daß seit dem Earth Day von 1990 eine verstärkte Abwendung von Umweltthemen stattfindet, gerade auch in seriösen Blättern wie dem *Economist*, dem *New Yorker*, dem *Wall Street Journal*, der *Los Angeles Times*, und auch der *New York Times*. Vielsagende Überschriften lauten: »Are we Scaring Ourselves to Death?«, »Living Scared: Why Do the Media Make Life Seem So Risky?«, »Environmentalists are on the run: Business leaders, local officials, and angry citizens are demanding an end to rules based on silly science and bad economics.«

zuvollziehen. Dominantes Motiv bei ihnen ist der Glaube, man habe bei vielen Umweltproblemen der Vergangenheit überreagiert. Dies wird deutlich in einer Ad-hoc-Umfrage der *Science*-Redaktion unter Wissenschaftlern, die von Maduro/Schauerhammers Buch beeindruckt waren und sich einer Petition anschlossen, die eine Revision des Montrealer Protokolls fordert. Symptomatisch ist folgende Aussage eines Wissenschaftlers: »I'm one of those people who are opposed to getting scared about imaginary problems. I think the ozone hole and global heating are nonsense« (zit. bei Taubes 1993: 1581).⁹⁰

Ein kurzer Blick in das Buch *The Holes in the Ozone Scare* von Maduro/Schauerhammer zeigt den spezifischen Charakter der Argumentation. Neben den »Beweisen«, daß FCKW nicht in die Stratosphäre aufsteigen, stattdessen natürliche Quellen das Chlor in die Stratosphäre bringen, findet man eine verblüffende Unvertrautheit mit dem Kenntnisstand der Atmosphärenwissenschaft. Es wird beispielsweise behauptet, die Lebenszeit von FCKW (75 bis 120 Jahre) sei immer noch kontrovers; es habe schon in früheren Zeiten ein Ozonloch gegeben; das weltweite Verbot von FCKW führe in den Entwicklungsländern zum Tod von Millionen Menschen. Die politische Rhetorik des Buchs ist bizarr: Es ist die Rede von einer »grünen Gestapo«⁹¹, von einer Verschwörung neo-malthusianischer Wissenschaftler, verantwortungsloser Firmen (Du Pont) und europäischer Aristokratie. Ihnen wird Heidentum und Satanismus vorgeworfen, als geistige Urheber werden James Lovelock und Margaret Mead genannt. Das Buch endet mit einer Beschreibung von technologischen Großprojekten, die die Armut aus der Welt schaffen sollen (Maduro/Schauerhammer 1992: 104, 120, 185, 267).

90 Ein Wissenschaftler beschrieb die dahinter stehende Orientierung wie folgt: »There is something about the rewards for those people. It does not lie with the science but with being skeptics of the science. ... It is [their] lifestyle. And there is a political agenda underneath of it. [In their view] industry needs being promoted and humans can't really effect the environment, you know. Dixie Lee Ray told me in person that she did not believe that there was any way that humans can affect the environment« (Interview 47).

91 Auf Seite 271 heißt es: »Today many leaders of Germany's Green Party are former members or admirers of Hitler's SS.«

3.8 Fazit

Die Ozonforschung ist ein relativ junges Forschungsfeld, das sich in den letzten beiden Jahrzehnten schnell entwickelt hat. Dabei ist eine Tendenz zur Interdisziplinarität und Internationalisierung festzustellen. Während die Interdisziplinarität in Gestalt von vielseitigen Forscherpersönlichkeiten und Forschergruppen weitgehend von unten gewachsen ist, wurde die Internationalisierung von oben initiiert und in Form von WMO-Gremien institutionalisiert.

Wissenschaftler auf diesem politisierten Feld haben eine doppelte Motivationsquelle für ihre Arbeit: Eigennutz und Normen. Die Eigennutzorientierung führt zu Profilierungsbestrebungen und Prioritätskonflikten, die normative Orientierung veranlaßt manche Wissenschaftler, »etwas für den Erhalt der Ozonschicht zu tun« (beziehungsweise gegen übertriebene Warnungen anzugehen). Eigenutzorientierung und normative Ziele können, müssen aber nicht in Widerspruch zueinander geraten. Sie können dazu beitragen, daß Wissenschaftler ein Langzeitengagement entwickeln, das bei anderen gesellschaftlichen Akteuren (vor allem Politikern) nicht vorhanden ist. Werden Eigennutz und normative Orientierung kombiniert, so müssen engagierte Wissenschaftler ständig um die Glaubwürdigkeit ihrer Ergebnisse kämpfen, da sie in hybride Arrangements und Aktivitäten verwickelt sind und nicht nur mit den ethischen Maßstäben der »reinen« akademischen Wissenschaft gemessen werden können.

Postulierte die »alte«, funktionalistische Wissenschaftssoziologie vier Normen, die die Wissenschaft von jedem anderen Sozialsystem abgrenze (nach Merton: organisierter Skeptizismus, Unvoreingenommenheit, Universalismus und Kommunismus) – so kann man beobachten, daß diese Normen im Zeitverlauf einer Kontroverse abgeschwächt werden. Nachdem sich das Feld auf eine bestimmte Erklärung eingeschossen hat

- werden Skeptiker als Außenseiter behandelt;
- ist man voreingenommen gegenüber anderen Befunden;
- veröffentlicht man nicht alle Ergebnisse der eigenen Forschung in der Literatur;
- und kämpft mit teilweise unsauberen Mitteln um Prioritätsansprüche.

Doch auch die »neuere« wissenschaftssoziologische Forschung wird durch die Ergebnisse dieses Kapitels berührt. Der starke Konstruktivismus erscheint dabei wenig plausibel. Dieser behauptet, daß sich immer eine andere Theorie finden ließe, um einen Datensatz zu erklären und immer ein anderer

Datensatz, um eine Theorie zu widerlegen (Barnes 1990). Bei Etablierten/Außenseiter-Konstellationen gibt es im Zeitverlauf meist eine Stabilisierung einer Theorie mit einem Datensatz.

Im Gegensatz zu Merton spielt das wissenschaftliche Ethos eine geringere Rolle und im Gegensatz zur starken Fassung des Sozialkonstruktivismus beobachtet man über die Zeit hinweg Schließungsprozesse von wissenschaftlichen Kontroversen, die einer Seite einen dauerhaften Vorteil beschern. Im vorliegenden Fall wurden wissenschaftliche Kontroversen durch hochrangige Urteile, durch Standardisierung und entscheidende Experimente geschlossen.

Engagierte Wissenschaftler spielen eine gesellschaftspolitische Rolle, insofern sie öffentlich Stellung beziehen, von Politikern und Spezialgremien um Rat gefragt und von den Massenmedien als Anlaufstelle für Expertise benutzt werden. Nicht immer deckt sich die so erzielte Prominenz mit der (innerwissenschaftlichen) Reputation: es gibt immer hoch reputierte Wissenschaftler, die sich nicht in die öffentliche Auseinandersetzung begeben. Der Druck, dies doch zu tun, wird um so stärker, je schärfer die Kontroverse sich gestaltet.

Das funktionalistische Argument, wonach Wissenschaftler prinzipiell an einem Strang mit der Industrie zögen, weil sie am leichtesten an Forschungsgelder kommen können, wenn das Problem nicht gelöst wird (»Wer das Feuer studiert, darf es nicht löschen wollen«, Clausen/Dombrowski 1984) muß zurückgewiesen werden. Die Empirie spricht dagegen: Das Abweichen zumindest einzelner Wissenschaftler von diesem »funktionalistischen Gleichgewichtspfad« ist eine kritische Variable. Eigeninteresse und normative Orientierungen sind die Triebkräfte für ein solches Abweichen: Jeder Wissenschaftler hat einen Anreiz, sich durch innovative Ergebnisse vom Rest der Zunft abzusetzen, und manchem liegt darüber hinaus die Lösung des Problems am Herzen.⁹²

Engagierte Wissenschaftler haben eine wichtige gesellschaftspolitische Rolle gespielt, die sie nur aufgaben, sähen sie in der Stratosphäre einen negativen *feedback loop*. Denn dies hieße, daß die Natur gegen anthropogene Eingriffe, vor allem gegen FCKW robust ist, und daß die Verletzlichkeit der Erdatmosphäre durch menschliche Eingriffe keine reale Möglichkeit dar-

92 Neben der Tastache, daß es Wissenschaftler gibt, die sich als Sprecher von öffentlichen Interessen begreifen (und also das »Feuer löschen« wollen), sind andere Akteure (vor allem konkurrierende Forscherteams, die Medien und darüber vermittelt potentielle Finanzgeber) über diese Anreizstruktur ebenfalls informiert, wodurch eine rein interessenbasierte Strategie Gefahr läuft, sich selbst zu unterminieren.

stellt. In diesem Fall erübrigten sich Regulierungen, die Wissenschaftler könnten wieder an ihren angestammten Platz zurückkehren und die saubere Trennung zwischen Politik, Wissenschaft und Öffentlichkeit wiederherstellen. Sie stehen freilich vor dem Problem, ihre tatsächlich gespielte Rolle mit den gesellschaftlichen Zuschreibungen (dem »Ideal der Wissenschaft«) zu vereinbaren. Da Wissenschaftler keine Experten auf dem Gebiet der Politik sind, sollen sie sich davon fernhalten und nur wissenschaftliche Fakten berichten. Durch zu starkes öffentliches Engagement leidet die wissenschaftliche Glaubwürdigkeit. Im Bewußtsein dieser normativen Imperative rationalisieren die Wissenschaftler ihre Praxis in kognitiven Termini. Sie stellen den Konsens über rein wissenschaftliche Fragen heraus und betonen, daß es ohne wissenschaftliche Erkenntnisse keine Parteinahme ihrerseits gegeben hätte. Diese Purifizierungsstrategien sind die notwendige Kehrseite eines Hybridisierungsprozesses.

Kapitel 4

Die Kontroverse der siebziger Jahre

It is inevitable that [CFCs] released to the atmosphere do destroy stratospheric ozone ... It would be imprudent to accept increasing [CFC] use, either in the United States or worldwide.

US National Academy of Sciences, 1976

Mehr als 95 Prozent aller Hautkrebskrankungen sind leicht, wirksam und relativ billig ambulant zu behandeln.

Hoechst AG, 1977

Der Ländervergleich in diesem Zeitraum ist vor allem deshalb interessant, weil zwei entwickelte Industriestaaten, die beide große Produzenten und Konsumenten von FCKW waren, völlig unterschiedlich auf das Problem der Ozonschicht reagierten. In beiden Ländern gab es einen dominierenden FCKW-Hersteller, auf den die Analyse fokussiert wird: Du Pont und Hoechst.

Man überlegte sich in beiden Ländern mögliche Reaktionen auf das Problem; man wog hier wie dort Nutzen und Kosten von Regulierungen ab. Die wissenschaftlichen Sachverhalte waren, mit einer zeitlichen Verzögerung, in Deutschland ebenso bekannt wie in den USA. Die Unterschiede waren dreifacher Art: Erstens wurden Umweltfragen in den USA früher als in der Bundesrepublik thematisiert, zweitens erfolgte die Ozonforschung in den USA früher und in größerem Umfang. Deutschland überließ den USA die Führung auf wissenschaftlichem Gebiet, ging aber auf ökonomischem und politischem Gebiet eigene Wege. Schließlich war die Kontroverse milder in Deutschland, und die Maßnahmen gemäßiger.

Die Regulierungsallianz in den USA gewann in einem selbstverstärkenden Prozeß immer mehr an Boden. Dieser Prozeß spielte sich in der Grauzo-

ne zwischen Wissenschaft, Politik und Öffentlichkeit ab. Ein rein wissenschaftlicher Beweis für die Molina-Rowland-Hypothese (einschließlich ihrer ökologischen Prophezeiungen) konnte nicht erbracht, es konnten nur Evidenzen geschaffen werden, und es gab einen Ermessensspielraum in bezug auf die daraus abzuleitenden Maßnahmen (dieser nimmt für die Politik die Form eines Entscheidungsdilemmas an, vgl. Kapitel 1). Der Erfolg der Regulierungsallianz in den USA war eindeutig ihrer Fähigkeit geschuldet, mehr als rein innerwissenschaftliche Ressourcen mobilisieren zu können. Ihr gelang eine Problemdefinition und die Entfaltung einer Dynamik in einer bestimmten Richtung. Sie betonte immer wieder, daß man bei bestehender Unsicherheit nicht bis zur endgültigen Klärung der wissenschaftlichen Fragen warten kann, da sich das Problem aufgrund der brisanten zeitlichen Dimensionen von Jahr zu Jahr verschlimmert, mithin der sicht- und meßbare Schadenseintritt schon die Katastrophe sein kann. Damit wurde der Vorsorgegedanke teils in wissenschaftlicher, teils in politischer, teils in alltagsweltlicher Fassung formuliert.

Bemerkenswert ist die Tatsache, daß diese Problemdefinition so dominant war, daß sie die ökonomischen Argumente der Gegenseite schnell über-tönte. In beiden Ländern gab es vor allem zwei ökonomische Argumente: Arbeitsplatzverluste und mangelnde Ersatzstoffe. Die US-Regulierungsbehörden sind in den siebziger Jahren der Ansicht, beide seien vernachlässigbare Größen im Vergleich zu den möglichen ökologischen Gefahren. Die absoluten Zahlen für die durch Produktionsumstellung bedrohten Arbeitsplätze sind relativ niedrig, und alternative Treibmittel sind zumindest teilweise verfügbar.¹ In der Bundesrepublik gelingt es der Industrie, die ökonomischen Konsequenzen zu dramatisieren. Die deutschen FCKW-Hersteller hatten sich hochrechnen lassen, daß es 2.000 bis 5.000 Arbeitslose geben könnte, wenn man die Produktion einstelle. »Und das waren damals so irrsinnig hohe Zahlen, das kann man sich heute kaum noch vorstellen. Das war sozusagen wie: es brach das Wirtschaftswunder ab« (Interview 52).

In Deutschland fehlten versierte und lautstarke Sprecher einer Pro-Regulierungsallianz, wie sie in den USA vorhanden waren. Mit Ausnahme von wenigen Journalisten, die sich in Presseartikeln dafür aussprachen, dem amerikanischen Verbot zu folgen, gab es in Deutschland keine Sprecher. Die jeweils neuesten Resultate und Positionen, die in den USA aufkamen, wurden in Deutschland rezipiert. Höchste nahm eine dominante Stellung ein, die

1 Nach einer Studie des Batelle-Institutes war für die Bundesrepublik mit einem Verlust von 1.500 Arbeitsplätzen zu rechnen, eine Zahl, die von der Bundesregierung für übertrieben gehalten wurde (vgl. Enquetekommission 1990: 202).

schwache Befürworterkoalition blieb in der Defensive. Folgte der Prozeß in den USA einem selbstverstärkenden Muster, so schloß sich in Deutschland eine negative Schleife an. Die Informationen aus den USA legten den Ernst der Lage dar, wurden in Deutschland rezipiert und sofort von Hoechst attackiert, ohne daß die Regulierungsallianz mit gleichen Waffen zurückschlagen konnte, worauf neue Informationen aus den USA kamen und der Zyklus sich wiederholte. Befürworter- und Gegenallianz befanden sich eher in einem stabilen Ungleichgewicht zueinander, das immer wieder reproduziert wurde und zur Konsequenz führte, daß keine gesetzlichen Regulierungen erfolgten. Das Umweltbundesamt (UBA) war der Kern der deutschen Regulierungsallianz; freilich verfolgte es, anders als die Regulierungsallianz in den USA, keine offensive und öffentlichkeitswirksame Strategie. Es entwickelte nur in Ansätzen eine eigenständige Linie und paßte sich der Bundesregierung an. Dennoch sah das UBA seine Funktion darin, FCKW-kritische Erkenntnisse zu sammeln und auch personelle Ressourcen zu diesem Zweck bereitzustellen und außerhalb der Behörde, teilweise außerhalb der Bundesrepublik, zu mobilisieren.

4.1 USA

4.1.1 Das Umfeld der Ausgangshypothese

Politische Ausgangsbedingungen

Die Ursprünge der US-Umweltpolitik werden üblicherweise mit zwei Ereignissen verknüpft: mit der Publikation von Rachel Carsons Buch *Silent Spring* (1962), das ein Alarmsignal in bezug auf Pestizide setzte, und mit dem *Earth Day* von 1970 (Hays 1987: 52). 1969 wurde das Umweltgesetz erlassen (*National Environmental Policy Act*, NEPA), das die Gründung des Sachverständigenrates für Umweltfragen (*Council on Environmental Quality*, CEQ) nach sich zog. Dieser sollte dem Präsidenten die Abfassung eines jährlichen Umweltberichts ermöglichen. 1970 schlug Präsident Nixon dem Kongreß die Bildung einer Umweltbehörde vor (*Environmental Protection Agency*, EPA), die vor allem die Kontrolle über Umweltverschmutzungen ausüben sollte. Nixon griff den Gedanken der Ökologie auf, die Umwelt als ein interdependentes System zu betrachten. Die EPA sollte folglich nicht nach Umweltmedien (Luft, Wasser, Erde) sondern funktional differenziert sein. Das

bedeutete, daß man Schadstoffe identifiziert, sie durch die gesamte ökologische Kette verfolgt, die Auswirkungen der Stoffe und die Wechselwirkungen zwischen den Stoffen feststellt, um schließlich festzulegen, wo innerhalb der ökologischen Kette ein Eingriff am sinnvollsten ist (siehe Hays 1987 und Marcus 1991).

Die Umsetzung dieses anspruchsvollen Zieles gelang nicht. Dies lag vor allem daran, daß die EPA unter großem Druck stand. Der erste Chef dieser Behörde, William Ruckelshaus, befürchtete, über der schwierigen Frage der Organisierung der Behörde die drängenden tagespolitischen Probleme nicht mehr in ausreichendem Maß wahrnehmen zu können. Die funktionale Organisationsweise konnte deshalb nur schrittweise angesteuert werden. Die EPA stand auch unter Erwartungsdruck von seiten der Umweltschützer, die erwarteten, daß schnelle Maßnahmen ergriffen und Umweltsünder endlich vor Gericht verklagt werden. Der *Clean Air Act* verpflichtete außerdem zur Festlegung nationaler Umweltstandards. Schließlich wollte das Weiße Haus einen Fortschritt sehen bei der Erstellung von Cost-benefit-Analysen. Ruckelshaus verglich seine Aufgabe mit einem Sportler, der hundert Meter läuft, während er am Blinddarm operiert wird (zit. bei Marcus 1991: 22).

Die siebziger Jahre waren über weite Strecken durch die Dominanz der Themen Ölkrise und toxische Chemikalien gekennzeichnet. Die Ölkrise des Winters 1973/1974 brachte die Frage der Energieversorgung auf die Tagesordnung und gab den Energiekonzernen, die zuvor durch Umweltprogramme gezügelt worden waren, mehr Einfluß. Eine nicht enden wollende Serie von Chemieunfällen verschob das öffentliche Interesse von der Umwelt auf Fragen der menschlichen Gesundheit.

Zwischen dem neu gewählten Präsidenten Carter und der Umweltbewegung gab es zwischen 1976 und 1977 einen kurzen Flirt. Verschiedene Gesetzesinitiativen fanden die Unterstützung der Sprecher von Umweltgruppen. Doch im Herbst 1977 bekamen die Wirtschaftsberater im Weißen Haus die Oberhand. Auf ihrer Agenda stand die Verhinderung weiterer Umweltgesetze, die in ihren Augen das Wirtschaftswachstum bremsten. Der Einfluß dieser Gruppe steigerte sich während der Wirtschaftskrise 1979. Der Wahlsieg Ronald Reagans im Jahr darauf brachte schließlich einen Frontalangriff auf alle Umweltprogramme der letzten zwanzig Jahre.

Wissenschaftliche Randbedingungen

Die Molina-Rowland-Hypothese wäre vermutlich nicht formuliert worden, wenn nicht zuvor eine öffentliche Diskussion über mögliche Gefahren für

die Ozonschicht begonnen hätte. Falls sie doch formuliert worden wäre, hätte sie wahrscheinlich keine Aufmerksamkeit gefunden. 1971 wurden bei Kongreßanhörungen atmosphärische Auswirkungen von Boeings geplanten Überschallflugzeugen (SST) diskutiert. Im Mittelpunkt stand die Rolle von Stickoxiden (NO_x), die beim Betrieb dieser Flugzeuge emittiert werden und deren Effekte auf die Ozonschicht von zwei Forschern unabhängig voneinander entdeckt wurden (Crutzen 1970; Johnson 1971). Ohne diese Technikfolgenabschätzungsdebatte wäre die Ozonschicht also wahrscheinlich gar nicht auf die Tagesordnung geraten.

1973 entdeckten zwei weitere Forscher die ozonzerstörende Wirkung von Chlor, die bis dahin völlig unbekannt war (Stolarski/Cicerone 1974). Der Mechanismus für die Produktion und Zerstörung von Ozon in der Atmosphäre war durch die klassischen Gleichungen Chapmans in den dreißiger Jahren definiert worden, in denen weder Stickoxide noch Chlor eine Rolle spielten. Nun stellte sich heraus, daß Chlor in noch viel stärkerem Maße als NO_x die Ozonschicht zerstören kann.

Als Quelle für stratosphärisches Ozon wurden anfänglich Vulkane und Emissionen der geplanten Raumfähre angenommen, obwohl man über die emittierten Quantitäten zunächst nur spekulieren konnte. Die eigentliche Innovation, die Molina und Rowland bewirkten, bestand nun darin, daß sie eine Quelle (Fluorchlorkohlenwasserstoffe) identifizierten, die erhebliche Mengen an aktivem Chlor in die Stratosphäre bringen konnte. Sie wurden auf diese Möglichkeit aufmerksam durch Lovelocks Messungen, die dieser mit dem von ihm gebauten Elektronenchromatograph vorgenommen und publiziert hatte (Lovelock et al. 1973). Mit diesem Instrument war es möglich geworden, Gase in der Konzentration von billionstel Anteilen zu messen (vgl. Kapitel 3). Rowland wußte genug über Photochemie, um die Möglichkeit in Betracht zu ziehen, daß FCKW zwar stabil in der Troposphäre blieben (und deshalb von Meteorologen als »Tracer« verwendet wurden), aber in der Stratosphäre durch UV-Licht zerstört werden konnten. Bei dieser Zerstörung würde, so spekulierte er, aktives Chlor abgespalten und die von Stolarski und Cicerone gefundene katalytische Kettenreaktion konnte einsetzen.

Dieser historische Verlauf deutet darauf hin, daß die Aufmerksamkeit (1) der beiden Wissenschaftler, (2) der wissenschaftlichen Community, und (3) der Öffentlichkeit durch eine Verkettung spezifischer Umstände erreicht wurde.

Der Prozeß kann nicht in sinnvoller Weise abstrakt-kognitiv beschrieben werden, sondern ist eingebettet in eine gesellschaftsweite Debatte. Mit anderen Worten, die Publikation der Molina-Rowland-Hypothese (einmal unter-

stellt, sie hätte durch einen Geniestreich ohne [2] und [3] formuliert werden können) hätte ohne (2) und (3) wahrscheinlich keine Wirkung gehabt.² Wichtig war zunächst, daß Molina/Rowland und Cicerone/Stolarski Kontakt zueinander bekamen. Dieser wurde interessanterweise von Hal Johnson angebahnt, der durch die SST-Debatte einschlägige Erfahrungen im Umgang mit Öffentlichkeit und Politik gesammelt hatte. Als Rowland und Molina ihm zum ersten Mal von ihrer Hypothese berichteten, fragte Johnson ahnungsvoll: »Are you ready for the heat?« (zit. bei Roan 1989: 19).³

Beschreibt man den Prozeß der Etablierung von Aufmerksamkeit als pfadabhängig, wie dies in Kapitel 1 angedeutet wurde, so muß man berücksichtigen, daß die Pfadabhängigkeit nicht nur von innerwissenschaftlichen, sondern auch von gesellschaftlichen Ausgangsbedingungen abhängt. Die wichtigsten innerwissenschaftlichen Ausgangsbedingungen waren die Entdeckung der Chlorkatalyse, FCKW-Konzentrationsmessungen und die Hypothese, daß beide miteinander zusammenhängen. Die wichtigsten gesellschaftlichen Ausgangsbedingungen waren die öffentliche Aufmerksamkeit für die Ozonschicht, Annahmen über die Wirkung von menschlichen und natürlichen Einflüssen auf ihre Entwicklung, sowie die Bereitschaft einiger weniger Wissenschaftler, außer der wissenschaftlichen Forschung auch eine öffentliche Rolle zu spielen. Wie zu zeigen sein wird, bilden diese Sprecher die Kondensationskerne, um die herum sich die weiteren Kontroversen, Akteure und Ressourcen ansiedeln.

4.1.2 Die Ausgangshypothese

Rowlands und Molinas Argumentation in ihrem Artikel von 1974 ist wie folgt: Man weiß aufgrund der Konzentrationsmessungen Lovelocks, daß die gesamte FCKW-Weltproduktion mit der atmosphärischen Konzentration konsistent ist, das heißt, diese Stoffe werden nicht abgebaut, sondern diffundieren und akkumulieren in der Atmosphäre. Die wahrscheinliche Lebens-

2 Vgl. die von Boudon erwähnten »Cournot-Effekte«, bei denen es eine (unwahrscheinliche) Verknüpfung von independenten Kausalketten gibt, Zufall und Notwendigkeit zusammenreffen (Boudon 1986: 157, 175ff.).

3 »When Rowland called Johnston in November or December of 1973 to tell him what they had discovered, Johnston told him that we should all get together. We had met Hal Johnston at the meeting in Kyoto, Japan so he was able to refer our work to Molina and Rowland. But we didn't know each other, so we had to exchange letters very formally. After the publication of Molina-Rowland-Hypothesis, Molina, Roland, and us met at a scientific meeting in California. That was the beginning, from my point of view« (pers. Mitteilung Cicerone).

dauer dieser Stoffe und ihre Senken werden berechnet. Die Lebensdauer wird auf 40 bis 150 Jahre geschätzt und als einzige Senke kommt die Photolyse in der oberen Stratosphäre (>30 Kilometer) durch UV-Licht in Frage. Der Effekt auf die Ozonschicht ist um ein Vielfaches größer, als der durch die bei den bereits in der SST-Debatte analysierten Stickstoffverbindungen. Ähnlich wie bei jenen gibt es eine katalytische Kettenreaktion, in diesem Fall von aktivem Chlor mit Ozon. Die Aufnahmefähigkeit der Atmosphäre für Chlor ist begrenzt, was ernste Konsequenzen zur Folge haben kann. Der Artikel schließt mit der Warnung, daß Umweltprobleme noch lange Zeit nach der Reduktion von Emissionen fortbestehen werden. Dies ergibt eine Kausalkette mit folgenden Bestandteilen:

1. FCKW erreichen Stratosphäre unbeschadet;
2. dort werden sie von UV-Licht zerlegt;
3. es entstehen Chlorradikale;
4. diese zerstören Ozonmoleküle
5. in einer katalytischen Kettenreaktion (unter Einschluß von Sauerstoff im oberen Teil der Stratosphäre, bei 35 bis 45 Kilometer). Die voraussichtliche Ozonabnahme wird auf 7 bis 13 Prozent in 100 Jahren geschätzt.

Impiziert, aber nicht erwähnt waren folgende Auswirkungen:⁴

6. mehr UV-B-Licht erreicht die Erdoberfläche (1 Prozent weniger Ozon = 2 Prozent mehr UV-B)
7. dies führt zu Hautkrebs, grauem Star, Bedrohung von Getreideernnten, Algen, Plankton usw. (2 Prozent mehr UV-B = 2 bis 3 Prozent mehr Hautkrebsfälle).

Die Industrie versuchte, alle Schwachstellen der Hypothese aufzuspüren, um die FCKW zu entlasten. Abstrakt betrachtet eignen sich hierfür alle Schritte, die den Ozonabbau unmöglich oder sehr klein erscheinen lassen. Dies ist der Fall, wenn

- nur kleine Mengen von FCKW in die Atmosphäre gelangen beziehungsweise natürliche Quellen existieren, die größer sind als die anthropogenen Quellen;
- die Lebenszeit von FCKW relativ kurz ist;
- FCKW in troposphärischen Senken verschwinden, bevor sie in die Stratosphäre aufsteigen können;

4 Das Aufzeigen der möglichen Auswirkungen (6–7) konnte unterbleiben, da die interessierte Öffentlichkeit durch die vorausgegangene SST-Debatte sensibel geworden war.

- die kinetischen Reaktionsraten von wichtigen Molekülen, die beim Abbau des stratosphärischen Ozons eine Rolle spielen, langsam verlaufen;
- kein meßbarer Ozonverlust auftritt;
- Inkonsistenzen in der Theorie oder zwischen Theorie und Messungen auftreten.

Für den Fall, daß tatsächlich mit einer Ozonabnahme gerechnet werden mußte, gab es eine zusätzliche Möglichkeit, das Problem zu entschärfen. Dies ist möglich, wenn

- kein unmittelbarer oder nachweisbarer Zusammenhang zwischen Ozonabnahme und möglichen Auswirkungen (Krebshäufigkeit, Pflanzenwachstum, Augenkrankheiten usw.) besteht.⁵

Es bilden sich zwei Koalitionen heraus: die Befürworter schneller FCKW-Regulierungen (Wissenschaftler, Umweltschützer, Konsumenten, Politiker) und ihre Gegner (FCKW-Produzenten, -Konsumenten, Interessenverbände der chemischen Industrie, Wissenschaftler, Politiker). Charakteristisch ist das antagonistische Verhältnis der beiden Lager. Sie befinden sich in einer Art Nullsummenspiel um Ressourcen: Jeder Gewinn für eine Seite ist ein Verlust für die andere.

In Anknüpfung an das in Kapitel 1 entwickelte Netzwerkmodell werden Akteure aus Wissenschaft, Politik, Öffentlichkeit und Industrie als personelle Kerne von zwei antagonistischen Politiknetzwerken identifiziert. Ressourcen sind vor allem wissenschaftliche Daten, politische Entscheidungen und die öffentliche Parteinahme von relevanten Akteuren. Durch die Mobilisierung solcher Ressourcen können neue Akteure gewonnen werden, ebenso wie umgekehrt neue Verbündete neue Ressourcen mitbringen oder beschaffen können. Korporative Akteure, auch und vor allem solche aus der Wissenschaft, spielen eine Schlüsselrolle.

4.1.3 Die Koalitionen, ihre wichtigsten Akteure und Ressourcen

Akteure

Den personellen Kern der Unterstützerkoalition bilden drei der vier Wissenschaftler, die die entscheidenden wissenschaftlichen Publikationen über die Ozonzerstörung durch Chlor beziehungsweise FCKW veröffentlicht hatten.

5 In ihrer Attacke auf die Molina-Rowland-Hypothese machte die Industrie von allen Strategien Gebrauch.

Ihnen schließen sich in den folgenden Monaten Vertreter folgender Organisationen an: *Natural Resources Defense Council* (NRDC), *Council on Environmental Quality* (CEQ), *Ad hoc Federal Interagency Task Force on the Inadvertent Modification of the Stratosphere* (IMOS), *National Academy of Sciences* (NAS), *Environmental Protection Agency* (EPA), *Consumer Product and Safety Commission* (CPSC), sowie Wissenschaftsjournalisten einflußreicher Zeitungen.

Kern der Gegenallianz ist die *Manufacturing Chemists Association* (MCA), insbesondere die Firma Du Pont. Sprecher der Gegenallianz ist der Chef von Du Ponts Freon-Abteilung, Raymond McCarty (Freon war Du Ponts Markenname für FCKW). Ihr schließen sich einige Wissenschaftler und industrienaher Publikationsorgane an. Die Wissenschaftler, auf die sich die Gegenallianz stützte, bildeten keine homogene Gruppe. Da war zunächst der Brite Lovelock, der aufgrund seiner frühen Konzentrationsmessungen ein hohes Ansehen genoß. Er war durch die »Overselling/Preaching«-Praktiken der amerikanischen Wissenschaftler abgestoßen:

Some scientists are worried about certain gases used in aerosols ... This is one of the more plausible of the doomswatch theories but it needs to be proved. The Americans tend to get into a wonderful state of panic over things like this ... I think we need a bit of British caution on this. (zit. bei Bastian 1982: 171)

»The American reaction to the problem means that scientific arguments no longer count. The impact of CFCs on the ozone layer has been grossly overestimated.« Außerdem gebe es »inadequate medical evidence to support the belief that higher levels of ultraviolet radiation would necessarily lead to higher incidences of skin cancer« (*New Scientist*, 19.6.1975: 643).

Immerhin gab Lovelock in einem Leserbrief an *Nature* zu, daß es kaum Zweifel daran geben könne, daß ungehemmte FCKW-Emissionen schädliche und langdauernde Auswirkungen haben können. Er hatte allerdings eine andere Auffassung darüber, was als gefährliches Niveau gelten soll und wann es erreicht wird (*Nature*, Vol. 258, 25.12.1975: 776).

Richard Scorer war als Meteorologe am Imperial College (London) tätig und wurde vom Interessenverband der FCKW-Hersteller zu einer Propagandatur in die USA eingeladen. Seine Reputation war die niedrigste der hier aufgeführten Wissenschaftler. Er hatte keine eigene Forschung auf dem Gebiet betrieben und galt als *hired gun* der FCKW-Hersteller.⁶

6 »Industry group launches defense of fluorocarbons« (*Los Angeles Times*, 28.7.1975). Ein anderer Wissenschaftler sagte über Scorer: »They brought him over with a public relations outfit, they ran him around the country, in talk shows; as it happened, I got involved in

The other scientists who were against regulations were clearly paid by various parts of industry. Like Richard Scorer from England, but he was not respected. McElroy was different, after all he was a Harvard professor, he was very famous, and later, after 1986, he became a supporter. (Interview 5)

Der renommierte Atmosphärenwissenschaftler und Harvard Professor Michael McElroy hatte ganz zu Beginn eine ähnliche Position wie Rowland bezogen. In einem Zeitungsinterview äußerte er die Ansicht, daß die Beweislast bei den Gegnern der FCKW-Ozon-Theorie liege, »because we can't wait to check out the full theory. It would take too long. The effects of Freon are too damaging« (*Detroit News*, Sunday Magazine, 19.1.1975). Kurz darauf äußerte er sich vorsichtiger, indem er betonte, man brauche vor allem mehr Zeit (1 bis 3 Jahre) für zusätzliche Forschung. Dies war dann auch der kleinste gemeinsame Nenner, der Industrie und *diese* Wissenschaftler einte. Die Kopplung zwischen Industrie und den drei erwähnten Wissenschaftlern war eher lose; die Wissenschaftler wollten mehr Zeit für Forschung und entdramatisierten die Problematik in verschiedenen Graden. Wie in Kapitel 3 gesehen, gibt es dafür vor allem zwei Gründe: Der erste ist in der Anreizstruktur des Forschungsfeldes zu suchen (Prioritätsansprüche, Originalität, Profilierung), der zweite in dem Naturbild, das die Wissenschaftler besitzen.

Ressourcen

Zu Beginn der Kontroverse konnte die Industrie keine wissenschaftlichen Daten vorlegen, die ihre Position unterstützt hätte. Obwohl die *Manufacturing Chemists Association* bereits 1972 ein Forschungsprogramm aufgelegt hatte, um zu klären, was mit den FCKW-Emissionen geschieht, wurde sie von der Molina-Rowland-Hypothese überrascht. Ihre Strategie bestand deshalb darin, den hypothetischen Charakter der Berechnungen von Molina und Rowland hervorzuheben, die Hypothese durch eine Gegenhypothese (»Keine Gefahr für die Ozonschicht«) zu relativieren und zu suggerieren, die FCKW-Kritiker hätten selbst auch keine Daten. Dieses Argument wurde durch verschiedene Labor- und Feldexperimente (unter anderem 1975 durch den Nachweis von FCKW in der Stratosphäre⁷ und 1976 durch den Nachweis

some of those. My views may have been conservative at this stage but I certainly did not take the conservative position when I appeared in the William Buckley *Firing Line* show with Richard Scorer because it was clear to me that he was a phony and that this was not a serious discussion« (Interview 30).

7 Die beiden Substanzen FCKW 11 und 12 wurden in höhenpezifischen Konzentrationen gemessen, die den theoretischen Erwartungen entsprachen. Es wurde auch klar, daß die

von aktivem Chlor (ClO) in der Stratosphäre) teilweise zunichte gemacht. Es bestand eine Art stillschweigender Übereinkunft zwischen den beiden Lagern, daß die Präsenz von ClO in der Stratosphäre den Beweis für die Richtigkeit der Molina-Rowland-Hypothese liefern würde. Einige Meßwerte von ClO-Konzentrationen lagen jedoch um ein Vielfaches außerhalb des erwarteten Bereichs, was die Industrie leidlich ausschaltete.⁸

Nachdem Messungen gezeigt hatten, daß sich sowohl FCKW als auch reaktives Chlor in der Stratosphäre befinden (wenn auch nicht in den erwarteten Konzentrationen, weshalb die Frage nach der Existenz von Senken nicht endgültig geklärt werden konnte), wurde die zweite Schlacht um die Reaktionsraten geschlagen. Die erste chemische Spezies, die zu einer Verlangsamung der Abbauraten von Ozon führte, war Chlornitrat (ClNO₃). Dies kann sich unter bestimmten Umständen aus NO_x und ClO bilden, die beide für sich genommen Ozonzerstörer sind. Ironischerweise lieferten Molina und Rowland der Gegenseite diese Ressource selbst an die Hand, indem sie in einem Artikel darauf aufmerksam machten. Die Industrie konnte nun wieder argumentieren, das Problem habe sich relativiert oder sei im Begriff zu verschwinden. Modellierer stellten jedoch fest, daß sich der prognostizierte Ozonabbau nach wie vor im Bereich der von Molina und Rowland ursprünglichen Berechnung zwischen 7 und 14 Prozent lag, wenn auch am unteren Ende (Roan 1989: 76–78).

Die Lebensdauer der inkriminierten Stoffe und, eng damit verbunden, die Frage nach troposphärischen oder stratosphärischen Senken wurde lange kontrovers diskutiert. Bereits 1971 hatte Lovelock auf einer Schiffsexpedition von Wales zum Südpol globale Konzentrationsmessungen von FCKW 11 durchgeführt, die mit der kumulierten Welt-FCKW-Produktion übereinstimmten. Er errechnete allerdings einen Nord-Süd-Gradienten von 7:4, das heißt, eine fast doppelt so hohe Konzentration von FCKW in der Nordhemisphäre. Da fast alle FCKW-Emissionsquellen im industrialisierten Norden lagen, schien dieser Befund auf eine Senke oder eine erheblich kürzere Lebensdauer hinzudeuten, als von Molina und Rowland angenommen. Lovelocks Daten wurden von den FCKW-Kritikern angezweifelt. Andere Forscher hatten einen sehr viel flacheren Gradienten gemessen. In der Tat wurde die erste Lovelock-Messung in der Folgezeit nicht wiederholt. Als Gründe werden die niedrige *accuracy* (absolute Genauigkeit) des Instruments angegeben

Substanzen nicht durch Regen aus der Atmosphäre ausgewaschen wurden (*Science News*, 9.8.1975: 84).

8 Es ist zu vermuten, daß die Industrie auch bei einer perfekten Übereinstimmung von Messungen und Modellvoraussage nicht kampfflos aufgegeben hätte.

sowie die Tatsache, daß Lovelocks Sample im Norden sehr viel kontaminierte Luft enthielt.

Für die spätere Entwicklung der Kontroverse sind zwei Umstände bedeutend. Zum einen das erwähnte internationale Forschungsprogramm, das vom MCA durchgeführt wurde, um den Verbleib der FCKW in der Atmosphäre zu analysieren. Im Einladungsschreiben an andere FCKW-Produzenten hieß es:

Fluorocarbons are intentionally or accidentally vented to the atmosphere worldwide at a rate approaching one billion pounds per year. These compounds may be either accumulating in the atmosphere or returning to the surface, land or sea, in the pure form or as decomposition products. Under any of these alternatives, it is prudent that we investigate any effects which [CFCs] may produce on plants or animals now or in the future. (Manufacturing Chemists Association 1975: 2)

Zum anderen gab es mehrere öffentliche Erklärungen Du Ponts, in denen es hieß: »Should reputable evidence show that some fluorocarbons cause a health hazard through depletion of the ozone layer, we are prepared to stop production of the offending compounds.«⁹ Diese Selbstbindung sollte bei der Revision von Du Ponts FCKW-Politik eine wichtige Rolle spielen. Doch zunächst entfaltete sich die Eigendynamik der Kontroverse, in der es Du Pont immer wieder darauf ankam nachzuweisen, daß keine *reputable evidence* existierte. In derselben Anzeige sollte das Programm für die nächsten zehn Jahre formuliert werden: »Claim meets counterclaim. Assumptions are challenged on both sides. And nothing is settled.«

Du Pont ging bis 1982 von einer extrem kurzen Lebensdauer der FCKW aus (10 bis 20 Jahre statt 40 bis 150, wie von Molina und Rowland angenommen, siehe Jesson 1982). Zur Klärung dieser Frage begann 1978 das *Atmospheric Lifetime Experiment*. Ein Netzwerk von Meßstationen wurde in Barbados, Samoa, Tasmanien und in Oregon installiert. Das Ergebnis, das erst 1983 publiziert wurde, lautete: Die Lebenszeit von FCKW 11 liegt bei circa 80 Jahren (Cunnold et. al. 1983). Bis dahin versuchte die Gegenallianz immer wieder, die angeblich kurze Lebensdauer der Stoffe als Notanker zu benutzen.

Die Frage nach dem Zusammenhang zwischen abnehmender Ozonschicht, vermehrter UV-Strahlung und vermehrtem Auftreten von Hautkrebs wurde ebenfalls frühzeitig aufgegriffen und sollte ein Dauerbrenner der Kontroverse werden. Du Pont versuchte 1975 unter Berufung auf eine der

9 So zum Beispiel in einer ganzseitigen Anzeige in der *New York Times* vom 30. Juni 1975 und in Kongreßanhörungen.

wissenschaftlichen Kapazitäten des Landes, Frederick Urbach (Temple University), den Eindruck zu erwecken, daß kein unmittelbarer Zusammenhang zwischen UV-Strahlung und Krebshäufigkeit bestehe. Wie es scheint, wurden hierzu schlampige Transkriptionen einer Anhörung im Staat New York verwendet, die Urbach keine Gelegenheit hatte, zu korrigieren. Als er von Du Ponts Versuch hörte, stellte er klar, daß ein solcher Zusammenhang durchaus bestehe: Nach seiner Ansicht führte eine einprozentige Abnahme der Ozonschicht zu einer Zunahme von Hautkrebs um zwei Prozent.¹⁰ Urbach hatte sich in gleicher Weise vor dem Rogers' Komitee geäußert (siehe nächster Abschnitt).

Institutionelle Opportunitätsstrukturen

Auf institutioneller Ebene gab es zunächst ein Zuständigkeitswirrwarr. Zur Einschätzung der wissenschaftlichen Seite kamen zwei verschiedene Institutionen in Frage (die NAS und das *Climatic Impact Assessment Program*, CIAP), für die administrativen Aspekte sogar drei (EPA, *Food and Drug Administration* [FDA] und CPSC). Jede Art von politischer Problemlösung setzte zunächst eine klare Lösung der Zuständigkeiten voraus. Diese waren sowohl überlappend als auch unvollständig. Nach Einschätzung des Justizministeriums konnte die EPA Pestizide in Spraydosen regulieren; die FDA solche, die in Nahrungsmitteln, Arzneien oder Kosmetika enthalten waren; und die CPSC alle anderen Produkte in Spraydosen, außerdem Kühlschränke privater Haushalte und Schulen sowie Klimaanlageanlagen. Keine Behörde konnte jedoch die vielen industriellen und kommerziellen Anwendungen (zum Beispiel in PKW-Klimaanlagen) regulieren. Aus diesem Grund versuchte der NRDC, durch eine Petition gegenüber der CPSC Klarheit zu schaffen. Die CPSC wurde ausgewählt, weil man ihr am meisten Kompetenz zur Regelung zusprach. Der NRDC forderte die CPSC auf, Aerosolanwendungen zu verbieten. Diese lehnte unter Verweis auf die anhängige NAS-Studie mit einem 3:2 Votum ab.

Die Kongreßabgeordneten Rogers und Esch versuchten im Frühjahr 1975, die Zuständigkeit durch einen Gesetzentwurf zu klären. Darin sollte die EPA ermächtigt werden, Herstellung und Verkauf von FCKW zu verbieten, falls sich ihre Gefährlichkeit bestätigte. Rogers übernahm den Vorsitz des *Subcommittees on Public Health and Environment*, das am 11. und 12. Dezember 1974 im Repräsentantenhaus die ersten Anhörungen durch-

10 Briefe an Rowland und Raymond McCarthy (Du Pont) vom 1. April 1975.

führte. Hier wurden die ersten Konturen der beiden Allianzen und ihrer Politikoptionen sichtbar. Die Industrie befürwortete einen Zeitplan von drei Jahren für zusätzliche Forschung, bevor man etwas über die Notwendigkeit von Regulierungen sagen könne. Sie wurde darin vom Atmosphärenwissenschaftler McElroy unterstützt.¹¹ Rowland und Cicerone waren für ein sofortiges Verbot von FCKW-haltigen Treibgasen.

Im Januar 1975 beschlossen die *National Science Foundation* (NSF) und der Sachverständigenrat zu Umweltfragen (CEQ), in dieser Frage zusammenzuarbeiten. Sie bildeten die *Ad hoc Interagency Task Force on Inadvertent Modification of the Stratosphere* (IMOS), ein Gremium, dem vierzehn Behörden angehörten. Ziel dieser *task force* war die Schaffung eines Mittels zur Einschätzung möglicher Effekte auf die Stratosphäre und die Entwicklung eines Aktionsplans. Weitere Mitglieder in IMOS waren folgende Ministerien:

- Landwirtschaft;
- Handel;
- Verteidigung;
- Gesundheit, Erziehung und Wohlfahrt;
- Justiz; Inneres und Verkehr.

Zusätzlich waren NASA, NAS, EPA, und CPSC vertreten. Das Haushaltsministerium (*Office for Management and Budget*, OMB) und der Stab des Weißen Hauses waren nicht Mitglieder, wurden aber regelmäßig informiert. Der Zuständigkeitsproblematik eingedenk kam IMOS zum Schluß, kein FCKW-spezifisches Gesetz zu erlassen. Stattdessen sollte eine Regulierung im Rahmen des zur Verabschiedung stehenden *Toxic Substances Control Act* (TSCA) erfolgen.

Erstaunlich ist, daß IMOS trotz ihrer Größe handlungsfähig war. Beobachter führten dies auf die Tatsache zurück, daß die Mitgliedsorganisationen zu intensiver Kooperation bereit waren. Sie stellten in großzügiger Weise Mitarbeiter zur Verfügung. In einigen Bereichen wurde ihre Aufgabe dadurch erleichtert, daß sie bereits bestehende Informationen zusammenzustellen hatten; in anderen war es jedoch schwierig, der laufenden Forschung auf den Fersen zu bleiben.

IMOS führte im Februar 1975 eine Anhörung durch, zu der folgende Experten geladen waren: die Wissenschaftler Rowland, Cicerone, McElroy;

11 U.S. House of Representatives, Committee on Interstate and Foreign Commerce, Hearings, December 11–12, 1974, *Fluorocarbons: Impact on Health and Environment* (Washington, DC: U.S. Government Printing Office, 1974).

Vertreter von Du Pont und anderen Firmen, sowie NRDC-Mitglieder (Bastian 1982: 171). Über hundert Beobachter nahmen an dem Treffen teil, unter ihnen Vertreter der kanadischen und britischen Regierungen. Es kam zu einer Konfrontation zwischen Rowland und McElroy. Eine Industriepublikation charakterisierte McElroy als »swimming hard against the tide of scientific experts that argue strongly that some sort of regulatory action should be taken early«¹². McElroy lenkte die Aufmerksamkeit auf eine weitere Substanz (Methylbromid), die die Ozonschicht angreifen könne, was von vielen als Ablenkungsmanöver und Profilierungsversuch kritisiert wurde (siehe Kapitel 3). Interessanterweise stellte die Zeitschrift *Drug & Cosmetic Industry* beide Wissenschaftler als Koalitionäre verschiedener Interessen dar: Bei den Anhörungen seien Rowland und Cicerone von Karim Ahmed (NRDC), McElroy hingegen vom *Council on Atmospheric Sciences* (COAS), der Industriedelegation, unterstützt worden.

Die IMOS-Studie wurde am 12. Juni 1975 veröffentlicht und gipfelt in dem berühmten Satz: »There seems legitimate cause for serious concern.« Die atmosphärischen Konzentrationen von FCKW werden als konsistent mit der Weltgesamtproduktion eingeschätzt; die durch verschiedene Modelle berechneten unterschiedlichen Abbauraten werden in grundsätzlicher Übereinstimmung gesehen. Die Gültigkeit dieser Voraussagen sieht man nur dann erschüttert, wenn große unerwartete Senken oder große natürliche Quellen entdeckt würden, was nach dem damaligen Verständnis ausgeschlossen wird.¹³ Meinungsverschiedenheiten bestanden vor allem darüber, welche Konsequenzen dies haben sollte. Einige der Atmosphärenwissenschaftler drängten auf schnellstmögliche Aktion, während die Bürokraten eher zurückhaltend waren. Ein Teil der IMOS-Mitglieder sah keine Notwendigkeit für weitere Forschung, da keine grundsätzlichen Neuerungen zu erwarten seien. Sie empfahlen, sofort mit der Regulierung zu beginnen. Ein anderer Teil wollte Zeit gewinnen, in der Hoffnung, das Problem verschwände wieder oder die Molina-Rowland-Hypothese ließe sich falsifizieren.

Man einigte sich auf einen Kompromiß, der die Ernsthaftigkeit des Problems betonte und Regulierungen früher oder später als sehr wahrscheinlich ansah. Es sollte jedoch der Bericht der NAS abgewartet werden. Als möglicher Termin für Regulierungen wurde das Jahr 1978 gesehen, weil man weitere Zeit für Forschungen haben und der betroffenen Industrie eine Anpassungszeit gewähren wollte. Vergeblich versuchte die Industrie, den

12 *Drug & Cosmetic Industry*, April 1975.

13 *Fluorocarbons and the Environment*, Report of the Federal Task Force on Inadvertent Modification of the Stratosphere (IMOS), Juni 1975: 2.

IMOS-Bericht in letzter Minute zu verzögern oder zu unterdrücken (Bastian 1982: 176f.). Die Reaktionen auf den schließlich veröffentlichten Bericht waren kongruent zu den Politikzielen der beiden Allianzen: Die Industrie sah darin eine übereilte Vorwegnahme von Forschungsergebnissen, die Umweltschützer (NRDC) beurteilten ihn als zu vorsichtig (*The Wall Street Journal*, 13.6.1975: 4). Du Pont versuchte in einer Presserklärung das Beste daraus zu machen. Der Bericht wurde so interpretiert, daß keine unmittelbare Gefahr für die Ozonschicht und die Gesundheit der Bevölkerung bestehe und FCKW bis zu einer endgültigen Klärung der Frage bedenkenlos eingesetzt werden könnten.¹⁴

Im September 1975, im Februar 1976 und im Dezember 1976 fanden Anhörungen vor dem *Subcommittee on the Upper Atmosphere* unter der Leitung von Senator Bumpers statt (Roan 1989: 44–47). Bumpers selbst machte keinen Hehl aus der Tatsache, daß er für eine schnelle Beschränkung von Treibgasen war. Für ein sofortiges Verbot setzten sich abermals Rowland und Cicerone ein, diesmal unterstützt von James Anderson. NASA-Chef James Fletcher wollte hingegen weitere Verzögerungen in Kauf nehmen, um zusätzliche Informationen zu bekommen.

Die *National Academy of Sciences* war bereits Ende Oktober 1974 auf einer ersten Ad-hoc-Sitzung zum Schluß gekommen, daß das FCKW-Problem als ernst einzuschätzen ist und Regulierungen unumgänglich werden, wenn sich die Berechnungen nicht als fehlerhaft erweisen. Es wurde eine einjährige Studie in Angriff genommen, die im März 1976 vorliegen sollte. Mit Spannung wurde der Bericht dieser höchsten wissenschaftlichen Institution des Landes erwartet. Wie der IMOS-Bericht, wurde auch dieser von beiden Seiten zu ihren Gunsten interpretiert. Es verwundert daher kaum, daß auch zwei große Tageszeitungen am Tag nach seiner Veröffentlichung mit entgegengesetzten Interpretationen aufwarteten. Die *New York Times* vom 14. September hatte den Aufmacher »Wissenschaftler unterstützen Treibgasreduktion zum Schutz der Ozonschicht«, während die *Washington Post* vom selben Tag titelte: »Wissenschaftsgremium gegen Treibgasverbot«. Wie konnte es dazu kommen?

Bereits im März 1976 sickerte die Nachricht an die Presse durch, wonach das NAS-Panel die Molina-Rowland-Hypothese bekräftigen und sich für FCKW-Regulierungen aussprechen würde. Die Anfang 1976 aufgetauchten Probleme wegen der Chlornitrat-Reaktion brachten jedoch völliges Durcheinander in das NAS-Gremium – die existierenden Entwürfe waren obsolet

14 Du Pont, *Corporate News*, 12.6.1975.

geworden. Es mußte eine grundsätzliche Neubewertung der wissenschaftlichen Aspekte, und, davon abgeleitet, der Politikempfehlungen erfolgen. Dies geschah in den folgenden fünf Monaten in teilweise hektischer Atmosphäre, da das Urteil des Gremiums von mehreren anderen Institutionen als künftige Handlungsgrundlage erwartet wurde. Der schließlich veröffentlichte Bericht hatte mit dem Problem zu kämpfen, daß die ursprünglich für den Bericht vorgesehene Ozonabbaurate von 14 auf 7 Prozent halbiert wurde¹⁵ – was für die Panel-Mitglieder keine Legitimation für eine uneingeschränkte Befürwortung von Regulierungen abgab. Der Bericht gliederte sich deshalb in zwei Teile. Der erste wurde vom *Panel on Atmospheric Chemistry* verfaßt und kam zum Schluß, daß die MRH im wesentlichen korrekt sei. Der zweite wurde vom *Committee on Impacts of Stratospheric Change* verfaßt und empfahl der Regierung, noch zwei Jahre abzuwarten, bevor man zu Regulierungen greife (Dotto/Schiff 1978: Kapitel 11; Roan 1989: 79f.). Das Orakel hatte gesprochen – doch was hatte es gesagt?

A one- or two-year delay in actual implementation of a ban or regulation would not be unreasonable ... As soon as the inadequacies in the bases of present calculations are significantly reduced, for which no more than two years need to be allowed, and provided that ultimate ozone reductions of more than a few percent then remain a major possibility, we recommend undertaking selective regulation of the uses and releases of [CFCs] ... (zit. bei Bastian 1982: 188)

Trotz der doppeldeutigen Botschaft stellte die Bestätigung der Molina-Rowland-Hypothese durch den ersten Bericht der *National Academy of Sciences* für die Befürworterkoalition eine wichtige Ressource dar, insbesondere weil die Medien den NAS-Bericht insgesamt als Bestätigung der MRH interpretierten (Dotto/Schiff 1978: 278).

If we go from publication the summer of 1974, for a period of a little more than 2 years, we had this feeling that we were all out there alone. Until some seemingly independent organisation had said that »Actually, this looks as if it makes sense«, we were out all by ourselves. By we I mean Molina, Cicerone and myself.¹⁶

15 Molina und Rowland hielten an ihrer ursprünglichen Schätzung von 7 bis 13 Prozent fest. Sie waren zur Überzeugung gelangt, daß Chlornitrat letztlich keinen großen Einfluß auf das Ozonbudget nimmt. 7 Prozent galten unter Experten immer noch als ernsthafte Bedrohung; erst bei einem Wert von 3 bis 4 Prozent Ozonabbau war das Problem als nicht mehr ernst einzustufen. In der *Chicago Tribune* werden sie mit den Worten zitiert: »[Chlorine nitrate] has never been proved outside the laboratory and has not yet been found in the stratosphere.« Ihre Behauptung, Chlornitrat sei »nicht besonders wichtig«, dürfte das NAS-Gremium amüsiert haben, das zu jener Zeit in Beratungen verzweifelt versuchte, die Rolle von Chlornitrat in ihrem Abschlußbericht zu berücksichtigen (Dotto/Schiff 1978: 258 f.).

16 Pers. Mitteilung Rowland.

Dies war um so bedeutender, als die NAS den Ruf hat, ein eher konservatives Gremium zu sein, das Industrieinteressen nicht vorschnell beiseite schiebt (Boffey 1975).

Die Rolle der Medien

Die überaus starke Medienaufmerksamkeit in den ersten drei Jahren nach Veröffentlichung der MRH ist auffallend. Ein Thema, das so stark wahrgenommen wird, muß fast zwangsläufig auf die politische Agenda gelangen (Kingdon 1984). Dies hat zum einen damit zu tun, daß das Thema spektakulär war. Es schien eher aus dem Bereich *science fiction* denn *science* zu stammen. Es schien kaum vorstellbar, daß man durch die Verwendung eines Deosprays die Existenzbedingungen auf der Erde bedrohen konnte. Sollte es möglich sein, daß die Erde nicht mit einem lauten Knall, sondern mit einem leisen Zischen zu Ende gehen könnte?¹⁷

Zum anderen stellten sich einflußreiche und angesehene Journalisten auf die Seite der Befürworterkoalition. Dies war vor allem Walter Sullivan, der in der *New York Times* laufend berichtete.¹⁸ Die durch ihn bewirkte Aufmerksamkeit und die folgende Thematisierung durch die wichtigste amerikanische Tageszeitung sorgte für die nötige öffentliche Aufmerksamkeit.¹⁹ Allein in der *New York Times* kam das Thema in den Jahren 1974 bis 1977 achtmal auf die Titelseite (Abbildung 4-1).

Die *New York Times* veröffentlicht in der ersten Dekade der Kontroverse über 100 Artikel, davon allein 67 in den ersten beiden Jahren. Die *Washington Post* und das *Wall Street Journal* stehen mit insgesamt 10 beziehungsweise 28 Artikeln klar zurück (Abbildung 4-2).

4.1.4 Erfolg der Unterstützerkoalition

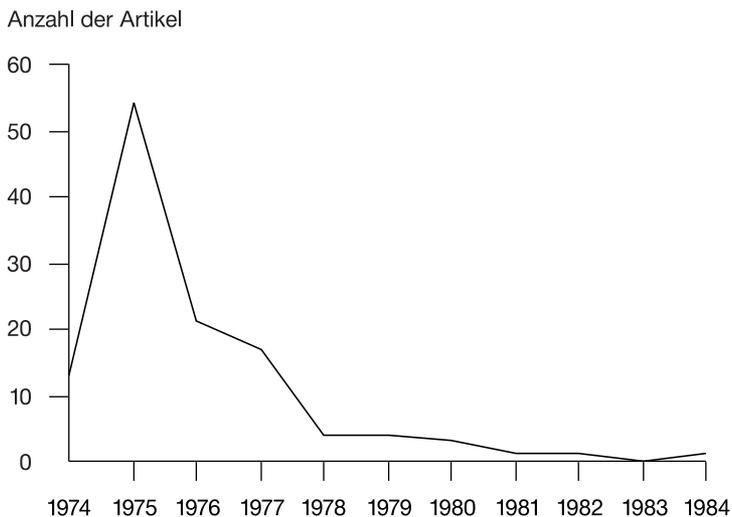
Der NAS-Bericht wurde am 13. September 1976 veröffentlicht. Zwei Wochen später trat IMOS zusammen und empfahl den Behörden, sofortige

17 Mehrere Aufmacher verwendeten diese Lautmalerei: »Not with a Bang, but a Pffft«, so die *New York Times* vom 21. Dezember 1975.

18 Sullivans erster Artikel erschien am 27. September 1974. Zur Meinungsführerschaft der *New York Times* siehe Elfenbein (1996).

19 Außerdem ist die Zeitschrift *New Yorker* zu nennen, die aufgrund außergewöhnlich sorgfältig recherchierter Artikel hohes Ansehen genießt. Der *New Yorker* ist eine der wenigen Zeitschriften, die die Recherche der Autoren (durch »checker«) überprüfen lassen. Dort veröffentlichte Paul Brodeur zwei viel zitierte Arbeiten, die im Abstand von elf Jahren erschienen (Brodeur 1975; 1986).

Abbildung 4-1 Berichterstattung der New York Times zum Thema FCKW-Ozon



Quelle: eigene Erhebung

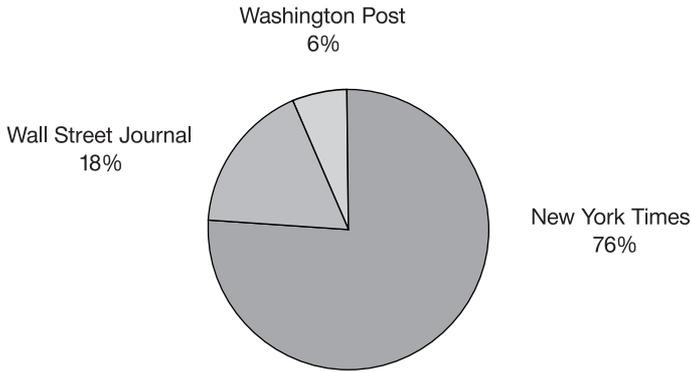
Maßnahmen zu ergreifen. Kurz darauf kündigte der Chef der EPA an, daß der »nichtessentielle« Einsatz von FCKW als Treibgas verboten werden solle.²⁰ Die FDA gab der NRDC-Petition statt und kündigte an, daß die drei Regulierungsbehörden nun den Regulierungsprozeß in die Wege leiten würden. Industrievertreter äußerten sich erstaunt darüber; ihrer Ansicht nach lief dies der NAS-Empfehlung zuwider, weitere Forschungsergebnisse abzuwarten. Regierungsvertreter waren sich jedoch einig, daß dies nicht der Fall war.²¹

Die Hoffnung der Gegenallianz auf weiteren Zeitgewinn war vergeblich. IMOS hatte sich auf das Ergebnis des NAS-Berichts festgelegt und dieser bekräftigte die Plausibilität der Theorie, wenn auch weitere Forschung für

20 Ausgenommen waren vor allem medizinische und militärische Anwendungen. Dies war die erste Phase einer vorgesehenen Zwei-Phasen-Regulierung. Die zweite sollte sich mit »essentiellen« Produkten befassen. Siehe hierzu Wirth et al. (1982) und Kapitel 5.

21 EPA und FDA erließen Verordnungen zur Produktinformationspflicht, die FDA auch ein Warnetikett (»Achtung – Enthält FCKW, das wegen seiner ozonzerstörenden Wirkung gesundheits- oder umweltschädlich sein kann«).

Abbildung 4-2 Relativer Anteil dreier US-Printmedien an der Berichterstattung zur FCKW-Ozon-Problematik, 1974 bis 1984



Quelle: eigene Erhebung

notwendig erachtet wurde. In gewisser Weise war dies die Kompromißformel, die man der Industrie anbot: die ständigen zwei Jahre an zusätzlicher Forschung. Nur daß man diesmal, anders als IMOS, selbst keine weitere Autorität anrufen konnte. Man mußte eine Entscheidung treffen und befürwortete Regulierungen.

Wie zu erwarten, gab die zweideutige Formel Anlaß zu neuen Kontroversen, die öffentlich (siehe unten) und innerhalb der Verwaltung ausgetragen wurden. Die Arbeitsgruppe, die die Regulierungen ausarbeiten sollte, bestand aus Vertretern von EPA, CPSC, FDA, CEQ, NASA, NSF, *Department of Commerce* (DOC), und *Department of Transportation* (DOT). Die Frist, innerhalb derer reguliert werden sollte, wurde von einer Seite so interpretiert, daß man innerhalb von zwei Jahren den Prozeß abschließen solle, von der anderen Seite so, daß man noch zwei Jahre warten solle. Die Frage wurde von der Arbeitsgruppe anhand der Zeugenaussage des Vorsitzenden des NAS-Komitees (John W. Tukey) vor dem Bumpers-Ausschuß entschieden.²² Dieser sagte, daß er sich bei den bereits angestrebten Regulierungen nicht unwohl fühlen würde, und daß er das auch von den anderen Mitgliedern des Panels sagen könne. Dies wurde als starkes Indiz gewertet, daß der NAS-Bericht eher frühe statt späte Maßnahmen empfiehlt (Wirth et al. 1982: 228).

²² *Congress Hearings*, 15.12.1976.

Die NASA, die 1975 vom Kongreß beauftragt worden war, bis 1977 eine Einschätzung vorzulegen, kam in Übereinstimmung mit dem NAS-Bericht von 1977 zur Ansicht, daß die neu gemessenen Reaktionsraten eine Verschärfung des Problems bedeuteten. Man rechnete mit bis zu 16,5 Prozent Ozonabbau auf der Basis der Emissionen von 1975 (NASA 1977: 6). Während der öffentlichen Anhörungsperiode, die Einspruchsmöglichkeiten vorsieht, versuchte die Industrie einen letzten Trumpf zu spielen. Mit einer neuen statistischen Technik sei man in der Lage, den Ozontrend innerhalb von fünf Jahren zu messen. Regulierungen sollten zurückgestellt werden, bis eine tatsächliche Abnahme im Ozontrend festgestellt werden könne. Die Arbeitsgruppe wies diesen Antrag mit der Begründung zurück, daß im Falle notwendiger Aktionen das regulatorische System der USA kein schnelles Handeln zulasse.

Die EPA erhielt unter der novellierten Fassung des *Clean Air Acts* (7.8.1977) den Auftrag, die Auswirkungen menschlichen Handelns auf die Stratosphäre durch Vergabe und Überwachung entsprechender Forschungsaufträge zu beobachten und dem Kongreß darüber Bericht zu erstatten. Außerdem sollte sie über die Fortschritte der internationalen Kooperation zum Schutz der Stratosphäre berichten und Empfehlungen für weitere Forschung aussprechen (Wirth et al. 1982: 233). Der Kampf zwischen dem Vorsorgeprinzip und dem Abwarteprinzip wurde durch den *Clean Air Act* zugunsten des Vorsorgeprinzips entschieden. Er ermächtigte den Chef der EPA

to regulate any substance ... which in his judgement may reasonably be anticipated to affect the stratosphere, especially ozone in the stratosphere, if such effect may reasonably be anticipated to endanger public health or welfare.²³

Zentralen Stellenwert hatte der Satz, daß für Handlungen kein endgültiger Beweis vonnöten war, sondern eine begründete Wahrscheinlichkeit ausreichte (»no conclusive proof ... but a *reasonable expectation*«²⁴). Dieser Ansatz sollte die US-Position für die internationalen Verhandlungen prägen.

Praktische Urteilskraft

Die drei engagierten Wissenschaftler, die den Kern der Befürworterallianz bildeten, entwickelten beachtliche Fähigkeiten im Umgang mit der Öffentlichkeit und den Massenmedien. Bei zahllosen Veranstaltungen mit Laienpublikum und bei Anhörungen im Kongreß gelang es ihnen, die Gefahren

²³ *Clean Air Act*, 42 U.S.C. §7457(b), zitiert bei Benedick (1991: 23).

²⁴ EPA, »Protection of stratospheric ozone«, 52 *Federal Register* 47491 (1987).

überzeugend darzustellen. Sie entwickelten eine überzeugende politische Strategie zum Schutz der Ozonschicht, die weit entfernt war von fundamentalistischen Radikallösungen. Stattdessen machten sie Vorschläge zu einer *technischen* Problemlösung. Damit konnten sie die Kontroverse aus dem Muster Industrie/Umweltgruppen herauslösen. Sie schlugen zunächst die Ersetzung von nichtessentiellen FCKW-Anwendungen vor, vor allem als Treibgas in Spraydosen. Das bedeutete für die USA bereits eine Emissionsminderung von circa 50 Prozent. Dieser pragmatische Vorschlag beruhte auf dem Kalkül, daß Ersatzprodukte vorhanden sind (zum Beispiel Pumpsprays, Propan/Butangemische als Treibgas) oder schnell entwickelt werden können; daß dies die größte nichtessentielle Einzelanwendung ist, und schließlich ein Symbol für frivolen Luxuskonsum.²⁵ Andere Anwendungen, wie zum Beispiel in Kühlschränken und Klimaanlage, sollten einstweilen verschont werden. Dieses Kalkül war so erfolgreich, daß es Eingang in die Regulierung fand. Außerdem argumentierte diese Gruppe, daß bei Entscheidung unter Unsicherheit der potentielle Nutzen für den Planeten unvergleichlich größer wäre als der potentielle Schaden, sollte sich die Gefahr aufgrund neuer Erkenntnisse als geringer erweisen als angenommen. Sie bewiesen damit ein beachtliches Augenmaß im Umgang mit einer komplexen Fragestellung.²⁶ Mitte der siebziger Jahre entfielen über die Hälfte der Weltjahresproduktion von annähernd 700.000 Tonnen FCKW 11 und FCKW 12 auf Aerosoltreibmittel. In den USA wurde davon der größte Teil in Körperpflegesprays eingesetzt (Abbildung 4-3).

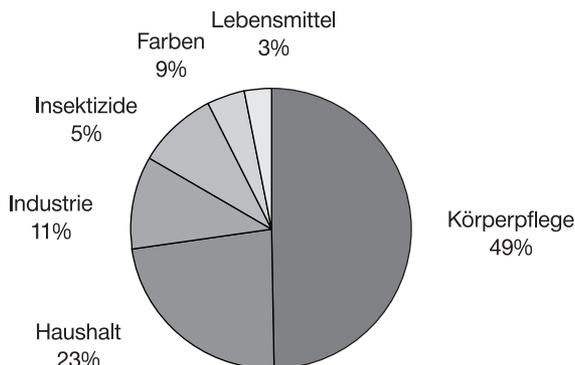
Unerwartete Verbündete und Ressourcen

Die Unterstützerallianz mobilisierte auch unerwartete Akteure und Ressourcen, wie die folgenden beiden Beispiele belegen. Im ersten Fall führte die Umkehr der Beweislast zur Mobilisierung neuer Verbündeter, im zweiten Fall wurden zusätzliche Verbündete gewonnen, weil die Problematik für gravierender gehalten wurde, als ursprünglich angenommen. Die Analogie

25 »This seemed a sensible thing to do, had a large share on the market, it was a growing amount, it was direct emission to the environment and it was really a luxury type of item, there were competing technologies already there. They did not have to be developed, ranging from hand-pumps to different propellants« (Interview 13).

26 Während der ersten Anhörungen vor dem Bumpers Ausschuß wurden sie darin auch von angesehenen und einflußreichen Wissenschaftlern aus anderen Gebieten unterstützt, so von Harvey Brooks: »We have to prepare, if not to begin, limitation of the use of Freon for nonessential activities [such as cosmetics] or activities where there are relatively good substitutes« (*Congress Hearings*, 782).

Abbildung 4-3 FCKW in Aerosol-Anwendungen 1973 in den USA



Quelle: Du Pont

des Strafprozesses spielte in dieser Kontroverse von Anfang an eine wichtige Rolle. Ein Vertreter von Du Pont hatte argumentiert, man wolle keine Lynchjustiz, sondern ein faires Verfahren für die angeklagten Chemikalien. Der Vorsitzende des Sachverständigenrates für Umweltfragen (CEQ), Russell Peterson, prägte daraufhin die Formel: »Chemicals are not innocent until proven guilty« (*The New York Times*, 18.9.1976). Diese neue Situationsdeutung, eine Umkehrung des herrschenden Beweislastprinzips in Strafverfahren, kontierte das Argument der chemischen Industrie in geschickter Weise. Petersons Formel hatte vor allem deshalb Gewicht, weil er selbst über fünf- undzwanzig Jahre Du Pont-Mitarbeiter gewesen war, bevor er Gouverneur von Delaware und schließlich Vorsitzender des CEQ wurde.

Bei den Anhörungen im Kongreß bescheinigte ein Abgeordneter den FCKW-Kritikern, ein ernstes Problem in verantwortlicher Weise formuliert zu haben, wodurch die Perzeption dieses Falls nicht in das Standardmuster der Auseinandersetzung zwischen Umweltaktivisten und Industrie fiel:

Mr. Chairman, when I came over here I thought we would have a hearing that would be a standard conflict between the environmentalists and industry and I can only say I am stunned by what we have heard here. There has not been inflammatory rhetoric or alarmist language but here we have some of the most distinguished scientists in America telling us about the problem.

(zit. bei Bastian 1982: 169)

The responsible CEQ staffer, Dr. Warren Muir, Senior Staff Member for Environmental Health, later revealed that he had relished the assignment of sorting out the fluorocarbon question as an opportunity to earn a »white hat« from industry by debunking the fluorocarbon theory, since he already had a »black hat« because of his position on issues such as PCBs, asbestos, lead and toxic substances legislation. He soon came to realize, however, that the fluorocarbon problem was not going to disappear. (Bastian 1982: 169f.)

Eine zusätzliche Loslösung vom Standardmuster Umweltschützer versus Industrie wurde durch die Tatsache bewirkt, daß außer dem NRDC keine Umweltgruppe in nennenswertem Maß in den Fall involviert war. Der NRDC verfolgte vor allem eine professionell-juristische Strategie und weniger eine auf Panikmache beruhende Mobilisierung.

Eine unerwartete Mobilisierung von Ressourcen und Akteuren liegt im zweiten Beispiel vor. Nach der Entdeckung der Rolle von Chlornitrat, die den quantitativen Ozonabbau etwas weniger dramatisch erscheinen ließ, betonte ein Teil der Unterstützerallianz, daß es zwar sein könne, daß kein großer Nettoverlust an Ozon (und deshalb kein vermehrtes Krebsrisiko aufgrund vermehrter UV-B-Strahlung) auftrete, es aber zu einer Änderung des Temperaturprofils der Stratosphäre und damit zu Klimaauswirkungen komme. Dieser *frame switch* wurde zwar als Ausweichmanöver kritisiert (vor allem von McElroy, siehe Dotto/Schiff 1978: 257), hatte in den Augen einiger Wissenschaftler jedoch seine Berechtigung. IMOS bildete ein Unterkomitee *Biological and Climatic Effects Research* (BACER), das in einem Langfristprogramm solche Klimaeffekte untersuchen sollte (Bastian 1982: 181). Im ersten IMOS-Bericht waren diese Effekte noch nicht berücksichtigt.²⁷

Schufen das Chlornitrat-Problem und der *Frame switch* in Richtung Klima kurzfristige Probleme für die Stabilität der Regulierungsallianz, so halfen sie bei der Mobilisierung eines neuen Verbündeten. Paul Crutzen prophezeite, daß dieser Industriezweig bald geschlossen würde, wenn nicht aus biologischen, dann aus klimatologischen Gründen.²⁸ Das Temperaturprofil der Atmosphäre, das sich durch chemische Reaktionen im Anschluß an

27 »If you deplete ozone at 40 kilometers, it creates more ozone below. A lot of models canceled that effect. So you have been really kicking the atmosphere, even in the 1981 models. 2 percent gain down here would cancel 10 percent loss up there, because of more density, that's the way 1-d models worked for a while and that's why the net effect tended to be zero, or crossed zero. You were playing havoc with the atmosphere. Chemistry was changing all over the place, but you got this cancellation« (Interview 15).

28 *Science News*, zit. bei Dotto/Schiff (1978: 257).

FCKW-Emissionen ergeben könnte, sah für ihn aus wie das »eines anderen Planeten«. Jetzt wurde auch die 1975 aufgestellte These – die aber keine breite Unterstützung gefunden hatte (Ramanathan 1975)²⁹ –, wonach FCKW an sich schon ein effizientes Treibhausgas seien, wieder aufgegriffen. Crutzens Stellungnahme kann als die eines wohlwollenden Kritikers gedeutet werden (Abbildung 1-3), der die ursprünglichen Daten der MRH für noch stärker hält, als es die Autoren selbst ursprünglich gesehen hatten.

Rhetorische Strategien

Wie bereits deutlich wurde, sahen beide Lager im Urteil der beiden Evaluierungsinstitutionen IMOS und NAS eine Vorentscheidung der Kontroverse. Sie versuchten deshalb, deren Urteil während der Anhörungsverfahren mit allen möglichen Mitteln zu beeinflussen. Und auch nach Abschluß des Berichts versuchten sie, den Urteilsspruch für sich zu vereinnahmen.

Von den FCKW-Kritikern wurde die Empfehlung der NAS, weitere zwei Jahre für Forschung zu reservieren, bevor man mit der Regulierung beginne, als Einmischung in politische Angelegenheiten empfunden. David Pittle (CPSC), der der Befürworterkoalition nahestand, aber in der 3:2-Abstimmung über die NRDC-Petition in der Minderheit geblieben war, sah in der Entscheidung über Regulierungen unter Unsicherheit keine wissenschaftliche Frage, sondern eine gesellschaftliche, bei der viele, teilweise konfligierende Erwägungen eine Rolle spielten.³⁰ Er kritisierte die NAS dafür, daß sie eine *politische* Einschätzung abgegeben habe (»zwei Jahre zu warten kann nicht schaden«). Pittle beschränkte die Funktion des Gremiums und den

29 »In 1975, Ramanathan came out with the first calculation that CFCs would contribute to the greenhouse effect. R., [another scientist] then at General Motors, ran her model later in 1975, and basically confirmed Ramanathan's conclusions. But, she was not allowed to publish this result because (a) Ramanathan was then not very well known, and his paper was being questioned – therefore not yet accepted, and (b) knowledge that CFCs had a greenhouse effect might be of competitive use to General Motors versus Ford or Volkswagen. I think also that confirmation by General Motors would have been taken as industrial acknowledgment of the situation, foreclosing on the option to ignore Ramanathan, or to throw doubt on his conclusions. ... R. was not only not allowed to publish – her copies of her work were confiscated by General Motors. She did think that it was important, and told me. In Geneva, later that year, when Ramanathan's work came up, and one of the meteorological types questioned it, I was able to say that the work seemed to be quite credible, and in fact had been confirmed by one industrial scientist not at liberty to publish results. There was no publication of the confirmation, but the grapevine knew that Ramanathan was basically correct« (Interview 16).

30 *Chemical and Engineering News*, 27.9.1976.

Wert seiner Aussage auf die technischen Aspekte; die Politikempfehlungen werden davon ausgenommen. Sie sollten nicht mehr Gewicht tragen als die anderer informierter Bürger auch (*The New York Times*, 18.9.1976).

Ein Du Pont-Sprecher verfolgte die spiegelbildliche Strategie. Er betonte das Gewicht der prestigereichsten wissenschaftlichen Institution des Landes, die zum Schluß gekommen sei, daß weitere zwei Jahre Passivität keinen großen Schaden anrichten könnten. Hier wurde das Votum der NAS zu eigenen Zwecken instrumentalisiert, da *diese* Schlußfolgerung mit der eigenen Position übereinstimmte. Das rhetorische Vehikel dazu ist die symbolische Aufladung einer Institution bei gleichzeitiger Ausklammerung des Befundes, daß dieselbe Institution Regulierungen für unvermeidlich hält. Man hoffte, durch abermaligen Zeitgewinn doch noch eine Widerlegung der Theorie oder zumindest das Verschwinden des Problemdrucks zu erreichen.

Angesichts der Unsicherheiten in den Modellrechnungen war in der Tat nicht mit rein wissenschaftlichen Methoden zu entscheiden, ob und wenn ja, wie stark FCKW reguliert werden sollten. Hier hatte jede Seite ihre Lesart. Die Industrie folgte dem Slogan »Unschuldig bis zum Schuldbeweis« während die Kritiker daraus die Notwendigkeit besonderer Vorsichtsmaßnahmen ableiteten. Die Frage war, ob die Unsicherheiten der Rechenmodelle ein Argument für oder gegen Regulierung darstellen. Ein Fehlerfaktor von 2 in den Modellen bedeutet, daß das Problem halb so groß, aber auch doppelt so groß sein kann, wie der Atmosphärenwissenschaftler Ralph Cicerone bei Anhörungen hervorhob.³¹

Die uneinheitlichen Reaktionen, die es sowohl auf politischer wie auch auf ökonomischer Ebene gab, erschwerten den Stand der Industrie. Viele Bundesstaaten erwogen eigene Maßnahmen. Zehn Staaten schlossen sich der Petition des NRDC an. Oregon und New York beschlossen künftige Maßnahmen zum Verbot von FCKW-haltigen Spraydosen, und dreizehn andere Staaten hatten ähnliche Gesetze in Vorbereitung. In einer solchen Situation ist den FCKW-Produzenten daran gelegen, vor allem *einheitliche* Regelungen zu haben, auch wenn diese auf eine Einschränkung eines Anwendungsbereichs hinauslaufen.

Ein Teil der Industrie brach die Solidarität. Obwohl kein Produzent und kein großer Anwender von FCKW, versetzte die Firma Johnson Wax der FCKW-Allianz einen psychologischen Schlag, indem sie im Juni 1975 kündigte, keine FCKW mehr in ihren Produkten einzusetzen.

31 *Congress Hearings*, Statement Cicerone, 949.

Die Reaktion der Konsumenten war deutlich. Zwischen 1975 und 1977 ging der Verbrauch an FCKW in privaten Haushalten um über 20 Prozent zurück. Eine von der chemischen Industrie durchgeführte Meinungsumfrage zeigte bereits 1975 einen deutlichen Einbruch in der Beliebtheit der Spraydosen.³²

Konzipiert man den Erfolg der Regulierungsbefürworter als selbstverstärkenden Feedback loop, so hatte die Ausgangskonstellation (Problemdefinition und mögliche Lösungsvorschläge durch die Regulierungsallianz) strukturierende Wirkung. Ein Atmosphärenwissenschaftler äußerte über den Stellenwert von Molinas und Rowlands Publikation: »Damit haben sie das Feld schon am Anfang abgeräumt, sie ließen keinen Aspekt, der sich damals denken ließ, unbeachtet« (Interview 26). Es gelang einem relativ kleinen Kern von Akteuren in relativ kurzer Zeit, Ressourcen und neue Verbündete zu mobilisieren.

Zusammenfassend läßt sich sagen, daß sich verschiedene Prozesse gegenseitig verstärkten. Die Aufmerksamkeit der Medien führte dazu, daß das Thema auf die politische Agenda gesetzt wurde. Durch parlamentarische Anhörungen wurde zusätzliche Öffentlichkeit geschaffen. Die Ausschußvorsitzenden zeigten sich wohlwollend gegenüber den kritischen Wissenschaftlern. Einzelne Staaten begannen, Gesetze zu erlassen, und die Konsumenten wandten sich von den Spraydosen ab. Um eine bundesweite Regulierung zu legitimieren, warteten die in IMOS versammelten Ministerien das Votum der NAS ab. Ihr wuchs damit eine entscheidende Rolle zu; in gewisser Weise entschied sie über den Ausgang der politischen Streitfrage.

4.2 Deutschland

4.2.1 Das Umfeld der Ausgangshypothese

Institutionell-politische Opportunitätsstrukturen

Es ist wohl keine Übertreibung, wenn man sagt, daß die Problematik des Umweltschutzes Ende der sechziger Jahre aus den USA importiert wurde.³³ Zwar hatte die SPD schon 1961 den Wahlkampf mit dem Slogan »Blauer

³² *Aerosol Age*, Juni 1975.

³³ Die Darstellung in diesem Abschnitt stützt sich auf Küppers et al. (1978), Müller (1986) und Timm (1989).

Himmel über der Ruhr« geführt, und noch davor hatte die interparlamentarische Arbeitsgemeinschaft Grundsätze zum Umweltschutz beschlossen (Burhenne/Kehrhahn 1981). Dies waren jedoch sporadische Versuche, die das Thema nicht dauerhaft auf die politische Agenda setzen konnten. Der Anstoß zur Politisierung des Umweltschutzes erfolgte um 1970 durch internationale Organisationen. Europarat, Vereinte Nationen, NATO und OECD brachten das Problem Umwelt auf die Tagesordnung. 1972 erschien der erste Bericht des »Club of Rome« (Meadows et al. 1972) und im selben Jahr fand in Stockholm die erste UN-Umweltkonferenz statt (Thacher 1992), auf die sich die Bundesregierung auch programmatisch vorbereitete.

Das Thema Umwelt kam von außen über internationale Organisationen auf die bundesdeutsche Tagesordnung, zum anderen innerhalb der Parteien und der Ministerialverwaltung über die Rezeption amerikanischer Ansätze. Es schien sich als neues Thema auch wegen seiner hohen Konsensfähigkeit zu eignen. Folgt man Küppers et al. (1978: 124), dann waren es weder (populär-)wissenschaftliche Arbeiten noch die Massenmedien, die eine Politisierung des Umweltthemas bewirkt haben, sondern die Politik. Diese verfolgt dabei keinen Neuansatz, sondern versucht, bekannte Teilprobleme zusammenzufassen:

Das Sofortprogramm ... weist auch in seiner endgültigen Form noch stark die Struktur einer *nachträglichen* Zusammenfassung bereits laufender Gesetzgebungsvorhaben auf. (Küppers et al. 1978: 129, Hervorh. im Original)³⁴

1969 wurden im Zuge der Verwaltungsreform dem Innenministerium die Kompetenzen in Sachen Umweltschutz übertragen. Ausnahmen waren die Landschaftspflege und der Naturschutz, die beim Landwirtschaftsministerium verblieben. Das BMI war ein FDP-Ressort, in dem Innenminister Genscher versuchte, die Linie »alte Zöpfe abschneiden« durch das im September 1970 verabschiedete Sofortprogramm Umweltschutz zu konkretisieren. Er erhielt vom Kanzleramt Unterstützung durch Ehmke, der selbst unter dem Eindruck der amerikanischen Umweltaktivitäten stand. Auf Initiative von Bundeskanzler Brandt wurde ein Kabinettsausschuß für Umweltfragen (»Umweltkabinett«) gebildet, dem der ständige Abteilungsleitersausschuß (STALA) zuarbeiten sollte. Da das Umweltkabinett äußerst selten tagte, fiel dem STALA unter Vorsitz des BMI-Staatssekretärs die Regie zu. Ende 1970 wurde das Programmplanungsreferat »Umweltkoordination« im BMI gegründet. Dessen Leiter Peter Mencke-Glückert war durch einen Aufenthalt

34 Vgl. hierzu auch Feick/Hucke (1980); Hucke (1990).

in den USA ebenfalls von der amerikanischen Umweltpolitik beeindruckt. Seine Programmformulierung war stark durch amerikanische Vorbilder inspiriert.

Er war ein Mann von großer Begeisterungsfähigkeit, mit vielen guten Ideen, gründlicher Kenntnis der internationalen Forschung und beträchtlicher Durchsetzungskraft. Das Konzept, das er in kurzer Zeit erarbeitete, wurde ein voller Erfolg, ja geradezu eine Blaupause für die europäische Umweltpolitik. Der Entwicklung des öffentlichen Bewußtseins lag es weit voraus.

(Genscher 1995: 127)

Das 1971 vom Bundeskabinett verabschiedete Umweltprogramm hatte Vorbildfunktion für eine Vielzahl ähnlicher Programme von Parteien und Verbänden. In ihm wurden die drei Grundprinzipien der deutschen Umweltpolitik formuliert, die bis heute Gültigkeit haben: das Vorsorge-, das Verursacher- und das Kooperationsprinzip (Müller 1989).³⁵ Im selben Jahr gründete das BMI den Sachverständigenrat für Umweltfragen (SRU), der eine wichtige Unterstützerfunktion für den Umweltschutz übernehmen sollte: Analog zum amerikanischen Vorbild sollte er durch periodische Berichterstattung Fehlentwicklungen aufzeigen und Maßnahmen vorschlagen.³⁶ Entspricht die Rechtsstellung des SRU eher der eines Hilfsorgans eines Ministeriums als der eines unabhängigen Sachverständigengremiums, so steht er »von der faktischen Ausgestaltung ... dem Konjunkturrat ... näher als einem ministeriellen Beirat« (Timm 1989: 114).³⁷ Das Selbstverständnis des SRU ist durch das Gebot der Abwägung widersprüchlicher Ziele gekennzeichnet, nämlich ökonomische und ökologische Gesichtspunkte zu vereinbaren. Er will Umweltpolitik deshalb nicht prioritär betreiben, sondern nur dann, wenn eine wesentliche Beeinträchtigung der Lebensverhältnisse droht oder die langfri-

35 Obwohl gesetzlich verankert, spielte das Vorsorgeprinzip bei der FCKW-Diskussion der siebziger Jahre keine Rolle; vgl. Weidner (1989) zum allgemeinen Stellenwert dieser Prinzipien.

36 »Nach dem Vorbild der USA wollte auch die Bundesregierung mit ihrem Umweltprogramm vom 29. September 1971 ... Umweltschutz auf eine ganz neue planerische Grundlage stellen. Das amerikanische Nationale Umweltpolitikgesetz ... von 1969 war ebenso wie die Errichtung einer zentralen amerikanischen Umweltbehörde (EPA) Blaupause für die umweltschutzstrategischen Erwägungen der Bundesregierung und der Koalitionsparteien SPD und FDP« (Mencke-Glückert 1990: 243).

37 Trotz seiner schwachen Rechtsposition hat der Rat sowohl eigene Themenvorschläge durchgesetzt, als auch eingeforderte Gutachten nicht bearbeitet und sich darüber hinaus der expliziten Vorschrift zur periodischen Begutachtung der Umweltsituation weitestgehend entzogen, so das Resümee von Timm (1989: 170f.).

stige Sicherung der Lebensgrundlagen der Bevölkerung gefährdet ist (Rat von Sachverständigen für Umweltfragen 1978: 577; vgl. Timm 1989: 239).³⁸

Das 1974 als Beratungsbehörde des BMI gegründete UBA bleibt räumlich vom SRU getrennt. UBA und SRU haben kaum Mittel zur eigenen Forschung (H.-J. Luhmann 1991).

Welche organisatorische Struktur ist der Bearbeitung von Umweltproblemen angemessen?³⁹ Zur Beantwortung dieser Frage setzte das BMI im Dezember 1970 ein Gutachtergremium (Picht-Kommission) ein, dessen zentrale Botschaft lautete, daß der systemische Charakter von Umweltproblemen eine grundlegende Neuorganisation von Verwaltungsstrukturen erfordere. Ähnlich Nixons Vorgabe an die EPA wurde festgestellt, daß bestehende Ressortabgrenzungen zu einer Departmentalisierung der Probleme führten (in die Umweltmedien Wasser, Luft und Boden) und deren Lösung dadurch unmöglich mache.⁴⁰ Der vernetzte Charakter ökologischer Probleme erfordere entsprechende flexible Institutionen. Die Hoffnung des BMI, durch Schaffung einer neuen oder durch Zentralisierung bestehender Bundesanstalten das Expertenwissen zu mobilisieren und durch die Picht-Kommission Unterstützung zu erhalten, wurde allerdings enttäuscht. Die Picht-Kommission unterstützte zwar einerseits Bestrebungen im BMI, eigene wissenschaftliche Forschungs- und Beratungskapazitäten zu bekommen, andererseits sprach sie sich gegen die Gründung neuer Bundes- oder Landesanstalten aus. Das in den bestehenden Bundes- oder Landesanstalten produzierte monodisziplinäre Expertenwissen wurde als ausreichend eingeschätzt, sofern es durch einen Beraterstab zusammengefaßt werde, der die Vermittlung zwischen wissenschaftlichen Informationen und politischem Handeln vornimmt.

Georg Picht hat eine Kommission geleitet über die geeignete Form der wissenschaftlichen Beratung in Umweltfragen für die Bundesregierung. Der Vorschlag dieser Kommission war einfach: keine neuen Behörden, kein UBA, nicht die amerikanische Linie, sondern interdisziplinäre Projektgruppen, in der Regel sechs

38 Die Orientierung auf Ausgewogenheit macht klar, daß der SRU nicht die Position eines Sprechers diffuser Umweltinteressen einnimmt. Gleich zu Beginn des Umweltgutachtens von 1978 heißt es über die Zielsetzung des Rates: »Seine Gutachten sollen ... nicht einseitige oder parteiliche Plädoyers für den Umweltschutz sein ...« (Rat von Sachverständigen für Umweltfragen 1978: 13).

39 »Was ist die geeignete Organisationsform für die wissenschaftliche Beratung der Bundesregierung und die Durchführung von nicht-ministerieller Tätigkeit, besonders des Bundesministeriums des Innern in seinem Geschäftsbereich in Fragen der Umweltgestaltung und des Umweltschutzes?« (zit. bei Küppers et al. 1978: 140).

40 H.-J. Luhmann (1991) beschreibt, wie die Trennung in Umweltmedien die Entdeckung und Erklärung des Waldsterbens behindert hat.

Monate dauernd (maximal zwei Jahre), die am konkreten Fall arbeiten, ihn zum Entscheidungsvortrag bringen und dann aufgelöst werden. (Interview 12)

Die Regierung folgt nicht dem Ratschlag der Picht-Kommission, sondern entscheidet sich für eine Lösung, die den systemisch-ökologischen Aspekt ausklammert. Die Zuständigkeiten werden an bestehende Ressorts angegliedert (Küppers et al. 1978: 157f.). Das UBA, das dem BMI nachgeordnet ist, erhält die eingeforderten wissenschaftlichen Institute bei seiner Gründung nicht. War im Umweltprogramm von 1971 noch die Absicht erkennbar, ein Bundesamt für Umweltschutz einzurichten (mit einer Personalstärke von 850 Mitarbeitern), so betrug die Zahl bei der Gründung des in seiner Funktion beschnittenen Umweltbundesamtes im Jahr 1974 ganze 173, und stieg bis 1982 auf 439 (Müller 1986: 70).

Am 23. Juli 1974 trat das Gesetz über das Umweltbundesamt, das UBA-Gesetz, in Kraft. Mancher Punkt des ursprünglichen Entwurfs war in den mühsamen Abstimmungsverfahren mit zahlreichen betroffenen Ressorts auf der Strecke geblieben. So konnte das wohl älteste und renommierteste Umweltinstitut Europas, das Institut für Wasser-, Boden- und Lufthygiene des Bundesgesundheitsamtes, obwohl es seinen Sitz in Berlin hatte, nicht in das neue Amt eingegliedert werden. (Genscher 1995: 134)

Erst 1994 wird das Institut für Wasser-, Boden- und Lufthygiene vom Bundesgesundheitsamt an das UBA abgegeben (Fülgraff 1994). Nunmehr ist man zumindest auch im UBA bestrebt, die Trennung der Umweltmedien Wasser, Luft und Boden aufzuheben.

Müller (1986) unterscheidet drei Phasen der Umweltpolitik in Deutschland: eine offensive (1969 bis 1974), eine defensive (1974 bis 1978) und eine Erholungsphase (1978 bis 1982). Der eigentliche Beginn der defensiven Phase fällt in das Jahr 1975, als die Bundesregierung in einer Klausurtagung mit Industrie, Gewerkschaften und Umweltschutzressort die Reaktionen auf die Wirtschaftskrise erörterte. Während dieser Tagung, die als »Gymnicher Gespräche« bekannt wurden, bildeten Industrie und Gewerkschaften eine Allianz, die drei Thesen auf die Tagesordnung setzte: den durch langwierige Gerichtsverfahren entstandenen »Investitionsstau«, die Gefährdung der Energieversorgung durch zu strenge Auflagen zur Luftreinhaltung und die Bedrohung von Arbeitsplätzen durch den Umweltschutz. Die Bundesregierung schloß sich dieser Allianz weitgehend an. Aus wirtschaftlichen Gründen sollten Abstriche von zentralen Prinzipien der Umweltpolitik gemacht werden; so sollte es in Ausnahmefällen möglich sein, das Verursacherprinzip durch das Gemeinlastprinzip zu ersetzen.

Bundeskanzler Schmidt hat da gesagt, daß der Umweltschutz aus Kostengründen zurückstecken muß. Das galt einmal für das Katalysator-Auto, aber auch für die ganzen Projekte und Verordnungen im Bereich der Chemie. Das war alles beeinflußt durch Kohle, Stahl und die Ruhr. Es spielt eine große Rolle für einen SPD-Kanzler, das größte SPD-Land zu behalten. Dazu gehörte auch die Großfeuerungsverordnung, die auf die lange Bank geschoben wurde bis Anfang der achtziger Jahre. Da wurde ökonomisch argumentiert. (Interview 12)⁴¹

Das einzige Umweltproblem, das in der zweiten Hälfte der siebziger Jahre Aufmerksamkeit erzielte, war das Kernkraftproblem, das so dominant war, daß es alle anderen Probleme überdeckte (Müller 1986: 104). In der defensiven Phase setzte die Bundesregierung bereits vorbereitete Gesetzesvorhaben um, leitete aber keine neuen Initiativen ein; es wurden allerdings auch keine Umweltgesetze zurückgenommen. Doch geriet die Umweltlinie des BMI in die Defensive. Der Terrorismus absorbierte die Aufmerksamkeit des Innenministers, der zudem durch das Erstarken des Wirtschaftsflügels in seiner Partei isoliert wurde. Die daraus resultierende Konfliktvermeidungsstrategie entzog der Befürworterallianz einen potentiell lautstarken Verbündeten und möglichen Sprecher. In der Erholungsphase (1978 bis 1982) gewann der Innenminister die Initiative zurück, nicht zuletzt durch die Politisierung des Umweltschutzes aufgrund der Wahlgewinne grüner Parteien.⁴² Seine Konfliktbereitschaft wurde allerdings von der eigenen Bürokratie gebremst, die sich so sehr an die einvernehmlichen Verhandlungsprozesse mit der Industrie gewöhnt hatte. Sie verhartete in der »gelernten Hilflosigkeit« (Müller 1986: 466). Dadurch konnte der neu entstandene Handlungsspielraum nicht voll ausgeschöpft werden. Man wollte ökologische Eckwerte formulieren, um vom eher technisch verstandenen Umweltschutz zu einer Konzentration auf ökologische Vernetzungen überzugehen. 1979 verkündete der BMI-Staatssekretär gar, die Zeit sei reif für eine »ökologische Wende«, konnte sich damit aber nicht gegenüber dem Landwirtschaftsministerium und der Industrie durchsetzen, in deren Zuständigkeit ein Teil der Umweltaufgaben verblieben war (Müller 1986: 128ff.). Bis zum Ende der sozialliberalen Koalition 1982 war das Thema Umwelt nie zur politischen Profilierung benutzt worden, auch nicht im Bundestagswahlkampf von 1980.

41 Die Literatur sieht dies teilweise positiver, so Müller (1986) und Timm (1989).

42 »Durch die Vollbremsung Schmidts haben sich die grünen Gruppen zur Partei formiert, vor allem die junge Generation war dabei. Es entstanden immer mehr großflächige Umweltprobleme, und die Medienaufmerksamkeit wuchs, es geschah ungeheuer viel. Da wuchs das Bewußtsein, daß die gesamte Politik ökologisch sehr viel mehr getönt werden muß« (Interview 12).

Wissenschaftliche Randbedingungen

Die Stratosphäre war in Deutschland Mitte der siebziger Jahre kein Forschungsschwerpunkt. Dieser wurde aufgrund der FCKW-Problematik erst langsam aufgebaut. Die Luftchemie hatte ihren Schwerpunkt in der Troposphäre, wo durchaus Forscher mit internationaler Reputation zu finden waren, zum Beispiel Prof. Junge am Max-Planck-Institut für Chemie in Mainz. Von 1979 bis 1985 hat die Deutsche Forschungsgemeinschaft den Sonderforschungsbereich »Atmosphärische Spurenstoffe« an den Universitäten Mainz und Frankfurt finanziert, der von den Professoren Georgii, Jaenicke, Junge und Warneck geleitet wurde (DFG 1985: 30ff.).

4.2.2 Die Rezeption der Ausgangshypothese

Nachrichten aus den USA

Über zwei Kanäle gelangten die amerikanischen Entwicklungen nach Deutschland.⁴³ Zum einen über die deutsche Botschaft in Washington, die zu verschiedenen Zeitpunkten der Bundesregierung über das Auswärtige Amt (AA) und dem BMI eine Lageeinschätzung übermittelte. Zum anderen aufgrund persönlicher Kontakte von Rowland zu einem Mitarbeiter des UBA, der ebenfalls in den USA umweltpolitisch aktiviert worden war (Interview 52).

In Deutschland blickte man auf die amerikanische Diskussion und fragte sich: Was bedeutet das für uns? Man sah die amerikanische Überlegenheit auf diesem Forschungsgebiet und entschied, daß die Bundesrepublik nur einen bescheidenen Beitrag zur Forschung leisten kann. Das Innenministerium formulierte im November 1974 in einem internen Vermerk als wichtige Aufgabe die Feststellung des deutschen Produktionsumfanges und den Grad der Luftverunreinigung durch diese Stoffe. Es wurde Kontakt zur Hoechst AG aufgenommen, einem von zwei FCKW-Herstellern in Deutschland (der andere ist die Kali-Chemie). Beide Firmen stellten zusammen etwa 15 Prozent der Weltproduktion her. Die politische Devise im Hinblick auf Regulierungen und Ersatzstoffe lautete: abwarten, was die Forschung in den USA erbringt. Endgültige Ergebnisse werden nicht vor 1977 erwartet.

⁴³ Als Quellen für diesen Abschnitt wurde Archivmaterial des UBA ausgewertet, das mir freundlicherweise zur Verfügung gestellt wurde.

Die deutsche Botschaft in Washington teilte dem AA im Juli 1975 mit, daß die IMOS-Studie keine unmittelbaren Auswirkungen haben werde, da man in den USA auf den NAS-Bericht warte. Im August 1975 beantwortete das BMFT eine Anfrage in der Weise, daß die Bundesregierung die Molina-Rowland-Hypothese für wissenschaftlich nicht hinreichend belegt halte, um Konsequenzen ziehen zu können. Die Bundesregierung wollte die Ergebnisse eingeleiteter Forschungsarbeiten aus den USA abwarten, um eine »sichere Bewertung des Problems vornehmen zu können«. Dadurch wurde die Linie der deutschen Politik weitgehend festgelegt; das Argument, man wisse noch nicht genug, um Konsequenzen ziehen zu können, sollte sich in den nächsten Jahren ebenso wiederholen wie die Hoffnung auf eine künftige endgültige oder sichere Bewertung des Problems.

Im Dezember 1975 informierte die deutsche Botschaft die Bundesregierung, daß im amerikanischen Kongreß eine Gesetzesvorlage zur Regulierung von FCKW eingebracht worden sei, deren Verabschiedung für wahrscheinlich gehalten wurde. Darin wurde die EPA zur Koordination von Forschungen auf dem Gebiet von FCKW und Ozon beauftragt, die spätestens nach zwei Jahren in Regelungen umgesetzt werden sollten.

Deutsche Reaktionen

Zur selben Zeit wurde eine wissenschaftliche Kooperation zwischen dem MPI für Chemie in Mainz und der Hoechst AG vereinbart. Die MPI-Wissenschaftler betonten die Notwendigkeit genauer Datenerhebung über die Weltproduktion von FCKW, die von den Hoechst-Vertretern versprochen wurden.⁴⁴ Ende September 1975 fand eine Tagung zur Vorbereitung eines deutschen Forschungsprogramms statt, an der Wissenschaftler, Vertreter von Hoechst und das UBA teilnahmen. Als Schwerpunkte künftiger Forschung werden unter anderem genannt:

- Quellen und Senken von FCKW;
- Analysetechnik;
- Messungen in der Stratosphäre;
- Modellrechnungen;
- Wirkung von UV-Strahlung.

⁴⁴ Es sollte mehr als zehn Jahre dauern, bis dieses Versprechen für die deutschen Zahlen eingelöst wird.

Der erste Punkt wurde als potentiell entlastend für die Industrie angesehen, weshalb sie sich an der Finanzierung beteiligen sollte. 1976 lief das Forschungsprogramm an, in dem 14 Projektvorhaben mit einer durchschnittlichen Laufzeit von 3 Jahren und einem Gesamtvolumen von 14,7 Mio. DM finanziert wurden.

Folgende administrative Zuständigkeiten wurden festgelegt: Das BMFT ist für die wissenschaftlichen Aspekte zuständig, das BMI für Produktions- und Verbrauchsdaten, das UBA für die Koordinierung aller F&E-Arbeiten. Das UBA sollte außerdem Grundlagen für Maßnahmen erarbeiten. Der deutsche Standpunkt für eine 1976 geplante internationale Tagung in Washington sah wie folgt aus: Die Befürchtungen der Wissenschaftler bezüglich eines möglichen Ozonabbaus werden ernst genommen, die vorliegenden Erkenntnisse lassen aber derzeit keine Beurteilung zu.

4.2.3 Die Koalitionen, ihre wichtigsten Akteure und Ressourcen

Folgt man dem in Kapitel 1 entwickelten und oben angewandten Ansatz, kann man auch hier wieder zwischen den wichtigsten Akteuren, Ressourcen und neuen Verbündeten unterscheiden.

Die Unterstützerkoalition

Ogleich nur in embryonaler Form, gibt es auch in Deutschland zwei Allianzen, die konträre Positionen beziehen und das Thema entsprechend aufbereiten. Man könnte das Umweltbundesamt und Hoechst als Sprachrohre ihrer jeweiligen »senior partners« in den USA bezeichnen. Auffallend ist das Fehlen eines Äquivalents für die IMOS-Task-force und die *National Academy of Sciences* in Deutschland. Man verläßt sich in Deutschland zunächst auf die Ergebnisse dieser US-Institutionen. Auch fehlen in Deutschland öffentliche Parlamentsanhörungen zu dieser Frage. Die Regulierungsallianz ist zudem dadurch behindert, daß das UBA dem BMI nachgeordnet ist, sich als neugegründete Behörde zurückhält und keine eigene Linie in die Öffentlichkeit trägt. In den ersten beiden Jahren der Kontroverse gibt es in Deutschland keine eigenständige wissenschaftliche Stratosphärenforschung. Alle Daten kommen aus den USA beziehungsweise Großbritannien. Erst nach 1975 laufen die Forschungen an. Angesichts dieser Sachlage sind personelle Ressourcen umso bedeutender. Durch sie lassen sich wissenschaftliche Daten in geeigneter Weise präsentieren. Oft findet hier eine Repräsentation der

Repräsentation statt, indem ein wissenschaftliches Datum ohne weitere Umstände unter Berufung auf ihren Autor eingeführt wird. Die Auseinandersetzung zwischen Regulierungsallianz und ihren Gegnern hat alle Merkmale eines Stellvertreterkrieges.

Im Frühjahr 1975 nahm die UBA-Pilotstation Frankfurt Kontakt auf zu Dieter Ehhalt und Paul Crutzen (NCAR und NOAA Boulder, USA). Ehhalt kam 1974 aus den USA an die Kernforschungsanlage Jülich und war Mitglied des NAS-Panels von 1974/75. Crutzen hatte die Rolle von NO_x als Ozonvernichter entdeckt. Er hielt Produktionsbeschränkungen in den USA für sehr wahrscheinlich und sah eine gute Übereinstimmung zwischen FCKW 11-Produktionsmengen und Konzentrationsmessungen. Dies hieß, daß troposphärische Senken ausgeschlossen wurden und die Lebenszeit der Stoffe eher lang ist.

Rowland besuchte das UBA im September 1975 und März 1976. Beim ersten Besuch erklärte er sich bereit, bei der Darstellung und Interpretation des wissenschaftlichen Erkenntnisstandes mitzuwirken. Er gab dem UBA jedoch auch den Rat, eine Darstellung aus industrieller Sicht mit aufzunehmen, um dem Vorwurf einer einseitigen Interpretation vorzubeugen. Er hielt wie das UBA ein deutsch-amerikanisches Forschungsprogramm innerhalb eines bilateralen Umweltabkommens für sehr wünschenswert – eine Hoffnung, die nicht in Erfüllung ging. Beim zweiten Besuch stand die Frage der troposphärischen Senken im Mittelpunkt, die er für nicht existent hielt. Er wies außerdem auf die geplanten Ballonmessungen Andersons hin, die CIO in der Stratosphäre messen sollten. Beim Nachweis von CIO könne die Molina-Rowland-Hypothese als gesichert gelten.

Mitte Mai 1976 stellte das Batelle-Institut eine vom BMI angeforderte Studie im UBA vor. Die Studie hielt die Molina-Rowland-Hypothese im wesentlichen für zutreffend, aber einzelne Schritte und Schlußfolgerungen für wenig belegt, vor allem die Wirkung verstärkter UV-Strahlung auf Pflanzen. Die Rolle des UBA als FCKW-Kritiker war prekär. Es wollte sich nicht sehr stark profilieren, nahm Rücksicht auf die Bedürfnisse der Industrie und vorgesetzter Behörde (BMI) bei vertraulicher Behandlung der Angelegenheit.

Die Gegenkoalition

Das Sprachrohr der Gegenallianz war die Hoechst AG. Auch sie versuchte, wie die Gegenallianz in den USA, die »Löcher« in der Molina-Rowland-Hypothese zu finden. Anfang 1975 schätzte Hoechst die gesamte Weltproduktion. Anders als von Rowland und Molina behauptet, sah Hoechst keine

Kongruenz von kumulierter Weltproduktion und Atmosphärenkonzentration. Die Zahl von Hoechst weicht gegenüber allen anderen erheblich nach oben ab, was die Vermutung nahelegt, daß man zu diesen hohen Zahlen gegriffen hat, um die Existenz von Senken plausibel zu machen.⁴⁵ Auch andere Teile der Molina-Rowland-Hypothese wurden von Hoechst bestritten, so die Wasserunlöslichkeit von FCKW und sogar die Photolyse in der Stratosphäre.⁴⁶

Im Oktober 1975 ging Hoechst in die Offensive. Unter Berufung auf Lovelock wurde behauptet, daß höchstens 20 Prozent des Chlorgehalts der Atmosphäre den FCKW zuzuschreiben seien. Unter Berufung auf Watson wurden die Reaktionskonstanten von zwei für den Ozonabbau wichtigen Reaktionen um den Faktor 1,6 beziehungsweise 2 nach unten korrigiert. Unter Berufung auf Crutzen wurde das Ausmaß der hypothetischen Ozonzerstörung als 2 bis 3mal kleiner berechnet, als ursprünglich angenommen. Weiter wurde argumentiert, daß die stratosphärische Ozonmenge eine natürliche Schwankung aufweise, die viel größer sei, als der angeblich durch Chlor verursachte Verlust. Hoechst stellte die rhetorische Frage, ob dieses Problem »überhaupt noch eine überdurchschnittliche ökologische Aufmerksamkeit verdient«.

Nach Veröffentlichung der NAS-Studie konnte Hoechst diese Linie nicht länger halten. Zur Erinnerung: Die NAS hatte empfohlen, innerhalb von zwei Jahren regulatorische Maßnahmen zu ergreifen. Hoechst baute nunmehr auf eine ozeanische Senke, wodurch sich der Ozonabbau von 7 auf 6 Prozent (!) verringern würde. Außerdem wurde der relative Beitrag verschiedener FCKW beim Ozonabbau betont; FCKW 11 sei nur zu 2 Prozent, FCKW 12 dagegen zu 4 Prozent beteiligt. Hoechst konnte diesen Effekt aber nicht quantifizieren, da hierzu komplizierte Modellrechnungen notwendig wären, die man selbst offenbar nicht durchführen konnte.⁴⁷

Zwei Dinge fallen hier ins Auge: Erstens bezweifelte Hoechst essentielle Teile der Molina-Rowland-Hypothese, die in den USA auch von Du Pont weitgehend akzeptiert worden waren; zweitens konnte man nicht auf eigene Forschung zurückgreifen, man behalf sich mit (Über-)Interpretationen anderer Quellen und hausgemachten Ad-hoc-Einschätzungen. Du Pont stand der wissenschaftlichen Forschung aufgeschlossen gegenüber, was unter anderem darin zum Ausdruck kam, daß Wissenschaftler mit guter Reputation an-

45 Die Zahl von Hoechst lag bei 10 Mio. Tonnen FCKW 11 und 12. Du Pont schätzte die kumulierte Weltproduktion auf circa 6 Mio. Tonnen.

46 Bericht der Pilotstation Frankfurt des UBA, 22.1.1975.

47 Brief an das UBA, 1.12.1976.

gestellt und Anstrengungen auf dem Gebiet der Modellierung unternommen wurden.⁴⁸ Hoechst betrieb ausschließlich Produktverteidigung.⁴⁹

Im August 1976 besprachen Vertreter von Hoechst und Kali-Chemie die Problematik im Innenministerium. Die Industrievertreter waren der Ansicht, daß eine Beeinträchtigung der Ozonschicht durch FCKW »heute noch weniger belegt« werden könne als im Jahr zuvor. Sie befürchteten jedoch, daß es in den USA aus politischen Gründen dennoch zu einem Verwendungsverbot kommen könne. Sie wiesen darauf hin, daß sich der Chlorgehalt der Atmosphäre durch Treibgase nur um circa 10 Prozent erhöhen würde. Diese Meinung blieb unwidersprochen. Das BMI teilte die Auffassung der Industrie, daß keine Notwendigkeit zu gesetzgeberischen Maßnahmen bestehe. Die gesetzliche Grundlage dafür wäre der § 35 des Bundesimmissionsschutzgesetzes, für dessen Anwendung ein nachweisbarer Schaden vorliegen müßte.

Hoechst informierte ausgewählte Teile der Öffentlichkeit durch das Informationsblatt *Frigen Information* (Frigen ist der Markenname für die von Hoechst produzierten FCKW). Wegen der befürchteten »unsachlichen und spekulativen Verwertung« hielt man eine »breite Streuung von Informationen über das Thema Ozon im gegenwärtigen Zeitpunkt« für nicht angebracht. Die Zeitschrift *aerosol report* kommentierte die Kontroverse über den gesamten Zeitraum. Ganz zu Beginn wird die Molina-Rowland-Hypothese in fast allen Punkten angezweifelt; insbesondere der Ausschluß troposphärischer Senken. Stattdessen wird vorgerechnet, wie es zur Hydrolyse von FCKW in den Meeren kommen könne. Dies wird »mit an Sicherheit grenzender Wahrscheinlichkeit« angenommen. Eingeräumt wird, daß man »bis zum absolut sicheren Beweis durch Messung« sich auf den »gesunden Aerosol-Menschenverstand verlassen solle« und in Abgrenzung zu amerikanischen Modellen, die offenbar suspekt sind, weil sie per Computer errechnet wurden (können wir uns noch ein Vor-Computerzeitalter vorstellen?)

48 »The Du Pont upper management probably did not (and would not) trust the calculations of anyone else's model on a critical point such as this. So they put their own group together to make an »engineering model« ... The first credible 2-d models were put together by Guy Brasseur and separately by Paul Crutzen in 1975. The Du Pont model came along about two years later, and obtained essentially the same results as the earlier models – confirming to the Du Pont management that the other results were believable. However, when Du Pont started sounding as though they believed that the models would be useful, it was a forward step for the modeling community because it removed one of the possible points of contention« (Interview 16).

49 Ein kleiner, symbolträchtiger Punkt am Rande: Hoechst benutzt oft die Abkürzung FKW oder den Ausdruck »fluorierte Kohlenwasserstoffe«. Dabei wird die eigentlich kritische Komponente, Chlor, unterschlagen.

wird trotzig behauptet: »Für unsere Berechnungen braucht man keine Computer. Es genügt ein Rechenschieber und ein Blatt Papier.«⁵⁰

1977 äußerte sich ein Wissenschaftler der Hoechst AG in der Zeitschrift *Nachrichten aus Chemie und Technik*. Er faßte die Forschungsergebnisse des NAS Berichts zusammen, um dann neue wissenschaftliche Ergebnisse zu erwähnen, die »zu nennenswerten Korrekturen führen dürften«. Hier wurden drei Punkte genannt:

1. Wie in der internen Auseinandersetzung mit dem UBA (siehe oben), wird unter Berufung auf US-Quellen der mögliche photolytische Abbau in der Troposphäre postuliert;
2. wird unter Berufung auf eine Neubestimmung einer Geschwindigkeitskonstante in Cambridge (UK) eine Reduzierung des vorausgesagten Abbaus um 20 bis 30 Prozent angenommen; und
3. werden die durch Ballonaufstiege ermittelten unerwarteten ClO- und OH-Konzentrationsprofile erwähnt, die vor allem von Anderson durchgeführt wurden und schlecht zu den Modellvoraussagen paßten.

Die Arbeiten des US-Wissenschaftlers Howard über die Reaktion von HO₂ und NO wurden zitiert, jedoch ohne anzugeben, daß diese 40 bis 60mal schneller verläuft, als bisher angenommen, und damit das Problem drastisch *verschärft*. Die Bilanz des Artikels in bezug auf den Stand der Kontroverse fiel wenig überraschend aus:

Diese kurze Aufzählung von neueren Forschungsergebnissen zeigt, daß noch *vielen Fragen offen* sind und somit die wissenschaftliche Diskussion über die FKW-Ozon-Hypothese noch voll im Gange ist. Von einer Bestätigung der FKW-Ozon-Hypothese kann wohl nur dann gesprochen werden, wenn eine Bilanz der wichtigsten Chlorverbindungen in der Stratosphäre vorliegt und die Konzentrationsprofile ... in erträglicher Übereinstimmung mit den Modellen liegen.
(Russow 1977: 508)

Der Artikel schloß mit einer Relativierung des Krebsrisikos und der Unterstreichung der wirtschaftlichen Bedeutung von FCKW, einschließlich der Schwierigkeiten bei der Umstellung auf alternative Treibmittel.

50 »FKW-Treibmittel eine Weltgefahr?« (*aerosol report* 1/1975: 15).

Hoechst versus UBA

Sehen wir uns den Stellvertreterkrieg zwischen Hoechst und UBA genauer an, so bemerkt man folgendes Kommunikationsmuster: Hoechst macht das BMI darauf aufmerksam, daß neue Daten oder Berichte aus den USA verfügbar sind. Dies sind meist selektive Daten, die die Molina-Rowland-Hypothese entschärfen. Sie werden dem Ministerium zugestellt, welches sie an das UBA weiterleitet mit dem Auftrag, eine Stellungnahme abzugeben, oft unter Hinweis auf die Eilbedürftigkeit der Angelegenheit. Da das UBA nicht über die Ressourcen verfügte, die zur effektiven Arbeit nötig gewesen wären, blieb bei der vorgesetzten Behörde oft der Eindruck zurück, daß Hoechst gute Gründe für eine abwartende Haltung vorbringen konnte.

Hoechst äußerte sich immer wieder skeptisch über die Validität bestimmter Forschungsergebnisse. In einer dem UBA vorgelegten Bestandsaufnahme vom Juni 1977 wiederholte Hoechst die These einer troposphärischen Senke, diesmal unter Berufung auf einen Forscher des *US National Bureau of Standards*, wonach langwelliges UV-Licht die FCKW schon am Boden zerstören könne (vgl. auch Russow 1977). Die durchschnittliche Lebensdauer von FCKW 11 wird mit 20 bis 30 Jahren angegeben, was zu einer Reduzierung des von der NAS vorausgesagten Ozonabbaus von 7,5 Prozent auf 2,5 Prozent führte. Doch auch ohne die Berücksichtigung von Senken sei der Wert auf 4 Prozent herabzusetzen. Hoechst war zudem zuversichtlich, daß neue Forschungsergebnisse zu einer weiteren drastischen Herabsetzung dieses Wertes führen würden. Außerdem wurden die Auswirkungen vermehrter UV-Strahlung, insbesondere das Krebsrisiko, heruntergespielt: »Mehr als 95 Prozent aller Hautkrebskrankungen sind leicht, wirksam und relativ billig ambulant zu behandeln.«

Im September 1977 wandte sich Hoechst erneut an das UBA, um deutlich zu machen, daß man mit einer jüngst von Crutzen gegebenen Einschätzung (12 Prozent Ozonabbau) nicht übereinstimme (Crutzen bewegte sich mit dieser Schätzung im Rahmen der von der NASA gegebenen Schätzung von 10,8 bis 16,5 Prozent). Crutzen kam zu diesem Ergebnis aufgrund der von Howard neu berechneten Reaktionskonstante (siehe oben). Hoechst wies darauf hin, daß Vergleichsmessungen in Göttingen den Howard-Wert nicht bestätigt hätten, weshalb man den 12-Prozent-Wert nicht akzeptieren könne, »auch nicht als Diskussionsgrundlage« (!), solange die Widersprüche nicht ausgeräumt seien. (Im weiteren Verlauf der Debatte ist von dieser Göttinger Messung nichts mehr zu hören.)

Das UBA suchte Unterstützung bei Wissenschaftlern, um die angeführten neuen Erkenntnisse überprüfen zu können. Ein angeschriebener Wissenschaftler antwortete nicht. Rowland berichtete in der Zwischenzeit von sechs erfolgreichen ClO-Ballonmessungen Andersons⁵¹ und korrigierte den Bericht über troposphärische Senken: Der Forscher des *National Bureau of Standards* habe selbst deutlich gemacht, daß diese Senke nicht für FCKW, sondern allenfalls für CCl₄ (Tetrachlorkohlenstoff) von Bedeutung sei. Rowland gab den Wissensstand ein Jahr nach Veröffentlichung des NAS-Berichts so wieder:

- die Chlorkette wurde bestätigt;
- der Nord-Süd-Gradient ist flach (<10 Prozent Differenz, das heißt, es ist keine Senke vorhanden);
- Chlornitrat spielt keine wichtige Rolle;
- die prognostizierte Ozonabbaurate steigt von 7 auf 12 bis 15 Prozent.

Das UBA konterte jedoch nicht mit diesen Rowlandschen Informationen, sondern pflichtete Hoechst in einem Schreiben bei, daß man bis zur Klärung der fraglichen Reaktionsrate den Wert der NASA (und von Crutzen) für vorläufig halte.⁵²

Im Frühjahr 1978 stellte Hoechst unter Berufung auf eine im Auftrag der MCA durchgeführte Studie fest, daß nach einer statistischen Auswertung der vorliegenden Ozon-Meßdaten (Trendanalyse) keine Änderung der Ozonschicht feststellbar sei, die ja nach der Molina-Rowland-Hypothese bereits abgenommen haben müßte. Das UBA antwortete, daß diese Trendanalysen korrekt seien, daraus aber nicht der Schluß folge, daß die Molina-Rowland-Hypothese widerlegt sei. Es sei ausgeschlossen, daß man einen angenommenen jährlichen Ozonabbau von 0,1 Prozent in der hohen natürlichen Schwankung des Ozongehalts sehen könne. Erfolgversprechender sei es, Veränderungen in 30 bis 40 Kilometer Höhe zu erforschen, wo ja die hauptsächliche Zerstörung erwartet wird. Hierzu hoffte man auf entsprechende Messungen von NASA-Satelliten. Hoechst betonte abermals, daß zu viele Diskrepanzen zwischen Modellrechnungen und Meßwerten bestünden, als daß man die Molina-Rowland-Hypothese für bewiesen halten könne. Hoechst war zuversichtlich, auch kleine Ozonminderungen durch das WMO-Meßnetz messen zu können (bis hinab zu 1,5 Prozent pro Dekade). Der Zweck dieser Behauptung ist offenkundig: Wenn es möglich ist, prinzipiell solch kleine Ver-

51 Er läßt die Tatsache unerwähnt, daß einige der Messungen nicht mit den theoretischen Modellen harmonierten, da sie unerwartet hoch waren.

52 Brief an Hoechst vom 28.11.1977.

änderungen sehen zu können, sie in Wirklichkeit aber nicht messen kann, wäre dies ein Beleg für eine konstante Ozonschicht. Das UBA berief sich in seiner Antwort auf die NASA, die als Schwellenwert, der vom WMO-Meßnetz gemessen werden könnte, 5 bis 6 Prozent Ozonabbau pro Dekade angab.

Der Atmosphärenwissenschaftler Dieter Ehhalt von der KFA Jülich faßte Ende 1977 die wissenschaftlichen Erkenntnisse für den *aerosol report* zusammen. Er betonte die Unsicherheiten bei den Reaktionskonstanten und die problematischen ClO-Messungen Andersons, die zum Teil achtmal höher waren als erwartet. Aufgrund der Probleme bei den Reaktionskonstanten würde er den Unsicherheitsbereich der Modellvorhersagen für größer halten, als von der NAS angenommen. Vorausgesetzt, Andersons abnorm hohe ClO-Konzentrationen seien nicht auf Meßfehler zurückzuführen, so müsse es – neben FCKW – noch andere Quellen für stratosphärisches Chlor geben. Im Gegensatz zu Hoechst nahm er allerdings die von Howard neu gemessene Reaktionskonstante von $\text{NO} + \text{HO}_2 \rightarrow \text{NO}_2 + \text{OH}$ ernst. Ehhalt zufolge wird

auf Basis dieser Reaktionskonstante die vorhergesagte O_3 -Abnahme ungefähr zweimal so groß wie die angegebene Vorhersage von 7 Prozent des NAS-Ausschusses. Dies bedeutet, daß die Gefahr einer Abnahme der Ozonschicht beträchtlich größer ist als 1976 angenommen.⁵³

Er betonte, daß die Forschung der letzten beiden Jahre das Wissen enorm vermehrt habe, gleichzeitig aber die Ungenauigkeiten der Modelle größer geworden seien. Um die Fehlergrenzen bei der Ozonvoraussage einzugrenzen, sei noch viel Forschung nötig. Der Tenor des Artikels läßt leise Zweifel am schneidigen amerikanischen Vorgehen aufkommen, da die Unsicherheitsfaktoren eher unterschätzt worden seien. Dieser insgesamt sehr sachliche Artikel kann doppelt gedeutet werden. Einerseits stellt er die Unsicherheiten der Modelle heraus, andererseits macht er auf eine mögliche Gefahrenunterschätzung aufmerksam. Alles hängt von einer Interpretation dieser beiden Faktoren ab, die der Autor aber nicht vornimmt.

Neue Verbündete

Industrie- und Verbraucherorganisationen nahmen in erwartbarer Weise Stellung. Während der Industrieverband das Abwarteprinzip klar formulierte, vertrat die Arbeitsgemeinschaft der Verbraucher (AgV) jedoch nur eine abgeschwächte Version des Vorsorgeprinzips. Die AgV forderte die Bundes-

⁵³ *aerosol report* 12/1977: 456.

regierung 1975 zu einer Stellungnahme und gegebenenfalls zum Verbot der FCKW auf. Aufgrund der Zurückhaltung der Bundesregierung empfahl die AgV im Jahr darauf, den Kauf und Gebrauch von Spraydosen »solange einzuschränken, bis die in Arbeit befindlichen weltweiten wissenschaftlichen Untersuchungen eine definitive Klärung gebracht haben«. Die AgV berichtete, daß Staatssekretär Hartkopf (BMI) und Bundesforschungsminister Matthöfer den Appell zur Kaufzurückhaltung als Zwischenlösung positiv registriert haben (*Verbraucherpolitische Korrespondenz*, 18.1.1977). Der Industrieverband Körperpflege und Waschmittel e.V. drückte dem UBA gegenüber seine Zustimmung aus, angesichts der unklaren wissenschaftlichen Situation keine Entscheidungen von weitreichender Konsequenz zu treffen. Zur Bekräftigung wurde eine Studie des *Clean Air Council* Großbritanniens zitiert, die die wissenschaftliche Unsicherheit und die Notwendigkeit weiterer Forschung betont hatte. Auch Großbritannien will abwarten und in der Zwischenzeit zur Produktion von Alternativen anregen sowie die Leckage von Kühlsystemen minimieren.

Die AgV forderte die Bundesregierung 1975 zu einer Stellungnahme und gegebenenfalls zum Verbot der FCKW auf. Aufgrund der Zurückhaltung der Bundesregierung empfahl die AgV im Jahr darauf, den Kauf und Gebrauch von Spraydosen »solange einzuschränken, bis die in Arbeit befindlichen weltweiten wissenschaftlichen Untersuchungen eine definitive Klärung gebracht haben«. Die AgV berichtete, daß Staatssekretär Hartkopf (BMI) und Bundesforschungsminister Matthöfer den Appell auf Kaufzurückhaltung als Zwischenlösung positiv registriert haben (*Verbraucherpolitische Korrespondenz*, 18.1.1977).

Der Sachverständigenrat für Umweltfragen hielt es in seinem Umweltgutachten von 1978 für

angebracht, daß die Hersteller und Anwender von FKW in der Bundesrepublik Deutschland einen Plan ausarbeiten und vorlegen, wie die Emissionen deutlich verringert werden können. Dies gilt in erster Linie für die Verwendung als Treibgase ... (Rat von Sachverständigen 1978: 175)

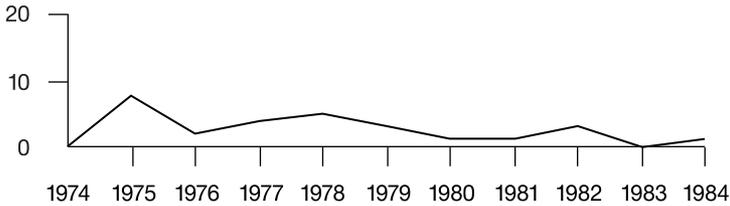
Diese zahnlose Erklärung verblieb im Ungefähren.

Die Rolle der Medien

Im Vergleich zu den USA gab es insgesamt sehr wenige Medienberichte, wobei die höchste Aufmerksamkeit gleich zu Beginn erreicht wurde (Abbildung 4-4). Das Thema kam nie auf die erste Seite. Daraus ist zu schließen,

Abbildung 4-4 Medienaufmerksamkeit für die Ozonschicht in der Bundesrepublik Deutschland, 1974 bis 1984

Anzahl der Artikel pro Jahr



Ausgewertete Zeitungen: FAZ, FR, Spiegel, SZ, Welt, Die Zeit

Quelle: eigene Erhebung

daß das FCKW-Thema in der ersten Periode der Kontroverse keine Öffentlichkeit hatte. 1975 erschienen insgesamt acht Artikel, die im Tenor alle vor der FCKW-Gefahr warnten. Nur zwei Wissenschaftler (Rowland und Molina) wurden als Akteure präsentiert, die explizit für eine Beschränkung von FCKW eintreten. *Die Zeit* vom 12. Dezember 1975 zitiert Mario Molina: »Der einzige noch verbliebene Strahlenschutz ist ein sofortiges Verbot aller Sprays. Wir müssen aufhören, jährlich eine Million Tonnen FCKW in die Stratosphäre zu pusten«. In der Dekade 1974 bis 1984 wird nur noch ein einziges weiteres Mal eine explizite Forderung eines Wissenschaftlers berichtet. Die *Frankfurter Rundschau* zitiert am 30. März 1977 Rowland mit den Worten:

Wenn wir von der Richtigkeit unserer These überzeugt sind und nicht die politischen Konsequenzen ziehen, bedeutet das doch, daß ökonomische Überlegungen die wissenschaftlichen und gesundheitlichen Aspekte des Problems zunichte machen. Ich bin Wissenschaftler, aber ich bin auch ein Bürger und fühle meine Verantwortung gegenüber der Öffentlichkeit. Hätten wir nicht so gehandelt, wären unsere Ergebnisse von der Industrie als unwichtig abgetan worden, deshalb müssen wir Sachverständigen unsere Sache im öffentlichen Leben vertreten.

Der Wissenschaftsredakteur der *Zeit*, Thomas von Randow, war der einzige, der sich diesen Warnungen anschloß:

Ich bin also durchaus dafür, daß auch hierzulande die Flut der Sprays gestoppt und ein vorsorgliches Verbot wenigstens als Möglichkeit in Aussicht gestellt wird, damit sich die Industrie rasch auf andere Aerosole oder die gute alte Pumpe

umstellen kann. Das freilich sollte uns nicht dazu verführen, die Theorie, nach der die Sprays unseren Ozonschirm angreifen, und die Theorie, nach der eine dadurch bedingte Erhöhung der UV-Strahlung auf der Erde den Menschen mehr Hautkrebs als bisher und Wassertieren den Tod bescheren soll, für erwiesen zu halten. Skepsis ist hier fraglos angebracht. (*Die Zeit*, 18.7.1975)

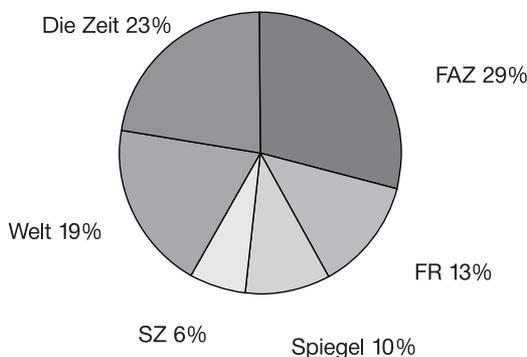
Randow erinnert daran, daß es nicht »irgendwelche Umweltfanatiker« gewesen seien, die den Spraydosenalarm ausgelöst haben,

sondern kompetente Wissenschaftler in seriösen Forschungsinstituten. Die Wahrscheinlichkeit dafür, daß ihre Sorgen berechtigt sind, ist allein schon deshalb nicht unerheblich. Unerheblich indessen ist es, ob wir Sprays haben oder nicht. Daraus die richtige Konsequenz zu ziehen, dürfte niemandem schwerfallen, auch unserem Gesundheitsministerium nicht. (*Die Zeit*, 18.7.1975)

Doch das Ministerium wollte dieser Logik nicht folgen. Gesundheitsministerin Focke wies darauf hin, daß vor der Einleitung gesetzlicher Schritte erst geklärt werden müsse, ob und welche Gefahren von den Treibgasen ausgingen (*Europa-Chemie* 21/1975: 411).

Die *Frankfurter Allgemeine Zeitung* berichtet zwar mit insgesamt neun Artikeln am häufigsten über das Thema. Allerdings erscheint der erste Artikel der FAZ erst 1977. Die *Zeit* beschäftigte sich bereits 1975 in drei Artikeln mit der Problematik (Abbildung 4-5).

Abbildung 4-5 Relativer Anteil verschiedener deutscher Printmedien an der FCKW-Ozon-Berichterstattung, 1974 bis 1984



Quelle: eigene Erhebung

4.2.4 Informelle Lösung: Erhalt des Status quo

Kurz nach Veröffentlichung der Studie der NAS im September 1976 und der Fertigstellung des Batelle-Berichts lud das UBA die betroffenen Interessenverbände der Industrie (VCI, IGA) und Firmen (Hoechst, Kali-Chemie, Bosch) im Dezember zu einer Sitzung ein, um über erforderliche Maßnahmen zu sprechen. Das UBA deutete an, daß vor allem an die Möglichkeit der Selbstbeschränkung der Industrie und Alternativtreibstoffe für Sprays gedacht sei. Man schlug die Veröffentlichung einer gemeinsamen Einschätzung vor, in der die Formulierung vorkam, daß die Molina-Rowland-Hypothese durch die Studie der NAS »weitgehend erhärtet« worden sei, über das Ausmaß der Auswirkungen aber noch Unsicherheiten bestünden.⁵⁴ Man hoffte allein durch marktwirtschaftliche Mechanismen eine hinreichende Einschränkung von FCKW zu erreichen, wodurch staatliche Eingriffe vermieden werden könnten.

Die IGA erwog in der Folge eine freiwillige Senkung des FCKW-Verbrauchs um ein Drittel in bezug auf das Basisjahr 1975. Das UBA wollte unter Hinweis auf den Druck, der durch die kommenden US-Verbote bestehe, den Verbrauch um 50 Prozent senken. Ende 1977 kam eine Vereinbarung zwischen VCI und BMI zustande, die eine Verwendungsbeschränkung von FCKW in Aerosolprodukten beinhaltete. Demnach sollte der Einsatz bis 1979 gegenüber dem Basisjahr 1975 um 30 Prozent gemindert werden.

Die Bundesregierung wollte innerhalb weniger Jahre eine möglichst vollständige Einstellung der Verwendung von FCKW als Spraytreibgas auf freiwilliger Basis erwirken. Dies sollte durch Druck auf die Hersteller und durch Verbraucheraufklärung geschehen. An Verbote wurde nicht gedacht, da man keine Arbeitsplätze gefährden wollte. »Sollte dagegen die Entwicklung ins Stocken geraten, können die FCKW relativ kurzfristig verboten werden«, hieß es in einer Stellungnahme des Petitionsausschusses des Bundestages vom Juni 1977. Deutlicher noch wurde Staatssekretär Baum in der Antwort auf eine parlamentarische Anfrage. Er bezog sich auf die laufenden Gespräche mit der Industrie und machte deutlich, daß man eine Rechtsvorschrift anstrebe, sollten die Gespräche nicht den erwünschten Erfolg haben. Außer der ökonomischen und innenpolitischen wurde auch die außenpolitische Dimension gesehen. Sollte die Bundesrepublik im Vergleich zu anderen Staaten schlecht dastehen, könne man nötigenfalls gleichziehen. Das

54 Wie oben gesehen, kann sich die Industrie nur mit dem zweiten Teil des Satzes anfreunden.

Problem des guten Abschneidens im internationalen Vergleich stellte sich des öfteren und ist ein Handlungskriterium für die Bundesregierung.

1979 ging die Gegenallianz abermals in die Offensive. Diesmal war es die Kali-Chemie, die wissenschaftliche Daten aus den USA aufbereitete und den zuständigen Stellen zuleitete. Die entlastenden Punkte, die angeführt werden, waren die Diskrepanz zwischen Modellvorhersagen und tatsächlichen Messungen von bestimmten chemischen Spezies in der Atmosphäre sowie eine über den Zeitraum von 1958 bis 1976 gemessene Ozon~~zunahme~~, auch in der Höhe von 32 bis 46 Kilometern. Die Hoechst AG lud alle großen Tageszeitungen zu einem Pressegespräch über Risiken von FCKW ein, auf dem die Prognosen über das Ausmaß des Ozonabbaus für irrelevant und Maßnahmen zur Reduzierung von FCKW-Emissionen für verfrüht gehalten wurden. Das UBA reagierte mit einer Presseerklärung, die mit dem BMI abgestimmt war. Darin wurde zugestanden, daß zum Teil noch erhebliche wissenschaftliche Unsicherheiten bestünden, die Theorie jedoch keineswegs als widerlegt gelten könne. Unter Berufung auf Einschätzungen der WMO und der UNEP wurde mit einem langfristigen Ozonabbau von 15 Prozent gerechnet.

Hinter dem Pressescharmützel stand der Versuch der Gegenallianz, von der 1977 vereinbarten freiwilligen Vereinbarung herunterzukommen. Auf Anregung des Innenministers wurde in die Presseerklärung eine Textpassage aufgenommen, die ausführt, daß der EG-Rat auf Initiative der Bundesrepublik die EG-Kommission beauftragt hat, bald einen Beschlußentwurf vorzulegen, durch den eine »signifikante und staatlich überwachte Verwendungsbeschränkung der FCKW in Aerosolen« erreicht werden soll. Dies war das erste öffentliche Anzeichen dafür, daß das BMI seine Linie verschärfen könnte.

Interessenpolitik versus Befürworterallianzen

Warum bekam die Unterstützerkoalition in Deutschland in den siebziger Jahren keinen festen Boden unter die Füße? Abgesehen davon, daß das UBA als nachgeordnete und neugegründete Behörde ein *low profile* pflegte und keine öffentliche Debatte vom Zaun brach, lag der Grund vor allem darin, daß ihr nicht jene entscheidende Machtquelle zur Verfügung stand, über die die amerikanische Regulierungsallianz verfügte: wissenschaftliche Laboratorien.⁵⁵ Andererseits war die Hoechst AG, die selbst auch wenig bis keine

⁵⁵ Dies sieht auch Genscher (1995: 134).

originäre Forschung zur Klärung dieser Sachverhalte betrieb,⁵⁶ bei der Mobilisierung und rhetorischen Aufbereitung von fremden Labordaten wesentlich schneller und geschickter. Vor allem aber unterblieb eine öffentliche Parteinahme von Wissenschaftlern in der Bundesrepublik – im Gegensatz zu den USA. Es gab keine Sprecher, die sich zum Repräsentanten der diffusen Interessen machten, ja es gab nicht einmal öffentliche Foren, auf denen die Frage diskutiert wurde, die denen der USA vergleichbar wären. Es gab keine parlamentarischen Anhörungen oder Ausschüsse und nur eine schwache Mediaufmerksamkeit.

Die in Kapitel 1 vorgestellten Typen von Regulierung legen nahe, daß in einem Fall wie diesem, wo ein breit gestreuter Nutzen und konzentrierte Kosten vorliegen, diffuse Interessen durch Public interest groups und deren Sprecher repräsentiert werden müßten, wenn den industriellen Interessengruppen Paroli geboten werden soll. In Deutschland gab es diese Sprecher kaum. Zu jener Zeit ist dies nicht nur ein FCKW-spezifisches Problem, sondern ein umweltpolitisches Problem schlechthin, wie der ehemalige Staatssekretär im BMI selbst feststellte: »Der Umweltpolitik fehlen nicht nur wirkungsvoll organisierte, gesellschaftliche Gruppen als Bündnispartner der Verwaltung, sondern auch eine ausreichende parlamentarische Machtbasis« (Hartkopf/Bohne 1983: 156). Die Umweltpolitik bedarf daher

organisierter Bündnispartner außerhalb der Regierung, um sich innerhalb der Regierung angemessen behaupten zu können. Wirtschaftsinteressen sind seit je her gut organisiert und daher in der Lage, wirkungsvoll ihre Belange innerhalb der Bundesregierung zur Geltung zu bringen. (Hartkopf/Bohne 1983: 149)⁵⁷

Internationaler Druck auf die Bundesregierung

Anfang März 1977 fand auf Einladung der UNEP ein internationales Expertentreffen über die Gefährdung der atmosphärischen Ozonschicht in Washington statt. Obwohl die Tagesordnung sich auf Fragen der Forschung beschränkte, wurden am Rande die unterschiedlichen Standpunkte deutlich. Die USA und Kanada waren für Verbotsregelungen auch ohne weitere wissenschaftliche Absicherung, die Niederlande tendierte in diese Richtung.

56 Eine Ausnahme dürfte der Artikel zweier Hoechst-Mitarbeiter im Fachblatt *Berichte der Bunsengesellschaft, Physikalische Chemie* (Bd. 82, 1978, 1147–1150) darstellen, in dem die Annahme von troposphärischen Senken für begründet gehalten wird.

57 Siehe auch Müller (1986: 80). Aufgrund dieser Erkenntnis haben hohe Verwaltungsmitglieder des BMI bei der Gründung von umweltpolitischen *pressure groups* wie dem BBU mitgeholfen (Interview 12).

England, Frankreich, Belgien und die Sowjetunion waren gegen Regelungen. Die amerikanischen Vertreter wollten auf einer Folgekonferenz im April auch regulatorische Fragen ansprechen, wozu das UNEP-Treffen die wissenschaftliche Vorarbeit leisten sollte, was zu einer gewissen Selbstbindung der Folgekonferenz hätte führen sollen. Dagegen sträubten sich die deutschen und britischen Vertreter.⁵⁸

Ende 1978 lud das Umweltbundesamt zu einer internationalen Konferenz nach München. Die Bundesrepublik hielt an ihrer Linie fest, wonach eine Schädigung der Ozonschicht durch FCKW für sehr wahrscheinlich gehalten, aufgrund der erheblichen Unsicherheiten und Wissenslücken aber keine Notwendigkeit für weitergehende Maßnahmen (zum Beispiel Verbot) gesehen wurde.⁵⁹ Die Bundesrepublik erwartete jedoch einen »Frontalangriff« der USA in diese Richtung.⁶⁰

Die Position der Bundesregierung war vorsichtig: Einerseits wollte man Regulierungen, so weit es geht vermeiden, andererseits wollte man in der Öffentlichkeit nicht so dastehen, als befände man sich im internationalen Vergleich in der ökologischen Nachhut. Es wäre zu erwarten gewesen, daß dieser Mittelkurs verlassen worden wäre, wenn andere Staaten weitergehende Initiativen ergriffen hätten. Man befürchtete diesbezüglich einen Vorstoß der USA. Nicht ausreichend für ein Verlassen des Mittelkurses waren in jener Periode wissenschaftliche Daten. Ein Beispiel hierfür waren dramatische neue Daten, die der stellvertretende Chef der EPA dem BMI im Oktober 1979 mitteilte. Diese beruhten auf dem letzten Bericht der NAS. Darin war im einzelnen ausgeführt:

- die Ozonabnahme wurde auf 16,5 Prozent geschätzt;
- eine 25prozentige Emissionsreduktion von FCKW würde immer noch zu 13 Prozent Ozonabnahme führen;
- eine Wachstumsrate der FCKW von 7 Prozent pro Jahr würde zu 56 Prozent Ozonabbau Anfang des nächsten Jahrhunderts führen;
- die Hautkrebhäufigkeit aufgrund erhöhter UV-B-Strahlung müsse wesentlich heraufgesetzt werden.

58 *New York Times*, 10.3.1977. Das BMI veranlaßt daraufhin ein vom UBA verfaßtes Dementi, worin dem Pressebericht widersprochen wird.

59 »Da war eine Vertreterin der EPA (Barbara Blum) dabei, die eine emotionale Rede hielt, das hat Staatssekretär Hartkopf gar nicht gefallen. Das kam ihm wie ein Feldgottesdienst vor. Das wurde deutlich als unangemessen empfunden« (Interview 7).

60 Die Konferenz zeigte erneut die divergierenden Standpunkte: »Es war ein fürchterlicher Krach. Die Franzosen vor allen Dingen waren absolut dagegen, das ernst zu nehmen. Die Engländer auch und viele andere standen dazwischen. Die Amerikaner waren radikal dafür« (Interview 52).

Die Schätzung des letzten Punktes sah so aus, daß bei einer 16,5prozentigen Ozonabbaurate mit einer Zunahme von Hautkrebs um 66 Prozent, bei einer 13prozentigen Abbaurate mit einer Zunahme um 52 Prozent, und bei einem Wachstum von FCKW-Emissionen um 7 Prozent mit einer Zunahme von Hautkrebsfällen um 200 bis 300 Prozent gerechnet werden mußte.

Zwar löste dieser Bericht einige Turbulenzen aus, sie blieben aber folgenlos. Der Ständige Abteilungsleiterausschuß für Umweltfragen beriet die Angelegenheit. Das UBA versuchte, die Gunst der Stunde zu nutzen, und schlug in einer Stellungnahme mittelfristig die Ablösung von FCKW im Aerosolbereich vor. Das BMI forderte jedoch nur eine 50-Prozent-Reduktion (was im UBA zur Verärgerung führte), weil das Bundeskabinett im Hinblick auf anstehende EG-Regelungen im Rahmen bleiben wollte. Die Bundesregierung erwartete nunmehr durch eine Koordination auf EG-Ebene eine Lösung des Problems. Zum damaligen Zeitpunkt bedeutete dies, daß die EG das nachvollzieht, was die deutsche Industrie schon erbracht hatte. Damit wurde für die deutsche Industrie eine weitere Atempause geschaffen.

Als Fazit ergibt sich, daß sowohl Problemdefinition wie Lösungsvorschläge durch Wissenschaftler in den USA erfolgen. Es gibt dort Sprecher, denen es gelingt, relevante Akteure als Verbündete zu gewinnen. In einem Prozeß, der weniger als drei Jahre dauert, setzt sich ein um sie entstandenes Politiknetzwerk mit seinen regulatorischen Zielen in den USA durch. In der Bundesrepublik erfolgt kaum eine öffentliche Thematisierung und es gibt keine lautstarken Sprecher für verbindliche Maßnahmen. Die Stimmen, die nach dem Vorsorgeprinzip argumentieren, sind verhalten und vereinzelt, während die Abwarteposition selbstbewußt und lautstark auftritt. Die Entscheidung unter Unsicherheit führt in der Bundesrepublik zu einer informellen Vereinbarung mit der Industrie, die vergleichsweise geringe Kosten verursacht haben dürfte.

Kapitel 5

Die Kontroverse der achtziger Jahre

If you can't beat them – join them.

Sprichwort

In diesem Kapitel wird gezeigt, daß die Stärkung eines transnationalen Politiknetzwerkes mit Schwerpunkt in den USA entscheidend war, um bindende internationale Vereinbarungen zum Schutz der Ozonschicht zu erreichen. Nach einer Schwächung zu Beginn der achtziger Jahre gewann es in der zweiten Hälfte der Dekade immer mehr an Einfluß. Die internationalen Regulierungen kamen wesentlich auf sein Wirken hin zustande. Dies sollte nicht über-, aber auch nicht unterschätzt werden. Es wird überschätzt, wenn behauptet wird, damit sei zum ersten Mal in der Geschichte der internationalen Beziehungen ein internationales Umweltabkommen geschlossen worden, das auf dem *Vorsorgeprinzip* beruht. Wie ich in diesem Kapitel zeige, ist diese Behauptung irreführend. Der Fall wird unterschätzt, wenn man in ihm einen ganz normalen Vorgang sieht, in dem sich die Industrie mit ihren Interessen durchgesetzt habe.¹ Vielmehr wurde eine auf internationaler Ebene bestehende Blockade durch Kräfteverschiebungen zwischen Regulierungsbefürwortern und -gegnern gelöst, die vor allem durch Veränderungen in der Akteurkonstellation unterhalb der Regierungsebene zustande kamen. Der Einfluß der jeweiligen innenpolitischen Situation war die wesentliche Determinante für die Konstellation in den transnationalen Verhandlungssystemen und damit für das Verhandlungsergebnis. Dabei haben wissenschaftliche Erkenntnisse und ihre symbolische Aufbereitung durch engagierte Wissenschaftler eine zentrale Rolle gespielt.

1 Der Fall wird überhaupt nicht erfaßt, wenn er in Termini von wiederholten Spielen vom Typ eines Gefangenendilemmas vorgestellt wird.

In vergleichender Perspektive wird die Frage erörtert, wie der Prozeß der politischen Regulierungen in zwei entwickelten Industriestaaten (beides große FCKW-Produzenten und Konsumenten) verlaufen ist. Beide Länder sprechen sich ab 1986 zwar im internationalen Prozeß für strenge Regulierungen aus, zeigen aber auf nationaler Ebene verschiedene Muster der Problembewältigung. Besonders auffällig ist die unterschiedliche Orientierung der beiden dominanten FCKW-Hersteller: Du Pont befürwortete ab Herbst 1986 Regulierungen und verstärkte die Glaubwürdigkeit der Regulierungsbefürworter dadurch enorm. Hoechst hielt an seiner ablehnenden Linie fest, die Bundesregierung schwenkte allerdings auf eine progressive Linie um. Bevor es dazu kam, fand auf internationaler und innenpolitischer Ebene ein Mobilisierungsprozeß des Unterstützernetzwerkes statt, das Druck auf die Bundesregierung ausübte. Diese gab schließlich nach und übte nun ihrerseits Druck innerhalb der EG aus, wodurch die europäischen Bremser in die Defensive gerieten. Es wird gezeigt, daß Kooperation nur entstehen konnte, weil das ständig wachsende Unterstützernetzwerk an einer umfassenden Problemlösung interessiert und deshalb zunächst zu Zugeständnissen gegenüber widerstrebenden Ländern bereit war. Dem Unterstützernetzwerk gelang es, die Bremser auf eine schiefe Ebene zu locken, von der es kein Entrinnen gab.

5.1 Die internationale Ebene

An verschiedenen Stellen dieser Arbeit wurde argumentiert, daß die wichtigen Situationsdefinitionen und Problemlösungsvorschläge in entscheidender Weise von wissenschaftlichen Analysen und Prognosen abhingen. In den siebziger und frühen achtziger Jahren waren dies Voraussagen über die langfristige Entwicklung der Ozonschicht. Je geringer der Ozonverlust prognostiziert wurde, desto geringer war der Druck, etwas zu tun. Außerdem herrschte die Auffassung, daß ein Akteur (oder wenige Akteure) das Problem allein lösen könnten, wenn andere Akteure solches Verhalten nicht konterkarieren. Die USA hatten Maßnahmen ergriffen, die zu einer beträchtlichen Reduktion der globalen FCKW-Emissionen führten. In den achtziger Jahren setzte sich die Auffassung durch, daß keiner der Akteure das öffentliche Gut allein produzieren kann, sondern daß umgekehrt einzelne Akteure beträchtlichen Schaden anrichten können. Die Bewahrung der Ozonschicht war zu einer gemeinschaftlichen Ressource geworden. Damit verschärfte sich das Problem, denn es mußte eine hinreichend große Zahl an relevanten Akteuren (*k*-

Gruppe) zum Schutz der Gemeinschaftsressource zusammenkommen (Hardin 1982: 153, 193). Die USA, Japan und die EG produzierten über zwei Drittel des FCKW-Weltverbrauchs. Dies sind zwar nur drei Handelsblöcke, aber fünfzehn Länder.

Bereits in der Vorbereitungsphase des *Clean Air Act* (etwa 1977), der ein Verbot des FCKW-Einsatzes in Aerosolen vorsah, versuchten die USA andere Staaten zu ähnlichen Maßnahmen zu bewegen. Die USA spielten die Vorreiterrolle beim Versuch, andere zum Nachfolgen zu bewegen, was nicht gelang. Lediglich Norwegen, Schweden, Kanada und Australien folgten – allesamt unbedeutende FCKW-Produzenten und/oder -Konsumenten.²

5.1.1 UNEP: World Plan of Action

Im März 1977 fand auf Initiative der USA in Washington eine von der UNEP organisierte Zusammenkunft von Vertretern aus 39 Ländern und der EG-Kommission statt.³ Auf diesem Treffen wurde ein weltweiter Handlungsplan (»World Plan of Action«) für die Ozonschicht verabschiedet. Darin wurde empfohlen, daß die Unterzeichnerstaaten auf dem Gebiet der wissenschaftlichen Forschung kooperieren. Die Delegierten empfahlen außerdem die Schaffung eines Koordinationsgremiums (*Coordinating Committee on the Ozone Layer*, CCOL), das sich aus Experten von Behörden und Nicht-Regierungsorganisationen (NGOs) zusammensetzt, die am *World Plan of Action* teilnehmen. Das CCOL, dessen Arbeit stark auf Ergebnisse und Ziele wissenschaftlicher Forschung ausgerichtet war, traf sich von 1977 bis 1985 einmal jährlich. Es bereitete im wesentlichen politische Entscheidungsfindungen vor und definierte Forschungsdefizite. Die chemische Industrie nahm aktiv an diesem Gremium teil.

Die ersten Treffen brachten keine konkreten Ergebnisse. Man verpflichtete sich nur zur Zusammenarbeit auf dem Gebiet der wissenschaftlichen Forschung, nicht jedoch in bezug auf Regulierungen. Ende der siebziger Jahre sprachen sich in Europa nur Dänemark und die Niederlande für Verwen-

2 »Who followed? Sweden, a major user of CFCs and a non-producer. Norway, a major user, and a non-producer. Canada, a very small user and a very small producer. And Australia, a non-producer and a very small user. Europe, Russia and Asia Pacific did not follow. The rest of the world looked at the U.S. action and said ›The problem is solved.‹ Because aerosols were indeed the largest single market and the largest single producer and user took action« (Interview 21).

3 Dieser Abschnitt stützt sich auf Parson (1993).

dungsverbote von FCKW als Aerosol-Treibmittel aus, die Bundesrepublik, Großbritannien und Frankreich wollten von Verboten absehen.

Auf einem internationalen Treffen in Oslo im April 1980, an dem Kanada, Dänemark, die Bundesrepublik, die Niederlande, Norwegen, Schweden und die USA teilnahmen, wurde auf Initiative der USA eine Produktionsbeschränkung aller FCKW befürwortet.⁴ Die USA kündigten an, ihre FCKW-Produktion auf dem Niveau von 1979 zu halten und, falls nötig, weitergehende Schritte zu tun (Cagin/Dray 1993: 223). Die EG hatte am 26. März 1980 beschlossen, die Verwendung von FCKW 11 und 12 in Sprühdosen bis 1981 um mindestens 30 Prozent in Bezug auf das Basisjahr 1976 zu verringern und die Produktionskapazität für diese Stoffe auf dem Stand von Ende 1979 einzufrieren, da ein Wachstum in anderen Anwendungsbereichen nicht ausgeschlossen sei. Die USA hielt diese Maßnahmen der EG für nicht ausreichend.

Auf Anregung der nordischen Länder kam es im April 1981 zur Gründung einer UNEP-Arbeitsgruppe, deren Aufgabe darin bestand, eine internationale Konvention zum Schutz der Ozonschicht vorzubereiten. Das erste Treffen dieses Gremiums fand 1982 in Stockholm statt. Der Zeitpunkt war bewußt gewählt: Es war das zehnjährige Jubiläum der Gründungskonferenz der UNEP. Dieses symbolische Datum sollte die Wichtigkeit der Problematik unterstreichen und die Handlungsbereitschaft der Teilnehmerstaaten erhöhen. Die nordischen Länder, insbesondere das Gastgeberland Schweden, drängten auf Kontrollmaßnahmen, was bei anderen Staaten keine Unterstützung fand. Japan und die EG waren an solchen Vorschlägen überhaupt nicht interessiert. In den USA hatte nach Reagans Amtsantritt eine Änderung der EPA-Linie stattgefunden (Vig/Kraft 1984). Gemäß der neuen antiregulatorischen Doktrin der Republikaner leitete die neue Chefin der Behörde, Ann Gorsuch (spätere Burford), einen Orientierungswechsel ein, der dazu führte, daß die USA auf diesem Treffen keine Aktivität entfalteten und in den folgenden Jahren das Ozonproblem vernachlässigten.⁵

4 Bemerkenswert ist die Tatsache, daß zu diesem Treffen alle Länder außer der Bundesrepublik hochrangige Vertreter (Staatssekretärebene und darüber) entsandt hatten.

5 »During the early 1980s the government of the United States under President Ronald Reagan undertook a reversal of national policy that can fairly be described as extraordinary. Appointees of the president sought to disengage the United States from international environmental policy commitments. Attempts were made to undo official involvement in programs and agreements in which the United States had often been an initiator«, bemerkt Caldwell (1984: 319).

Erst nachdem innerhalb der EPA ein erneuter Wechsel stattgefunden hatte (Burford wurde durch Ruckelshaus ersetzt), zeichnete sich wieder eine aktivere Politik der USA auf internationaler Ebene ab. Im September 1984 ergriffen sie zusammen mit anderen Ländern, die für internationale Maßnahmen waren, durch die Gründung der sogenannten »Toronto-Gruppe« erneut die Initiative. Zu ihr gehörten auch Kanada, die skandinavischen Länder, Österreich und die Schweiz. Diese Gruppe stellte einen Maßnahmenkatalog vor, der vor allem die bereits in verschiedenen Ländern ergriffenen Verbote international ausweiten wollte. Die Hauptoption war eine große Reduktion von Treibgasen. Die EG wehrte sich vehement gegen diesen Vorschlag. Da sie mit ihrer Position unter Druck geriet, machte sie schließlich zwei Vorschläge. Zum einen eine 30prozentige Reduktion von Treibgasen (wobei als Bezugszeitraum die starken Verbrauchsperioden der siebziger Jahre gelten sollten), zum anderen die Einschränkung der Produktionskapazitäten.⁶

Zwischen der EG und der Torontogruppe entstand eine Pattsituation; beide Ländergruppen wollten ihre eigenen Regulierungsansätze internationalisieren, indem sie jeweils die anderen aufforderten, Maßnahmen zu ergreifen (Parson 1993: 59). Ein europäischer Wissenschaftler sagte dazu:

We were in fact for a production cap, the U.S. was in favor of a worldwide aerosol ban which would have had severe consequences for Europe while CFC production for other uses like air-condition could further grow in the U.S.
(Interview 41)

Es gab auf beiden Seiten den Versuch, die eigenen ökonomischen Interessen in umweltpolitische Argumente zu kleiden. Die Ernsthaftigkeit der EG-Vorschläge wurde bezweifelt (vgl. auch Breitmeier 1996: 111; Haigh 1992: 245):

CFC production went very flat at the time, everybody wanted to use their existing equipment, nobody was ready to build any more, until they found out what would happen. This is the discussion between Europeans and Americans. The

6 Für dieses politische Ziel konnte sich die EG auf eine wissenschaftliche Studie berufen, die aus Europa kam. Die belgischen Wissenschaftler Guy Brasseur und A. de Rudder veröffentlichten 1985 eine Modellrechnung, in der es zu keinem Ozonabbau kam, solange die FCKW-Wachstumsraten unter 3 Prozent pro Jahr blieben. Hintergrundannahme des Modells waren konstante Emissionen, ein Ausstieg aus Aerosolen innerhalb von vier Jahren und ein Anstieg in anderen Anwendungsgebieten, der einmal bis 1997, das andere Mal unbegrenzt gerechnet wurde. Erst ab 2034 würde sich ein solches Wachstum auf die Ozonschicht auswirken. Die Festschreibung einer Obergrenze an Produktionskapazitäten bei gleichzeitigem Herunterfahren der Aerosolproduktion würde tatsächlich zu einer Ozonvermehrung führen (Lubinska 1985).

Europeans talked about a cap on total production. This was a better approach than what the U.S. wanted: regulating specific industries. But the cap they were talking about was one that would have allowed increased production. So it wasn't a serious cap, it was a future cap. One of the key things was that the EPA recognised in the middle eighties that the amount of production was creeping up. It was only more or less true that CFC production levelled out after 1976 and stayed more or less the same for the next decade. But in fact it went down and then it was rising again. (Interview 16)

Jede Seite wollte mit guten Gründen ihre Lösung für den Rest der Welt verbindlich machen:

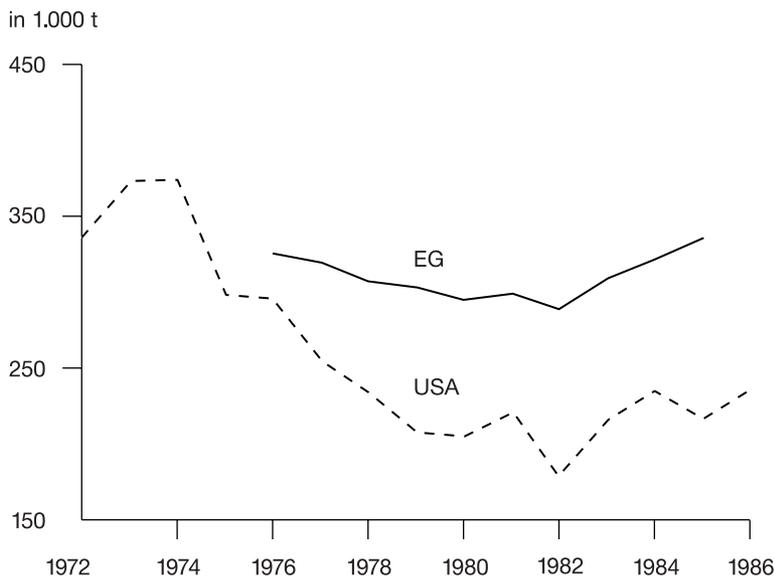
To be honest, in my view, the failure to agree to a protocol in Vienna in 1985 was due to both the Americans and the Europeans. We can share the blame. The reason was that at that time the Americans wanted to take action on aerosols and we wanted to take action on production capacity control, which meant in practice that if one of the approaches would have been adopted, one party would not have to do anything. (Interview 37)

Die ökonomische Dimension kam in der EG-Haltung sehr viel stärker zum Tragen als in der US-Position. Hier versuchte man, den Wettbewerbsvorteil für die eigene Industrie aufrechtzuerhalten, dort versuchte man, die ökologische Stoßrichtung der eigenen Industrie mit dem Argument des Ausgleichs von Wettbewerbsnachteilen (*level playing field*) schmackhaft zu machen (Abbildung 5-1). Doch die US-Industrie war nicht unbedingt begeistert von dieser Linie, da ihre Tochterfirmen außerhalb der USA (auch in Europa) durch internationale Maßnahmen getroffen worden wären. Für die US-Industrie ist die Wettbewerbsverzerrung nicht so brennend wie die Frage erneuter unilateraler Maßnahmen und/oder Imageverlust durch Konsumentenboycott.

5.1.2 Die Wiener Konvention

In dieser Situation begannen die Verhandlungen in Wien, die sowohl zu einer Rahmenkonvention als auch zu einem Maßnahmenkatalog (Protokoll) führen sollten. Da das Patt zwischen Europa und den USA nicht überwunden werden konnte, wurde das Ziel eines konkreten Maßnahmenkatalogs verschoben. Die in Wien verabschiedete Konvention, die von zwanzig Nationen und der EG-Kommission unterzeichnet wurde, brachte vor allem die Kooperation auf dem Gebiet der wissenschaftlichen Forschung und Berichterstat-

Abbildung 5-1 Produktion von FCKW 11 und 12, USA und EG



Quelle: AFEAS

kung über FCKW-Produktion und -Emissionen. Obwohl diese Rahmenkonvention die Vertragsparteien verpflichtete, »geeignete Maßnahmen zum Schutz der Ozonschicht« zu ergreifen, wurden diese nicht spezifiziert (Benedick 1991: 45; Gehring 1994: 217). Die UNEP wurde beauftragt, Verhandlungen auf der Ebene von Arbeitsgruppen zu führen mit dem Ziel, im Jahr 1987 ein Protokoll zu erreichen. Diese Treffen fanden im Mai und September 1986 in Rom und Leesburg/Virginia statt. Während das erste Treffen weitgehend ergebnislos verlief, brachte das zweite in Leesburg einige positive Resultate. Umweltgruppen waren zu den Verhandlungen zugelassen, die Sowjetunion legte zum ersten Mal Produktionszahlen vor, die Verhandlungspartner begannen sich kennenzulernen und einander zuzuhören: »In Leesburg they started to know one another. They started to feel comfortable with each other's point of view and started to listen rather than talk past one another« (Interview 20).

Du Pont änderte zu dieser Zeit seine Position zur Regulierungsfrage. Von einer unbedingten Ablehnung von Regulierungen ging man zu einer bedingten Befürwortung über. Ein Auslöser für diesen Schwenk könnte die Bestätigung des antarktischen Ozonlochs im August 1986 durch NASA-Wissenschaftler gewesen sein (Stolarski et al. 1986; vgl. Kapitel 3). Du Pont ließ diese Änderung auf dem Workshop in Leesburg durchblicken:

In September of 1986, suddenly Du Pont issued their infamous change in position in which they said: We can produce substitutes if there are ... I think the critical phrase was »adequate regulatory incentives«. And they went to the Leesburg meeting and the workshops and Paul Halter from Du Pont came to the meetings ... it was clear that they made a strategic decision in 1986 that some form of regulation was inevitable. (Interview 31)⁷

Entscheidend für die weitere Entwicklung waren vor allem drei Faktoren: Erstens vollziehen Du Pont und der Interessenverband der amerikanischen chemischen Industrie einen Positionswechsel. Zweitens beginnt innerhalb der EG der Konsens über die alte defensive Linie abzubrockeln, weil drittens vor allem Deutschland seine Linie ändert. Die folgenden drei Abschnitte (5.2, 5.3, 5.4) widmen sich der Beschreibung und Erklärung dieser wichtigen Veränderungen.

5.2 Die USA

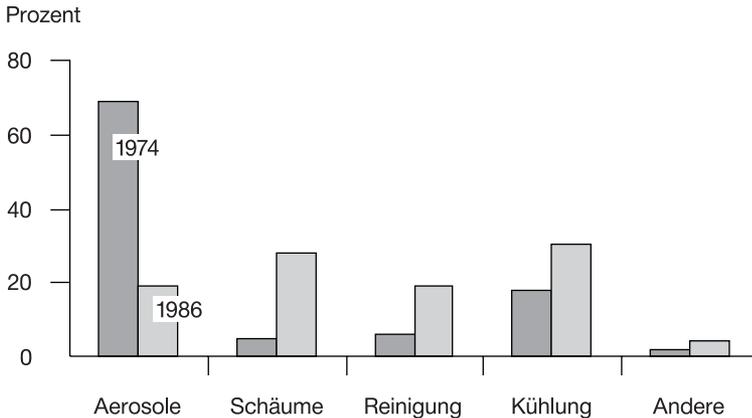
Das FCKW-Problem war zu Beginn der achtziger Jahre fast verschwunden; die Ozonprognosen nahmen von 1979 bis 1983 ständig ab. Dieser Schein trog jedoch: Die durch FCKW-Regulierungen reduzierten Aerosol-Anwendungen wurden auf anderen Gebieten überkompensiert, vor allem in Anwendungen auf dem Gebiet der Kunststoffverschäumung, der Kühlmittel und der Reinigungsmittel (Abbildung 5-2). 1984 waren die weltweiten Produktionsziffern wieder so hoch wie vor der ersten Regulierungswelle (Abbildung 5-3).

5.2.1 Die Gegenallianz

Die Gegenallianz in den USA formierte sich zu Beginn der achtziger Jahre neu. Präsident Reagan änderte die bisherige Umweltpolitik radikal und

7 »The leading producer of chemicals that destroy the earth's protective ozone layer has come out in favor of worldwide production limits« (*The Washington Post*, 10.10.1986).

Abbildung 5-2 Anwendungsbereiche von FCKW, weltweit, 1974 und 1988



Quelle: Du Pont

machte die schwierige ökonomische Lage zur obersten Priorität. Er sah staatliche Ausgaben für die Umwelt oder Belastungen für Unternehmen als hinderlich für einen ökonomischen Aufschwung. Seine Verachtung für ökologische Belange war berüchtigt, seine Ansichten darüber viel zitiert.⁸ Der Haushalt der EPA wurde von 1980 bis 1982 um fast 200 Mio. US-Dollar gekürzt (von 701 auf 515 Mio. US-Dollar), es fand ein Stellenabbau von über 20 Prozent statt. Der von Reagan reduzierte Umweltrat CEQ (von 60 auf 6 Mitglieder) folgte der neuen ökonomischen Philosophie.⁹ Durch Einführung von Kosten-/Nutzenrechnungen sollte die Wirkung aller Ausgaben im Umweltbereich vorher abgeschätzt werden.¹⁰ Das »Jahrzehnt der Umwelt« (das heißt die siebziger Jahre) hätte zwar viele Regulierungen und Kosten gebracht, aber keinen sozialen Nutzen (Vig/Kraft 1984: 21).

8 »You and I would live like rabbits if the EPA had its way.« Bäume und Pflanzen waren für ihn die Hauptursachen der Luftverschmutzung (Landy et al. 1994: 245; vgl. McGarity 1991).

9 Reagans Nachfolger Bush revidiert diese Kürzungen wieder, indem er während seiner Amtszeit das EPA-Budget um 50 Prozent und die Zahl der Mitarbeiter um 22 Prozent erhöht (Vig/Kraft 1994: 19).

10 »When the Reagan administration came into power, it had a strong popular mandate to change the role of government in the private affairs of households and firms. Within weeks after assuming the presidency, Ronald Reagan issued Executive Order No. 12291 requiring benefit-cost analysis for all new major regulations« (V.K. Smith 1984: vii).

Die neue Linie zur FCKW-Problematik verdrängte die im *Clean Air Act* enthaltene Klausel, eine zweite Regulierungsphase zu eröffnen, sollten weiterhin Bedrohungen für die Gesundheit bestehen. Die Position der USA lautet nun: Wir haben einen großen Beitrag zur Lösung des FCKW-Problems geleistet, indem wir 25 Prozent des Weltverbrauchs reduziert haben. Als globales Problem kann es nur durch internationale Kooperation gelöst werden (Roan 1989: 87–88). Ernsthaftige Bemühungen auf diesem Gebiet waren jedoch zunächst nicht beabsichtigt. Die neue Linie diente dem Spiel auf Zeit.

Die Gegenallianz bekam zu Beginn der achtziger Jahre so viel Oberwasser, daß sie die Regulierungsbefürworter zunehmend marginalisierte. Die frühen wissenschaftlichen Advokaten wurden zunehmend isoliert, sogar ihnen nahestehende Wissenschaftler versuchten, sie zum Ausstieg aus dem FCKW-Schwerpunkt zu bewegen (Interview 16). Rowland und ein NRDC-Vertreter fungierten als einsame »Leuchttürme« der Regulierungsbefürworter.¹¹ Die EPA erhielt fast keine Unterstützung für die beabsichtigte zweite Phase der Regulierungen. Unter den 2.300 Briefen, die die Behörde erhielt, befanden sich nur vier zustimmende (Roan 1989: 103).

In the early 1980s the ozone issue nearly completely disappeared in the US. One reason was that the public thought the issue was over because of the aerosol ban. The second reason was that science predicted no losses. The third reason was political: a hostile administration, and the perception within the environmental community that we had many bigger problems to address. (Interview 31)

Die FCKW-Produzenten reorganisierten sich. 1980 wurde die *Alliance for Responsible CFC Policy* gegründet, die gegenüber dem Kongreß und der EPA Lobbying betrieb. Sie orchestrierte einen Großteil der Flut von über 2.000 Briefen an die EPA, um die zweite Regulierungsphase zu verhindern. 1981 wandte sie sich gegen die noch in der Ära Carter ausgearbeitete Ankündigung (*Advance Note of Proposed Rulemaking*, ANPR) weiterer Regulierungen.¹² Unter anderen führte die *Alliance* folgende Gründe an (Roan 1989: 106ff.):

11 »For about two years I was literally the only environmentalist who followed the ozone issue«, sagt der damalige NRDC-Vertreter. Er verständigte sich mit den zuständigen Leuten bei der EPA, um den Druck auf die Industrie aufrechtzuerhalten. »There is a brief funny story of how alone I was. There was one hearing where industry was given a panel to present five witnesses. But I was the only one for the environmental case, but it would have been embarrassing to admit it. So I wanted to have 3, phoned my friends and said: I write you a testimony, all you have to do is to come and read it. And they came. That was the desperate period.«

12 In der sogenannten *Advance Notice of Proposed Rulemaking* teilt die Behörde Regulie-

Abbildung 5-3 Weltweite Produktion von FCKW 11 und 12



Quelle: AFEAS

- bisher wurde keine Ozonabnahme gemessen;
- der NAS-Bericht von 1979 wurde vielfach kritisiert – die wahrscheinliche Prognose über Ozonabbau muß halbiert werden;
- neue Studien würden zu einer weiteren Reduzierung der Prognosen führen;
- das Risiko des Zeitverlustes durch das Abwarten von Forschungsergebnissen sei vernachlässigbar.

Der EPA wurde vorgehalten, sie dürfe sich nicht auf das Aerosolverbot von 1978 berufen, da es keinen Präzedenzfall darstelle. Außerdem seien über eine Viertelmillion Kleinbetriebe auf die Verfügbarkeit von FCKW angewiesen. Der NRDC konnte dem nur entgegen, die Kosten einer Umstellung seien sehr viel leichter zu berechnen als der Nutzen. Der 1982 veröffentlichte

rungsziele mit, worauf eine Periode der öffentlichen Diskussion folgt.

NAS-Bericht halbierte die Prognose tatsächlich auf 5 bis 9 Prozent gegenüber dem vorigen Bericht:

Although the estimates were close to Rowland and Molina's original 7 to 13 percent prediction, the tone of the NAS report seemed to indicate that no crisis was imminent. It stated that there was no evidence of a decrease in ozone directly related to human activity. (Roan 1989: 109)

Die NAS konzentrierte sich in ihrem Bericht von 1983 auf neue chemische Reaktionen und deren Auswirkungen auf die Ozonschicht. Dieser Bericht wurde im Februar 1984 veröffentlicht und schätzte den Ozonverlust nur noch auf 2 bis 4 Prozent.

It is significant that the NAS reports have different titles: The 1982 report has »Causes and Effects of Stratospheric Ozone Reduction«, and 1984 »Causes and Effects of Changes in Stratospheric Ozone«. They were backing off a little bit on the word »reduction«. When you had no long-term reduction then you had no real strong argument for long-term controls. (Interview 16)

James Lovelock kommentierte den Stand der Dinge in der Zeitschrift *Environment* mit den Worten: »Had we known in 1975 as much as we know now about atmospheric chemistry, it is doubtful if politicians could have been persuaded to legislate against the emissions of CFCs« (Lovelock 1984: 26). Er betont, daß vermehrte UV-Strahlung auch gutartige Folgen habe, etwa für Krankheiten, die auf Vitamin D-Mangel zurückzuführen seien oder bei Multipler Sklerose. Lovelock fragt: »Now that we are at peace again, it seems worth asking: What were the benefits of the ozone war? Who won and who lost it?« Die Verlierer seien die Kleinunternehmer, die Gewinner die Wissenschaftler, die riesige Summen an Fördermitteln erhalten hätten. Dieses Geld wäre ohne den »Ozonkrieg« niemals verfügbar gewesen.

In the early days of this affair, I was repelled by the unbridled ambition of those who broke every rule of scientific conduct in their mad scramble for fame and funds. The cool excellence of this report suggests that the war was worthwhile, even if it was a messy and gaudy way to gain public support and money for scientific research. (Lovelock 1984: 26)

Ein Indikator für die geänderte Stimmung war der Beschluß der Firma Pennwalt, einer der großen US-Produzenten von FCKW, die Ausweitung einer Produktionsanlage im Wert von 10 Mio. US-Dollar vorzunehmen. In der Zeit von 1976 bis 1982 waren solche Investitionen praktisch nicht erfolgt (Roan 1989: 110).

5.2.2 Die Unterstützerallianz

Die Reagan-Regierung übergang nach ihrem Amtsantritt die Klausel des *Clean Air Act*, eine zweite Regulierung zu erlassen, falls weiterhin eine Gefahr bestehe. Es sah so aus, als ob eher die grundsätzliche Einschätzung geändert würde, wonach FCKW eine Gefahr darstellten, als daß entsprechende Maßnahmen ergriffen würden. Der NRDC stand in Kontakt mit Rowland, um die wissenschaftliche Argumentation aufzubauen.

Rowland had pointed out to me that even with the lower overall estimates of depletion there was still projected to be very significant ozone losses at high latitudes and at high altitudes. So our petition was predicated primarily on that argument from Rowland. It was about redistribution of ozone with unknown consequences. We could not make a direct case for UV-B, but still said: This is a very significant change in atmospheric chemistry. And that itself should be the basis for EPA to take some action. (Interview 31)

Der NRDC beriet sich auch Kontakt mit Behördenmitarbeitern innerhalb der EPA, die von einer zu frühen Klage abrieten.

Then the Reagan administration took off as if nothing happened. After two or three years NRDC brought a lawsuit to force the action that was supposed to follow from the finding. We were afraid the response of the Reagan administration would be to withdraw the finding that there was danger. But when the first group of appointees left in a cloud of scandal and new, more neutral people were put in, in 1983, we decided to go ahead with the litigation, because we figured they were too honest to revoke the finding that there was danger. (Interview 6)

Das Timing der Klage war innerhalb des Unterstützernetzwerkes zwischen EPA und NRDC erörtert worden. Ein ehemaliger NRDC-Mitarbeiter sagte dazu:

But they [die EPA-Leute] said to me: Don't bring a lawsuit now. But in 1983 they felt it would actually help them internally if I brought such a petition, so I did. I don't want to give the impression that they were just telling me what to do, but the accurate characterization of the situation is: We quietly discussed the situation behind the scenes at that time. But they deserve enormous credit since they kept the issue alive. (Interview 31)

Im Mai 1983 verklagte der NRDC die EPA wegen Verstoßes gegen den *Clean Air Act* von 1978. Die Klage hatte Erfolg. Die Behörde wurde verpflichtet, bis Ende 1987 neue Regulierungen zu erlassen (Parson 1993: 43).¹³

13 Die USA sollten eine unilaterale Beschneidung ihrer FCKW-Produktion vornehmen und

Nachdem EPA-Chefin Burford in einen politischen Skandal verwickelt war und im März 1983 zurücktrat, versuchte der neue Chef Ruckelshaus, die Zuständigkeiten für die Ozonfrage in der EPA neu zu organisieren (Roan 1989: 114). Seit der Novellierung des *Clean Air Act* lag die Zuständigkeit beim *Office of Toxic Substances*, das an seiner unter Burford entwickelten Linie festhielt, wonach weitere nationale Maßnahmen nicht vorgesehen waren, bevor nicht ein internationales Rahmenabkommen geschlossen wurde. Darüber gab es innerhalb der EPA eine Kontroverse zwischen dem *Toxics Office* und der Abteilung für internationale Aktivitäten. Ruckelshaus gelang es, diesen Streit dadurch zu beenden, daß er die Zuständigkeit dem *Office for Air and Radiation* übertrug, einer Abteilung, die das FCKW-Problem als Teil der Klimaproblematik ansah (ihr Abteilungsleiter war der Begründer des Klima-Programms der EPA). Die neue Linie sah vor, daß man auch auf internationaler Ebene wieder aktiver werden wollte. Vor dieser Wende hatten die Reagan-Hardliner, die auch die US-Delegation auf den internationalen Treffen stellten, unter der Hand die Position vertreten, die Vereinigten Staaten würden, hätten sie noch einmal zu entscheiden, das Aerosolverbot nicht wiederholen (Roan 1989: 115). Die Umorientierung der EPA wurde allerdings erst nach einer gewissen Zeit zur offiziellen Regierungsposition. Von September 1984 bis zur Festlegung der Verhandlungsziele für Montreal im Frühjahr 1987 wurde die Angelegenheit unterhalb der Regierungsebene verhandelt.

Die interne Kräfteverschiebung innerhalb der EPA hatte nicht nur nationale, sondern auch internationale Auswirkungen.¹⁴ Vor dieser Wende befanden sich die USA zeitweise zusammen mit der EG in einer Allianz gegen die Position der nordischen Länder, die strenge Maßnahmen forderten. Durch die Änderung der US-Position wird der EG ein mächtiger Verbündeter auf internationaler Ebene entzogen. Das »alte« Muster stellt sich wieder ein: hier die USA und die nordischen Länder, dort die EG.

Mit Ruckelshaus bekam die Regulierungsallianz neuen Auftrieb.¹⁵ Doch ein bloßes Auswechseln der Führung hätte wahrscheinlich nicht ausgereicht,

Handelsbeschränkungen gegenüber solchen Ländern erlassen, die keine Beschränkungen vornehmen. Dies scheint ein sanftes Druckmittel auf internationaler Ebene gewesen zu sein, obwohl es nicht so sehr eine akute Drohung als vielmehr ein Signal war, daß man es mit verschärften Regulierungen ernst meinte (Benedick 1991; Brodeur 1986; Parson 1993).

14 Dieser Abschnitt basiert im wesentlichen auf Cagin/Dray (1993).

15 Der zitierte NRDC-Aktivist erinnert sich: »He was considered quite honest. After he took over, we filed a petition (May 83) in which we said: Look, you made this finding in October of 1980 that a continued build-up of chlorine in the atmosphere represented a risk. Un-

um die neue Linie effektiv zu verfolgen. Wesentlich beteiligt an einer schnellen Änderung der EPA-Linie waren Angestellte, die ihre Pro-Regulierungsziele auch unter Burford unbemerkt weiter verfolgt hatten. Sie konnten dies offenbar deshalb tun, weil sie sich innerhalb der Hierarchie auf einer relativ niedrigen Stufe befanden. Außerdem köderten sie Regulierungsgegner mit einem Argument, das industriefreundlich aussah: Sie wiesen auf die Wettbewerbsnachteile hin, die aufgrund der im internationalen Vergleich strengen Regulierungen von 1978 entstanden waren:

It was easy for them to say internally – even in a Republican Administration – : »Our industry already had to do this, so it is in our competitive interest to make the European industry do this as well.« So there was economic justification to ask Europe to do this. (Interview 31)

Zum Jahreswechsel 1984/1985 traten zwei Personen ihre Ämter an, in denen sie entscheidenden Einfluß auf die weitere Entwicklung nehmen sollten. Ende 1984 wurde Richard Benedick zum Verhandlungsführer der USA bei den internationalen Verhandlungen in Sachen Schutz der Ozonschicht, im Januar 1985 Lee Thomas zum Chef der EPA ernannt. Benedick wurde im Vorfeld einer internationalen Bevölkerungskonferenz abberufen, weil er die US-Position zur Abtreibung nicht nachdrücklich genug vertreten hatte (Cagin/Dray 1993: 320f., 395f.). Er wurde in ein als »unwichtig« eingeschätztes Feld versetzt, also in die Ozonkontroverse gewissermaßen strafversetzt. Dies entbehrt nicht der Ironie, da sich gerade diese Frage 1987 zu einer der wichtigsten der internationalen Diplomatie entwickelte.

Lee Thomas führte die EPA unter dem von Ruckelshaus begonnenen Kurs fort, der drastische internationale FCKW-Reduktionen anstrebte. Im November 1986 wurde die EPA-Linie an die US-Botschaften gekabelt. Sie sah einen Zweistufenplan vor: zunächst konstante Produktionsziffern, gefolgt von einem langfristigen Ausstieg. Diese Position wurde innerhalb der Reagan-Administration in den folgenden Monaten mehrmals attackiert. Hauptargument der Regulierungsgegner war zunächst, daß EPA und State Department diese radikale Linie in einen Alleingang durchsetzen wollten (Cagin/Dray 1993: 320f.). Benedick, auf den diese Attacke gemünzt war, hatte jedoch im November 1986 die Position von verschiedenen anderen Behörden absegnen lassen, unter anderem vom *Department of Commerce and Energy*, dem CEQ, der NASA, der NOAA, dem *Office for Management and Budget* und dem *White House Domestic Policy Council*. Doch Vertreter

der the Clean Air Act you have to either change your finding, (and we were confident that the science was going against that), or you have to take action« (Interview 31).

der Ministerien *Interior, Commerce, Energy and Agriculture, Office of Science and Technology Policy, Office of Management and Budget* kamen schnell zur Auffassung, daß man für eine Entscheidung von dieser Tragweite eigentlich einen Kabinettsentscheid brauchte.

Die Regulierungsgegner in verschiedenen Ministerien begannen sich im Frühjahr 1987 zu formieren. Dazu begann eine Arbeitsgruppe des *Domestic Policy Council* (DPC) unter dem Vorsitz des *Office for Management and Budget* Ende März ihre Beratungen. Dies hatte zunächst die Konsequenz, daß die Linie für die internationalen Verhandlungen bis auf weiteres vom DPC festgelegt wurde. Konkret hieß dies, daß auf der anstehenden UNEP-Verhandlungsrunde Ende April 1987 in Genf nicht mehr als ein Einfrieren des Produktionsniveaus gefordert werden sollte.

Lee Thomas setzte sich schließlich im Frühjahr 1987 bei Gesprächen zwischen Vertretern verschiedener Behörden und Präsident Reagan durch, bei dem die offizielle US-Verhandlungsposition bestimmt wurde. Thomas verlangte als unmittelbares Reduktionsziel mindestens 50 Prozent, da er schätzte, daß die Industrie durch Recycling und andere Maßnahmen etwa 30 Prozent einsparen könne. Um einen Anreiz zu technologischen Innovationen zu schaffen, mußte die Ziffer deutlich höher sein (Cagin/Dray 1993: 331). Langfristig sollten die Chemikalien verboten werden. Der republikanische Senator Chafee und der demokratische Abgeordnete Max Baucus brachten ähnlich lautende Gesetzesvorlagen ein, in der unilaterale Regulierungen in Verbindung mit Handelsschranken gegen FCKW-haltige Produkte gefordert wurden.¹⁶

Entscheidende Unterstützung für die EPA kam von Außenminister Shultz, der sich öffentlich für ein internationales Protokoll einsetzte und den *Domestic Policy Council* dafür kritisierte, die vorbereitete US-Position ändern zu wollen. Präsident Reagan billigte schließlich die von EPA und Außenministerium entwickelte Linie: Die USA werden sich bei den internationalen Verhandlungen für eine Reduktion von 95 Prozent einsetzen, aber einem Kompromiß bei 50 Prozent zustimmen. Diese formale Entscheidung, die erst am 18. Juni 1987 fiel, deckte die von Benedick verfolgte Linie ab.

16 *Congressional Record, Proceedings of the 99th Congress, Second Session* (8.10.1986): »I recognize that unilateral action has both advantages and disadvantages. It would provide an early incentive for our domestic industry to begin work on producing alternative chemicals ... By passing legislation in the United States, we would get the jump on other nations which I am convinced are going to have to take action. It is my understanding that such chemical substitutes are possible, but would take approximately five years to develop and would cost consumers a few pennies more. This seems like a small price to protect the ozone layer« (Senator Chafee).

Einer der Hauptgründe dafür, daß die Benedick-Thomas-Linie sich durchsetzen konnte, war das ungeschickte Operieren der Regulierungsgegner. Während der Beratungen im Weißen Haus wurde ein Optionskatalog verfaßt, der schließlich Präsident Reagan zur Entscheidung vorgelegt werden sollte. Die von Innenminister Hodel formulierte Option sah statt FCKW-Regulierungen persönlichen Schutz vor: Hüte, Sonnenbrillen und Sonnencreme. Das eventuell erhöhte Krebsrisiko sollte auf individuell-persönliche Entscheidungen verlagert werden, eine Option, die öffentlich nicht haltbar war. Dieser Vorschlag geriet durch eine gezielte Indiskretion seitens der Regulierungsbefürworter in die Presse. David Doniger vom NRDC hörte von diesen Diskussionen und gab sie an Journalisten weiter, die zuerst an einen Scherz glaubten, weshalb sie in Hodels Büro um Bestätigung baten. Bestätigung bekamen sie nicht nur von dort, sondern auch vom Sprecher des Weißen Hauses und dem Wissenschaftsberater des Präsidenten, William Graham. Am 28. Mai 1987 berichtete die Presse, daß Hodel und Graham gegen eine Unterzeichnung eines internationalen FCKW-Abkommens seien, weil zu viele wissenschaftliche Unsicherheiten bestünden. Die *Washington Post* kam mit der Schlagzeile heraus: »Administration Ozone Policy may Favor Sunglasses, Hats«, und das *Wall Street Journal* titelte: »Advice on Ozone May be: Wear Hats and Stand in the Shade«. In diesem Blatt wurde Hodel mit den Worten zitiert: »People who don't stand out in the sun – it doesn't affect them.«¹⁷ Die Regulierungsgegner wurden in der Presse wegen ihres »idiotischen« Vorschlags der Lächerlichkeit preisgegeben. Dies setzte die Serie der schlechten Presse von *Irangate* bis *Contragate* fort.¹⁸

In der darauf folgenden öffentlichen Debatte, an der sich Präsident Reagan, der kurz zuvor selbst wegen Hautkrebs behandelt worden war, nicht beteiligte, gewannen die Befürworter deutlich an Unterstützung. Die Regulierungsgegner hatten sich lächerlich gemacht. Es blieb ihnen nichts anderes übrig, als das anspruchsvolle Ziel der EPA hinzunehmen. Die Konservativen mögen sich damit getröstet haben, daß es höchst unrealistisch schien, das anspruchsvolle Ziel international durchzusetzen.¹⁹

17 »I've heard Watson say that that wasn't quite what Hodel said. He was misquoted, but when asked confirmed it [lacht]. It had gotten so far along that they decided it was too embarrassing to back out. The people in the President's cabinet did not find out that the decision was being made until it was too late« (Interview 16).

18 Zur selben Zeit wurde publik, daß die Reagan-Regierung mit dem Iran Waffen gegen Geiseln getauscht hatte und die nicaraguanischen Contras mit dem Gewinn heimlich finanzierte. Shultz, der sich gegen diese Aktionen gewandt hatte, verfügte in dieser Periode über besonderen Einfluß im Kabinett.

19 Man muß sich vergegenwärtigen, daß damals die Vorstellung völlig abwegig war, eine

Der Verlauf dieser Kontroverse weist darauf hin, daß das Netzwerk der Regulierungsbefürworter (unterhalb der Regierungsebene) über längere Zeit hinweg auf eigene Faust operieren konnte. Die Regierung hatte das Ozonproblem ignoriert und ihm keine außenpolitische Priorität beigemessen. Dies zeigte sich auch daran, daß ein Verhandlungsführer ernannt wurde, der aus einem brisanten Gebiet herausgenommen und mit der Führung der Ozonverhandlungen beauftragt wurde, die ein vermeintlich geringeres Profil hatten. Hochrangige Mitarbeiter verschiedener Ministerien hatten die Wichtigkeit der Frage glatt übersehen. Als sie auf die Brisanz der Frage aufmerksam wurden, war es zur Umkehr zu spät.

5.2.3 Die Gegenallianz bröckelt

Du Pont wandelt sich vom Saulus zum Paulus

Das erste Anzeichen dafür, daß Du Pont seine Linie überdenkt, kam im September 1986. Joseph Glas, Chef von Du Ponts Freon-Abteilung, erläuterte den geänderten Standpunkt der Firma in einem Brief an die Kunden. Darin hielt er es für möglich, daß FCKW sowohl mit dem antarktischen Ozonloch als auch mit der globalen Ozonabnahme in Verbindung stehen können. Außerdem sei es möglich, daß FCKW ein Treibhausgas seien. Da der FCKW-Verbrauch weltweit ansteige, sei es an der Zeit, Vorsorgemaßnahmen zu ergreifen.²⁰

Because of the new questions and concerns, the inability of science to define a safe, sustainable emissions growth rate for CFCs, and the facts that resolution of these and other uncertainties is not likely in the near term, we have concluded that it would now be prudent to take further precautionary measures to limit CFCs worldwide while science works to provide policymakers with better guidance.²¹

Entgegen der Linie anderer Hersteller deutete man an, daß man mit Regulierungen leben könne, weil dann Erstzstoffe rentabel würden. Die *Alliance for*

ganze Klasse von industriell produzierten Chemikalien durch internationale Maßnahmen zu verbieten. Ich danke Konrad von Moltke für diesen Hinweis.

20 Verschiedene Konzentrationsmessungen (die vor allem von individuellen Wissenschaftlern des Unterstützernetzwerkes durchgeführt wurden, siehe Kapitel 3) zeigten bereits 1982, daß die Weltproduktion von FCKW wieder angestiegen sein mußte. Bevor dies offiziell bestätigt wurde, vergingen fast zwei Jahre, da die Aufstellung von Produktionsdaten aus wettbewerbsrechtlichen Gründen in einem komplizierten Verfahren von Treuhändern vorgenommen wurde.

21 Brief von Joseph P. Glas an Freon-Kunden, 26.9.1986 (zit. bei Cagin/Dray 1993: 303).

Responsible CFC Policy schloß sich an – eine völlige Kehrtwendung der US-Produzenten, hatte Du Pont doch im Jahr zuvor noch eine Erweiterung der FCKW-Kapazitäten in Japan angekündigt. Bis dato wurde argumentiert, daß Regulierungen nicht legitimierbar seien, solange das Wissen nicht sicher sei; nunmehr wird gerade die wissenschaftliche Unsicherheit als Argument für Regulierungen angeführt.

Welches waren die Gründe für das Umschwenken von Du Pont? Dieser außergewöhnliche Schritt war Anlaß zu mancher Spekulation. Im Lichte der verfügbaren Tatsachen ergibt sich folgende Rekonstruktion:

1. Im Gegensatz zu anderen Firmen hatte sich Du Pont bereits 1975 in öffentlichen Erklärungen dazu verpflichtet, die Produktion von FCKW einzustellen, falls sich der Verdacht der Gefährlichkeit dieser Stoffe bestätigen ließe. Damit war zwar noch nicht gesagt, daß Du Pont sich an dieses Versprechen hält; es ist auch nicht klar, welche Art von Beweisen dafür als ausreichend angesehen werden. In der Tat verteidigte Du Pont seine Position über zehn Jahre lang, gleichgültig, wie die »Beweislage« aussah. Die Selbstbindung übte also keinen direkten Einfluß auf die Firmenpolitik aus. Sie liefert aber eine öffentlichkeitswirksame Begründung für den Fall, in dem man es für opportun hält, sich des Versprechens zu entsinnen. Von 1974 bis 1986 war Du Pont in den USA der aktivste Akteur der Gegenallianz, der immer Lücken in der Beweiskette der FCKW-Kritiker sah, um die eingeschlagene Linie fortzusetzen. Eine Änderung der Linie wird allerdings erleichtert, wenn sie ohne allzu großen Gesichtsverlust zu haben ist. Genau dafür war das öffentliche Versprechen geeignet, und das Timing war dem angemessen: Die Wende erfolgte nach der Veröffentlichung wissenschaftlicher Ergebnisse.
2. Selbst bei relativ »weichen« Maßnahmen würde das Wachstum der Branche begrenzt, was für die Industrie nicht gerade verlockend war. Der Direktor der *Alliance for Responsible CFC Policy* brachte es auf die Formel: »A business with no growth potential is a lousy *business* to be« (zit. in Cagin/Dray 1993: 308). Du Ponts Kalkül bestand darin, daß im Falle der Unvermeidlichkeit von Regulierungen Alternativstoffe für alle Hersteller verbindlich werden, womit sich die Frage nach der Marktfähigkeit nicht mehr in dieser Schärfe stellte. Die wichtige Frage für Du Pont war: Wie wahrscheinlich sind neue Regulierungen? Und: Welche Optionen haben wir im Vergleich zu anderen FCKW-Herstellern?
3. Die Wahrscheinlichkeit von Regulierungen nimmt mit einer entsprechenden Positionsänderung eines großen FCKW-Produzenten zu, da durch einen solchen Schritt den FCKW-Verteidigern gleich zwei wesentliche

Ressourcen entzogen werden: einmal die angebliche Unmöglichkeit, gleichwertige Ersatzstoffe in relativ kurzer Zeit rentabel produzieren zu können, und zum anderen das dadurch bewirkte implizite Eingeständnis, daß dem Widerstand gegen die Molina-Rowland-Hypothese nunmehr die Grundlage fehlt, die MRH offen oder stillschweigend akzeptiert wird. Da Du Pont weltweit den Kampf gegen die FCKW-Kritiker am massivsten geführt hat und zur öffentlichen Symbolfigur in diesem Kampf wurde, ist seine Entscheidung gewichtiger als die irgendeines anderen Herstellers. Sein Ausstieg *muß* einen Dominoeffekt auslösen. Wenn Du Pont davon abläßt, FCKW zu verteidigen, welche Gründe sollten andere dann noch haben?²²

The Importance of Being Du Pont

1986 nahm Du Pont die 1980 eingestellten Forschungs- und Entwicklungsarbeiten auf dem Gebiet der Ersatzstoffe wieder auf. Die Ausgaben für das neu aufgelegte Programm betrugen 5 Mio. US-Dollar im Jahr 1986, 10 Mio. US-Dollar im Jahr 1987 und 30 Mio. US-Dollar im Jahr 1988. Zum Vergleich: Von 1976 bis 1980 gab man 3 bis 4 Mio. US-Dollar pro Jahr für Ersatzstoffforschung aus (Reinhardt 1989). Glaubt man diesen Zahlen, so hatte Du Pont 1986 keine fertig entwickelten Ersatzstoffe in den Regalen stehen. Dies ist eine beliebte Ad-hoc-»Erklärung« im sozialwissenschaftlichen Ozondiskurs, die sich bei näherem Hinsehen als Mythos herausstellt.

Wie stand es um den technologischen Vorsprung Du Ponts wirklich? Hier ist eine gehörige Portion Skepsis angebracht. Ein Blick in Fachzeitschriften der chemischen Industrie zeigt, daß alle FCKW-Hersteller mit folgenden Problemen konfrontiert waren:

- es gab in keinem Bereich eine hundertprozentige Substituierbarkeit;
- die als Alternativen identifizierten Stoffe mußten (zum Teil langzeit-)toxikologische und ökologische Testverfahren durchlaufen, bevor sie zugelassen werden konnten;

22 »From the standpoint of the bulk of the atmospheric science community, the controversy was sort of over by mid-1988. At the end of March [1988] the Du Pont company said they were going to get out [of CFCs]. That pulled the plug on all of the industrial arguments that we don't know enough. »But if the Du Pont Company knew enough, why don't you?« – is the question to the other companies, so they pulled out, too« (pers. Mitteilung Rowland). Andere Akteure wurden von der Entscheidung Du Ponts beeinflusst, was die Glaubwürdigkeit der Regulierungsbefürworter immens erhöhte.

- geeignete Produktionsverfahren für die möglichen Ersatzstoffe mußten entwickelt werden.²³

Der erste Punkt wirft ein neues Licht auf die beliebte Oligopolthese, da es im Wettbewerb um Ersatzstoffe auch Wettbewerber gab, die von außerhalb der chemischen Industrie kamen. In Anwendungen, in denen bisher ein FCKW zum Einsatz kam, waren mehrere Alternativen möglich, so auch nichtchemische Produkte.²⁴ Das heißt, es ging für die FCKW-Hersteller zunächst einmal darum, so weit wie möglich im Geschäft zu bleiben. Dazu kam, daß die Ergebnisse der Tests abgewartet werden mußten, bevor man massiv in neue Anlagen zur Produktion der Ersatzchemikalien investieren konnte. Die Industrie nutzte die Zwischenzeit zum Bau von Pilotanlagen, um die Substituierbarkeit, technische Beherrschbarkeit und Kundenakzeptanz zu testen. Dazu gründeten die Hersteller verschiedene Forschungsverbände, um die Forschung zu koordinieren. 1988 sah es so aus, als ob Du Pont als erster Produktionsanlagen für R 134a errichten würde und bei positiven toxikologischen Testergebnissen 1992 in die Großproduktion gehen könnte.²⁵ Im Jahr darauf wird bekannt, daß die US-Firma Allied-Signal ab Ende 1991 in einer neuen Anlage R 141b produzieren könne (als Ersatz für R11 im Anwendungsbereich der Kunststoffverschäumung und als Lösungsmittel). Kali kooperiert mit einer britischen Firma beim Bau einer Pilotanlage für R 134a und R 123, um die Marktreife der Produkte zu beschleunigen. Bereits am Markt war die Pennwalt Corp. mit einem Gemisch für Kühlzwecke. 1990 nimmt Imperial Chemical Industries (ICI) die weltweit erste großtechnische Anlage zur Herstellung von R 134a in Betrieb.

Die Hersteller verfolgten verschiedene Optionen, ohne über die Profitabilität gesicherte Annahmen zu besitzen. Deshalb ist die Vorstellung unrealistisch, wonach es einen Hersteller (Du Pont) gegeben hätte, der aufgrund eines technologischen Vorsprungs eine marktdominierende Stellung erkämpfen

23 Dies trifft nicht zu für R 22, das schon lange vor Montreal im Einsatz war.

24 1989 schätzte ein Hoechst-Sprecher folgende Substitutionspotentiale: im Kältebereich 80%, bei der Wärmedämmung 25%, bei Aerosolen 5%, bei der Reinigung 30% und bei Weichschaum 0% (*Europa Chemie*, Heft 13/89, 206). Du Pont schätzte im selben Jahr folgende Zahlen: Ersatz durch HFCKW und HFKW 30 beziehungsweise 9%, Wiederverwendung 25% und »Fremdhersteller« 32%. Vier Jahre später hatten sich die Schätzungen zuungunsten der Ersatzstoffe gewandelt: Du Pont sah nur noch je 11 und 15% für HFCKW und HFKW, 29% für Wiederverwendungen, aber 49% »Fremdhersteller«. Mittlerweile zeigt sich, daß es zum Aufbau von Überkapazitäten und damit zu einem Preisverfall bei HFKW gekommen ist (Brack 1996: 31).

25 Alle Informationen nach *Europa Chemie* und *Chemische Industrie* (Jahrgänge 1988–1990).

wollte und dies durch geheime Forschung auf dem Gebiet der Ersatzstoffe angestrebt hätte.²⁶ Dies war weder 1986 noch 1988 realistisch und läßt sich auch im Rückblick nicht bestätigen.²⁷

Du Pont hat sich nicht deshalb für internationale Regulierungen eingesetzt, weil sie bereits über Ersatzstoffe verfügte. Das ökonomische Eigeninteresse hat zweifellos eine Rolle gespielt, wenn auch in anderer Form als es die mythische Ersatzstoffthese glauben machen will. Entscheidend ist der Zeithorizont, auf den sich die strategischen Firmenentscheidungen beziehen. Du Pont verfolgte eine Langzeitstrategie, wie folgende beiden Punkte zeigen.

Die FCKW-Hersteller der USA litten Anfang der achtziger Jahre unter einem Preisverfall bei F11 und F12, Überkapazitäten und Rationalisierungsproblemen. Nach der ersten Regulierungsphase hatte Du Pont ein Drittel seines FCKW-Geschäfts verloren.²⁸ Die Firmen Du Pont, Allied und Pennwalt schlossen je eine Anlage zur Produktion von F 11/12 nach dem Aerosolverbot (Reinhardt 1989: 10–12). Bei Du Pont gab es Versuche zur Kostensenkung, Rationalisierung und Rückwärtsintegration, die in einer neuen Produktionsanlage in Texas geleistet werden sollte. Du Pont schrieb diese Investitionen schnell ab, war aber mit anderen Rationalisierungsmaßnahmen einigermassen erfolgreich, so daß die Firma 1987 ein Niedrigkostenhersteller von FCKW werden konnte. Zur Zeit des Montrealer Protokolls verzichtete Du Pont auf eine kurzfristige Profitmaximierungsstrategie, um preisbewußte Kunden nicht völlig vom Markt zu verdrängen. Diese wollte man für eine spätere Umstellung auf Alternativstoffe gewinnen. »If we show them, we

26 Der *New Scientist* berichtete im April 1987 über diese Frage, daß die US-Firmen keinen technologischen Vorsprung besaßen, und alle großen FCKW-Hersteller Patente für die aussichtsreichsten Ersatzstoffe angemeldet hatten: »EEC sources say that American companies, including Du Pont, are ahead in the search for replacements and would benefit commercially from the US's proposals. Du Pont denies this. So does its chief competitor, ICI. »No one can have a replacement for CFC 11 and 12 on the market before five, or more likely ten years«, says Peter Hollins, ICI's business manager for halomethanes« (*New Scientist*, 23.4.1987: 22; vgl. auch Umweltbundesamt 1989: 34). Im selben Artikel erfährt man auch, daß ICI, Du Pont und andere Firmen sich den Alternativstoff R 134a haben patentieren lassen und daß R 22 schon 1936 erfunden wurde. Damit läßt sich die These vom technologischen Vorsprung nicht aufrechterhalten.

27 »I also do not have the impression that Du Pont had such a big lead in alternatives at the time. Back in the period 1977 to 1979, each of the major companies (Du Pont, Allied, ICI, perhaps Hoechst) obtained patents on particular methods for making some of the likely substitutes... [The Du Pont decision to phase out] doesn't sound to me like a decision made because they thought that they had competitive advantage – although they may also have felt that they were in a good position« (Interview 16).

28 Noch größer waren die Verluste für die kleineren Produzenten, die keine Ausweichmöglichkeiten auf andere Produkte (F 22, 113) oder andere Länder hatten.

have a leadership position in alternatives, then they see that as a contribution to their current business«, sagte ein Du Pont Manager (zit. bei Reinhardt 1989: 12). Du Pont versucht, durch seine Bereitschaft zum Ausstieg aus FCKW Firmenreputation zu pflegen, besonders verantwortungsvoll zu handeln und erstklassige Wissenschaft zu betreiben: »The chemical industry in Wilmington has always had a culture that emphasizes scientific credibility. They feel they do world class science« (Interview 31). Die Ankündigung, sich aus dem Geschäft zurückzuziehen, ist ein Signal an die Kunden und die breite Öffentlichkeit. Rivalen Du Ponts könnten dadurch versucht sein, in die Bresche zu springen und von diesem Rückzug zu profitieren, was Du Pont bekannt gewesen ist und keine große Sorgen bereitete (Interview 16).

Andere FCKW-Hersteller orientierten sich in der Tat an einer kurzfristigen Planung und versuchten mit ihren Anlagen, die in Kürze wahrscheinlich obsolet würden, so viel wie möglich an kurzfristigen Profiten hereinzuholen. Du Ponts langfristige Orientierung war riskanter. Rückblickend hat sich die Umstellung nicht unbedingt gelohnt:

But clearly the industry who is making CFCs has a small share of the market now with the replacements, so they are not making as much money as they could have made if the CFCs had not been regulated, considering the world expansion. (Interview 13)

Der wichtigste Grund für die Änderung der langfristigen Firmenpolitik lag jedoch darin, daß man selbst bei einem Scheitern der internationalen Regulierungsversuche mit unilateralen US-Regulierungen rechnete oder gar mit gerichtlichen Klagen von Hautkrebspatienten, die gegen die Verursacher Schadensersatzklagen führen konnten (Roan 1989: 193). Ende 1986 veröffentlichte die EPA eine Studie, in der geschätzt wurde, daß in den USA in den nächsten 88 Jahren 40 Millionen Hautkrebsfälle und 800.000 Krebstote aufgrund der Zerstörung der Ozonschicht zu erwarten seien (*New York Times*, 5.11.1986). Wie verschiedene Dermatologen bei Regierungsanhörungen im Frühjahr 1987 feststellten, lag die Wahrscheinlichkeit Hautkrebs zu bekommen, im Jahr 1930 bei 1:1.500, heute bei 1:135 und werde Ende des Jahrhunderts auf 1:90 steigen (Cagin/Dray 1993: 324f.; *Washington Post*, 31.3.1987). Die Zahl der an Melanoma neu Erkrankten habe sich von 1980 bis 1989 verdoppelt.

Etwa zu dieser Zeit widmete sich die RAND Corporation in einer Studie dem Problem der Entscheidung unter Unsicherheit. Es wird gesehen, daß aus Mangel an Vergleichsfällen keine Wahrscheinlichkeit berechnet werden kann, weshalb das klassische Risikokalkül versagt. »The probability must be

estimated by policy makers, relying on the best available scientific evidence.« Worin besteht aber die wissenschaftliche Evidenz? Der Autor der Studie weist darauf hin, daß dafür keine genaue Wahrscheinlichkeit des Ausmaßes der Ozonzerstörung nötig ist, sondern nur ein Schwellenwert (»cut-off level«) über die Wahrscheinlichkeit von notwendigen Maßnahmen. Die RAND-Studie argumentiert, daß dieser Wert zwischen 30 und 50 Prozent liege.

If policy makers believe the chance that significant emission controls will be required in the foreseeable future exceeds 50 percent, adopting additional regulations now appears to be a good investment. If they perceive the chance to be less than 30 percent, immediate regulations look like a poor investment.²⁹

Das mathematische Kalkül gibt nicht viel mehr her als eine Daumenregel. Handlungskriterium ist die von Politikern *wahrgenommene Wahrscheinlichkeit künftiger Regulierungen*, nicht jedoch die Wahrscheinlichkeit von Gefährdungen. Als unabhängige wissenschaftliche Handlungsempfehlung kann eine solche Aussage kaum dienen. Politiker können in dieser Situation allerdings das Prestige von RAND ausbeuten, da in der Öffentlichkeit der Eindruck entsteht, als ob auch RAND Kontrollmaßnahmen empfehle.

Liest man die RAND-Stellungnahme als Handlungsempfehlung für FCKW-Produzenten und ersetzt die Vokabel »policy maker« durch »executive board«, dann wird schnell klar, in welcher Situation sich Du Pont 1986 befand. Es war in der Tat ratsam, Regulierungen zu antizipieren, zumal die Wahrscheinlichkeit künftiger Maßnahmen mindestens 50 Prozent betrug.

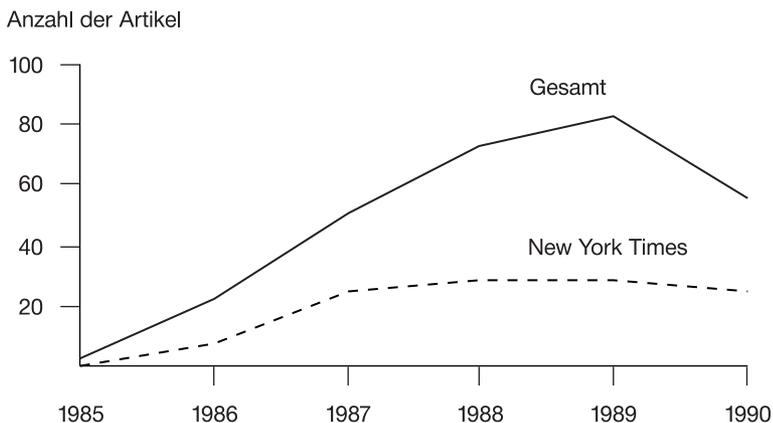
5.2.4 Die Medien

1985 existierte das Problem der Ozonschicht für die amerikanische Öffentlichkeit praktisch nicht, 1986 gab es über zwanzig Artikel in der nationalen Presse, im Jahr darauf mehr als doppelt so viele. Diese Wachstumsraten zeigen, welch schlagartig veränderte Aufmerksamkeit durch die Entdeckung und Diskussion des Ozonlochs erzeugt wurde (Abbildung 5-4).

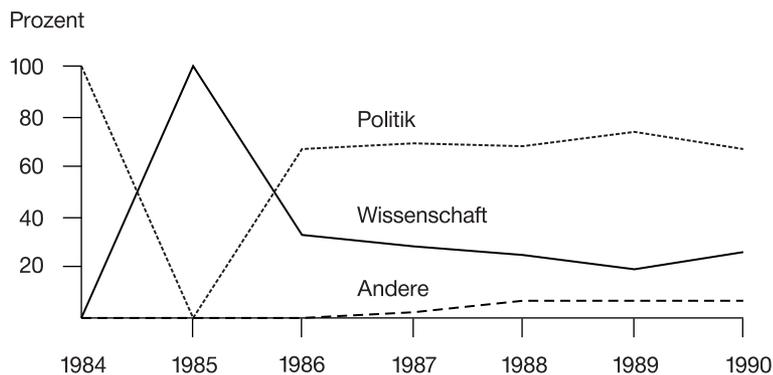
Schlüsselt man die Presseberichte nach den verschiedenen Anlässen der Berichterstattung auf, so zeigt sich, daß wissenschaftliche und politische Anlässe der Berichterstattung sich abwechseln. Interessanterweise wird die Politik nach der Entdeckung des Ozonlochs häufiger zum Anlaß der Berichterstattung als die Wissenschaft (Abbildung 5-5).

29 »Ozone Depletion: Probability Is All We Have« (*The Wall Street Journal*, 19.6.1987).

Abbildung 5-4 Medienaufmerksamkeit in den USA, 1985 bis 1990



Ausgewertete Zeitungen: New York Times, Washington Post, Financial Times

Abbildung 5-5 Anlässe der US-Medienberichterstattung, 1984 bis 1990^a

- a Die Kategorie »Wissenschaft« enthält folgende Punkte: Nachrichten über Ozonabbau, über empirische Forschung, über wissenschaftliche Symposien und wissenschaftliche Ergebnisse. Die Kategorie »Andere« enthält den Treibhauseffekt, Umweltschutz und FCKW-Alternativen.

Als Sprecher der Befürworterallianz treten nach der Entdeckung des Ozonlochs neben Rowland und Molina vor allem folgende Akteure in den überregionalen US-Printmedien in Erscheinung: Lee Thomas (EPA-Chef), Richard Benedick (Verhandlungsführer, Außenministerium), Mostafa Tolba (UNEP-Direktor), Robert Watson (NASA), David Doniger (NRDC) und Michael Oppenheimer (*Environmental Defense Fund*). Auch andere Akteure äußern sich besorgt, vor allem über das antarktische Ozonloch.³⁰

Hervorzuheben ist die immens gestiegene Aufmerksamkeit des *Wall Street Journals* und der *Washington Post*. Alle drei großen Tageszeitungen berichten zu fast gleichen Anteilen über die Thematik, wobei die *New York Times* mit über einhundert Artikeln weiter führend bleibt. Der Aufmerksamkeitsgipfel aller drei Tageszeitungen liegt im Jahr 1989 (Abbildung 5-6).

5.3 Die EG

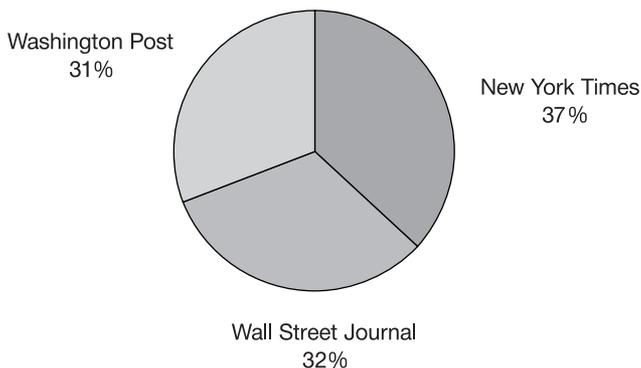
Huber und Liberatore (1993) unterscheiden drei Phasen in der Politik der Europäischen Gemeinschaft:³¹ In der ersten defensiven Phase (1977 bis 1983) betreibt sie eine Politik des Status quo; in der zweiten, aktiven Phase (1984 bis 1987) beteiligt sie sich an den internationalen Aktivitäten,³² die schließlich zu ersten verbindlichen Schritten führen. In der dritten Phase (nach 1988) betreibt sie die Verschärfung der bereits erreichten Regulierungen. Die Festlegung der politischen Linie der EG erfolgte durch das Europaparlament, den EG-Rat, den Wirtschafts- und Sozialausschuß (WSA) und die EG-Kommission. Das EG-Parlament favorisiert progressive (Vorsorge-) maßnahmen, der WSA ist eher industriefreundlich. Die Thematik berührte zwei verschiedene Politikbereiche innerhalb der EG (Umweltpolitik und Handelspolitik), in denen unterschiedliche Mehrheitsregeln galten. In der Umweltpolitik war Einstimmigkeit gefordert, in der Handelspolitik eine qualifizierte Mehrheit. Erst mit der Verabschiedung der Einheitlichen Europäischen Akte im Jahr 1987 bekam die EG ein Umweltmandat (Beutler et al. 1993: 510). Neben diesen institutionellen Faktoren muß daran erinnert werden, daß die

30 Ein Wissenschaftler der *National Science Foundation* sagt über das gegenüber 1988 gewachsene Ozonloch von 1989: »It's terrifying. If these ozone holes keep growing like this, they'll eventually eat the world« (*New York Times*, 23.9.1989).

31 Dieser Abschnitt basiert auf Huber/Liberatore (1993) sowie Jachtenfuchs (1990).

32 »Aktiv« ist insofern ein Euphemismus, als die EG bis 1987 nicht bereit ist, massiven FCKW-Reduktionen zuzustimmen; siehe auch Haigh (1992: 245).

Abbildung 5-6 Relativer Anteil dreier US-Printmedien an der Berichterstattung zur FCKW-Ozon-Problematik, 1985 bis 1990



Quelle: eigene Erhebung

EG in den internationalen Verhandlungen eine Politik verfolgte, die neben den substantiellen Fragen auch die Akzeptanz der EG als eigenständiger Einheit auf dem internationalen Parkett durchsetzen wollte. Daraus ergaben sich im Verlauf der internationalen Verhandlungen Komplikationen.

5.3.1 Die defensive Phase

Im August 1977 schlug die EG-Kommission eine Ratsempfehlung vor, die berücksichtigt, daß es internationale Regulierungsbemühungen und bereits erfolgte freiwillige Maßnahmen auf nationaler Ebene gab. Man war sich des FCKW-Problems bewußt und fühlte, daß etwas getan werden mußte. Die Kommission vertrat die Ansicht, daß sich unter Berücksichtigung der Datenlage keine Risikoabschätzung vornehmen ließ. Sie schlug deshalb die Kontrolle der Produktionskapazitäten der EG vor, wodurch größere ökonomische oder soziale Auswirkungen vermieden werden sollen. Konkret wurden vier Dinge vorgeschlagen:

- die Koordination der Erforschung technischer Aspekte auf EG-Ebene;
- die Aufforderung, Ersatzstoffe für F11 und F12 zu entwickeln;
- die Leckage dieser Stoffe zu vermeiden und
- keine Ausweitung der Produktionskapazitäten zuzulassen.

Diese Empfehlung wurde vom WSA und vom Europäischen Parlament im September 1977 kommentiert. Der WSA begrüßte die Empfehlung und wies darauf hin, daß sie keine Rechtskraft habe. Die großen Unsicherheiten würden eine abwartende Haltung nahelegen, zumal nur ein geringer Ozonabbau erwartet werden könne. Trotzdem sollten Vorsorgemaßnahmen ergriffen werden, da die Entwicklung von Ersatzstoffen eine lange Vorlaufzeit benötigen. Eventuelle Maßnahmen sollten Wettbewerbsverzerrungen innerhalb der Gemeinschaft ausschließen. Das Europäische Parlament hingegen zog rechtlich bindende Formen (Richtlinie oder Ratsentscheidung) vor und befürwortete weitergehende Maßnahmen im Aerosolbereich, um die fortschrittliche US-Position einzuholen.

Im Mai 1978 erließ der Rat einen Beschluß über »FCKW in der Umwelt«, der im wesentlichen dem Vorschlag der Kommission folgt und vorsah, daß die Produktionskapazität nicht erhöht und die Forschung koordiniert werden soll. Danach sollten die UNEP den internationalen Prozeß verantwortlich führen und die Hersteller Ersatzstoffe entwickeln. Ein Jahr später unterbreitete die Kommission eine neue Empfehlung, die die Ergebnisse der internationalen Konferenz von München im Dezember 1978 aufgriff. Darin wurde eine Reduktion im Bereich der Aerosole von 30 Prozent angepeilt (Basisjahr 1976). Europaparlament und WSA stimmten dieser Empfehlung zu, wobei der WSA ausdrücklich festhielt, daß weitergehende Reduktionen nicht realisierbar seien. Im März 1980 erfolgte eine rechtskräftige Entscheidung des Rates, die keinen Ausbau der Kapazitäten erlaubte und eine 30-Prozent-Reduktion des FCKW-Verbrauchs bei Aerosolen vorsah. Innerhalb eines Jahres sollte auf Basis neuer ökonomischer und wissenschaftlicher Daten darüber neu befunden werden. Die Implementierung beider Maßnahmen erfolgte ohne große Probleme, da sie sich aufgrund der Marktentwicklung (Rezession) ohnehin ergaben.

Im Juni 1980 erklärte die Kommission, daß es signifikante Unterschiede zwischen Ergebnissen amerikanischer und britischer Forscher gebe. Während die US-Forscher eine Ozonabbaurate von 16,5 Prozent für wahrscheinlich hielten, meldeten die Briten Zweifel an der Gültigkeit der Hypothese an.

In Europe the governments did not like the Americans to tell them what to do, so there was some research going on. These governments were hoping that science would find different results than those in the US. So there was always a little bit of tension. (Interview 41)

Zu jener Zeit war die Kommission der Auffassung, daß FCKW bislang keine Auswirkungen auf die Ozonschicht gehabt haben. Im Jahr darauf werden die

Ergebnisse eines von der DG XII veranstalteten wissenschaftlichen Workshops aufgenommen, die den Ernst der Problematik unterstrichen.³³ Sowohl künftiger Ozonabbau als auch neue Anwendungsgebiete für FCKW gaben Anlaß zur Sorge. Man hielt jedoch eine Änderung der gegenwärtigen Politik für nicht angebracht. Die Kommission forderte Produktionsdaten, um die Kapazitätskontrolle einzuhalten. Der WSA hielt die wissenschaftlichen Unsicherheiten nach wie vor für groß, weshalb weitere Messungen und Beobachtungen durchgeführt werden sollten. Das Europaparlament sah in den vorgeschlagenen Maßnahmen das Minimum und wollte darüber hinaus Konsumenteninformation betreiben, um die Gemeinschaftsziele zu erreichen.

5.3.2 Die aktive Phase

Nachdem die USA 1983 ihre Position geändert hatten und den Vorstoß der nordischen Staaten (weltweites Aerosolverbot) unterstützten, verlor die EG einen mächtigen Allianzpartner und mußte reagieren. Die Reaktion war zunächst eine Wiederauflage der alten Strategie in Richtung einer Beschränkung der Produktionskapazitäten. Wie gesagt, dies war die Absicht einer *künftigen* Produktionsbeschränkung, da die Kapazitäten zum damaligen Zeitpunkt nicht ausgelastet waren. Dennoch bedeutet ein Maßnahmenvorschlag immer, daß die Existenz eines Problems eingestanden wird. Hat man aber einmal eingestanden, daß ein Problem besteht, ist es für eine prinzipielle Umkehr meist zu spät.

Im Oktober 1984 äußerte sich die Kommission zu den internationalen Verhandlungen im Vorfeld der Wiener Konvention. Zunächst ging es um den Status der EG, die als eigenständiger Akteur unterzeichnen wollte, was von anderen Staaten skeptisch aufgenommen wurde. Die EG verfolgte die Anerkennung als regionale Wirtschaftseinheit (*Regional Economic Integration Organization*, REIO) als politisches Ziel.³⁴ Die USA stellten sich gegen die EG-Aspirationen, vor allem weil sie befürchteten, daß die angestrebte Regelung einzelnen Mitgliedsstaaten zu große Spielräume offen lasse, da eine Reduktion der gesamten EG-Produktion mit einer Produktionsausweitung von einzelnen FCKW-Herstellern durchaus kompatibel sein könne, was zu

33 Teilnehmer des Workshops waren unter anderen Cicerone, Rowland, Watson, Lovelock und Crutzen.

34 Das Europäische Umweltbüro in Brüssel warf der Kommission vor, eine mögliche Konvention dadurch zu gefährden, weil die EG-Integration über das Ziel des Schutzes der Ozonschicht gestellt würde (Jachtenfuchs 1990: 264).

Tabelle 5-1 Die wichtigsten europäischen FCKW-Hersteller und ihre Produktionskapazitäten (absolut und relativ, bezogen auf die EG) um 1980

Land	Hersteller	Produktionskapazität (t/Jahr)	Anteil in %
Großbritannien	ICI, ISC	150.000	21,5
BR Deutschland	Hoechst, Kali	128.000	18,3
Frankreich	Atochem	125.000	17,9
Italien	Montefluos	80.000	11,5
Niederlande	DuPont, Azko	77.000	10,9
Spanien	Atochem, Kali	66.000	8,9

Quelle: Huber/Liberatore 1993; Greenpeace 1989

internationalen Wettbewerbsverzerrungen führe. Die EG setzte sich allerdings mit ihrer Position durch. Zum ersten Mal konnte die EG zur Vertragspartei in einem »gemischten« internationalen Abkommen werden, das von keinem der Mitgliedsstaaten unterzeichnet werden mußte (Jachtenfuchs 1990: 264ff.; siehe auch Temple Lang 1986). Dies gelang der EG vor allem deshalb, weil den USA klar wurde, daß die EG-Position Ausdruck einer gemeinsamen Position in Europa war, also auf einer positiven Koordination (Scharpf 1993a) beruhte. Dies bedeutete, daß kein Manövrierraum für einzelne Länder offen gelassen wurde. Teil dieser gemeinsamen Position war ja gerade die umstrittene Klausel (nämlich Stimmrecht zu bekommen), weshalb die USA nur die Wahl hatten, der EG-Position als Ganzer zuzustimmen und ihr zu vertrauen oder sie (als unglaubwürdig) abzulehnen. Die Wiener Konvention wurde schließlich sowohl von der Kommission als auch von einigen Mitgliedsländern unterzeichnet.

Im Dezember 1986 wurden in Genf neue Verhandlungen über einen Maßnahmenkatalog (Protokoll) begonnen. Das Mandat der EG bei diesen Verhandlungen war zunächst äußerst restriktiv, da die Position von 1980 festgeschrieben worden war (Kapazitätsbegrenzung und 30 Prozent Reduktion bei Aerosolen). Ein erweitertes Mandat konnte nur durch eine Ratsentscheidung erlangt werden. Im Rat gaben die Länder, in denen sich die größten FCKW-Hersteller befanden, den Ton an (vor allem Frankreich und Großbritannien, siehe Tabelle 5-1). Großbritannien hatte zu jener Zeit die EG-Präsidentschaft inne und vereitelte entsprechende Versuche innerhalb des Rates. Verhandlungsfortschritte fanden erst dann statt, als im Januar 1987

Großbritannien durch Belgien in der EG-Präsidentschaft abgelöst wurde.³⁵ Danach verblieb Großbritannien zwar noch in der Troika (der vorangegangenen, jetzigen, und künftigen Ratspräsidenten) und spielte eine wichtige Rolle bei geschlossenen Treffen unter den wichtigsten Delegierten, schied aber dort bei einem erneuten Turnuswechsel im Juli 1986 aus. Die britische Delegierte wurde aus diesem formalen Grund im September 1987 von den Beratungen ausgeschlossen. »She was nonplussed when she showed up at the first of these crucial conclaves in September 1987 and was excluded by EC colleagues on these technical grounds«, merkt Benedick süffisant an (1991: 36). Als Belgien die Präsidentschaft übernahm, konnte im Umweltrat eine informelle Einigung erzielt werden. Der Rat gab der Kommission einen erweiterten Handlungsspielraum, wodurch man den internationalen Verhandlungspartnern eine 20-Prozent-Reduktion in Produktion und Verbrauch von FCKW vorschlagen konnte.

Die EG-Umweltminister entschließen sich im März 1987 zu einer Drei-Stufen-Politik: Zuerst soll die FCKW-Produktion auf dem Niveau von 1987 eingefroren werden, dann soll eine Reduktion um 20 Prozent gegenüber 1986 erfolgen. Danach sollen möglicherweise weitergehende, aber nicht näher bezeichnete Maßnahmen ergriffen werden.³⁶

5.4 Deutschland

5.4.1 Die Unterstützerallianz

Die ersten sichtbaren Schritte zur Bildung eines Unterstützernetzwerkes in Deutschland unternahmen Wissenschaftler des Arbeitskreises Energie (AKE) der Deutschen Physikalischen Gesellschaft (DPG). Im Januar 1986 machte dieser Arbeitskreis auf einer Pressekonferenz auf die »drohende Klimakatastrophe« aufmerksam.³⁷ Als Ursache werden CO₂, Distickstoffoxid und »diverse Kohlenwasserstoffe« genannt.³⁸

35 Noch im März 1987 berichtete ein amerikanisches Senatsmitglied, Großbritannien und Frankreich seien nicht bereit zuzugeben, daß es ein Ozonproblem gebe (zit. bei Dickman 1987).

36 »Zwischen dem Expertentreffen im Februar und im April 1987 geriet die EG-Position in Bewegung (erster automatischer Abbau um 20%)« (Lang 1988: 108).

37 »Aufruf des DPG-Arbeitskreises ›Energie‹ zum CO₂-Problem« (*Physikalische Blätter* 42 (2), 1986: 44).

38 Im Text wird klar, daß »Chlor-Fluor-Kohlenwasserstoffe«, also FCKW, gemeint sind.

Als Wege zur Vermeidung oder Beschränkung der drohenden Klimakatastrophe schlägt der AKE vor: eine verstärkte Klimaforschung; die stetige und kontinuierliche Verminderung der Emissionsraten [von CO₂] um zwei Prozent pro Jahr; die Verminderung des Energiebedarfs ...

Im Jahr darauf wird ein Vorschlag von Graßl veröffentlicht, die Spurengase in drei Kategorien einzuteilen und je verschiedene Maßnahmen zu ergreifen: Infrarot-aktive Spurengase (das heißt FCKW) sollen ersetzt, CO₂ so weit wie möglich reduziert und Emissionen von Methan und Distickstoff sollten hin- genommen werden.³⁹

Diese Warnungen machten Furore in den Massenmedien und fanden direkten Widerhall in der Politik. Bemerkenswert ist, daß der Schwerpunkt nicht auf FCKW oder Ozonschicht (»Ozonloch«) lag, sondern auf katastrophalen Änderungen des *Klimas*. Diese »Ur-Definition« hatte eine zeitliche Ausstrahlung, die bis heute reicht.⁴⁰ Dem Aufruf des AKE folgte im Juni 1987 eine »Warnung vor drohenden weltweiten Klimaänderungen durch den Menschen«, die gemeinsam von der DPG und der Deutschen Meteorologischen Gesellschaft (DMG) verfaßt wurde. Diese Warnung fiel weniger dramatisch aus; die Vokabel »Katastrophe« kam darin nicht mehr vor.⁴¹ In dieser »Warnung« verlangten die Physiker und Meteorologen den Ersatz von FCKW. Die Wissenschaftler forderten Bundeskanzler Kohl in einem offenen Brief, der zusammen mit den Umweltverbänden BUND und Greenpeace unterzeichnet wurde, zu einem schnellstmöglichen Verbot von FCKW auf.⁴² Auch hier wurde an erster Stelle die Klimawirkung und erst an zweiter Stelle die Wirkung auf die Ozonschicht genannt (*Die Welt*, 15.1.1987).

Im Juli 1986 forderten Vertreter der Ökologiebewegung (BUND) die Bundesregierung auf, den Einsatz von FCKW in Spraydosen sofort zu verbieten und bei der Schaumstoffherstellung einzuschränken (*Die Welt*, 11.7. 1986). Im Mai startete die Fraktion der Grünen eine große Anfrage zum

39 *Physikalische Blätter* 43(1), 1987: 21.

40 Nebenbei bemerkt, spricht man nur in Deutschland von »der Klimakatastrophe«. Andernorts ist die Rede von »global climate change« oder auch »greenhouse effect«.

41 DMG und DPG, 1987. Ein Gesprächspartner äußerte sich über die Katastrophenmetapher folgendermaßen: »Das war so übertrieben, daß es einen geharnischten Protest der Meteorologischen Gesellschaft gab, nach dem Motto: Wenn ihr euch über Klima äußert, dann fragt gefälligst uns, die Fachleute, denn eure Arbeitsgruppe Energie hat keinen einzigen Klimatologen in den eigenen Reihen ... die Bedeutung des Wortes Katastrophe sagt ja: Da bricht etwas über uns herein, was wir nicht vorhersehen konnten. Wir sehen aber voraus« (Interview 1).

42 Greenpeace startet im Juli 1987 eine Kampagne gegen den FCKW-Einsatz in Spraydosen (*Der Spiegel* 34/1987: 53).

Thema (Die Grünen 1986), im November eine kleine (Hönes 1986). Im Dezember 1986 brachten mehrere SPD-Abgeordnete einen Antrag auf Verbot von FCKW in den Bundestag ein (Hauff et al. 1986). Verwiesen wurde auf die Wirkung von FCKW auf das Weltklima und die Ozonschicht sowie auf die Wahrscheinlichkeit, daß das Ozonloch durch FCKW verursacht wird. Gefordert wurde, »daß die Bundesrepublik Deutschland durch nationale Maßnahmen auch international eine Vorreiterrolle spielt«. Crutzen äußerte sich in der *Zeit* fest davon überzeugt, daß das Ozonloch »im wesentlichen anthropogene Ursachen« hat. Gemeinsam mit Frank Arnold vom MPI für Kernphysik hatte Crutzen eine Theorie entworfen, die laut Pressestelle der Max-Planck Gesellschaft »das Entstehen des Ozonlochs schlüssig begründet«. ⁴³

In der Regierungserklärung vom 18. März 1987 erwähnte Bundeskanzler Kohl zunehmende globale Gefährdungen der Erdatmosphäre und die Notwendigkeit nationaler und internationaler Maßnahmen (Enquetekommission 1990: 209). Am 15. Mai 1987 forderte der (CDU-dominierte) Bundesrat die Bundesregierung auf, die Herstellung und das Inverkehrbringen von FCKW zu verbieten. Eine Woche später verabschiedete der Bundestag eine Empfehlung des Petitionsausschusses, in der ebenfalls Verbote und Reduktionen gefordert wurden. Die chemische Industrie gab eine Selbstbeschränkungserklärung ab, wonach der FCKW-Einsatz in Spraydosen reduziert werden sollte. Am 14. Oktober 1987 beschloß der Ausschuß für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit des Deutschen Bundestages einvernehmlich die Einsetzung der Enquetekommission »Vorsorge zum Schutz der Erdatmosphäre«. Vorausgegangen waren parlamentarische Initiativen der SPD und der Grünen (Enquetekommission 1990: 558f.).

Es bleibt festzuhalten, daß die FCKW-Problematik in Deutschland über den Umweg der Klimaveränderungen Eingang in die öffentliche Diskussion fand. Die Repräsentation diffuser Interessen wurde von Akteuren aus Wissenschaft, den Medien und der Politik (sowohl der offiziellen Bonner als auch der inoffiziellen der Umweltgruppen) wahrgenommen. Erst als sie die Sprecherrolle einnahmen, wurden die diffusen Betroffeneninteressen auf der politischen Agenda sichtbar. Da sich die offizielle Politik auf höchster Ebene der Problematik annimmt, entzieht sie den »natürlichen« Anwärtern auf eine Sprecherrolle diffuser Interessen (Greenpeace, BUND, Die Grünen usw.) die Basis zum erfolgreichen Handeln. Durch diese Präventivstrategie bleibt die Aktivität der Umweltbewegung weitgehend auf die Rolle des »Wadenbeißers« beschränkt: Sie kann nur umfassendere und schnellere

43 *Die Zeit* vom 13. März 1987: »Der Riß im Himmel«.

Maßnahmen fordern, nicht die grundsätzliche Orientierung anfechten. Deutlich wird dies unter anderem in der Bundestagsdebatte über die anstehende Ratifizierung der Abkommen von Wien und Montreal. Alle etablierten Parteien sind sich einig, daß der Maßnahmenkatalog von Montreal erweitert werden muß. Schmidbauer (CDU) fordert eine 95-Prozent-Reduktion bis zum Jahr 2000, Müller (SPD) ein vollständiges Verbot von FCKW bis 1995; Segall (FDP) eine Reduktion von 90 bis 95 Prozent bei verkürzten Fristen, und Knabe (Die Grünen) fordert auf internationaler Ebene bis 1999 eine Reduktion um 95 Prozent und in der Bundesrepublik ein prinzipielles FCKW-Verbot bis 1994.⁴⁴

Nachdem eine Mobilisierung zustande gekommen war, bei der das Unterstützernetzwerk der USA initiativ war, sorgten innenpolitische Faktoren für die weitere Selbstverstärkung des deutschen Befürworternetzwerkes. Die SPD-Opposition drängte auf ein FCKW-Verbot. Die Grünen schnitten bei den Bundestagswahlen im Januar 1987 sehr gut ab. Sie verzeichneten eine Steigerung von 4,1 Prozent auf 7 Prozent der Stimmen gegenüber den Bundestagswahlen davor. Im April 1986 fand der Reaktorunfall von Tschernobyl statt. Zahlreiche Chemieunfälle am Rhein hatten die Öffentlichkeit für Umweltfragen sensibilisiert.

Für die Änderung der deutschen Position war einerseits förderlich, daß man umweltpolitische Reformen umsetzen konnte, die schon unter der sozial-liberalen Koalition vorbereitet, von ihr aber nicht auf die Tagesordnung gesetzt worden waren (Weidner 1989: 16).⁴⁵ Andererseits war die Bundesregierung bemüht, internationale Umweltverhandlungen ernst zu nehmen und sogar eine Vorreiterrolle zu spielen.⁴⁶ In diesem Prozeß sind zwei Elemente

44 Deutscher Bundestag, 22. September 1988.

45 »Und es kam Herr Zimmermann, der ein Gespür für Macht und Themen hatte und der hat dann aus wahltaktischen Gründen all diese Schubladenentwürfe und in den Gymnicher Gesprächen unterdrückten Dinge als CDU-Propaganda herausgebracht« (Interview 12).

46 »Since the early eighties the FRG-stance on air pollution, for instance, has changed from reluctance towards international action to a very positive attitude« (Lang 1994: 176). »Es bestand ab etwa 1985 ein großes Interesse in der Bundesregierung, daß wir den Anschluß finden an die großen internationalen Abkommen, die vorbereitet waren und die auch als Regierungssache betrachten und nicht so wie bis dato, wo also mehr Industrieleute in den Delegationen waren als Regierungsleute. Man wollte das jetzt wieder in die Hand bekommen, auch um die besondere Ankündigungsposition der Bundesregierung auf internationalen Konferenzen nicht zu einer reinen Schaumschlägerei werden zu lassen. Sie fühlten sich durch das, was sie in Gesprächen mit den Amerikanern und der UNEP vorgetragen haben, gebunden, und haben das dann auch umgesetzt. Wenn die deutsche bürokratische Maschine einmal angelaufen ist, dann macht sie das auch« (Interview 12). Siehe auch Héritier (1995b: 56).

besonders zu würdigen. Das erste liegt in der Art und Weise, wie das wissenschaftliche Expertenwissen durch die Enquetekommission politisch aufbereitet wurde, das zweite in der Lösung eines politischen Zielkonflikts. Im Folgenden behandle ich den ersten Punkt und verschiebe den zweiten auf den nächsten Abschnitt »Vorreiterrolle der Bundesrepublik«.

Die Enquetekommission (EK) zum Schutz der Erdatmosphäre, die, wie jede EK in Deutschland (und im Gegensatz zur NAS in den USA), neben Wissenschaftlern auch Politiker und Vertreter von Verbänden umfaßt, kam schnell zu einem einstimmigen Urteil. Da dies nicht der Normalfall ist, liegt die Vermutung nahe, daß dieses Ergebnis politisch angestrebt worden war.

Die Tatsache des einstimmigen Votums ist aus meiner Sicht ein Gebot der politischen Klugheit gewesen. Bei einem so wichtigen Problem sind die demokratischen Kräfte gut beraten, wenn sie das, was gemeinsam festgehalten werden kann, auch gemeinsam verabschieden – auch um den Preis, daß sie bestimmte Dinge, die sie für noch besser und noch wichtiger halten, nicht mehr in das Schlußvotum einbringen. (Interview 19)

Die EK führte mehrere öffentliche Anhörungen durch, allein zwei zum Thema FCKW und stratosphärisches Ozon Anfang 1988. Eingeladene Sachverständige aus der Atmosphärenwissenschaft waren Brasseur, Brühl, Crutzen, Ehhalt, Fabian, Isaksen, Labitzke, McElroy, Rowland, Stolarski, Sze, Watson, Wuebbles. Sachverständige aus der Industrie waren Bräutigam (Kali-Chemie), Hoffmann (Hoechst) und McFarland (Du Pont).⁴⁷ Die Zusammensetzung der Sachverständigen zeigt die Dominanz von Regulierungsbefürwortern.⁴⁸

Die Enquetekommission wurde zwar erst nach Verabschiedung des Montrealer Protokolls offiziell eingesetzt. Doch schon zuvor gab es Aktivitäten der beiden aktivsten Politikunternehmer, um Bremserländer auf EG-Ebene umzustimmen:

47 Daneben gab es Anhörungen zu den Themen »Terrestrische Auswirkungen«, »Ersatzstoffe und Ersatztechnologien« und »Politische, wirtschaftliche sowie rechtliche Bedingungen und Handlungsmöglichkeiten«. Die Problematik des Treibhauseffekts wurde ebenfalls behandelt.

48 »Es war ein großer Vorteil, daß wir bei den Anhörungen viele Amerikaner dabei hatten, die deutsche Wissenschaft war in der Regel zurückhaltend, in den Formulierungen unklar. Sehr geholfen haben uns die Wissenschaftler vom NASA-Programm, dann Rowland, und die UNO-Vertreter. Die deutschen waren zurückhaltend, E. oder L. schrecklich. Die positiven waren C. und A., aber die waren natürlich rein wissenschaftlich. Dann Z., der am Ende so eine Rolle gespielt hat, daß er auf der einen Seite Wissenschaftler sein wollte, sich aber nicht mit der Politik anlegen wollte« (Interview 52).

Als klar war, welche Linie wir fahren, haben wir gezielt die wichtigsten Länder besucht und zwar immer so, daß der Schmidbauer zu den sozialistischen Regierungen gefahren ist und ich eher zu den konservativen. Schmidbauer war bei Mitterrand, ich war in Großbritannien, aber auch in Belgien. Wir haben uns abgestimmt, nicht nur auf Regierungs-, sondern auch auf parlamentarischer Ebene.

(Interview 52)

Der Bericht der EK hat den unschätzbaren Vorteil gehabt, daß die Parlamentarier anderer Industriestaaten dadurch sehr viel mehr angesprochen wurden als durch die Position einer Regierung. Einflußnahme von Regierung zu Regierung ist etwas anderes als durch Parlamentarier auf ihre jeweilige Regierung. Der Bericht der EK ist in nahezu allen demokratischen Staaten in den Parlamenten mitdiskutiert worden. (Interview 19)

Das ist ein Pilotprojekt gewesen, das hat international Beachtung gefunden und wird von Parlamentariern weitaus eher akzeptiert, als das, was schlichtweg regierungsamtliche Meinung ist, denn da kommen sofort die Profilierungsgedanken herein. Niemand konnte sagen, daß seine politische Richtung herausgesprungen sei; ob Labour, Republikaner, Gaullisten, alle konnten sagen: Meine waren dabei. (Interview 19)

5.4.2 Vorreiterrolle der Bundesrepublik

Der politische Zielkonflikt bestand für die Bundesrepublik darin, daß sie innerhalb der EG eine Position verfolgte, die darauf abzielte, sowohl die europäische Integration zu fördern, als auch eine Regulierung zu befürworten, die ähnlich anspruchsvoll wie die US-Position ist. Die Bundesrepublik begann um 1986, die gemeinsame Front der EG zu verlassen, die sie zuvor im wesentlichen zusammen mit England und Frankreich bestimmt hatte. Als die USA dies bemerkten, versuchten sie, die Deutschen aus der EG-Linie herauszubrechen, was ihnen aber nicht gelang. Warum hat die Bundesregierung den Kurs gewechselt und nicht mehr auf die eigene Industrie gehört? Ein ernst zu nehmendes Argument lautet, daß die Bundesregierung in den regulatorischen Wettbewerb auf dem Gebiet des Umweltrechts eingetreten war. Héritier (1995a: 209f.) hat verschiedene Gründe angegeben, weshalb hier ein europaweiter Wettbewerb stattfindet. Alle haben damit zu tun, daß man sich durch die Ausweitung hoher Umweltstandards Vorteile innerhalb der EU verspricht. Doch dürften in diesem Fall vor allem innenpolitische Faktoren eine Rolle gespielt haben (siehe voriger Abschnitt). Als die Regierungskoalition sich innenpolitisch auf »grüne Themen« eingelassen hatte, versuchte sie, auch international eine Führungsrolle zu spielen:

Als der internationale Zug nach Montreal ans Fahren kam, haben wir bis zum Ende des Unternehmens eigentlich eine Abfolge durchgehalten, die lautete: Wir wollen an der Spitze der Bewegung sein, die EU muß besser sein als der Rest der Welt und die Industriestaaten kommen danach. Bei den Verschärfungen von Montreal haben wir national immer die strengsten Ziele gesetzt, mit den strengsten Zielen haben wir in der EU durchgesetzt, daß wir besser waren als Montreal und Kopenhagen und London und alle anderen sind nachgekommen.

(Interview 19)

Wir haben unsere Erklärung so angelegt, daß die Bundesrepublik mehr machen muß als die anderen Länder. Das war so ein Stufenverfahren, also zuerst die Bundesrepublik, zwei Jahre später EU und noch zwei Jahre später der Rest der Welt. So daß man dadurch relativ glaubwürdige und die anderen nicht überfordernde Vorgaben gemacht hat. Das hat schon Ende '86 angefangen.

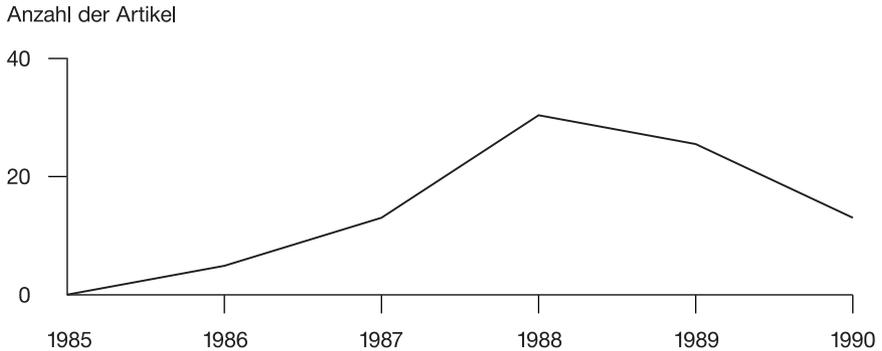
(Interview 52)

Die Bundesrepublik wußte die Konstellation geschickt auszunutzen, die sich aus dem Konflikt zwischen der EG und den USA ergab. Ihr war bekannt, daß einerseits ein Interesse der USA an einer geänderten EG-Haltung bestand und andererseits ein Interesse der EG an einer gemeinsamen EG-Politik. Insbesondere kam es der EG nach der Verabschiedung der Einheitlichen Europäischen Akte im Juli 1987 darauf an, international als Einheit ernst genommen zu werden. Die deutsche Politik ergriff hier die Chance, all diese verschiedenen, auf den ersten Blick inkompatiblen Ziele mit ihrem Vorgehen zu vereinen. Man tat den USA nicht den Gefallen, sich ihrer FCKW-Linie anzuschließen, obwohl man gegenüber strengen Regulierungen durchaus aufgeschlossen war. Die Loyalität gegenüber Europa verhinderte dies. Man tat aber auch der EG nicht den Gefallen, deren Mehrheitslinie für immer mitzutragen; dies verhinderte die Orientierung in Richtung einer strengen FCKW-Regulierung. Vor allem tat man der Industrie nicht den Gefallen, sie weiter in Ruhe zu lassen.⁴⁹

Die Amerikaner haben gemeint, die deutsche Politik sei der weiche Punkt. Das hat aber nicht funktioniert. Dann haben die Amerikaner zugestimmt, daß die EG

49 »Es ist der deutschen Industrie nicht gelungen, die Vorbereitung von Montreal noch einmal zu stoppen und zu kippen und die Zeitpläne zu verändern. Die lagen seit etwa 1985 fest für die Bundesregierung, daran hat sich nichts mehr geändert. Es gibt einen Punkt, auch die EK war ein solcher, wo man auf die vielen wissenschaftlichen Gutachten nicht mehr eingegangen ist. Man hat gesagt: Diese Frage ist für uns wissenschaftlich und politisch entschieden und im internationalen Umweltrecht entschieden und die Chemie muß sich fügen. Das ist etwa 1985 passiert« (Interview 12). Ein deutscher Industrievertreter äußerte sich verächtlich darüber, wenn er sagt: »Die Bundesrepublik wollte Musterschüler sein und die politische Vorreiterrolle spielen« (Interview 3).

Abbildung 5-7 *Medienaufmerksamkeit für die Ozonschicht in der Bundesrepublik Deutschland, 1985 bis 1990*



Ausgewertete Zeitungen: FAZ, FR, Spiegel, SZ, Welt, Die Zeit

als Ganzes auftritt. Das geschah bei den Vorverhandlungen zu Montreal ... Das hat die EG klugerweise ausgenutzt, denn sie war damals noch nicht so richtig akzeptiert, sie war ein Nullum, hätte ich beinah' gesagt. (Interview 3)

Der US-Verhandlungsführer hat einfach nie die politische Dimension gesehen. Nur weil wir auf europäischer Ebene gearbeitet haben, ist es überhaupt so weit gekommen, daß die Gemeinschaft erst einer Reduktion von 50 Prozent, dann 100 Prozent zugestimmt hat. Das kommt daher, daß er immer noch gefangen ist in dem Gedanken, daß man, wenn man mit den Deutschen oder Holländern Geschäfte macht, etwas für Europa erreicht hat. (Interview 4)

Der Preis, der für eine einheitliche europäische Politik entrichtet werden mußte, bestand darin, daß die EG in dieser Frage von ihren zaghaften Ansätzen Abschied nehmen mußte. Der Bundesregierung gelang es, diese beiden Aspekte zu vereinen und sich mit dieser Linie durchzusetzen. Bleibt anzumerken, daß eine erneute informelle Einigung mit der Industrie zunächst scheiterte, weshalb 1991 eine FCKW-Halon-Verbotsverordnung erlassen wurde. Der Politikstil in dieser Zeit ist als konfrontativ zu bezeichnen. Erst ein Jahr nach der Verordnung gab die Industrie eine öffentliche Selbstverpflichtung ab, die Produktion und Verwendung von FCKW bis 1994 einzustellen (Bundesregierung 1994).

Tabelle 5-2 *Pressemeldungen über Forderungen von Wissenschaftlern, Bundesrepublik Deutschland*

Januar 1986	Erklärung des Arbeitskreis Energie (AKE) der DPG
19.09.1986	Vollständige Dokumentation der Erklärung in der Frankfurter Rundschau
23.02.1987	Deutsche Klimaforscher: Sofortmaßnahmen ergreifen
25.07.1987	Graßl: Verbot der FCKW
11.07.1988	Crutzen: Schnelle Maßnahmen ergreifen
11.08.1988	Fabian: Verbot von FCKWs in Sprayflaschen: Protokoll von Montreal unzureichend
02.10.1989	Crutzen: Regulierung verschärfen
01.12.1989	Zellner: Vorsorglich eine rasche und wirksame Emissionsminderung der FCKW
06.08.1990	Bach: FCKW-Ausstieg

5.4.3 Die Medien

Wie in den USA, wenn auch in kleinerem Maßstab, steigert sich die Medienaufmerksamkeit von 1985 bis 1988 stark. Die Anzahl der Artikel pro Jahr verdoppelt sich von 1986 bis 1988 jedes Jahr (Abbildung 5-7). Der Auslöser für die gesteigerte Medienaufmerksamkeit in Deutschland ist nicht das Ozonloch, sondern die Klimaproblematik. Ab 1986 berichtet die Presse über den Aufruf des Arbeitskreises Energie der DPG. Die *Frankfurter Rundschau* vom 19. September dokumentiert ihn vollständig unter dem Titel »Durch weitere Erwärmung kann die Erde unbewohnbar werden: Die Deutsche Physikalische Gesellschaft warnt vor einer Klimakatastrophe. Sonnenenergie und Kernkraft als möglicher Ausweg«. Die *Welt* vom 15. Januar 1987 ist etwas weniger dramatisch: »Alarmsignal für das weltweite Klima: Wissenschaftler fordern ein schnelles Verbot der schädlichen Chlorfluorkohlenwasserstoffe«. Tabelle 5-2 gibt eine Übersicht über die wichtigsten Stellungnahmen von Wissenschaftlern deutscher Forschungseinrichtungen, die dringende Maßnahmen fordern.

Wie spät die deutsche Presse aus der Ozonschicht ein Politikum machte, ist daran zu sehen, daß die Problematik im Juli 1987 zum ersten Mal auf die Titelseite einer Zeitung kam.⁵⁰ *Die Zeit* erwähnt als erstes deutsches Print-

⁵⁰ *Stuttgarter Zeitung*, 27. Juli 1987. Die *FAZ* hatte am 21. März 1989, die *FR* am 6. August 1990 einen Bericht auf Seite 1.

medium den Begriff »Ozonloch« (18.7.1986), die *Stuttgarter Zeitung* erwähnt ihn am 4. Juli 1987 zum ersten Mal in einer Artikelüberschrift. Der *Spiegel* brachte ihn als erster auf die Titelseite. 1988 gab es insgesamt sechs Erwähnungen des Begriffs im Titel, 1989 fünf. Der *Spiegel* zeigte auf dem Titelbild von Heft 33/1986 den Kölner Dom, der teilweise unter Wasser stand. Das Heft hatte den Titel: »Ozonloch, Polschmelze, Treibhaus-Effekt: Forscher warnen. Die Klimakatastrophe«. Im Jahr darauf gab es eine Titelseite zum Ozonabbau: »Lebensgefahr aus der Dose. Das Ozonloch« (*Spiegel* 49/1987). Auffallend ist der hohe Nachrichtenwert der Wissenschaft, der nach 1989 von der Politik überholt wird (Abbildung 5-8).

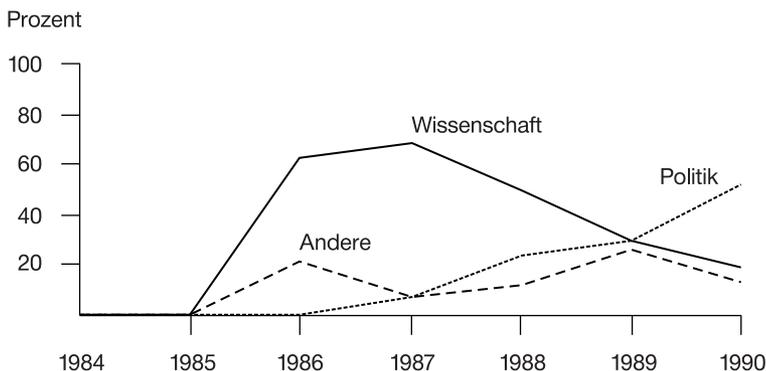
In der zweiten Dekade berichteten vor allem die *Frankfurter Rundschau* (mit insgesamt zwanzig Artikeln) und die *Welt* über die Kontroverse. Demgegenüber fiel die *FAZ* etwas zurück. Der Gipfel der Aufmerksamkeit liegt im Jahr 1988 (Abbildung 5-9).

5.5 Weg frei zur Kooperation

Im März und April 1987 waren die Industrievertreter nicht länger in den nationalen Delegationen der EG und Japans vertreten und wo sie es doch noch waren, hatten zumindest sie die Kontrolle verloren.⁵¹ Das aus den USA operierende Unterstützernetzwerk entfaltete auf internationaler Ebene eine offensive Kampagne über das US-Botschafternetz und entsandte führende Wissenschaftler in andere Länder (unter anderem nach Großbritannien und in die Sowjetunion), um sie von der wissenschaftlichen Basis für Regulierungen zu überzeugen. Die US-Umweltgruppen, vor allem der NRDC, initiierten in Europa und Japan entsprechende Aktivitäten der dortigen Umweltgruppen, die bis dahin weitgehend passiv geblieben waren. In Großbritannien sah man darin eine Einmischung in die inneren Angelegenheiten.⁵² Innerhalb der USA trieb das Netzwerk von Regulierungsbefürwortern (vor allem Vertreter

51 Ein Sprecher der deutschen chemischen Industrie sieht darin einen Grund für das »Scheitern« der Töpferschen Umweltpolitik: »Ja, das ist sicherlich ein Grund des Scheiterns (sic) der Töpferschen Umweltpolitik, daß er das von der Industrie abgekoppelt hat« (Interview 48).

52 »Not until early 1987 did the efforts of some U.S. environmentalists in the United Kingdom begin to pay off in the form of television interviews, press articles, and parliamentary questions about the government's negative policy. Indeed, these American private citizens were so successful that Her Majesty's Government in April 1987 asked the U.S. Department of State to restrain their activities« (Benedick 1991: 39).

Abbildung 5-8 Anlaß der deutschen Medienberichterstattung, 1984 bis 1990^a

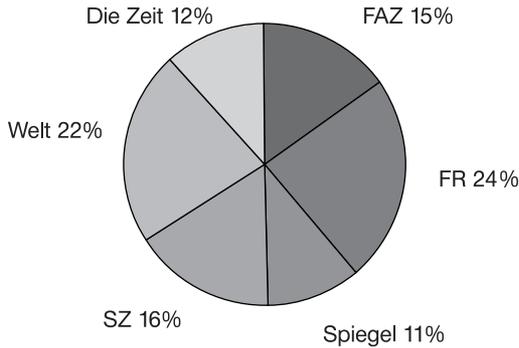
- a Die Kategorie »Wissenschaft« enthält folgende Punkte: Nachrichten über Ozonabbau, über empirische Forschung, über wissenschaftliche Symposien und wissenschaftliche Ergebnisse. Die Kategorie »Andere« enthält den Treibhauseffekt, Umweltschutz und FCKW-Alternativen.

der EPA und des Außenministeriums) die Ausarbeitung einer anspruchsvollen internationalen Regulierungsinitiative voran (siehe Abschnitt 5.2.2). Bemerkenswert ist, daß der Vorsitzende der Verhandlungen, Lang, im Frühjahr 1987 nicht mehr als 10 bis 20 Prozent an FCKW-Reduktion für die nächste Dekade für erreichbar hielt.⁵³ Dies sollte all jenen zu denken geben, die den FCKW-Fall im Rückblick für einen einfach zu lösenden Fall halten.

Auf dem Weg zur internationalen Kooperation gelang es, die oben erwähnten komplizierten Konstellationen aufzulösen. Dafür gibt es hauptsächlich zwei Gründe. Zum einen wurde die Auseinandersetzung weitgehend von den Industrieinteressen abgekoppelt. Zum anderen gelang dem Netzwerk der Unterstützer eine Mobilisierung wichtiger Akteure, unter ihnen Mitglieder folgender Organisationen: der UNEP, der NASA, der WMO, dem US-Außenministerium, dem UBA/BMU und der EPA. Durch dieses Netzwerk wurde der Prozeß der internationalen Regulierung auf den Weg gebracht und der Forschungsprozeß so organisiert, daß verbindliche Ergebnisse erzielt wurden. Dadurch konnte die unübersichtliche Komplexität, die in dieser Problematik steckt, so weit reduziert werden, daß sich zu Beginn

53 »U.S. Blames Europe for Lack of Ozone Agreement« (*New York Times*, 28.2.1987);
 »America attacks Europe over stratospheric ozone« (*New Scientist*, 5.3.1987).

Abbildung 5-9 Relativer Anteil verschiedener deutscher Printmedien an der FCKW-Ozon-Berichterstattung, 1985 bis 1990



Quelle: eigene Erhebung

der Verhandlungen in Montreal nur noch zwei Verhandlungspositionen gegenüberstanden: die sogenannte Toronto-Gruppe (unter anderen die USA, Kanada, skandinavische Länder) und die EG zusammen mit Japan und der Sowjetunion.⁵⁴ Die Toronto-Gruppe war für eine drastische Reduktion der FCKW-Emissionen um 95 Prozent, die EG für ein Einfrieren der (nicht ausgelasteten) Produktionskapazitäten; die SU und Japan wollten zunächst keinerlei Regulierungen. Die Entwicklungsländer sahen sich durch den Exekutivdirektor der UNEP und zeitweisen Verhandlungsführer Mostafa Tolba (Ägypten) vertreten, der die US-Position unterstützte.

Diese Konstellation eröffnete keine Verhandlungszone. In den Vorverhandlungen zum Montrealer Protokoll bestand über Monate hinweg eine Blockade zwischen den beiden größten FCKW-Herstellerblöcken, den USA und der EG. Da vor allem die EG durch ein internationales Abkommen verloren hätte, versuchte sie, Maßnahmen so lange als möglich zu blockieren.⁵⁵ Die kritische Variable in diesem Prozeß ist die Änderung der EG-Position,

54 Die EG behauptete von sich, daß sie vor Montreal kompromißbereiter als die beiden anderen Länder gewesen sei. Diese Einschätzung ist sehr wahrscheinlich Wunschdenken, das in gewisser Weise zu ihrer eigenen Überrumpelung in Montreal geführt hat, denn die USA setzten sich mit Japan und der Sowjetunion ins Einvernehmen, wodurch die EG-Strategie nicht aufging, als Vermittler zwischen Extrempositionen auftreten zu können (Interview 23).

55 Maxwell/Weiner (1993: 31); vgl. auch Elster (1989: 80–81).

die am Ende einer 50-Prozent-Reduktion zustimmte. Japan und die Sowjetunion hielten sich mit offiziellen Äußerungen zurück, aber es entstand der Eindruck, diese würden sich noch heftiger gegen Regulierungen stemmen als die EG.⁵⁶ Nach und nach geriet die Abwehrhaltung der EG ins Rutschen: Zunächst war sie zu einer Stabilisierung der Produktion, dann zu einer 20-prozentigen Reduktion, schließlich zu einer 50prozentigen Reduktion bereit.

Von Dezember 1986 bis April 1987 war die Situation nicht nur zwischen den USA und der EG blockiert, auch innerhalb der EG gab es eine Blockade zwischen der Bundesrepublik auf der einen und Großbritannien auf der anderen Seite. Während die Bundesrepublik den Vorschlägen der USA aufgeschlossen gegenüberstand, wollte Großbritannien so wenig wie möglich von der alten Position preisgeben. Nach einer weiteren ergebnislosen Runde im Februar 1987 in Wien bezeichnete US-Verhandlungsführer Benedick die EG als »not in a position to negotiate officially«.⁵⁷ Der deutsche Delegierte wird in Zeitungsberichten als Quelle für den EG-internen Dissens zitiert:

The American official did not identify the countries that are at odds on the issue, but the West German delegation made it clear that its position was close to that of the United States, and that Britain stood at the other extreme. British delegates declined to define their country's stance and stressed that the community had not reached a common position, as its rules require in such negotiations.⁵⁸

Es gab heftige interne, bis in die Presse hinein sichtbare Kontroversen zwischen der deutschen Delegation in den Vorbereitungssitzungen zum Montrealer Protokoll und der Kommission. »The Germans are obviously under pressure of their Greens« titelten die englischen Zeitungen damals. Und die Kommission war nicht eben erbaut davon, daß da ein deutscher Delegationsleiter mit Beamtenstatus – kein Minister – mögliche nationale Alleingänge an die Wand malte. Das war damals etwas Spektakuläres. (Interview 9)

Verhandlungsfortschritte fanden erst dann statt, als Großbritannien turnusmäßig die EG-Präsidentschaft abgab und im Juli 1986 auch aus der Troika ausschied (siehe oben).

56 Siehe Fußnote 54.

57 Hier und zum Folgenden: *New York Times* vom 28. Februar 1987.

58 In dieser Situation hielt der österreichische Verhandlungsführer Lang nur eine Stabilisierung auf dem Niveau von 1986 und eine Reduktion um 20 Prozent drei Jahre nach Vertragsabschluß für möglich. Benedick hielt dagegen, daß eine solche Lösung völlig »inakzeptabel und lächerlich« sei. Er hielt eine 85-Prozent-Reduktion für nötig, allein um die gegenwärtigen Atmosphärenkonzentrationen nicht weiter anwachsen zu lassen. Der deutsche Delegierte signalisierte, daß die Bundesrepublik (ebenso wie Dänemark und die Niederlande) für eine Reduktion von 50 Prozent eintreten werden.

5.5.1 Das Montrealer Protokoll: Ein Vorsorgeabkommen?

Parson (1993: 60) weist darauf hin, daß rein wissenschaftlich nichts für die 50-Prozent-Lösung von Montreal sprach. Entweder hätte eine viel stärkere Reduktion erfolgen müssen oder gar keine. Die 50-Prozent-Lösung scheint in der Tat ein klares Indiz dafür, daß das Ergebnis auf einen Verhandlungskompromiß zurückgeht, bei dem die ins Auge springende Lösung in der Mitte (Schelling 1960) gewählt wird; sie ist fast das genaue arithmetische Mittel zwischen den Ausgangspositionen der USA und der EG (95 Prozent versus 20 Prozent Reduktion) und ein Kompromiß angesichts der nach wie vor unsicheren wissenschaftlichen Bewertung des Problems.

Auch wenn zum Zeitpunkt des Vertragsabschlusses in Montreal noch nicht alle Vertragsstaaten von einer umfassenden Lösung überzeugt waren, so gelang es dem Unterstützernetzwerk, das von einer solchen Überzeugung geleitet wurde, die möglichen Bremser zu neutralisieren und schließlich sogar für sich zu gewinnen. Die ursprünglich schon für Montreal geforderte 95-Prozent-Reduktion wird damit schließlich bei den Londoner Zusätzen zum Montrealer Protokoll erreicht.

Dieser Erfolg des Unterstützernetzwerkes ist auf die Kombination einer offiziellen und einer inoffiziellen Strategie zurückzuführen, die beide wissenschaftliche Ressourcen mobilisierten. Die offizielle Strategie betonte den Vorsorgecharakter, die inoffizielle läutete die Alarmglocken. Offiziell wurde eine einheitliche wissenschaftliche Grundlage für die Maßnahmen von Montreal durch eine Angleichung verschiedener Szenarien über *künftigen globalen* Ozonabbau geschaffen. Führende Modellierer kamen im April 1987 im Auftrag der UNEP auf einer Tagung in Würzburg zusammen und verständigten sich über die unterschiedlichen Methoden und Parameter ihrer Modelle (UNEP 1987; Interviews 20, 23). Das Würzburg-Treffen war der Versuch der Unterstützerkoalition, die Argumente der Gegenseite zu entkräften. Deren Argument war, daß die verschiedenen Modelle zu verschiedenen Resultaten kämen. Außerdem behaupteten sowjetische Wissenschaftler, daß es keine anthropogenen Effekte auf die Ozonschicht gebe: »The Soviets ... had to be convinced at that meeting that there is a man-made effect. Before that they were insisting that there was no effect since they didn't want any control« (Interview 20).⁵⁹ Ein anderer Punkt betraf die Frage, ob außer dem

59 »[B]efore that Würzburg meeting ... the European governments said: We don't have the same results as the Americans, in term of predictions. So they decided: Well, go to Würzburg and try to find out what's happening and run models as much as under the same conditions as you can. And we did that and we came up with very similar results. And then we

Ozonloch Schäden an der globalen Ozonschicht meßbar seien. Bob Watson versuchte zehn Tage vor Beginn der Verhandlungen in Montreal, einen Bezug zu langfristigen globalen Ozontrends herzustellen. Der *New Scientist* zitiert Watson mit den Worten, daß ein globaler Ozonrückgang von circa 3 Prozent stattgefunden habe, der so gut wie sicher auf FCKW zurückzuführen sei (*New Scientist*, 3.9.1987: 24).

Inoffiziell wurde die Besorgnis über das antarktische Ozonloch, dessen Erklärung zur damaligen Zeit nicht abzusehen war, geschickt genutzt. Die Besorgnis führte bei immer mehr Verhandlungspartnern zur Auffassung, daß man keine Zeit mehr verlieren dürfe. Die inoffiziellen Daten (der beiden Antarktisexpeditionen und aus dem OTP, die erst 1988 veröffentlicht wurden) haben ein weitaus stärkeres und allgemein verständliches Signal geliefert als die offiziellen (das heißt: die Würzburger Ergebnisse). Es war weniger eine gesicherte wissenschaftliche *Erklärung*, als vielmehr ein Schock, der für die Regelungen ausschlaggebend war. »It wasn't a matter of subtle interpretation, this was a sledge-hammer« (Interview 8). Die Bereitschaft zur umfassenden Problemlösung wurde durch das geschickte Operieren von verschiedenen Akteuren des Unterstützernetzwerkes im internationalen Verhandlungsprozeß erzeugt. Ihnen gelang es, zwischen dem wissenschaftlichen Erkenntnisstand und dem Prozeß der Regulierung eine delikate Balance zu halten. Einerseits versuchten sie, den politischen Prozeß von den Ergebnissen der Feldexperimente (Antarktisexpeditionen) abzukoppeln, da die Möglichkeit einer natürlichen Ursache des Ozonabbaus nicht vollständig ausgeschlossen werden konnte. Diese Strategie drängte sich ihnen nach der ersten Antarktisexpedition von 1986 auf, die keinen klaren Beweis für die ursächliche Rolle von FCKW brachte (siehe Kapitel 3). Andererseits versuchten sie, jedes mögliche Indiz, das auf die Rolle von FCKW hinwies, inoffiziell in den politischen Prozeß einfließen zu lassen. Das Kalkül hierfür ist offensichtlich: Sollte das dramatische Phänomen über der Antarktis mit FCKW in Zusammenhang stehen, so wächst der Handlungsdruck um ein vielfaches, verglichen mit den Modellprognosen über langfristige künftige globale Ozontrends, die weit weniger dramatisch waren. Auch im umgekehrten Fall hat die Konstruktion Bestand. Sollte sich herausstellen, daß das antarktische Phänomen nicht in Zusammenhang mit FCKW steht, so hätte man eine unabhängige Legitimation für die getroffenen Regulierungen. Die optimale Strategie bestünde mithin darin, einerseits eine offizielle Begründung für

went back and the negotiations went on on that basis. That played a key role in the preparation of the Montreal Protocol« (Interview 41).

Vorsorgemaßnahmen (nebst inoffizieller »Motivation«) zu finden, andererseits die Möglichkeit offenzuhalten, die Maßnahmen zu verschärfen, sollten neue wissenschaftliche Daten dies rechtfertigen. Diese Strategie schottete ein Abkommen, das mit einer anthropogen verursachten künftigen Ozonabnahme in mittleren Breiten rechnete, von einem möglicherweise natürlich verursachten antarktischen Ozonloch ab, ließ aber zu, daß im Falle einer Bestätigung der anthropogenen Ursache für das Ozonloch verschärfte Maßnahmen ergriffen wurden. Damit wurde ein wichtiger Einbahnstraßen-Mechanismus geschaffen, der sicherstellte, daß Änderungen des Maßnahmenkatalogs nur Verschärfungen sein konnten.⁶⁰

Alle Befragten in meiner Untersuchung (außer den Verteidigern der offiziellen Version⁶¹) geben zu, daß das antarktische Ozonloch absolut entscheidend war, den Kompromiß zu bekommen. Ein Beteiligter sagt über den Konferenzbeginn:

I know that Watson made presentations in Montreal, showing pictures of the ozone hole. Even if it was decided not to use that information. It is like in a trial when someone says something and the judge will say »We'll have that stricken from the record«. But the jury heard it. You can strike it from the record but it's in their brain. (Interview 17)

I remember, ... B. came when we were in the line to pick up our badges. He said: We have new information about ozone. And it's not good news. So that was the NASA information ... So when the Montreal Protocol was signed, they didn't take into account the Ozone Hole – at least not explicitly, but they did implicitly. (Interview 41)

Before Montreal and in Montreal there was no agreement of the big countries on a position. Everyone said: Maybe regulations are too costly, and are we really sure about the risks? But when it was documented that CIO was really existing in enormous big amounts in the vortex, then things started to fit together. (Interview 2)⁶²

60 In der neoinstitutionalistischen Literatur wird ein ähnliches Problem mit dem Begriff »incomplete contracting« beschrieben (Williamson 1985). »Incomplete contracting leads to problems of imperfect commitment. There is a strong temptation to renege on the original terms of the contract because what should be done in case of an unforeseen contingency is left unstated or ambiguous and thus open to interpretation. The problem is that the possibility of renegotiating deprives the original agreement of its credibility and prevents it from guiding behavior as intended« (Majone 1996b).

61 Im wesentlichen Benedick (1991), Lang (1988) und Tolba (1998).

62 Auf die Vorhaltung der offiziellen Version, das Ozonloch habe für Montreal keine Rolle gespielt, entgegnet dieser Gesprächspartner: »Bullshit!«

Ein NASA-Wissenschaftler fertigte aus den Zeitreihen der TOMS-Satellitenaufnahmen einen farbigen Trickfilm an, der das Wachsen des Ozonlochs in den achtziger Jahren deutlich zeigte. Er wurde durch viele Fernsehsendungen populär und offenbar auch inoffiziell während der Verhandlungen in Montreal gezeigt. Obwohl noch keine wissenschaftliche Bewertung über die Ursachen vorlag, deuteten einige Indizien auf chemische Prozesse, so die Resultate der Bodenmessungen der ersten Antarktisexpedition 1986 und die flugzeugbasierten ClO-Messungen, die zeitgleich mit den Verhandlungen in Montreal gemacht wurden.⁶³ Man wußte zudem nicht, wie sich das Ozonloch weiter entwickeln würde, ob es sich von Jahr zu Jahr weiter ausweiten und globale Ausmaße annehmen oder ein lokales, vielleicht sogar vorübergehendes Phänomen bleiben würde.

Der Schock des Ozonlochs bewirkte bei den Ländern, die als Bremser aufgetreten sind, eine Verunsicherung und Schwächung ihrer Position, die zu ihrer Neutralisierung führte, vor allem deshalb, weil sie sich auf wissenschaftliche Gründe für ihre blockierende Haltung festgelegt hatten. Kognitive Unsicherheit gepaart mit dramatischen Alarmsignalen machen die Verhandlungsposition der Bremserländer prekär. Sie sehen sich gezwungen nachzugeben, wenn auch nicht vollständig. Sie stimmen einem arithmetischen Verhandlungskompromiß zu, der ihnen erfüllbar schien, zumal er (ironischerweise) durch Reduktionen im Anwendungsbereich Aerosole schnell erreicht werden konnte. Um den Vertrag von Montreal zu erfüllen, greifen die Europäer schließlich zu einer Maßnahme, die ihnen immer schon von den Ländern der Toronto-Gruppe vorgeschlagen worden war und die sie immer abgelehnt hatten. Die Toronto-Gruppe und die fortschrittlichen EG-Länder stimmen dem 50-Prozent-Kompromiß und den Ausnahmeregelungen zu, obwohl sie eigentlich für weitergehende Maßnahmen eintreten.⁶⁴

63 Ein Grund zu großer Nervosität, wie ein NASA-Mitarbeiter ausführte: »There was great secrecy about the second expedition, people were not allowed to go down there ... I wasn't even allowed to go down there. This non-open way was changed subsequently. But then there was very much nervousness about the whole thing« (Interview 15).

64 Bei der Umsetzung des Montrealer Protokolls wendet die EG das seltene Rechtsmittel der Verordnung (EWG 594/91) an, um keine Spielräume bei der Implementation auf nationaler Ebene zuzulassen (Salter 1996: 2/22–2/23; Jachtenfuchs 1990: 269). Geregelt werden dieselben Stoffgruppen wie im Montrealer Protokoll, jedoch mit kürzeren Fristen (Bundesregierung 1994: 13).

5.5.2 Umfassende Problemlösung

Die Orientierung auf eine umfassende Problemlösung ergibt sich aus einer Kombination von starker kognitiver Orientierung und schwach ausgeprägtem Partikularinteresse (vgl. Kapitel 1), wobei die umfassende Problemlösung (Gemeinwohlorientierung) höher bewertet wird als die Verfolgung von Partialinteressen. Die kognitive Orientierung der Teilnehmer kann Blockaden auflösen, die in einer reinen Verhandlungssituation nicht gelöst werden könnten. Der Fall des Montrealer Protokolls illustriert dies eindrucksvoll: In der Vorbereitungsphase befanden sich die Verhandlungsparteien in einer Blockade, die über den Zwischenschritt der Orientierung an einer umfassenden Problemlösung und einer technischen Problemlösung schließlich einer Verhandlungslösung zugeführt wurde. Der Verhandlungsmodus hat erst dann zur Identifikation eines für alle akzeptablen Kompromisses geführt, als die zentralen Akteure sich auf eine umfassende Lösung geeinigt hatten (weitgehende FCKW-Reduktion). Wie man es auch wendet, die entscheidende Frage ist, wie die Orientierung auf eine gemeinsame Problemlösung zustande kam.

Diffuse Interessen gewannen gegenüber Industrieinteressen erheblich an Gewicht. Die Verhandlungsdelegationen vieler wichtiger Länder ersetzen um 1987 die Industrievertreter in ihren Reihen durch Repräsentanten von Umweltinteressen. Für die Vertreter diffuser Interessen ist es rational, so viel wie möglich an Zugeständnissen von der Gegenseite herauszuholen; ein Abbruch der Verhandlungen wäre für sie nicht rational gewesen, wohl aber für die Gegenseite, die vom Status quo profitiert hätte. Es ist deshalb nicht überraschend, daß die Befürworter strenger Regulierungen der anderen Seite Ausnahmeregelungen und Anpassungsfristen gewährten. Diese Ausnahmeregelungen betrafen fast alle großen Konkurrenten der USA: Die EG wurde als regionale Wirtschaftseinheit anerkannt, die Sowjetunion durfte zwei im Bau befindliche Produktionsanlagen für FCKW fertigstellen, da sie in deren Fünfjahresplan vorgesehen waren, und die Entwicklungsländer bekamen eine zehnjährige Gnadenfrist, in der sie in gewissem Umfang FCKW produzieren und konsumieren konnten. All diese Ausnahmen gaben den Konkurrenten der USA Wettbewerbsvorteile. Dies macht klar, daß Montreal keine reine *Bargaining*-Situation war, da sonst die USA den Zugeständnissen an den »Rest der Welt« nicht hätte zustimmen können.⁶⁵ Daß sie sich darauf

65 Elster (1989: 80–81) weist darauf hin, daß es strukturell schwache und starke Verhandlungspositionen gibt, die von der unterschiedlichen Bewertung der Verhandlungsergebnisse

einließen, kann nur durch die kognitive Orientierung erklärt werden, eine Gesamtlösung zu suchen. Man darf annehmen, daß das Unterstützernetzwerk sich im Besitz von symbolischen Ressourcen wußte, die nach Montreal eingesetzt werden konnten. Dies würde erklären, weshalb es in Montreal zu Zugeständnissen bereit war. Denn dies darf man nicht aus dem Auge verlieren: Im Saldo profitierten die widerstrebenden Parteien von den Ausnahmen, die ihnen in Montreal gewährt wurden (siehe unten). Man kann die Strategie des Unterstützernetzwerkes in Montreal deshalb mit der Formel charakterisieren: ein Schritt zurück, wohl wissend, bald zwei Schritte nach vorn tun zu können.

5.5.3 Die Kontrollmaßnahmen

Der Maßnahmenkatalog des Montrealer Protokolls sah ein Einfrieren der Produktionsziffern für das Jahr 1990, eine Reduktion um 20 Prozent für das Jahr 1994 und eine weitere Reduktion bis 1999 vor, also insgesamt eine 50prozentige Reduktion von FCKW gegenüber 1986. Außerdem enthielt das Protokoll folgende wichtige Klauseln:

- eine Verhinderung von Produktionsauslagerung in Nichtvertragsstaaten;
- ein Importverbot aus Nichtvertragsstaaten;
- die Unterzeichnerstaaten müssen zwei Drittel des Globalverbrauchs 1986 repräsentieren: dadurch wird sichergestellt, daß die volle rechtliche Bindung nur eintritt, wenn die EG, Japan und die USA ratifiziert haben;
- eine ständige wissenschaftliche Neubewertung.

Der Kompromiß sah Ausnahmeregelungen für verschiedene Ländergruppen vor:

- für die EG, die als regionale Entwicklungseinheit behandelt wurde. Dies erlaubt bei einer Globalrechnung des EG-Verbrauchs, daß einzelne EG-Staaten bei ihrer Pflichterfüllung in dem Maße nachhinken können, in dem andere EG-Staaten ihren Abbauverpflichtungen rascher nachkommen als das Protokoll vorschreibt, sofern alle Mitgliedsstaaten der EG auch Vertragsparteien des Protokolls sind;

se und der Risikobereitschaft abhängen. Im ersten Fall kommt es zu einem »Matthäus-Effekt«, da ein Reicher in Verhandlungen zum Armen sagen kann: »Take it or leave it«. Bei unterschiedlicher Risikobereitschaft tritt dieselbe Asymmetrie auf: »Whatever the source of risk aversion, it is usually a handicap in bargaining«.

- für die Sowjetunion, die ihren Fünfjahresplan einhalten und zwei im Bau befindliche FCKW-Anlagen fertigstellen durfte;
- für die Entwicklungsländer, die während einer zehnjährigen Gnadenfrist von Regelungen ausgenommen werden sollten, sofern ihr FCKW-Verbrauch eine bestimmte Grenze nicht überschritt (Lang 1988: 107; Lang 1989: 109).

Das Protokoll wurde von dreißig Parteien unterzeichnet und trat am 1. Januar 1989 in Kraft. Diese dreißig Länder waren für 83 Prozent der weltweiten FCKW-Produktion verantwortlich.⁶⁶ Das Vertragsdesign enthielt Klauseln, die eine flexible Anpassung ermöglichten, insbesondere durch die Verpflichtung der Vertragsparteien, eine regelmäßige wissenschaftliche, technische, ökologische und ökonomische Bewertung zu gewährleisten. Dies war die institutionelle Bedingung dafür, daß ab Ende der achtziger Jahre eine Dynamik einsetzen konnte, die schließlich immer mehr Stoffe in die Regulierung einbezog und den Fahrplan des Ausstiegs erheblich verkürzte. Der von langer Hand geplante Einbahnstraßenmechanismus konnte sich nun entfalten.

Zusätzlich begann ein ökonomischer Sog zu wirken: Du Ponts Schwenk zwang die Konkurrenz zum selben Schritt, da sie andernfalls riskiert hätte, bei der Schaffung neuer Märkte ausgeschlossen zu werden. Als sich herausstellte, daß die neue Technik wesentlich einfacher zu beherrschen war als angenommen, konnten die Reduktionsziele viel schneller erreicht werden, als von der Industrie lange behauptet worden war.

66 Aus heutiger Sicht, aber auch aus Sicht der damaligen Akteure, war dies ein Erfolg der Unterstützerkoalition. Außenstehende Kritiker, die eine große Erwartungshaltung produziert hatten, sahen dies anders. Zu nennen ist insbesondere ein Kommentar eines Mitarbeiters des Max-Planck-Instituts für Völkerrecht, der das Abkommen als »Sterbehilfe für die Ozonschicht« bezeichnete. Interessant ist der symbolische Mehrwert, der durch die Tatsache geschaffen wird, daß es sich hierbei um die Aussage eines Wissenschaftlers handelt, der einem Max-Planck-Institut angehört (siehe Kapitel 1). Der *Spiegel* (49/1987: 273) ordnete diese Aussage dann auch umstandslos der Max-Planck-Gesellschaft zu: »Das Abkommen, so die Max-Planck-Gesellschaft, sei vorwiegend an wirtschaftlichen Interessen ausgerichtet ...« Auch Politikwissenschaftler, die es besser wissen könnten, rufen die allerhöchste Autorität der Max-Planck-Gesellschaft an, um zu zeigen, daß Politiker zu Unrecht einen Sieg gefeiert hätten: »Während die Politik das Montrealer Abkommen noch als Erfolg feierte, kritisierte die Max-Planck-Gesellschaft die Mißachtung der wissenschaftlichen Gutachten und erklärte, das Abkommen sei »vorwiegend an wirtschaftlichen Interessen ausgerichtet« ...« (Wilhelm 1994: 114).

5.5.4 Technische Problemlösung

Vorschläge zur technischen Problemlösung waren hilfreich bei der Identifikation von Schlüsselfragen, die in Aushandlungsprozessen dann in einen Kompromiß zwischen den Vertragsparteien mündeten. Im Folgenden gehe ich nicht auf die eher trivialen und offensichtlichen technischen Mittel ein, mit denen FCKW-Reduktionen erzielt werden konnten (zum Beispiel Recycling). Stattdessen präsentiere ich zwei methodische Instrumente, die von Atmosphärenwissenschaftlern entwickelt wurden und im Verhandlungsprozeß eine »gerechte« Verteilung der Regulierungskosten ermöglichen sollten.

Ozone Depletion Potential (ODP)

Bei den Verhandlungen zum Montrealer Protokoll spielte das unterschiedliche ozonerstörende Potential verschiedener Substanzen (*Ozone Depletion Potential*, ODP) eine wichtige Rolle. 1981 hatte der Modellierer Don Wuebbles Berechnungen für die EPA angestellt (Wuebbles 1981), die den Effekt aller wesentlichen chlorierten Emissionen untersuchten.

I also tried to help communicate science to the policy makers. That's what led me to do things like the ODP which is very heavily used in the U.S. and the Montreal Protocol. That came out of some work I was doing with policy makers in trying to essentially teach them why different compounds could destroy ozone in different ways. And it just happened to get picked up in terms of policy making.⁶⁷

Auf Basis dieser Berechnungen stellte man ein Gewichtungssystem verschiedener Substanzen auf, in dem FCKW 11 den (willkürlichen) Wert 1 erhielt (siehe Anhang 4).

On the basis of this weighting system, the negotiators could craft a protocol provision that allowed substances to be treated for control purposes as a combined »basket« rather than individually. This formulation gave countries an incentive to impose greater reductions on substances that were relatively more harmful to the ozone layer, as well as those whose uses were less essential to them.

(Benedick 1991: 78)

Damit war ein technisches Meßkriterium gefunden, mit dem sowohl die ozonerstörende Produktion eines jeden Landes, als auch der spezifische Beitrag einzelner Substanzen kalkuliert werden konnte. Dies ermöglichte be-

67 Pers. Mitteilung Wuebbles.

stimmten Ländern, ihre Reduktionsquote durch eine Einschränkung auf Gebieten zu erbringen, die nicht von vitalem Interesse für ihre nationale Industrie war. Japan beispielsweise gab seinen anfänglichen Widerstand gegen die Regulierung von F 113 auf, das in der japanischen Computerindustrie in starkem Umfang Verwendung fand, als man sah, daß die für Japan erforderliche Reduktion auch durch Einsparungen bei F11 und F12 erzielt werden konnte (Benedick 1991: 79).

Chlorine Loading Potential (CLP)

Der Indikator des Ozonzerstörungspotentials war wichtig, um in Montreal technische Lösungen und Kompromisse im Verhandlungsprozeß zu finden. Er wurde zu einer Zeit entwickelt, als man mit Hilfe von Modellrechnungen die langfristigen Auswirkungen auf die Ozonschicht berechnete. 1988 war klar, daß reale Ozonverluste eingetreten waren. Dies änderte die Zielvorgabe für die regulative Politik. Es konnte jetzt nicht mehr darum gehen, künftigen Schaden abzuwehren, sondern Maßnahmen zu ergreifen, um möglichst schnell eine Erholung der Ozonschicht zu bewirken. Nach der Verabschiedung des Montrealer Protokolls ersannen die NASA-Wissenschaftler Prather und Watson deshalb eine andere Methode (*Chlorine Loading Potential*, CLP), um den Umfang der nötigen Reduktion kritischer Substanzen zu bestimmen. Diese Methode basiert auf dem Grundgedanken, daß der Ozonabbau erst bei einer Überschreitung kritischer Schwellen beginnt. Die kumulierten Mengen ozonzerstörender Stoffe in der Atmosphäre sind dabei entscheidend, nicht der absolute Wert einer Substanz. Im Vergleich zum analytischen ODP ist das CLP ein historischer Indikator. Der vorindustrielle Chlorgehalt der Atmosphäre wurde auf 0,6 ppb (parts per billion) geschätzt. Als Quelle dafür kommt im wesentlichen nur Methylchlorid in Frage. Diese wichtigste natürliche Chlorquelle der Stratosphäre macht heute nur noch ein Fünftel der anthropogenen Quellen aus (Graedel/Crutzen 1994: 240). Das antarktische Ozonloch begann sich in den späten siebziger Jahren zu entwickeln, als die globalen Durchschnittskonzentrationen von Chlor auf 1,5 bis 2 ppb gestiegen waren (heute liegen sie bei fast 4 ppb). Hier setzte die Unterstützerverkoalition an, um eine Verschärfung des Montrealer Protokolls anzustreben.

A logical benchmark for evaluating future control strategies was the return of atmospheric chlorine concentrations to no higher than 2 parts per billion –

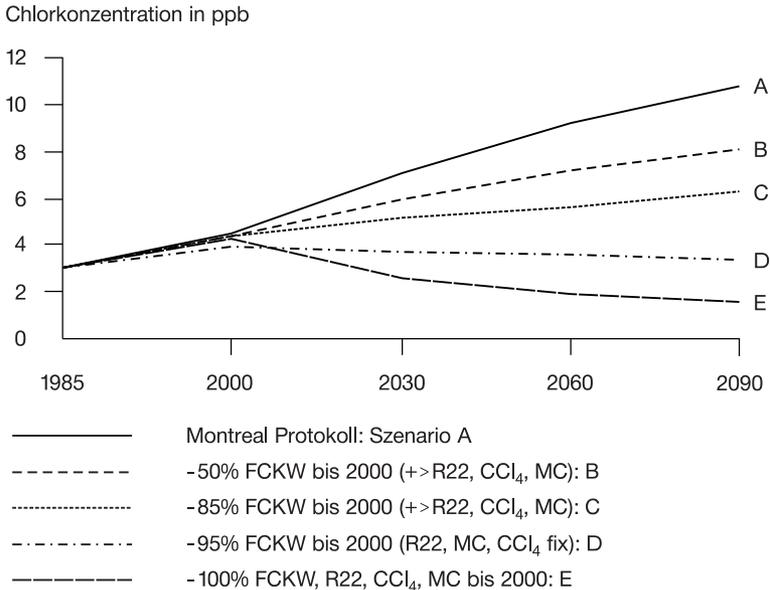
roughly the chlorine loading at which Antarctic springtime ozone levels had begun to drop sharply in the late 1970s. (Benedick 1991: 130)

Auf Basis des Montrealer Protokolls war es immer noch möglich, daß die Chlorkonzentrationen dramatisch wuchsen – bis auf 11 ppb Ende nächsten Jahrhunderts (Abbildung 5-10). Der Bericht der wissenschaftlichen Arbeitsgruppe der UNEP *Scientific Assessment of Stratospheric Ozone: 1989* fand als wesentliches wissenschaftliches Ergebnis Eingang in die politischen Entscheidungen, weshalb seine Abfassung mit dem internationalen Entscheidungsprozeß synchronisiert wurde (WMO 1989: vi). Die wichtigsten Punkte sind:

- das Montrealer Protokoll zog nicht in Betracht, daß bereits ein Ozonabbau in der Antarktis stattgefunden hat;
- selbst bei einer Implementation der Maßnahmen des Montrealer Protokolls wird die Chlorkonzentration bis ins nächste Jahrhundert hinein ansteigen, was zu massiven Ozonabnahmen führen wird;
- das Montrealer Protokoll wurde auf Modellrechnungen gegründet, die keinen Gebrauch von heterogenen Reaktionen machten. Diese Reaktionen wurden zuerst in den antarktischen Prozessen beobachtet, können aber auch in mittleren Breiten auftreten. Die Ozonabbauraten könnten also trotz des Montrealer Protokolls größer sein, als ursprünglich angenommen;
- um zu den natürlichen Chlorkonzentrationen zurückzukehren, müssen alle voll halogenierten FCKW, alle Halone, Tetrachlorkohlenstoff (CCl_4), Methylchloroform (MC) abgeschafft werden und es muß eine Überprüfung der teilhalogenierten FCKW erfolgen.

Wie aus Abbildung 5-10 hervorgeht, führt nur Szenario E zur Absenkung der Chlorkonzentration auf 2 ppb Mitte nächsten Jahrhunderts und damit zum wahrscheinlichen Verschwinden des Ozonlochs. In diesem Fall muß die Produktion aller FCKW bis zur Jahrhundertwende eingestellt sein, es dürfen aber auch keine Ersatzstoffe (R 22), kein Tetrachlorkohlenstoff und kein Methylchloroform mehr produziert werden. Ließe man alle kritischen Substanzen außer FCKW noch bis ins Jahr 2000 weiter wachsen und hielte sie dann konstant, so wäre immer noch mit einem massiven Anstieg der Chlorkonzentration im nächsten Jahrhundert zu rechnen – mit unbekanntem Konsequenzen für die Atmosphäre.

Abbildung 5-10 Modellrechnungen von WMO/UNEP zur Bestimmung notwendiger Verschärfungen des Montrealer Protokolls^a



a Siehe die chemischen Formeln im Anhang.
 Quelle: WMO 1989: xxvi

5.6 Von Montreal nach London

Interessanterweise verloren die USA nach Verabschiedung des Montrealer Protokolls die internationale Initiative. Zwar drängten Sprecher der Regulierungsbefürworter auf weitergehende Maßnahmen – ein Jahr nach dem Montrealer Protokoll hielt EPA-Chef Lee Thomas die 50-Prozent-Reduktion für unzureichend. Er forderte eine völlige Eliminierung von FCKW, außerdem die Regulierung von Methylchloroform und Tetrachlorkohlenstoff. David Doniger vom NRDC unterstützte ihn darin und forderte einen nationalen Alleingang der USA. Doch der offizielle Vorstoß dazu kam von der EG und UNEP. Wenige Wochen nach Abschluß des Montrealer Protokolls ergriff UNEP-Direktor Tolba die Initiative zu einem ersten Folgetreffen der Ver-

tragsparteien für 1989, da seiner Ansicht nach neue Erkenntnisse eine Verschärfung der Maßnahmen verlangten. Die Auswertung der zweiten Antarktisexpedition von 1987, die wenige Wochen nach Montreal offiziell vorlag, bestätigte die Hypothese, daß das antarktische Ozonloch auf die Wirkung von FCKW zurückzuführen sei. Als die Expertengruppen ihre Arbeit aufgenommen hatten, vollzogen sich wichtige Positionsänderungen in einigen Ländern. 1988 wurde Deutschland von der britischen Regierung unterstützt, nachdem Premierministerin Thatcher strenge Maßnahmen zu befürworten begann.

1988, ein Jahr nach dem Montrealer Protokoll, verkündet Du Pont seine Absicht, die FCKW-Produktion (ohne Angabe zeitlicher Fristen) einzustellen. Als Begründung wird die Corporate identity der Firma hervorgehoben, ein Unternehmen zu sein, das nur durch erstklassige Wissenschaft motiviert wird. Die Entscheidung wird stilisiert als ein Resultat von reiner, harter und kalter Wissenschaft: »It was a result of pure, hard, cold science making its points in a company where ... science has always mattered as much as business« (*New York Times*, 26.3.1988). Das Überdenken der Position erfolgte nach der Veröffentlichung der Ergebnisse des OTP am 15. März 1988 (siehe Kapitel 3). Noch drei Wochen zuvor hatte Du Pont-Chef Heckert in einem Antwortschreiben an drei Senatoren, die auf Regulierung drängten, darauf verwiesen, daß keine wissenschaftliche Evidenz vorliege, die dramatische Maßnahmen rechtfertigten (Roan 1989: 229).

Die Auffassung, wonach das Montrealer Protokoll nur ein erster Schritt sein konnte, der so bald als möglich durch weitere Schritte (Verschärfungen der Maßnahmen) ergänzt werden müsse, war im transnationalen Pro-Regulierungsnetzwerk um 1988 überall verbreitet: bei den Akteuren der UNEP, der NASA, der EPA, der Enquetekommission und, nach dem Schwenk Großbritanniens, auch in der EG. Die Wende der britischen Position wurde mit der Formel »The Greening of Margaret Thatcher« umschrieben. Dies bedeutete für das Unterstützernetzwerk eine mehrfache Stärkung: Erstens gewann es durch den Seitenwechsel der britischen Regierung einen neuen Bündnispartner, womit man zweitens der Gegenallianz einen Bündnispartner entzog. Außerdem gelang es, einen der erbittertsten Regulierungsgegner (ICI) auf europäischer Ebene auszuschalten.

In England Margaret Thatcher watched the Green Party in Germany and thought: This can happen here. So she tried to steal the leadership. By the time of the revision of the Montreal Protocol, she convened the first meeting after the Montreal Protocol to strengthen it. (Interview 5)

Im März 1989 schloß sich der EG-Rat einem von der Bundesrepublik und Großbritannien favorisierten vollständigen Ausstieg aus FCKW an (»so bald wie möglich, jedoch nicht später als 2000«). Nun erteilte US-Präsident Bush dem neuen EPA-Chef Reilly die Vollmacht, sich dieser Linie anzuschließen. Die Londoner Protokollzusätze wurden entsprechend erweitert.⁶⁸ Auf einer internationalen Ozon-Konferenz in London, die von Thatcher einberufen wurde, äußerten sich Vertreter von über hundert Ländern auf gleiche Weise; Entwicklungsländer betonten ihr Bedürfnis nach finanzieller und technischer Hilfe bei der Umstellung auf Alternativprodukte. Das erste Treffen der Vertragsparteien fand im Mai 1989 in Helsinki statt, auf dem etwa achtzig Länder eine Erklärung unterzeichneten, die den Ausstieg aus FCKW bis zum Jahr 2000 verlangte. Die Zwischenberichte der verschiedenen Expertengruppen verfehlten ihre Wirkung nicht. Die wissenschaftliche Gruppe konzentrierte sich auf Szenarien, die den Zusammenhang zwischen Chlorkonzentrationen und Ozonabbau entwarfen (siehe oben). Das technische Panel kam zum Schluß, daß mindestens eine 95prozentige Reduktion von FCKW bis zum Jahr 2000 möglich sei. Ähnlich wurden die Möglichkeiten bei anderen Stoffen beurteilt (wie Methylchloroform oder Tetrachlorkohlenstoff). Die technischen und ökonomischen Arbeitsgruppen wiesen nach, daß kurzfristige Substitutionsmöglichkeiten in den meisten Anwendungsbereichen bestanden.

Die UNEP begann auf dieser Basis die Verhandlungen für eine Revision des Protokolls. Auf insgesamt sieben Sitzungen zwischen Herbst 1989 und Frühjahr 1990 kam man überein, den Ausstieg aus FCKW und Halonen anzustreben. Mit der Ausnahme Frankreichs waren in anderen Delegationen keine Vertreter der Industrie entsandt worden. Hauptproblem waren nun die finanziellen und technologischen Unterstützungsprogramme für Entwicklungsländer. Wie in Montreal, so kam auch in London erst in letzter Minute eine Einigung zustande. Diese bezog sich vor allem auf die Problematik der Entwicklungsländer. Es wurde ein Fonds geschaffen, dessen absolute Größe zwar noch nicht festgelegt wurde, für eine Übergangszeit von drei Jahren aber etwa 200 Mio. US-Dollar betragen sollte. Hauptgegner eines solchen Fonds waren anfangs die USA, die ihre Zustimmung nur gaben, als man versicherte, dies schaffe keinen Präzedenzfall für andere Probleme (Klima). Auf der Londoner Konferenz kündigten Indien und China ihre Bereitschaft an, das Montrealer Protokoll mitsamt den Zusatzprotokollen zu ratifizieren,

⁶⁸ Es entstand jedoch ein neuer Konflikt zwischen den USA und dem »Rest der Welt« über die Schaffung eines Hilfsfonds für Entwicklungsländer, siehe unten.

falls der Fond geschaffen würde. In den USA gab es zu dieser Frage einen erneuten Kampf zwischen Regulierungsbefürwortern und -gegnern. Die EPA unterstützte den Vorstoß der Europäer und Entwicklungsländer, einen solchen Fonds zu schaffen. Aus dem Weißen Haus und dem *Office for Management and Budget* kam Widerstand.⁶⁹ Doch sowohl die Industrie, als auch republikanische (und demokratische) Senatoren unterstützten die Initiative der Errichtung eines Hilfsfonds.⁷⁰ Präsident Bush isolierte sich mit seiner harten Linie innenpolitisch wie außenpolitisch.⁷¹ Die Presse spottet: »Penny wise on ozone?« (*New York Times*, 16.5.1990). Zehn Tage vor Verhandlungsbeginn in London verkündet die Bush-Administration schließlich ihre Zustimmung. Auch in diesem Fall hat das Unterstützernetzwerk unterhalb der Regierungsebene Tatsachen geschaffen, die die US-Regierung, wenn auch widerstrebend, schließlich akzeptiert.

Die Implementation der internationalen Vereinbarungen auf nationaler Ebene erfolgte in den meisten Ländern problemlos, ja es kam sogar zur Übererfüllung. Hervorstechend ist Deutschland, das die gesetzlichen Fristen für den Ausstieg aller Substanzen erheblich verkürzte. In den USA kündigte Du Pont an, die Produktion von FCKW 1994 und die von Halonen 1996 zu stoppen. In Bezug auf teilhalogenierte FCKW-Ersatzstoffe (HFCKW), die nur ein geringes Ozonzerstörungspotential, dafür aber ein großes Treibhauspotential besitzen, gehen die Hauptproduzenten verschiedene Wege. Die USA befürworten einen Ausstieg im Zeitrahmen von 2020 bis 2050, während in Deutschland bereits ein Verbot für 2000 vorgesehen ist.⁷²

69 »U.S. Will Oppose Aid in Ozone Plan« (*New York Times*, 9.5.1990: A 24).

70 Zwölf republikanische Senatoren schrieben in einem Brief an Bush: »There has rarely been, we believe, a better example of ›penny-wise, pound-foolish‹« (*Washington Post*, 10. 5.1990).

71 »U.S. is Assailed at Geneva Talks for Backing out of Ozone Plan«, hieß es auf der Titelseite der *New York Times* vom 10. Mai 1990.

72 »Bei den teilhalogenierten, also HFCKW, zeichnete sich ab, daß es neue Regulierungen geben wird und deshalb haben die sich in Deutschland kaum durchgesetzt. In den USA ist man mehr in Richtung der Ersatzstoffe der chemischen Industrie gegangen. Die EPA war also auch über unsere Position zu den HFCKW immer sehr erstaunt, wir galten da immer als Exoten, obwohl die Entwicklung zeigt, daß wir nicht so falsch lagen. Zur Zeit von Montreal hätte sicher nie jemand darauf gewettet, daß HFCKW einmal reguliert werden, jetzt haben wir's, auch wenn da noch 2030 oder was drauf steht« (Interview 24).

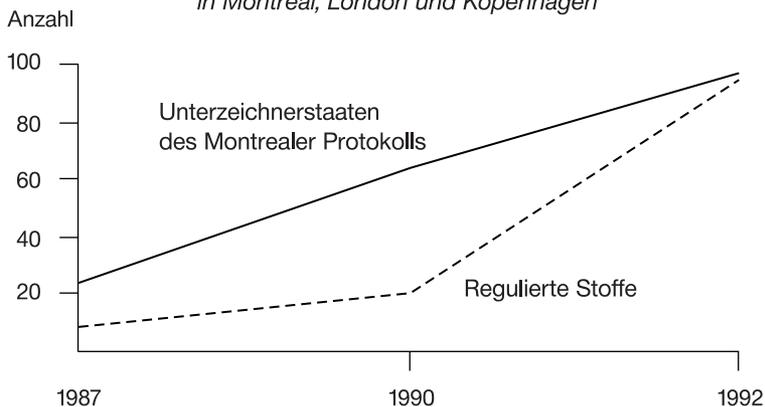
5.7 Von London nach Kopenhagen

Zwei Jahre nach den Londoner Protokollzusätzen befaßte sich das vierte Treffen der Vertragspartnerstaaten in Kopenhagen vor allem mit drei Fragen:⁷³ dem Multilateralen Fonds, der Regelung zusätzlicher Substanzen und dem Durchsetzungsmechanismus (*compliance mechanism*). Die in London erfolgte Einrichtung des Multilateralen Fonds führte zu einer Zunahme der Vertragsstaaten, einschließlich solch kritischer Länder wie Indien und China. Es wurden neununddreißig länderspezifische Hilfsprogramme für Entwicklungsländer entwickelt. Der in London erzielte Kompromiß sah 240 Mio. US-Dollar für den Interim-Fonds vor. Die Geberländer, vor allem Rußland und Frankreich, kamen jedoch ihren Zahlungsverpflichtungen nicht nach. Rußland litt unter Zahlungsunfähigkeit, Frankreich machte Vorbehalte über die Konstruktion des Fonds. Die Vertragsstaaten anerkannten die internen ökonomischen Schwierigkeiten der Länder der ehemaligen Sowjetunion, sahen aber gleichzeitig die Gefahr der unilateralen Nichtbefolgung. Einerseits konnte dies zu einer Abwärtsspirale führen, andererseits würden durch Nichtbefolgung Fehlbeträge entstehen, die zur Nichteinhaltung der Hilfsprogramme und schließlich zum (unfreiwilligen) Bruch der Verpflichtungen der Entwicklungsländer führen konnten. Dieses Problem konnte dadurch gelöst werden, daß einige osteuropäische Länder von ihren Zahlungsverpflichtungen *in harter Währung* entbunden wurden (sie sollten äquivalente Leistungen in Form von Technologie und Unterstützung erbringen). Durch die Thematisierung des Problems im Rahmen des internationalen Regimes war die Gefahr des unilateralen Ausstiegs gebannt.

Mehrere westeuropäische Länder, unter ihnen Frankreich, waren unzufrieden mit dem Fonds, der unabhängig von anderen Institutionen des Nord-Süd-Transfers operieren sollte. Sie wollten die Überführung des multilateralen Fonds in die *Global Environmental Facility* (GEF), die 1992 von der Weltbank, UNEP und UNDP als Hauptfinanzierungsmechanismus für die Klimakonvention eingerichtet worden war – auf die Initiative Frankreichs hin (Thacher 1993: 199). Die USA hatten sich in London ebenfalls noch gegen die Einrichtung eines unabhängigen Fonds gewehrt, unterstützten ihn nun und hatten einen Sitz im Exekutivkomitee. Angesichts dieses Interessenkonflikts versuchte die EG, die Entscheidung über das endgültige Design des Fonds hinauszuzögern, was am Widerstand der Entwicklungsländer scheiterte. Der Konsens, eine umfassende Problemlösung anzustreben, war

73 Zum Folgenden siehe Gehring (1994: 302–320).

Abbildung 5-11 Anzahl der regulierten Substanzen und der Unterzeichnerstaaten des Montrealer Protokolls in Montreal, London und Kopenhagen^a



a Zahlen nach Brack 1996: 14–15.

stärker, als die nationalen Partialinteressen auf Seiten der entwickelten Industrieländer.

Vor dem Treffen in Kopenhagen hatten führende Hersteller und Verbraucher ozonerstörender Substanzen ihre Absicht angekündigt, bereits Ende 1995 die FCKW-Produktion zu stoppen. Die entsprechende Anpassung in den Vertragstexten stellte kein Problem dar. Anders verhielt es sich mit der Kontrolle zusätzlicher Substanzen. Österreich, Norwegen, Schweden und die Schweiz waren für eine starke Begrenzung in Herstellung und Konsum von vierzig teilhalogenierten FCKW (HFCKW, siehe Anhang, S. 357), darin von der EG unterstützt. Darüberhinaus schlugen sie einen völligen Ausstieg aus diesen Stoffen für die Zeit 2005 bis 2010 vor. Die USA wollten sicherstellen, daß diese Stoffe auch nach 2020 verwendet werden können, da in Betrieb befindliche Klimaanlage eine Lebensdauer bis zu vierzig Jahren haben. Man einigte sich auch hier auf einen stufenweisen Ausstieg mit einem Produktionsstopp im Jahr 2030 (Brack 1996: 15). HFCKW, eine Stoffklasse, die kein Chlor enthält, aber einen Treibhauseffekt hat, wurde nicht in den Regelungskatalog aufgenommen. Die Tendenz geht dahin, auch diese Stoffe zu regulieren, möglicherweise unter der Klimaschutzkonvention.

Zusammengefaßt läßt sich sagen, daß engagierte Wissenschaftler erfolgreich als Sprecher eines transnationalen Politiknetzwerkes agierten, das sich in einem selbstverstärkenden Prozeß Mitte der achtziger Jahre ausweitete

und stärkte. Wesentliche symbolische Ressource war die Entdeckung und symbolische Aufbereitung des antarktischen Ozonlochs. In den USA gelingt es Regulierungsbefürwortern aus mehreren Behörden (unterhalb der Regierungsebene) immer wieder, sich gegenüber Regulierungsgegnern durchzusetzen. In Deutschland springt der Funke schließlich auf die höchsten politischen Entscheidungsinstanzen über, wodurch den Regulierungsbefürwortern ein mächtiger Bündnispartner zuwächst. Der Seitenwechsel von zentralen Akteuren führte schließlich zum Zusammenbruch des Anti-Regulierungslagers, wodurch eine internationale Kooperation zustandekam, die den Ausstieg aus ozonzerstörenden Substanzen zum Ziel hatte. Die Bindung der Vertragsparteien an neue wissenschaftliche Erkenntnisse erleichterte die Verschärfung der Regulierungen. Dies wurde erheblich verstärkt durch einen ökonomischen Sog in Richtung Ersatzstoffe, der durch den größten Einzelproduzenten ausgelöst wurde.

Kapitel 6

Institutionen, Akteure und die Chancen zur Vermeidung globaler Umweltkatastrophen

Dieses Schlußkapitel stellt die Ergebnisse vorliegender Studie zunächst in Zusammenhang zu den in Kapitel 1 entwickelten theoretischen Perspektiven (6.1) und konfrontiert sie mit rivalisierenden Ansätzen (6.2). Der dritte Abschnitt behandelt die komparative Fragestellung. Hier fasse ich die institutionelle »Unterfütterung« des netzwerktheoretischen Ansatzes zusammen, die zeigt, daß die Ausgangslage für die Entwicklung der Netzwerke in beiden Ländern unterschiedlich war. Diese Unterschiede in den strukturell-institutionellen Faktoren können aber nicht allein die in beiden Ländern verschiedene Netzwerkdynamik erklären. Im vierten Abschnitt frage ich, welche Chancen die moderne Gesellschaft hat, sich auf ökologische Gefährdungen einzustellen. Dort formuliere ich fünf Thesen, die für die weitere Forschung relevant sein können.

6.1 Theoretische Lehren

6.1.1 Eigendynamische Entwicklung von Politiknetzwerken und institutionelle Opportunitätsstrukturen

Politiknetzwerke entstehen und gedeihen in verschiedenen institutionellen Kontexten unterschiedlich gut und schnell. Bezogen auf den vorliegenden Fall heißt dies, daß institutionelle Opportunitätsstrukturen vor allem in den Repräsentationsmöglichkeiten diffuser Interessen und institutionellen Entscheidungsregeln bestanden. Diffuse Interessen waren im amerikanischen politischen System weit besser repräsentierbar als im deutschen. Dort gab es auch die Bereitschaft von Wissenschaftlern zur öffentlichen Parteinahme. Es

existierten institutionelle Entscheidungsregeln vor allem in Form der Selbstbindung an wissenschaftliche Ergebnisse und die Bevorzugung des Vorsorgeprinzips beziehungsweise Abwarteprinzips. In den USA wurde der Kampf zwischen dem Vorsorgeprinzip und dem Abwarteprinzip durch den *Clean Air Act* von 1977 zugunsten des Vorsorgeprinzips entschieden. Dieser Ansatz prägte die US-Position für die internationalen Verhandlungen.

Institutionelle Randbedingungen begünstigen oder erschweren die Entwicklung von Politiknetzwerken, können sie aber nicht auslösen. Auch die günstigsten Opportunitätsstrukturen hätten das Thema FCKW nicht aufbringen und einer Lösung zuführen können, wären da nicht engagierte Wissenschaftler gewesen, die diese Aufgabe wahrgenommen haben.

Die antagonistisch strukturierte Politikarena wurde durch selbstverstärkende Prozesse beherrscht. Diese beziehen sich vor allem auf die Motivation von zentralen Akteuren, die nicht allein durch ihre Interessen erklärt werden kann. Es sind vielmehr Weltbilder, Normen und »Leidenschaften«, bei denen Politikziele und Akteuridentitäten eng verklammert sind: Vorsorgeprinzip steht gegen Abwarteprinzip. Diese Komponente erschwert die übliche Lösung des Interessenausgleichs zunächst erheblich. Durch die antagonistische Konstellation von zwei Politiknetzwerken innerhalb einer Politikarena werden aber nicht nur neue Probleme geschaffen, sondern auch andere Lösungen ermöglicht. Zu nennen ist insbesondere eine Reduktion der Komplexität auf zwei konträre Situationsdeutungen und Lösungsvorschläge, von denen im Zeitverlauf eine die Hegemonie erlangt. Die Heterogenität der Akteurpopulation ist dabei von ausschlaggebender Bedeutung. Dies bezieht sich vor allem auf die Bereitschaft zur Initiative (in Form der Selbstbindung oder Vorreiterrolle) und das Verhalten dritter Parteien. Die Frage nach den Bedingungen erfolgreicher Kooperation verwandelt sich damit in die Frage, unter welchen Bedingungen ein Akteur die Initiative ergreift und sein Partialinteresse der gemeinsamen Problemlösung unterordnet. Der Wechsel von Protagonisten aus einem Lager in das andere ist ein besonders wirkungsvoller Mechanismus zur Beeinflussung dritter Parteien. Dadurch kann eine Seite die Hegemonialstellung erlangen.

Engagierte Wissenschaftler agierten als Sprecher eines transnationalen Politiknetzwerkes, das sich in einem selbstverstärkenden Prozeß Mitte der achtziger Jahre ausweitete und stärkte. Die wichtigste Ressource war symbolischer Art: die Entdeckung und symbolische Aufbereitung des antarktischen Ozonlochs. Der dadurch hervorgerufene Seitenwechsel zentraler Akteure führte schließlich zum Zusammenbruch des Anti-Regulierungslagers, wodurch die internationale Kooperation zustandekam, die am Ende den

Ausstieg aus ozonerstörenden Substanzen brachte. Die Bindung der Vertragsparteien an neue wissenschaftliche Erkenntnisse erleichterte die Verschärfung der Regulierungen. Die Institutionalisierung der Selbstbindung an wissenschaftliche Ergebnisse ist eine Konstante, die sich durch den gesamten Zeitraum verfolgen läßt. Du Ponts Selbstbindung wurde mehrmals erwähnt. Eine andere ergab sich durch den *Clean Air Act* von 1977, der die Verpflichtung für die EPA enthielt, bei Fortbestehen einer Gefahr weitere Maßnahmen einzuleiten. Auf internationaler Ebene war die Verpflichtung zu wissenschaftlicher Forschung der kleinste gemeinsame Nenner, auf den sich Länder mit unterschiedlicher Orientierung einigen konnten. Dies begann bei den ersten Treffen auf Initiative der UNEP im Jahr 1977, setzte sich auf zahlreichen internationalen Konferenzen fort bis hin zur Wiener Konvention von 1985. Auch das Montrealer Protokoll und seine Ergänzungen enthalten entsprechende Klauseln, die einen zusätzlichen Handlungsbedarf bei entsprechender wissenschaftlicher Erkenntnis vorsehen. Die Regulierungsgegner legten sich auf wissenschaftliche Erkenntnisse fest, da es ihnen das einfachste Mittel zu sein schien, um Regulierungen abzublocken. Doch das Gegenteil war das Resultat. Durch die Festlegung auf wissenschaftliche Ergebnisse gab die Industrie *nolens volens* das Heft aus der Hand, sie konnte den Prozeß nicht mehr allein steuern.

Dem Netzwerk der Unterstützer anspruchsvoller Regulierungen gelang eine Mobilisierung zentraler Akteure. In der entscheidenden Phase der Vorbereitung des Montrealer Protokolls waren dies Mitglieder folgender Organisationen: UNEP, NASA, WMO, US-Außenministerium, UBA/BMU und EPA. Durch dieses Netzwerk wurde der Prozeß der internationalen Regulierung auf den Weg gebracht und der Forschungsprozeß so organisiert, daß verbindliche Ergebnisse erzielt wurden. Die Regulierungsgegner, vor allem die FCKW-Produzenten, gaben ihren Widerstand sukzessive auf, nachdem ihre Wortführer die Seite gewechselt hatten (Katz/Lazarsfeld 1955).

6.1.2 Repräsentation diffuser Interessen: Wissenschaftler als gesellschaftspolitische Akteure

Wer die Macht hat, ein Problem in allgemein akzeptierter Weise zu definieren und entsprechende Lösungsvorschläge zu entwickeln, hat einen Einfluß auf den gesamten Prozeß, von der Problemidentifikation bis hin zur Lösung. Diese Hypothese ist in politikwissenschaftlichen Studien unter dem Thema *agenda-setting power* und Mobilisierung von Vorurteilen geläufig (Bachrach/

Baratz 1977; Lukes 1974; Schattschneider 1960). Doch in diesen Studien werden ausschließlich »traditionelle« politische Akteure in dieser Rolle beschrieben. Wenig beachtet wurde dabei, daß bei Fragen, die mit Hilfe von technischem und wissenschaftlichem Wissen gelöst werden, wissenschaftliche Experten die Rolle von *agenda-setters* spielen können.

Gelingt es, diffuse Interessen am Erhalt der natürlichen Umwelt zu artikulieren, so können dadurch ökologische Probleme oder Katastrophen verhindert werden. Vogel (1993) führt (am Beispiel von Umweltinteressen) verschiedene institutionelle Faktoren an, die eine Repräsentation von diffusen Interessen beeinflussen. Seiner Ansicht nach ist der wichtigste Faktor die öffentliche Meinung, noch vor der Struktur der politischen Institutionen. Das heißt, daß eine starke Umweltbewegung und/oder Thematisierung in der Öffentlichkeit den größten Einfluß auf die Politik ausübt. Auch die Struktur der politischen Institutionen kann dabei förderlich sein. Vor allem Präsidialsysteme sind nach Vogel geeignet, diffuse Interessen zu repräsentieren. Zu einem geringeren Grad trifft dies auf parlamentarische Systeme zu, die den Wählerproporz wiedergeben. Im Fall des proportionalen Wahlrechts ist das vor allem dann wahrscheinlich, wenn sich grüne Parteien formieren, die ins Parlament gewählt werden. Fehlen beide Faktoren, dann besteht die Gefahr, daß diffuse Umweltinteressen nicht repräsentiert werden:

[P]arliamentary systems pose two distinctive risks for representation of diffuse interests. First, without intense interest by significant numbers of voters, leaders are apt to pay little attention to the political representatives of diffuse interests, for the simple reason that they do not need their support in order to govern. Instead, they are apt to consult extensively with the representatives of concentrated interests, especially business. (Vogel 1993: 267)

All dies hört sich plausibel an. Eine Möglichkeit wird dabei vernachlässigt, und zwar die, daß wissenschaftliche Sprecher eine Initiativwirkung entfalten, deren Ausgreifen auf die öffentliche Meinung um so wahrscheinlicher ist, wenn sich eine Kontroverse um wissenschaftlich und technisch produzierte Risiken entfaltet. Hier ergibt sich eine andere Dynamik als in Fällen, in denen die Fragen durch politische Parteien aufgegriffen werden. Unbestreitbar hat die öffentliche Meinung einen entscheidenden Einfluß auf die Bildung der Optionen von politischen Parteien. So wie grüne Parteien die öffentliche Meinung beeinflussen können, tun dies auch Politikunternehmer anderer Parteien und wissenschaftliche Sprecher. All diese Möglichkeiten stellen funktionale Äquivalente dar, unterscheiden sich aber in ihren Mustern und ihrer Dynamik.

Eine Thematisierung innerhalb des politischen Systems (auf parteipolitischer Ebene) ist bei Problemen, die komplizierte wissenschaftliche Aspekte aufweisen, nicht sehr wahrscheinlich. Neigt die Politik zum Trittbrettfahren oder zur Kurzsichtigkeit, kann die Tatsache der räumlichen und zeitlichen Entfernung der Auswirkungen vom Entscheidungspunkt katastrophale Folgen haben. Auf Grundlagenforschung kann man aus denselben Gründen nicht hoffen, da ihre Früchte wahrscheinlich erst jenseits des Zeithorizonts einer Regierung von anderen geerntet werden (Elster 1993: 65). Im ersten Fall bestehen keine negativen Externalitäten, die Politiker von einem möglicherweise katastrophalen Kurs abschrecken könnten, im zweiten keine positiven, Prognosefähigkeit durch Förderung von Grundlagenforschung zu schaffen.

Politikunternehmer können hier Chancen nutzen, vorausgesetzt, das Thema ist wahlkampfträchtig und vorausgesetzt, sie können symbolische Ressourcen mobilisieren, die denen der Industrie standhalten. Die Industrie ist oft und gern bereit, eine solche Herausforderung anzunehmen, da sie das Fachwissen auf ihrer Seite glaubt, bei den Politikern hingegen für inexistent hält. Dadurch läßt sie sich auf ein Spiel ein, das sie nicht mehr (wie im Fall der reinen Interessenpolitik) allein steuern kann. Es muß der weiteren Forschung überlassen bleiben, herauszufinden, welche Unterschiede sich ergeben, wenn vor allem Politikunternehmer oder vor allem Wissenschaftler als öffentliche Sprecher auftreten. Die Vermutung liegt nahe, daß wissenschaftliche Sprecher mehr Kontinuität zeigen als die auf die nächsten Wahlen blickenden Politiker, zumal dann, wenn die Wissenschaftler normorientiert und interessenbezogen handeln, also ihre umweltpolitischen Überzeugungen nicht so schnell aufgeben und ihre berufliche Karriere zudem auf die Erforschung eines hierfür relevanten Bereichs gegründet haben.

6.1.3 Wissenschaftliche Kontroversen

Politische Entscheidungen, die technisch-wissenschaftliches Sachwissen erfordern, beruhen oft auf der Expertise von Angestellten staatlicher Behörden. Dies trifft auf wirtschaftspolitische, gesundheitspolitische und umweltpolitische Entscheidungen gleichermaßen zu. Es gehört zum Tagesgeschäft wissenschaftlicher Politikberatung entwickelter moderner Gesellschaften. Diese Routine wird dann gestört, wenn von außen kommende Interessengruppen (Industrie, Umweltgruppen) die Kompetenz oder die Sachempfehlungen der Spezialbehörde angreifen. Grundsätzlich spricht aber nichts dagegen, daß die Entscheidungsfindung vor allem auf dem von der Behörde

entwickelten Wissen erfolgt. Dies ändert sich dann, wenn unabhängige Wissenschaftler von renommierten akademischen Einrichtungen in die Diskussion eingreifen. Da diese in der Regel über sehr viel mehr Reputation verfügen als Behördenwissenschaftler,¹ verlagert sich die Debatte in eine andere Arena. Es geht dann vornehmlich um die Glaubwürdigkeit von politischen Optionen und wissenschaftlichen Begründungen. Ergreifen Wissenschaftler eine öffentliche Sprecherrolle, so verschiebt sich die Kontroverse aus der innerwissenschaftlichen und administrativen Debatte in die Arena der öffentlichen Diskussion, mit allen Konsequenzen, die daraus folgen (hier sei nur auf die Rolle der Medien und die Karriererisiken für die Wissenschaftler hingewiesen).

Sobald sich Kontroversen in diese Eigendynamik verwickeln, ist die Mobilisierung des Expertenwissens mit dem »größten Gewicht« eine besonders effektive Strategie der Kontrahenten. Hochrangige Urteile – entweder von prominenten oder hoch reputierten Wissenschaftlern oder Gremien – versprechen einen Glaubwürdigkeitsgewinn, durch den die Kontroverse einer Vorentscheidung zugeführt werden kann. Hochrangige Urteile haben in diesem Fall in der Tat eine wichtige Rolle gespielt: 1976 hat die *National Academy of Sciences* in den USA eine (wenn auch vorsichtige) Regulierungsempfehlung abgegeben, die von den politischen Entscheidungsträgern befolgt wurde. Ab 1987 hat die Arbeit der Enquetekommission des deutschen Bundestages unter Beteiligung hoch reputierter und prominenter Wissenschaftler die politische Entscheidungsfindung (in der Bundesrepublik Deutschland und in der EG) legitimiert.

Da wissenschaftliches Wissen über Fragen menschlicher Gesundheit und natürlicher Umwelt auf vielfältige Wissensgebiete verteilt ist, ergeben sich vielfältige Konflikte zwischen Spezialdisziplinen. Ein Mittel, sie zu lösen, besteht in Standardisierungsprozessen. Dies konnte man im vorliegenden Fall anhand des 1986 eingerichteten *Ozone Trends Panel* studieren. Nicht immer gelingt eine Standardisierung, und es ist noch unwahrscheinlicher, durch entscheidende Experimente eine wissenschaftliche Kontroverse zu schließen, wie es durch die Antarktisexpedition von 1987 geschah, deren flugzeugbasierte Feldmessungen die Evidenz für die kausale Rolle von FCKW bei der Entstehung des Ozonlochs etablierten.

1 Vgl. den in Kapitel 3 zitierten Wissenschaftler: » When science gets too close to policy, then pressure is put on science to short-cut and get to policy-relevant results. I think that's a big problem. In the U.S. we call that the EPA-effect. Because they are so oriented towards regulation, if you get close to them scientifically, you'll stop to work for science. They have their agenda« (Interview 11).

6.1.4 Probleme internationaler Kooperation

In der Literatur auf dem Gebiet der internationalen Beziehungen wird darauf hingewiesen, daß wiederholte Verhandlungen zu einem kooperativen Ergebnis führen: der durch wiederholte Verhandlungen erzeugte Versicherungsmechanismus (*tit-for-tat*) ist kooperationsfördernd (Axelrod 1984). Oft wird aber beobachtet, daß Verhandlungen stagnieren und zu keinem Ergebnis kommen, gleichgültig wie oft man sich trifft, selbst wenn sich die Akteure in zwei Lagern gruppieren (Axelrod/Keohane 1986: 230; Downs et al., 1986). Zu fragen wäre also, wie die Lösung solcher Blockaden erfolgen kann. Die Literatur hat sich weitgehend auf das Modell des Gefangenendilemmas und den Mechanismus der iterativen Spiele beschränkt, bei denen durch den »Schatten der Zukunft« kurzfristige egoistische Präferenzen zugunsten einer »bedingten Kooperation« (Taylor 1986) überwunden werden. Doch wie gesagt, nicht alle Konstellationen der internationalen Politik sind Gefangenendilemmata.² Beschränkt man sich der Einfachheit halber auf die USA und die EG, so lassen sich im Zeitraum von 1985 bis 1987 drei verschiedene Konstellationen auf internationaler Ebene ausmachen. Die USA hatten FCKW früh auf nationaler Ebene reguliert, ohne das Ergebnis eines internationalen Prozesses abzuwarten. Die EG hat in diesem Zeitraum keine ernsthaften Maßnahmen ergriffen. Eine Dilemmastruktur hat sich gar nicht herausbilden können, weil die USA und die EG jeweils dominante Strategien verfolgten, und zwar *unabhängig* davon, *aber in voller Kenntnis* dessen, was der jeweils andere tat. 1985 versuchten die USA, ihr Regulierungsmodell in die EG zu exportieren, die EG versuchte das Umgekehrte. 1986 änderten die USA ihre Präferenz und strebten eine Regulierung an, selbst wenn die EG dabei nicht mitmachen wollte (das heißt, notfalls allein zu handeln). 1987 schließlich bewerteten beide die Kooperation am höchsten. In formaler Schreibweise sieht diese Sequenz wie in Tabelle 6-1 dargestellt aus:³

-
- 2 Der FCKW-Fall wurde erst nach Abschluß der internationalen Abkommen zu einem Gefangenendilemma, da nunmehr jeder Noch-FCKW-Produzent einen Anreiz hat, geringe Mengen zu emittieren, ohne befürchten zu müssen, einen erheblichen Schaden zu verursachen, vorausgesetzt, die anderen halten sich an die Regeln. Doch ist die Umstellung auf Ersatzstoffe mittlerweile so weit vorangeschritten, daß die gegenwärtig noch stattfindenden Verletzungen wahrscheinlich Episoden bleiben (Brack 1996).
 - 3 Die Notierung gibt die Präferenzordnung der USA und der EG wieder, wobei *C* für Kooperation, *D* für Verweigerung steht. Der erste Buchstabe bezieht sich immer auf Spieler 1 (das heißt die USA).

Tabelle 6-1 Sequenzielle Lösung der Blockade

1985	USA: CC>DC>DD>CD EG: CD>DD>CC>DC	Gleichgewicht bei DD: Blockade
1986	USA: CC>DC>CD>DD EG: CD>DD>CC>DC	Gleichgewicht bei CD: Vorreiterrolle der USA
1987	USA: CC>DC>CD>DD EG: CC>DD>CD>DC	Gleichgewicht bei CC: Kooperation

Auffällig ist die »unilaterale Verzweiflung«, als die USA 1986 gewissermaßen den Einsatz erhöhen, indem sie das Risiko eingehen, unilateral zu handeln, obwohl die EG dies eventuell zum Trittbrettfahren nutzen könnte. Das Risiko hat sich gelohnt: 1987 stimmt auch die EG einer kooperativen Lösung zu. Wie ist dieser merkwürdige Verlauf zu erklären? Wie in Kapitel 5 gezeigt wurde, war die US-Verhandlungsposition das Ergebnis von besonderen innenpolitischen Konstellationen. Es kommt hinzu, daß der Regulierungsgegner kein einheitlicher Akteur war, sondern aus zwölf Einzelstaaten bestand, die mit einer gemeinsamen Position auftreten wollten. Die Bremser innerhalb der EG gerieten in die Defensive und schließlich in die Isolation (Tabelle 6-2). Einer der entscheidenden Schritte, die Überwindung des britischen Widerstandes, wurde teilweise mit bürokratischen Mitteln erreicht. Da Großbritannien unter den Bremsern am meisten in wissenschaftliche Forschung investiert hatte und als Wortführer der Regulierungsgegner fungierte, fiel mit Großbritanniens Widerstand auch der Widerstand der kleinen europäischen FCKW-produzierenden Länder, die nach wie vor ein Interesse an der Verhinderung strenger Maßnahmen hatten (Italien, Spanien, Frankreich), aber keine Sprecherkapazitäten aufgebaut hatten.

Die Konstellation, in der zwei Lager um die Hegemonie kämpfen, lenkt unser Augenmerk auf Mechanismen, die durch die Konzentration auf das Modell des Gefangenendilemmas außer acht gelassen würden. Zunächst bringt es die Konstellation mit sich, daß das Konfliktfeld vorstrukturiert und die mögliche Komplexität so weit reduziert ist, daß Verhandlungen zwischen zwei Antagonisten und der »dritten Partei« der Unentschlossenen beginnen können. Kommt es während der Verhandlungen zur Schaffung von Vertrauen zwischen Vorreitern und Unentschlossenen, werden Stimmungsänderungen und unter Umständen Positionsänderungen ausgelöst. Das Netzwerkmodell, das für die Analyse des Gesamtprozesses verwendet wird, kann somit auch auf die Periode von Verhandlungen angewandt werden. Es bietet

Tabelle 6-2 Der Wandel wichtiger Akteurpräferenzen in bezug auf Regulierungen, 1974 bis 1992

	1974–1980		1981–1984		1985/1986		1987		1988–1992		
	Reg.	Ind.	Reg.	Ind.	Reg.	Ind.	Reg.	Ind.	Reg.	Ind.	
USA	●	○	○	○	○/●	●	●	●	●	●	●
BRD	○	○	○	○	○/●	○	●	○	●	●	●
GB	○	○	○	○	○	○	○	○	●	●	●

Reg. = Regierung ● = für Regulierungen
Ind. = Industrie ○ = gegen Regulierungen

die Möglichkeit einer einheitlichen theoretischen Fassung: In jedem Land, das sich die Regulierungsfrage stellt, sind wichtige Akteure in Politik und Wissenschaft über diese Frage ebenso entzweit wie die Öffentlichkeit. Auf internationaler Ebene stehen sich Staatenvertreter gegenüber, deren Positionen weitgehend durch innenpolitische Kalküle geprägt wurden (Hahn/Richards 1989). Länder, in denen es keine Verursacherindustrie gibt, können unter bestimmten Umständen eine ökologische Politik ohne Kosten verfolgen. In Ländern mit Verursacherindustrie gibt es einen Zielkonflikt zwischen dem Schutz der eigenen Industrie und dem Kampf um Wählerstimmen.

Reduziert man die mögliche Vielfalt der Akteurtypen auf die Regierungen und FCKW-Hersteller und betrachtet drei wichtige Länder, so ergibt sich im Zeitablauf eine Änderung ihrer Präferenzen wie in Tabelle 6-2 dargestellt. Die Antagonisten in diesem Schema sind die USA und Großbritannien. Als die Bundesrepublik als »mittlere Kraft« zu kippen beginnt, sind die Tage des britischen Widerstandes gezählt.

Die Tatsache, daß die nationalen Delegationsleiter in internationalen Verhandlungen in der Regel korporative Akteure (Vertreter von Institutionen) sind, eröffnet ihnen einen über das offizielle Mandat hinausgehenden Spielraum. Da die Verhandlungsführer nicht in jedem Schritt von ihrer Institution kontrolliert werden können, ergibt sich die Möglichkeit, daß sie sich während informeller Gespräche bei Verhandlungen gegenüber anderen Positionen »öffnen« (vgl. das *Principal-agent*-Theorem). Dies geschieht anfangs rein kommunikativ, indem Meinungen sondiert werden. Dann wird die Stimmungslage an die jeweiligen Vorgesetzten in der Hauptstadt rückgemeldet und gegebenenfalls ein erweitertes Mandat erteilt. In diesem Prozeß kann der Verhandlungsführer einen doppelten Handlungsspielraum nutzen:

gegenüber den anderen Verhandlungspartnern und gegenüber der eigenen Regierung (Putnam 1988).⁴ Ein Diplomat, der bei den internationalen Ozonabkommen mitgewirkt hat, formuliert diesen Gedanken so:

The individual negotiator in many instances may be much more than a mere »puppet on the strings«; he or she may enjoy a certain leeway within the instructions they have received; he or she are supposed to use their personal skills to persuade the other side, extract concessions from the other side etc. Thus the personal factor, the professional and cultural background of a negotiator have their impact on the course of negotiations. (Lang 1994: 174)

Konkret sieht dies oft so aus, daß sich die Verhandlungsführer persönlich kennenlernen und Vertrauen zueinander gewinnen. Dies kann zu Überzeugungs- oder Überredungszwecken genutzt werden, dient aber vor allem dem Ausschluß der Öffentlichkeit. »Undichte Stellen« können Einigungsbestrebungen vereiteln, wenn entsprechende Presseberichte zum Gesichtsverlust einzelner Akteure führen. Solche Berichte werden von interessierten Verhandlungspartnern manchmal bewußt lanciert, weshalb die Schaffung persönlichen Vertrauens zwischen ihnen ebenso wichtig ist wie die Nicht-Öffentlichkeit der Sitzungen (Downs et al. 1986: 137). Bei multilateralen Verhandlungen müssen die zentralen Akteure im vertraulichen Gespräch zusammenkommen.⁵ Persönliches Vertrauen zwischen Delegationsvertretern ist ein wichtiger Faktor, der Fortschritte erleichtert. Kennt man einander und weiß, daß der andere Wort hält, so kann nicht nur ein Rückfall auf alte Positionen vermieden werden, sondern auch die Desavouierung durch die Presse.

4 Bei internationalen Verhandlungen finden viele solcher Prozesse zeitgleich auf bilateraler Ebene statt. Deutet sich an, daß wichtige (oder mehrere kleine) Akteure die Position ändern, so kann die geänderte »Stimmung« zur Selbstverstärkung des Prozesses führen. Der Rückmeldung in die Hauptstadt, wonach man sich mit der eigenen Position heillos isoliert habe, folgt nicht selten das Placet für die inoffiziell bereits erfolgte Positionsänderung des betreffenden Vertreters.

5 »Das Schema der Endphase ist ziemlich gleich bei all diesen Dingen. In den letzten fünf, sechs, sieben Tagen gibt es einen ganz engen Zirkel. Je weniger Leute dabei sind, desto besser, aber es müssen die *major stakeholders* dabei sein und alle *troublemakers*. Die Nagelprobe ist, daß der Vorsitzende sagt: »I assume that there is a consensus« wenn dann nur einer aufzeigt und sagt: »Nein, ich wurde nicht konsultiert«, dann fällt das Ganze am Boden auseinander. Es hängt vom Verhandlungsleiter ab, daß er den eigentlichen Kreis der Akteure möglichst klein hält, aber alle zufriedenstellt und informiert hält. Denn jeder von den anderen kann sagen, er sei übersehen worden und beleidigt abreisen. Damit ist die Arbeit von Wochen beim Rauchfang hinaus. Der Verhandlungsleiter muß spüren, wer potentielle Störenfriede sind. Die wollen manchmal nur aus Gründen der Eitelkeit gefragt werden. Der Verhandlungsleiter muß die potentiellen Minen im Gelände erkennen« (Interview 10).

Das ist ja auch ein ganz wichtiger Faktor, wenn man die *chief players* über zwei Jahre kennt und auch privat kennt, mit ihnen Ausflüge gemacht hat und so weiter, entwickelt sich ein persönliches Vertrauensverhältnis. Und dann steht jemand zu seinem Wort. Wenn da völlig neue Leute kommen, müssen Sie neue Beziehungen aufbauen. (Interview 10)⁶

Vertrauen in Netzwerken senkt die Transaktionskosten erheblich, bis zu dem Punkt, daß das Auseinanderbrechen von Verhandlungen (und ein kostspieliger Neubeginn) vermieden wird.

6.2 Der Netzwerkansatz und rivalisierende Erklärungen

Politiknetzwerke sind geschichtliche Systeme, deren jeweiliger Zustand vom eigenen Zustand in der Vergangenheit abhängt. Doch reicht die Kenntnis früherer Systemzustände nicht aus, die weitere Entwicklung vorherzusagen; diese bleibt durch frühere Systemzustände unterdeterminiert. Die Ozonkontroverse der siebziger Jahre beeinflusste die Ozonkontroverse der achtziger Jahre, und diese beeinflusste die Klimadebatte der neunziger. Man kann also keine Prognosen aufstellen und sollte deshalb bei der Rekonstruktion der historischen Daten keine teleologische Konstruktion versuchen. Deshalb der oft wiederholte Hinweis auf die Kontingenzen der Entwicklung, der in bewußtem Kontrast zu deterministischen Erklärungsversuchen dieses Falles steht. Doch bedeutet die Absage an den Determinismus nicht, daß man keine Lehren ziehen könnte (siehe Abschnitt 6.4.3).

6.2.1 Dominanz struktureller Randbedingungen?

Die in Kapitel 1 geäußerte Vermutung, deterministische Erklärungen würden in diesem Fall versagen, hat sich durch die Fallrekonstruktion bestätigt. Kein Sozialsystem kann in Fällen wie diesem dominant werden. Stattdessen zeigte sich, daß Kombinationen erforscht werden müssen, in denen sich Akteure verschiedener Teilsysteme engagieren. Dabei kommt es zu selbst-

6 »Auch meine britischen Freunde waren nie bereit, offen zu sagen, was sich innerhalb der EG abspielt. Also der Engländer hätte mir nicht gesagt, die Franzosen helfen uns zu bremsen und die Deutschen treiben uns voran, das wäre nie aus dem Mund des englischen Kollegen gekommen, mit dem ich übrigens persönlich lange Jahre befreundet bin« (Interview 10).

verstärkenden Mechanismen (vor allem durch staatliche Forschungsförderung und Medienaufmerksamkeit), die sich mit akteurzentrierten Instrumenten präziser analysieren lassen als durch Variablen der systemischen Makroebene. An dieser Stelle fasse ich die Einwände gegen strukturelle Erklärungen zusammen.

Durch die Verwendung des Netzwerkansatzes verschiebt sich die Aufmerksamkeit von den Randbedingungen des Prozesses auf die Entwicklung des Netzwerkes selbst. Solche Randbedingungen könnte man in Form von politischen, ökonomischen, öffentlichen oder wissenschaftlichen Determinanten vermuten. Rivalisierende Erklärungen, die darauf aufbauen, sind nicht zuletzt deshalb weit verbreitet, weil sie monokausale Erklärungen anbieten, die einfacher sind als der hier vorgelegte Netzwerkansatz. In diesem Abschnitt stelle ich vier monokausale Erklärungsmodelle vor, die sich rein logisch anbieten. Im nächsten Abschnitt setzte ich mich mit zwei Ansätzen auseinander, die in der Literatur dominieren und die rivalisierende Erklärungen vorgelegt haben.

Die erste monokausale Erklärung, die sich anbietet, ist politisch. In bezug auf eine mögliche *politische* »unabhängige Variable« ist festzuhalten, daß die ersten Regulierungen in den USA unter der demokratischen Regierung von Carter, die zweiten unter den Republikanern Reagans erfolgten. In Deutschland betrieb die sozialliberale Koalition von Helmut Schmidt eine industriefreundliche Politik, unter Kanzler Kohl kam die Abkopplung von der Industrie. Damit muß die parteipolitische Orientierung (konservativ/progressiv) als Erklärung ausgeschaltet werden.

Der *Politikstil*, der in den USA als konfrontativ, in Deutschland als konsensuell gilt (Moe/Caldwell 1994; Vogel 1986), hatte auf die FCKW-Kontroverse

der siebziger Jahre durchaus einen Einfluß, indem die USA wesentlich härter mit der Industrie umging als die Bundesrepublik Deutschland. Der Politikstil verkehrte sich jedoch in den achtziger Jahren in beiden Ländern in sein Gegenteil. Aus diesem Grund kann auch er schlecht als unabhängige Variable fungieren (Tabelle 6-3). Regierungen und/oder Vertreter von Regulierungsbehörden haben allerdings insofern eine entscheidende Rolle gespielt, als sie zu bestimmten Zeitpunkten Bündnispartner der konkurrierenden Politiknetzwerke wurden.

Tabelle 6-3 Die Politikstile im Vergleich

Deutschland		USA	
1974ff	kooperativ	1974ff	konfrontativ
1985ff	konfrontativ	1985ff	kooperativ
1994	kooperativ	1994	kooperativ

Betrachten wir für einen Augenblick nur die Akteure Du Pont, Hoechst, US-Regierung und die Bundesregierung sowie ihre jeweilige Haltung zur Regulierungsfrage. Mitte der siebziger Jahre waren die beiden Hersteller Hoechst und Du Pont sowie die deutsche Politik gegen drastische Regulierungen. Lediglich die amerikanische Politik strebte schnelle und deutliche FCKW-Reduktionen an. In der zweiten Hälfte der achtziger Jahre, nachdem die Frage auf die internationale Tagesordnung gekommen war und ein internationales Abkommen vorbereitet wurde, befürworteten auch die deutsche Politik und Du Pont Regulierungen. Nur Hoechst hielt an seiner alten Linie fest. Doch dies liegt nicht an nationalen Politikstilen. Der Politikstil weicht Mitte der achtziger Jahre sowohl in Deutschland wie auch in den USA vom erwartbaren Muster ab, ja es findet eine völlige Umkehrung statt.

War der Prozeß auf internationaler Ebene nicht durch die *Hegemonie der USA* gekennzeichnet? Waren es nicht ihre Wissenschaftler, Labors, Satelliten, Manager und Politiker, die für ein internationales Abkommen gesorgt haben? Zwei Gründe sprechen gegen diese auf den ersten Blick überzeugendste politische Erklärung. Zum einen die Tatsache, daß die USA nur für eine beschränkte Zeit als Vorreiter auf internationalem Gebiet tätig war (bis Montreal), danach spielte vor allem die EG diese Rolle. Zum anderen die Tatsache, daß auch dann, als die USA sich international durchgesetzt hatte, dies gerade auf das Wirken des Unterstützernetzwerkes zurückzuführen ist. Die Dominanz der USA in der Prozeßphase bis zum Montrealer Protokoll geht zurück auf das Wachsen des Netzwerkes der Regulierungsbefürworter, das schon in den siebziger Jahren begonnen hatte. Und diese Dominanz war im internationalen Verhandlungsprozeß nur dann zu sehen, als sich die USA auf einem Pro-Regulierungskurs befanden und diesen mit wissenschaftlichen Ressourcen unterstrichen. Als sie zu Beginn der achtziger Jahre das Interesse an der Ozonfrage verloren und auf die Seite der Bremsler umschwenkten, waren sie von diesen nicht zu unterscheiden. Da das Unterstützernetzwerk den Kurs der USA in entscheidender Weise gesteuert hat (und nicht die US-Regierung), sollte man eher von einer Hegemonie des Unterstützernetzwerkes sprechen statt von einer Hegemonie der USA.

Mit anderen Worten: Das Unterstützernetzwerk führte einen Kampf auf mehreren Ebenen, sowohl gegen die Regulierungsgegner im eigenen Land, als auch gegen die Regulierungsgegner auf internationaler Ebene. Bis kurz vor Verabschiedung der offiziellen US-Verhandlungsposition versuchten die Regulierungsgegner in den USA immer wieder, ein internationales Abkommen zu verhindern, dessen Inhalt schärfere FCKW-Regulierungen vorsah als der *Clean Air Act* von 1977. Und die Rolle, die Richard Benedick als Ver-

handlungsführer der USA spielte, war von seiten der Regierung überhaupt nicht vorgesehen worden. Nach 1987 strebten amerikanische Wissenschaftler, Politiker und Bürokraten Verschärfungen des Montrealer Protokolls an. Sie arbeiteten dabei wieder auf informelle Weise zusammen und mobilisierten sowohl Akteure anderer Länder (auf Regierungsebene und darunter) als auch eine Vielzahl von symbolischen Ressourcen.

Auch rein *ökonomische* Interessen können das Ergebnis schlecht erklären. Vor allem bleibt unklar, warum Du Pont in der ersten Phase vehement gegen Regulierungen, aber zum Vorreiter für Regulierungen in der zweiten Phase wurde. In Deutschland stellte sich Hoechst in *beiden* Phasen in prononcierter Weise gegen Regulierungen. Es lag kaum im Interesse der Hersteller, von nicht amortisierten und/oder nicht ausgelasteten Produktionsanlagen auf andere Anlagen umzusteigen. Außerdem entbrannte ein Wettbewerb um Ersatzstoffe, in dem Firmen außerhalb der Chemiebranche aktiv waren. Deren Kalkül, für Anwendungen Alternativen zu finden, in denen bisher FCKW zum Einsatz kamen, ging schließlich auf. Das heißt, es ging für die FCKW-Hersteller zunächst einmal darum, so weit wie möglich im Geschäft zu bleiben. Gerade deshalb ist die veränderte Haltung Du Ponts ein besonders erklärungsbedürftiges Schlüsselereignis für den Ausgang der Kontroverse. Es ist allerdings ein Mythos, Du Pont hätte seinen Positionswechsel aufgrund eines technologischen Vorsprungs vollzogen.

Die *öffentliche Meinung* kann zur Änderung der Verhandlungspositionen von Regierungen führen; Regierungen können aber auch versuchen, die öffentliche Meinung zu ihren Gunsten zu beeinflussen. Bindet sich ein Land öffentlich an eine bestimmte Verhandlungsposition, so steigt dadurch ihre Verhandlungsmacht, wenn sie damit eine glaubhafte Drohung bewirkt (Elster 1989; Schelling 1960). Politiknetzwerke können eine öffentliche Erwartungshaltung zum Erreichen einer bestimmten politischen Position produzieren. Winfried Lang stellt in bezug auf die Änderung der europäischen Position in Montreal die Frage, ob diese auf die Medienberichterstattung oder vielmehr auf interne Druckmechanismen zurückzuführen sei:

During the negotiations on the ozone layer it was the US-delegation, which by means of continuous contacts with the media tried to build up a climate of public expectations which should induce still reluctant delegations (mainly those with EC-membership) to agree to substantial reductions of emissions. Further research will tell us, whether the relatively flexible stance finally adopted by the European Community was brought about by this manipulation of public opinion from the outside or rather by an internal process of rethinking threats and options. (Lang 1994: 175)

Aufgrund der hier vorgelegten Analyse muß gefolgert werden, daß sowohl das Wirken des Unterstützernetzwerkes beim Orchestrieren der *öffentlichen Meinung*, wie auch der Druck in den Verhandlungen wichtig war. Die durch die Medien erzeugte Erwartungshaltung, die Lang anspricht, dürfte in den USA allerdings weit größer gewesen sein, als in Ländern der EG. Wie aus Abbildungen 5-5 und 5-8 hervorgeht, unterscheiden sich die USA und die Bundesrepublik in bezug auf den Anlaß der Berichterstattung nach 1985. In den amerikanischen Zeitungen sind die Anlässe der Berichterstattung politischer, in den deutschen wissenschaftlicher Natur. Dies deutet darauf hin, daß in der Bundesrepublik ein Nachholbedarf an wissenschaftlicher Information bestand, während man in den USA sehr viel mehr an den Details des Verhandlungsprozesses und der Regulierungen interessiert war. Auch war die absolute Häufigkeit von Presseartikeln deutlich geringer in Deutschland. In den Wochen vor Verabschiedung des Montrealer Protokolls gab es ganze zwei Presseberichte in deutschen Zeitungen zum Thema (im *Spiegel* vom 17. August 1987 und in der *Frankfurter Rundschau* vom 5. September 1987), hingegen acht Artikel allein in der *New York Times*.⁷ Inhaltlich folgen die Medien in der Bundesrepublik weitgehend den wissenschaftlichen Darstellungen.⁸ Umweltgruppen schalten sich in größerem Ausmaß erst spät in das Netzwerk der Regulierungsbefürworter ein.⁹ Sie ergriffen öffentlichkeitswirksame Aktionen erst dann, als die Problematik schon längst bekannt und die Welt alarmiert war. Ihr Eingreifen stellt kein Schlüsselereignis dar.

Betrachten wir die *Wissenschaft* als mögliche unabhängige Variable. Hat sie nicht dafür gesorgt, daß ökologische Belange auf die Tagesordnung kamen und Priorität vor ökonomischen erhielten? Ja und nein. Sie hat dafür gesorgt, weil sie auf dem Weg der Beeinflussung der öffentlichen Meinung und der Politikberatung Regulierungen begründen und legitimieren half. Es war aber nicht »die Wissenschaft« (im Sinne eines Subsystems der Gesell-

7 Diese Korrelation zwischen aktiver Politik eines Landes und hoher Erwartungshaltung in der betreffenden Öffentlichkeit scheint mit umgekehrtem Vorzeichen auch auf die Klimakonferenzen von Rio (1992) und Berlin (1995) zuzutreffen, bei denen die deutsche Presse, fast »proportional« zum hohen Engagement der Bundesregierung, eine Erwartungshaltung produziert hat, die in der US-Presse keine Entsprechung findet. »The Berlin summit was barely mentioned in the U.S. papers« (pers. Mitteilung Allan Mazur).

8 Sachliche Fehler finden sich allerdings immer wieder, so zum Beispiel nach der Nobelpreisvergabe an Crutzen, Molina und Rowland. Der *Spiegel* (42/1995: 272) hielt die drei für die Entdecker des Ozonlochs. Auf Nachfrage stellte sich heraus, daß man dort noch nie vom britischen Antarktisteam und Joe Farman gehört hatte (Telefonat des Autors mit der Wissenschaftsredaktion, 2.11.1995).

9 Anders der NRDC, der bereits in den siebziger Jahren in den USA als Teil der Unterstützeralianz fungiert.

schaft), sondern engagierte Atmosphärenwissenschaftler, die Öffentlichkeit und Politik alarmiert und beim Aufbau eines wissenschaftlich-politischen, transnationalen Netzwerkes besonders aktiv waren. Die Mobilisierung korporativer Akteure, materieller und symbolischer Ressourcen waren die schlagenden »Argumente«, die die Politik von der Notwendigkeit des Handelns, nicht zuletzt im Kampf um Wählerstimmen, überzeugt hat.

Hat also das Ozonloch als »Naturkatastrophe« unmittelbare Wirkung auf die Politik gehabt? Auch hier gibt es kein eindeutiges Ja. Das Ozonloch hatte diese Wirkung zweifellos in der Phase der Vorbereitungen zum Montrealer Protokoll. Es diente als »inoffizieller Katalysator«, der gleichsam hinter den Kulissen die Gleichgewichte zwischen Regulierungsgegnern und -befürwortern verschob. Damit es diese Rolle spielen konnte, mußte es zuvor von wissenschaftlichen Sprechern als dramatisches Phänomen aufbereitet werden. Von der Rhetorik über die visuelle Darstellung bis zur Verwendung in politischen Kontexten gelang es ihnen immer wieder, dieses »Zeichen des Himmels« in geschickter Weise einzusetzen. Es erwies sich gleichwohl erst mit der Zeit als »Geschenk des Himmels« an die Regulierungsbefürworter. Dazu mußten sich die Wissenschaftler ein hinreichend klares Bild über die Vorgänge in der Antarktis und über ihr eigenes Versagen machen, ohne ihre Glaubwürdigkeit aufs Spiel zu setzen (Zehr 1994). Dieser Prozeß brachte neben den zahlreichen wissenschaftlichen Umwälzungen auf dem Gebiet der Atmosphärenwissenschaften ein Neuverständnis ihrer eigenen Aktivität mit sich. Viele unter ihnen glauben nun an Überraschungen und an nichtlineare Prozesse in der Natur, die sie viel zu wenig verstehen, als daß sie verlässliche Prognosen abgeben könnten.

Randbedingungen waren also nicht unwichtig. Sie spielten ihre Rolle darin, daß sie (teilweise überraschende) Ressourcen für die Netzwerke lieferten und Opportunitätsstrukturen schufen. Von beiden konnte aber nur in dem Maße Gebrauch gemacht werden, in dem ein Netzwerk zur Stelle war, das die Opportunitäten erkannt und die Ressourcen genutzt hat. Sieht man diese Bedeutung der Politiknetzwerke nicht, tendiert man dazu, die verschiedenen Randbedingungen als Ursachen anzusehen. Dies tun verschiedene Ansätze in erwartbarer Weise. Es ist wie bei der Erklärung des antarktischen Ozonlochs: Jede professionelle Spezialisierung entwickelt Erklärungen, die aus dem Bereich dessen kommen, was die eigene Ausbildung oder Praxis nahelegt. Sozialwissenschaftler sollten dies aufgrund von Erkenntnissen aus Kognitionspsychologie und Organisationssoziologie geradezu erwarten (Festinger 1957; Cohen, March/Olsen 1972). Mit diesen Partialerklärungen lassen sich nur bestimmte Bruchstücke des Prozesses aufklären. Ein umfassen-

deres Bild ergibt sich, wenn es gelingt, Schlüsselakteure und ihre Handlungsorientierungen zu identifizieren und die Konfigurationen zu analysieren, in denen sie sich befinden.

6.2.2 Zwei Mythen

Anders als der von mir gewählte Fallstudienansatz, der das Wirken von Politiknetzwerken über die Zeit untersucht, versuchen die meisten vorliegenden Analysen den Erfolg des Montrealer Protokolls auf reduktionistische Weise durch ökonomische oder kognitive Faktoren zu erklären. Solche Erklärungen scheinen aufgrund ihrer vielsprechenden Einfachheit und begrifflichen Sparsamkeit attraktiv. Ihr Schönheitsfehler besteht darin, daß sie die historischen Fakten nicht allzu genau nehmen (ausführlich Grundmann 1998). Es gibt vor allem zwei Typen von Erklärungen. Nach der ersten hatte der größte FCKW-Hersteller (Du Pont) auf geheimem Wege Ersatzstoffe beforcht und zur Marktreife gebracht (und dadurch einen Wettbewerbsvorteil errungen, der schließlich zur Unterstützung von Regulierungen führte). Nach dem zweiten gelang es Wissenschaftlern, die Ursache-Wirkungszusammenhänge zu erklären und dies an politische Entscheidungsträger zu vermitteln, die daraufhin strenge Maßnahmen ergriffen. Beide identifizieren wichtige Aspekte des Prozesses: zum einen die Rolle von Du Pont, zum andern die Rolle von Wissenschaftlern. Doch müssen beide auf andere Weise interpretiert werden.

Das Oligopol-Argument

Oye und Maxwell (1994) haben einen Ansatz vorgelegt, in dem sie zwischen zwei Konstellationen unterscheiden, die bei der Produktion öffentlicher Güter auftauchen. In der ersten Konstellation ist der Nutzen, der durch Regulierungen entsteht, bei wenigen konzentriert, während die Kosten weit gestreut sind. Nach Stigler (1971) sind Unternehmen immer an Regulierungen interessiert, die die Form von Standardsetzungen annehmen (im Gegensatz zur Regulierungsform der Steuererhebung), da es ihnen hier gelingt, den Marktzugang für Neulinge zu sperren und Extraprofiten zu erzielen. Im zweiten Fall ist es umgekehrt: Die Vorteile, die Regulierungen bringen, verteilen sich auf viele, während die Kosten dafür bei wenigen anfallen. Diese beiden Konstellationen werden als Stigler- beziehungsweise Olson-Konstellationen bezeichnet. Überraschenderweise interpretieren Oye und Maxwell den vorlie-

genden Fall als Stigler-Konstellation.¹⁰ Diese Sichtweise nimmt eine eigenwillige Interpretation der historischen Tatsachen vor, denn die *barriers to entry* in einem neu zu schaffenden Markt waren hier relativ unwichtig, jedenfalls nur ein Aspekt unter vielen.¹¹

Du Pont war ein Schlüsselakteur in der FCKW-Kontroverse. Diese Firma war der Hauptprotagonist zur Verteidigung von FCKW. Sie war der sichtbarste und lautstärkste Repräsentant, nicht nur der FCKW-Hersteller, sondern all jener, die der Ansicht waren, es bestünde kein Grund zu voreiligen Handlungen. Du Ponts Gesinnungswandel war ein Wendepunkt im Prozeß, der schließlich zum Montrealer Protokoll führte. Als Du Pont im Herbst 1986 seine Position revidierte, führte dies zur Spaltung der Industriefront und zur Konfusion bei jenen, die der Ansicht waren, FCKW stellten kein großes Problem dar. In gewisser Weise war der Positionswandel von Du Pont sogar effektiver als ein wissenschaftlicher Beweis für die Schädlichkeit von FCKW. Alle übrigen Beteiligten und Beobachter der Kontroverse sahen dadurch nämlich ein, daß sie kaum noch einen Grund hatten, an ihrer Position festzuhalten, wenn der Hauptsprecher der Anti-Regulierungsfront seinen Widerstand aufgab.

Wie kann man Du Ponts Positionswandel erklären, wenn nicht durch das Streben nach Oligopolprofiten? Der Hauptgrund ist in der innenpolitischen Konstellation der USA zu jener Zeit zu suchen. Du Pont rechnete damit, daß in den USA eine erneute unilaterale Beschränkung von FCKW-Produktion und -Konsum erfolgen würde, auch dann, wenn die internationalen Verhandlungen scheitern sollten. Nach beinahe fünfzehn Jahren erbitterten Kampfes gab Du Pont dem Druck der Regulierungsbefürworter nach, der nach der Entdeckung des Ozonlochs enorm wuchs. Schon vor dieser Entdeckung wurde die EPA durch eine Klage des NRDC verpflichtet, vor November 1987 eine Entscheidung über erneute Maßnahmen zu fällen. Senator Chafee brachte einen Gesetzesentwurf ein, der unilaterale FCKW-Reduktionen vorsah, die begleitet sein sollten von Handelsbeschränkungen gegenüber Ländern, die sich den Maßnahmen nicht anschließen. Durch diese Festlegung auf unilaterale Maßnahmen wäre ein Selbstbindungsmechanismus in die internationalen Verhandlungen eingeführt worden. Du Pont hat darüber hinaus

10 Gemeinschaftliche Ressourcen scheinen von wenigen Sozialwissenschaftlern berücksichtigt zu werden. Die Mehrzahl der Analysen befaßt sich mit öffentlichen Gütern und Klubgütern (vgl. Tabelle 1-3). Prominente Ausnahmen sind Keohane/Ostrom (1994).

11 Wahrscheinlich wurden die Autoren zu ihrer Lesart dadurch verführt, daß Du Pont ab 1986 den erbitterten Widerstand gegen Regulierungen aufgab. Dies interpretieren sie als *rent-seeking behavior*, das mit der Unterstützung durch die Umweltbewegung rechnet.

vermutlich auch Schadensersatzklagen von Hautkrebsopfern gefürchtet. Aus einer Studie der EPA von 1986 ging hervor, daß man mit 40 Millionen zusätzlicher Fälle von Hautkrebs und 800.000 Todesfällen in den nächsten 88 Jahren rechnete (*New York Times*, 5.11.1986). Im März 1987 wurde die Wahrscheinlichkeit Hautkrebs zu bekommen auf 1:135 geschätzt. Gegen Ende des Jahrhunderts werde sie auf 1:90 ansteigen (*Washington Post*, 31.3.1987). Ein unbedingtes Festhalten an FCKW hätte vermutlich Du Ponts Image beschädigt und zu Konsumentenboykottaktionen geführt.

Zweifelsohne überlegten FCKW-Hersteller, wie sie durch die Umstellung auf Ersatzstoffe Extraprofite realisieren konnten. Diese Möglichkeit motivierte bereits die frühe Forschung in den siebziger Jahren. Das Kalkül bestand in der Schaffung eines »High-tech/High-risk«-Marktes mit entsprechender Gewinnspanne (Maxwell/Weiner 1993: 34). Dies ist nicht kontrovers.¹² Oye/Maxwell (1994) versuchen jedoch, das Montrealer Protokoll durch diesen ökonomischen Mechanismus allein zu erklären. Die Schwäche dieses Ansatzes kann daran gesehen werden, daß er zwei wichtige Fragen nicht beantworten kann: Erstens, warum stoppten die FCKW-Produzenten die Beforschung der Ersatzstoffe 1980 und warum nahmen sie sie 1986 wieder auf? Und zweitens, warum vollzog Du Pont den ersten Schritt zu einem FCKW-Ausstieg und löste einen Dominoeffekt aus, während die europäischen Hersteller sich zunächst dagegen sperrten?

In den siebziger Jahren machten die amerikanischen FCKW-Hersteller eine Änderung ihrer Produktlinie von der wissenschaftlichen Evidenz abhängig. In den frühen achtziger Jahren schien sich das Problem der Ozon-schicht von selbst erledigt zu haben. Modellrechnungen sagten nur geringe langfristige Ozonabnahmen voraus. Die chemische Industrie stoppte ihr Forschungsprogramm über Ersatzstoffe deshalb weltweit. Nach der Entdeckung des Ozonlochs deuteten einige Firmen, unter ihnen vor allem Du Pont, die Situation neu: man sah, daß die Gründe für Kontrollmaßnahmen immer mehr zunahmen. Hier besteht der entscheidende Unterschied zwischen den USA und Europa: Im Gegensatz zu ihren europäischen Konkurrenten mußten die amerikanischen Firmen 1977 eine unilaterale Regulierung hinnehmen, die die Option einer zweiten Regulierungsphase enthielt.

Nach der Entdeckung des Ozonlochs und angesichts der Tatsache, daß immer mehr Wissenschaftler sich öffentlich für ein weltweites Verbot von

12 Die in den siebziger Jahren erfolgte Substitution von FCKW in Spraydosen durch alternative Treibmittel (zum Beispiel Propan) verminderte die Wertschöpfung, da es sich um »Low-tech«-Alternativstoffe handelte, die seit langem verfügbar waren.

FCKW einsetzen, ging Du Pont davon aus, daß es wahrscheinlich erneut Zielscheibe regulatorischer Eingriffe werden würde – wenn nicht durch eine erneute unilaterale Regulierungswelle, dann durch Privatklagen von Hautkrebsopfern. Außerdem barg eine harte Linie die Gefahr eines erneuten Reputationsverlustes, der durch Kosumentenboykott verschärft werden konnte. Es war auch nicht auszuschließen, daß der Reputationsverlust auf andere Produkte (außer FCKW) übergreifen konnte, wie Joe Steed von Du Ponts Freon-Abteilung erklärte: »We couldn't let the whole company get a bad name just because of those chemicals« (zit. bei Litfin 1994: 126). In dieser Situation »erinnerte« sich Du Pont an die Anzeigenkampagne, in der sie sich an die Ergebnisse wissenschaftlicher Forschung gebunden hatte. Europäische Firmen hatten sich nie in dieser Weise verpflichtet.¹³ Dies erklärt, warum Du Pont die Erforschung von Ersatzstoffen 1980 einstellte, 1986 wieder aufnahm, als erste Firma Regulierungen akzeptierte und damit einen Dominoeffekt auslöste.¹⁴

Auch Sprinz/Vaahtoranta (1994) schließen sich der mythischen Erklärung vom Technologievorsprung Du Ponts an. Sie belegen dies allerdings mit Quellen (Sprinz/Vaahtoranta 1994: 94, fn 47), die diese These nicht stützen: Sie berufen sich auf Benedick (1991), auf Sebenius (1992) und auf Morrisette (1989). Richard Benedick widerspricht den Behauptungen:

Some Europeans suspected that the ... U.S. companies ... had endorsed CFC controls in order to enter the profitable EC export markets with substitute products that they had secretly developed. This suspicion was unfounded ... Events after the Montreal Protocol conclusively demonstrated that there had been no secret substitutes on the shelf. (Benedick 1991: 33)

Der von Sprinz/Vaahtoranta zitierte Sebenius (1992: 358) beruft sich ebenfalls auf Benedick als Quelle, bringt jedoch keine Daten, die die These der geheimen Entwicklung stützen. Er *behauptet* lediglich, Du Pont habe einen

13 Der europäische Verband der FCKW-Hersteller (*European Fluorocarbon Technical Panel*, EFCTC) betrieb verzweifeltes Lobbying bei den Vorsitzenden der internationalen Verhandlungen: »Ich sehe heute noch im März 1985 bei mir im Büro ... eine Delegation der europäischen Industrie sitzen. Die haben gesagt, das stimmt alles nicht mit dem Abbau der Ozonschicht, die UV-Schicht würde zwar schwächer und es gebe vielleicht deshalb Melanome, aber es gebe ja auch gutartige Melanome ... Diese Leute versuchten mich davon zu überzeugen, daß das alles übertrieben sei, was man von grüner Seite betreibe« (Interview 10).

14 Die europäischen FCKW-Produzenten reagierten im Hinblick auf die Ersatzstoffforschung (1980 Beendigung und 1986 Wiederaufnahme) ähnlich, waren aber erst nach Montreal für Regulierungen, zu einem Zeitpunkt, da die Maßnahmen bereits als Marktsignale Wirkung zeigten.

Vorsprung auf dem Gebiet der Ersatzstoffforschung gehabt. Und Morrisette (1989: 816) referiert Du Ponts Argumentation, wonach Ersatzstoffe profitabel würden, wenn durch Regulierungen entsprechende Anreize geschaffen würden. Die Entwicklung dieser Stoffe zur Marktreife wurde explizit von Regulierungen abhängig gemacht – was eine Umkehr der von Sprinz/Vaahtoranta unterstellten Kausalität bedeutet.

Wissenschaftlicher Konsens

Peter Haas (1992a, 1992b, 1993) hat ein viel beachtetes Modell vorgelegt, um die internationale Kooperation zu erklären. Gegen neorealistische und neoliberale Ansätze betont er richtig, daß unter Bedingungen von Unsicherheit Expertengemeinschaften (*epistemic communities*) eine entscheidende Rolle spielen. Dennoch bleiben wichtige Fragen offen, von denen ich zwei herausgreifen möchte. Erstens behauptet Haas, Politiker würden auf Basis von Expertenkonsens handeln. Er übersieht, daß es in vielen Fällen der Entscheidung unter Unsicherheit zwei rivalisierende Politiknetzwerke gibt, die um die Hegemonie kämpfen, wobei Experten in die Kontroverse involviert sind. Zweitens bleibt unklar, welche Rolle Prinzipien und normative Orientierungen im Vergleich zu kausalen Annahmen spielen. Wenn sie eine große Rolle spielen (wie in Sabatiers Konzept der *advocacy coalition*), was in der Tat plausibel wäre, dann wird Haas' Modell technokratischer Problemlösung unhaltbar, weil die kognitive Orientierung der Akteure zu stark wird.

Betrachten wir den ersten Punkt. Haas übertreibt den wissenschaftlichen Konsens und übersieht entscheidende Verschiebungen im Kräfteverhältnis zwischen Regulierungsbefürwortern und -gegnern, wie zum Beispiel den Positionswechsel Du Ponts. Ideen haben nicht aufgrund ihrer inhärenten Kraft eine so große Rolle gespielt, sondern weil die rivalisierenden Netzwerke ein Kriterium für Handeln etabliert hatten: wissenschaftliche Ergebnisse. Diese konnten allerdings zum Zeitpunkt des Montrealer Protokolls Ursache und Wirkung nicht zweifelsfrei erklären. Sie bezogen sich weitgehend auf die *Feststellung* abnorm niedriger Ozonkonzentrationen im antarktischen Frühling; das Phänomen konnte erst ein Jahr nach dem Montrealer Protokoll erklärt werden. Damit trifft das Konsenskriterium nicht zu.¹⁵

15 Wie in Kapitel 3 gezeigt wurde, begann die abrupte Zunahme öffentlichen Interesses an der Problematik noch vor einer entsprechenden Intensitätssteigerung innerhalb der Wissenschaft (vgl. Abbildung 3-1 mit Abbildung 6-1). Dies ist ein quantitativer Indikator dafür, daß 1986 kein wissenschaftlicher Konsens der Atmosphärenwissenschaftler bestand.

Wissenschaftler hatten vor Montreal keinen Konsens über die Mechanismen des Ozonabbaus und über Langzeittrends der Ozonschicht erreicht.¹⁶ Dies betrifft die Ursachen des antarktischen Ozonlochs und die globalen Ozontrends. Als negative Ozontrends 1988 als wissenschaftliche Tatsache etabliert waren, konnte die Frage nach den Abbaumechanismen immer noch nicht beantwortet werden. Doch waren die meisten der Wissenschaftler um 1986 davon überzeugt, daß drastische Reduktionen von FCKW-Emissionen nötig waren. Dieser »normative« (oder praktisch-politische) Konsens war das Resultat der Entdeckung des antarktischen Ozonlochs. Wissenschaftler waren gleichermaßen überrascht wie schockiert über dieses Phänomen, ganz ähnlich wie das Laienpublikum und die Weltöffentlichkeit. Niemand wußte, was mit dem Ozonschild der Erde geschehen würde. Ohne dieses klare Alarmsignal wäre es unendlich viel schwieriger gewesen, die wichtigen Akteure zum Handeln anzustacheln. Wissenschaftler fungierten als Katalysatoren in diesem Prozess.

Entscheidend war also, ab wann relevante Akteure Regulierungen für notwendig hielten. Diese Frage wurde von Anhängern des Vorsorge- und Abwartepinzips verschieden beantwortet. Nach der Entdeckung des Ozonlochs nahm die Glaubwürdigkeit des Vorsorgeprinzips enorm zu – die abwartende Position hatte sich vollkommen unglaubwürdig gemacht.

Zum zweiten Punkt: Haas schwankt zwischen einer rationalistischen und einer normativistischen Interpretation des Konzepts der *epistemic community*.¹⁷ In der ersten Fassung erscheint der Einfluß der Epistemic community

16 Tolbas Interpretation (1998: 85) ist ebenso überzogen: »[It] took only two years to negotiate, adopt, sign, ratify and enforce the Montreal Protocol. Scientific certainty mobilizing public concern made the difference.«

17 Litfin (1994) kommt meiner Interpretation näher, wenn sie schreibt, daß Regulierungsbefürworter bei der Kontextualisierung von Informationen sehr geschickt waren, ohne eine wissenschaftliche Erklärung zu besitzen. Es war nicht objektives Wissen, sondern machtvolle Interpretationen, die einen Unterschied bewirkten. Doch an zwei Stellen weichen wir voneinander ab. Erstens betone ich sehr viel mehr die aktive Rolle der Wissenschaftler, auch in bezug auf Policy-Empfehlungen. Litfin meint, daß es in erster Linie die Wissenschaft war (das heißt, Informationen über Fakten), die den Prozeß vorantrieb: »Scientists were important actors in the process, but saying the issue was science-driven does not say that the scientists themselves were the driving force ... they rarely made policy recommendations ... other contextual factors determined how [science] would influence policy« (Litfin 1994: 115). Zweitens stimme ich nicht mit ihr überein, daß der Vorsorgediskurs in dem zwanzigjährigen Zeitraum von einer untergeordneten zu einer dominanten Position avancierte. Dies trifft nur auf die achtziger Jahre zu, nicht auf den gesamten Prozeß. Der Vorsorgediskurs war gleich zu Beginn der Kontroverse in den USA dominant geworden. Er erlitt einen Rückschlag zu Beginn der achtziger Jahre und erholte sich (siehe Betsill/Pielke 1998).

auf den Politikprozeß als ein Sieg der Vernunft über Partikularinteressen. In der zweiten Fassung rückt die starke kognitive Orientierung und ideologische Ausrichtung die »Objektivität« der Wissenschaftler in ein zweifelhaftes Licht. Die Ambiguität ergibt sich aus Haas' Definition von Expertengemeinschaften:

It is the combination of having a shared set of causal and principled (analytic and normative) beliefs, a consensual knowledge base, and a common policy enterprise (common interests) that distinguishes epistemic communities from various other groups. (Haas 1992a: 18)

Haas unterscheidet Mitglieder solcher Expertengemeinschaften von Interessengruppen auf der einen und von Politikunternehmern auf der anderen Seite. Im Unterschied zu Interessengruppen würden sich Mitglieder von Expertengemeinschaften, so Haas, aus der politischen Debatte zurückziehen, sollten sie mit Anomalien konfrontiert werden, die ihre Kausalannahmen in Frage stellen (Haas 1992a: 18). Und im Unterschied zu Politikunternehmern würden sie ihre Kausalannahmen den normativen Zielen unterwerfen (Haas 1992a: 20). Zusammengefaßt lautet das Argument, daß sich Expertengemeinschaften aufgrund ihrer Ideen von Interessengruppen unterscheiden, wobei Ideen kausaler oder normativer Art sein können. Sie unterscheiden sich von Politikunternehmern durch ihre normativen Orientierungen. Doch damit wird das Argument widersprüchlich, da eine Suprematie von Normen und Prinzipien eine Erschütterung durch »Anomalien« wenig wahrscheinlich macht (seit Thomas Kuhn ein geläufiges Argument). Eine solche Erschütterung wäre nur wahrscheinlich, wenn sich die Überzeugungen von Mitgliedern der Expertengemeinschaften auf Kausalannahmen beschränken würden. Haas muß sich also entscheiden: Entweder sind Expertengemeinschaften allein ihren kognitiven Kausalmodellen verpflichtet und ziehen sich aus der Debatte zurück, sobald diese erschüttert werden, oder Expertengemeinschaften sind vor allem normativen Prinzipien verpflichtet, an denen sie auch dann festhalten, wenn es Gründe gibt, an den Kausalannahmen zu zweifeln.¹⁸ In diesem Fall nähern sich Expertengemeinschaften stärker Interessengruppen an. Diese Lesart läßt sich zwar sehr viel besser mit den historischen

18 Dieser Lesart kommt er nahe, wenn er die Epistemic community im FCKW-Fall definiert als »knowledge-based network of specialists who share[d] beliefs in cause-and-effect relations, validity tests, and underlying principled values and pursue[d] common policy goals. Their orientation is perhaps best expressed in the words of one member, who voiced his willingness to accept the »plausibility of a causal link without certainty« (Haas 1992b: 187f.). »Because of their environmental values, the members of the group advocated anticipatory action despite the range of uncertainties« heißt es anderswo (Haas 1993: 176).

Tabelle 6-4 Varianz des politischen Kontextes im Zeitverlauf und Ländervergleich

		1974		1987	
		USA	BRD	USA	BRD
Politik	Regierung progressiv	+	+	-	-
	Kooperativer Stil	-	+	+	-
Umweltgruppen	Aktiv	+	-	+	+
Wissenschaft	Forschergruppen	+	-	+	+
	Sprecher	+	-	+	+
Medien	Aufmerksamkeit	+	-	+	+
	Parteinahme	+	-	+	+
Industrie	Wiss. Forschung	+	+	+	-
	Für Regulierung	-	-	+	-

Fakten vereinbaren, hat freilich einen entscheidenden theoretischen Nachteil: Mit ihr kann man internationale Kooperation nicht mehr durch das Wirken »neutraler«, technischer oder wissenschaftlicher Expertise erklären. Die Expertengemeinschaften werden selbst hineingezogen in den Kampf der verschiedenen Allianzen um verschiedene Politikziele, wobei ihre festen kognitiven Orientierungen dafür sorgen, daß die Fronten über längere Zeit hinweg stabil bleiben. In seiner plausiblen Fassung gleicht sich Haas' Modell sehr stark dem von Sabatier (1993) vorgeschlagenen *advocacy coalition framework* an. Damit handelt er sich das Problem ein, daß ein Interessenausgleich unwahrscheinlich wird, da die ideologische Bindung der Akteure zu stark ist. Wenn Kooperation zustandekommt (etwa wenn es einer Seite gelingt, eine Hegemonialstellung über die andere zu erlangen) dann ist nicht der Expertenkonsens ausschlaggebend, sondern sprunghafte Veränderungen im Kräfteverhältnis der beiden rivalisierenden Lager, die in kurzer Zeit einen dramatischen Reputationsverlust eines Lagers hervorrufen.

6.3 Ländervergleich USA-Deutschland

Im Rahmen einer Fallstudie, die einen Ländervergleich einschließt, stellt sich das Problem, auf welcher Ebene man eine Erklärung sucht. Przeworski/Teune (1970) haben zwischen den beiden Möglichkeiten des *most similar*

und des *most dissimilar systems design* unterschieden. Im ersten Fall sucht man nach Unterschieden in den nationalen Systemen, die Unterschiede in der abhängigen Variable bewirken. Im zweiten bleibt die Frage nach der angemessenen Ebene der Analyse im gesamten Forschungsprozeß offen, wobei versucht wird, systemische Variablen zu eliminieren, die irrelevant sind. Die Analyseebene liegt in der Regel tiefer (Przeworski/Teune 1970: 36). Die Autoren weisen allerdings darauf hin, daß der Unterschied zwischen beiden Methoden nicht überbetont werden sollte, da beide eine Kombination von inter- und intrasystemischen Variablen vornehmen können. Vergleicht man die Regulierungen der siebziger Jahre in den USA und Deutschland, so fällt auf, daß auf der systemischen Ebene deutliche Unterschiede bestehen (Tabelle 6-4).

In den USA gab es im Gegensatz zu Deutschland aktive Forschergruppen auf dem Gebiet der stratosphärischen Ozonschicht; es gab Wissenschaftler in diesen Forschergruppen, die sich als Repäsentanten der diffusen Betroffeneninteressen verstanden (dies taten auch Vetreter von Umweltgruppen) und entsprechend handelten; es gab eine breite Medienaufmerksamkeit und eine Parteinahme wichtiger Blätter zugunsten dieser Wissenschaftler. Schließlich gab es einen konfrontativen Stil der Politik gegenüber der chemischen Industrie. Gemeinsam war beiden Ländern, daß eine »progressive« Regierung an der Macht war, daß die chemische Industrie sich gegen Regulierungen wehrte, sich aber an der Forschungsfinanzierung beteiligte. Die wichtigsten Ergebnisse dieser Forschung waren in beiden Ländern gleich, weshalb man nicht davon ausgehen kann, daß Unterschiede auf dieser Ebene einen Unterschied im Ergebnis gebracht hätten.¹⁹ Dies alles scheint die Methode des *most similar systems design* nahezulegen: Die Unterschiede in dem politischen, wissenschaftlichen und massenmedialen Systemen scheinen den Unterschied in der Intensität der Regulierung zu erklären. Dies liegt um so näher, als in den achtziger Jahren genau diese Variablen in Deutschland sich der »amerikanischen Weise« angleichen: Die Politik wird konfrontativ, die mittlerweile gegründeten Forschergruppen bringen ebenfalls öffentlich operierende Advokaten hervor, die Presse nimmt das Thema in großem Stil auf

19 Obwohl diese Ergebnisse aus den USA kamen, waren sie auch in Deutschland weithin akzeptiert. Im Verlauf der Kontroverse zweifeln Regulierungsgegner (vor allem aus der deutschen Industrie) bestimmte Ergebnisse immer wieder an; sie tun dies aber nur in Einzelfällen unter Hinweis auf eigene nationale Forschungsergebnisse. Vor allem die Thatcher-Regierung in Großbritannien wehrte sich lange gegen Regulierungen unter Hinweis auf die »Auswärtigkeit« der Forschung. Dies dürfte seinen Grund darin haben, daß die »eigene« Forschung sehr viel mehr entlastendes Material hervorgebracht hatte.

und ergreift Partei. Damit ist die Frage nach den strukturellen Bedingungen beantwortet, unter denen strengere oder sanftere Regulierungen wahrscheinlich erfolgen. Nicht beantwortet ist damit die Frage, ob es unter diesen Faktoren einen gibt, der besonders wichtig war und ob diese Einzelfaktoren im Zeitverlauf aufeinander eingewirkt haben (wenn ja, wie)? Vorstellbar wären zwei generelle Einflußmuster, die man als Diffusion (Coleman et al. 1966; Rogers 1962) und Übersetzung (Latour 1987) bezeichnen kann. Im ersten beeinflußt das amerikanische Wissenschafts-, Medien- und Politiksystem das deutsche. Mit einer gewissen Zeitverzögerung kommt es in Deutschland zu einer Angleichung an die USA. Im zweiten kommt es zu einer modifizierten Übernahme des amerikanischen Modells. Hier beeinflussen sich die Systeme untereinander und über die Landesgrenzen hinweg, ja es kommt sogar zu selbstverstärkenden und eigendynamischen Prozessen durch diese Interaktionen.

Um diese Frage zu diskutieren, wird das *most similar systems design* verlassen und die Methode der Eliminierung von systemischen Variablen verfolgt. Der unterschiedliche Politikstil beider Länder kann als erstes ausgeschaltet werden, da er im Untersuchungszeitraum nicht konstant bleibt. Der Wechsel in beiden Ländern von einer progressiven zu einer konservativen Regierung kommt als erklärende Variable ebenfalls nicht in Betracht, da in den siebziger Jahren die demokratische US-Regierung, nicht aber die deutsche SPD-geführte Regierung Regulierungen erläßt. In den achtziger Jahren sind die mittlerweile an die Macht gekommenen konservativen Regierungen beider Länder (circa 1986/1987) für strenge internationale Regulierungen.²⁰ Als Unterschiede auf der systemischen Ebene verbleiben somit noch folgende Faktoren, die in beiden Ländern unterschiedlich waren: In den siebziger Jahren gibt es in den USA (im Gegensatz zur Bundesrepublik)

- Forschergruppen auf dem Gebiet der Stratosphärenforschung, unter ihnen auch einige engagierte Wissenschaftler, die vor der FCKW-Gefahr waren;
- breite Medienaufmerksamkeit zum Thema;
- Umweltgruppen, die ebenfalls zu diesem Thema aktiv sind.

20 Es bleibt als schwache Möglichkeit die Einschätzung, daß konservative Regierungen sich leichter tun beim Erlassen von Umweltgesetzen. Dies leuchtet zumindest für die Bundesrepublik ein, wo die SPD/FDP-Regierung Mitte der siebziger Jahre angesichts einer ökonomischen Krise aus Rücksicht gegenüber ihrer Basis keine bedeutenden umweltpolitischen Maßnahmen ergriffen hat.

Da die Bundesrepublik in den achtziger Jahren ebenfalls diese drei Merkmale entwickelt, liegt der Schluß nahe, daß es diese systemischen Faktoren sein müssen, die den Unterschied im Ländervergleich erklären. Wenn aber gezeigt werden kann, daß diese drei Bereiche in beiden Ländern nicht unabhängig voneinander blieben, sondern sich gegenseitig und über die Ländergrenzen hinweg beeinflußt und sogar verstärkt haben, dann würde eine »strukturalistische« Erklärung unplausibel und das Diffusionsmodell erweiterungsbedürftig.

6.3.1 Die Politik im Vergleich

Der hervorstechende Unterschied zwischen den politischen Systemen beider Länder besteht darin, daß in den USA früher als in Deutschland eine entscheidende institutionelle Innovation erfolgt: Bereits in den sechziger Jahren gelingt die Repräsentation diffuser Interessen durch Public interest groups und neue Methoden der Interessenorganisierung.²¹ Dieser institutionelle Unterschied erleichtert in den USA frühzeitig die Thematisierung von Umweltbelangen. Das Lobbying von Umweltgruppen wird in den USA zum Politikum, lange bevor dies in Deutschland geschieht. Es steht zu vermuten, daß die USA dadurch früher eine anspruchsvolle Umweltgesetzgebung bekommen haben als die Bundesrepublik. Das Wirken der Public interest groups könnte sich auch auf den Politikstil im Umweltbereich ausgewirkt haben, da eine Umweltgesetzgebung ohne Lobby in der Bevölkerung wahrscheinlich weit weniger effektiv ist als eine Umweltgesetzgebung, die auf eine solche Lobby bauen kann. Organisierte Interessen spielen von der Themensetzung über die Problemdefinition bis zur Implementation von Gesetzen eine entscheidende Rolle. Sind nur die industriellen Interessen organisiert, nicht aber die Umweltinteressen, so ist eine starke Asymmetrie in das institutionelle Design eingezeichnet. Sind andererseits die Umweltinteressen von Anfang an präsent, ist es wahrscheinlich, daß es frühzeitig zu einer Konfrontation mit Industrieinteressen kommt.

21 Der Erfolg von Public interest groups in den USA wird gewöhnlich auf zwei Faktoren zurückgeführt: die Mobilisierung der Anhängerschaft auf dem Postweg mit dem Ziel, Spenden zu sammeln (die computergestützte Adreßverwaltung senkte die Transaktionskosten enorm) und die Steuerabzugsfähigkeit von Spenden (siehe Berry 1977; Godwin/Mitchell 1984; Mitchell et al. 1992).

Unterschiede der Interessenorganisation

Das institutionelle Umfeld für die Repräsentation diffuser Interessen war in den USA also günstiger als in der Bundesrepublik Deutschland. Gab es dort eine Tradition von »Verbraucheranwälten« à la Ralph Nader, so erfolgte die Interessenvertretung hier im wesentlichen durch korporatistische Arrangements (Berger 1981; Schmitter/Streck 1985). Da Umweltinteressen schlecht organisierbar sind, waren sie in einem korporatistischen Land wie der Bundesrepublik Deutschland lange Zeit stark unterrepräsentiert.

Politiker stehen dem Dilemma gegenüber, entweder die Interessen der eigenen Industrie zu schützen oder von der »ökologischen Stimmung« zu profitieren. Im ersten Fall betonen sie den Erhalt von Arbeitsplätzen, im zweiten den Erhalt der Umwelt.²² Die USA verfolgten durchgängig die ökologische Option, mit einer Ausnahme zu Beginn der achtziger Jahre, kurz nach Reagans Amtsantritt. In der Bundesrepublik verfolgte die Regierung zum FCKW-Problem in den siebziger Jahren die erste, in den achtziger Jahren die zweite Option. In den siebziger Jahren gab es noch kein eigenständiges Umweltministerium, weshalb das Problem dem Innenministerium übertragen wurde. Es initiierte ein Forschungsprogramm und griff auf nationale Expertenquellen zurück: einzelne Wissenschaftler, das Umweltbundesamt und Hoechst. Industrie und Behörden setzten sich auf informellen Tagungen ins Einvernehmen, wobei sich die Industrie im wesentlichen durchsetzen konnte. Dies gelang ihr, weil das UBA nicht die Rolle des öffentlichen Sprechers diffuser Interessen spielte und keine engagierten Wissenschaftler vorhanden waren, die diese Rolle übernehmen konnten. Es bietet sich an, dies unter Verwendung eines Begriffs von Bachrach und Baratz als einen Fall der *politics of non-decision* zu bezeichnen.

Eine ... indirektere Form von Nicht-Entscheidungsprozeß besteht darin, ein bestehendes Vorurteil innerhalb des politischen Systems – Präzedenzfall, Regel oder Verfahren – zur Unterdrückung einer bedrohlichen Forderung oder einer in der Entwicklung begriffenen politisch konflikthaltigen Sachlage zu mobilisieren. (Bachrach/Baratz 1977: 79)

22 Das Paradigma der zukunftsfähigen Entwicklung (*sustainable development*) versucht, die beiden Aspekte miteinander zu kombinieren. In der politischen Auseinandersetzung dominieren allerdings meist die beiden oben genannten polaren Orientierungen, was damit zu tun haben dürfte, daß Sustainable development als Kompromißformel erscheint, die den Umweltschutz als Profitquelle ausweisen will.

Dies geschieht innerhalb der deutschen Bürokratie durch den Hinweis auf den Paragraphen 35 des Bundesimmissionsschutzgesetzes, nach dem ein nachweisbarer Schaden Voraussetzung für eine Regulierung ist.²³

Kooperation und Konflikt

In der deutschen Umweltpolitik gibt es drei Schlüsselbegriffe, das Verursacher-, das Vorsorge- und das Kooperationsprinzip (Bohne 1990: 217). In der Umweltpolitik werden zahlreiche informelle Vereinbarungen getroffen. Bohne unterscheidet drei Typen von informellen Vereinbarungen:

- informelle Vereinbarungen über das Einhalten von Regelungen;
- über den Ersatz von schädlichen Stoffen in Produkten oder Produktionsbeschränkungen und
- Politikplanungs- und Kontrollvereinbarungen, um neue Gesetze und Vorschriften zu vermeiden.

Dies sind in der Regel schriftlich fixierte, gesetzlich nicht bindende Vereinbarungen zwischen Regulierungsbehörden und Firmen oder Industrieverbänden. Zu Unrecht werden solche Absprachen in der Rechtslehre als privatrechtliche oder als öffentlich-rechtliche Verträge bezeichnet, denn:

Der Witz der Absprachen besteht gerade in ihrer rechtlichen Unverbindlichkeit. Weder das Bundesinnenministerium noch die beteiligten Wirtschaftsverbände oder Unternehmen haben mit »Rechtsfolgewillen« gehandelt und rechtliche Verpflichtungen eingehen wollen. Vielmehr haben sich beide Seiten alle Optionen für die Zukunft offengehalten. Die Wirtschaft will sich jederzeit von ihren Zusagen lösen können ... Die Bundesregierung ist rechtlich nicht gehindert, nachträglich Rechtsverordnungen zu erlassen. Die Bindungswirkung normvertretender Absprachen ist allein politischer Natur und hängt von den politisch-sozialen Sanktionsmöglichkeiten der Absprachepartner ab. (Bohne 1984: 361)

Der entscheidende Vorteil liegt in der Effizienz solcher Vereinbarungen. Es entstehen für alle Beteiligten geringere Transaktionskosten als im Falle formaler Regelungen. Die Vereinbarungen sind aber teilweise wenig wirksam

23 Mit der Verabschiedung des Chemikaliengesetzes 1980 ändert sich die gesetzliche Grundlage. Die später stattfindenden FCKW-Regulierungen stützen sich auf §17 dieses Gesetzes, mit dem die Bundesregierung ermächtigt wird, »bestimmte gefährliche Stoffe« nebst ihren Herstellungs- oder Verwendungsverfahren zu verbieten. Voraussetzung ist eine »Anhörung der beteiligten Kreise«, die aus den Bereichen Wissenschaft, Verbraucherschutz, Gewerkschaften, Wirtschaft, Gesundheit sowie Umwelt-, Tierschutz- und Naturschutzverbänden auszuwählen sind.

und fördern die Ungleichbehandlung, da sie oft schon bei der Auswahl der Parteien bestimmte gesellschaftliche Gruppen ausschließen (Betroffene, Umweltgruppen, die Öffentlichkeit und die Gerichte; siehe Bohne 1990: 227). Die jeweilige Regulierungsbehörde gerät durch solche informellen Regelungen in Abhängigkeit von der Industrie, da sie sich ihr gegenüber in einer Informationsasymmetrie befindet: »Informal policy planning and control agreements put the government at the mercy of the addressees of environmental regulations and enforcement actions« (Bohne 1990: 228). In einer von Mayntz et al. (1978) durchgeführten Studie wurde auf starke Defizite in der Umsetzung bestehender umweltpolitischer Programme hingewiesen, wobei auch hier die enge Kooperation zwischen Antragsteller und Genehmigungsbehörde unter Ausschluß anderer betroffener Kreise als Grund genannt wird.

Die deutsche Industrie schätzt informelle Vereinbarungen und hält sie formellen Verfahren überlegen. Auch Politiker mögen solche Vereinbarungen, da sie für symbolische, unbürokratische Aktionen stehen, die niemanden verletzen und sich gut verkaufen (während Politiker im Ruhestand dazu neigen, solche Vereinbarungen als Ausverkauf der Umwelt zu denunzieren, vgl. Bohne 1990: 229, Interview 51).

In Deutschland wurde das FCKW-Problem zunächst informell angegangen. Nach Besuchen von US-Vertretern der Pro-Regulierungsallianz beim UBA im Jahr 1975 verfolgten Mitarbeiter dieser Behörde die Debatte auf informeller Ebene. »Wir haben nicht die Konfrontation gesucht, das macht diese Behörde prinzipiell nie« (Interview 7). Ende 1977 erfolgte die freiwillige Selbstbeschränkung der Aerosolhersteller, was von einem Beteiligten als symbolische Politik bezeichnet wurde (Interview 51). Im September 1977, als die Umweltbehörden in den USA zu einer gesetzlichen Beschränkung nichtessentieller Anwendungen von FCKW übergehen wollten, führte ein Sprecher der Hoechst AG auf einem internationalen Symposium Folgendes aus:

Geradezu unerträglich wird die Situation, wenn in einer ... faktisch risikofreien Situation sich Beamte die in einer freien Wirtschaft doch wohl dem Verbraucher zustehende Entscheidung darüber anmaßen, ob ein Produkt oder eine Anwendung *essential* oder *non essential* ist. Genau das ist es aber, was derzeit bei der Frage der Verwendung von Fluorchlorkohlenwasserstoffen die EPA ... sich anschickt zu tun.²⁴

24 Heinz Harnisch: »Fluorchlorkohlenwasserstoffe – Stellungnahme der Industrie«, Vortrag auf dem 5. internationalen Symposium »Chemische und toxikologische Aspekte der Umweltqualität« am 22. September 1977 in Neuherberg.

Nun, die Industrie bekam damals, was sie wollte. In den achtziger Jahren wird der Alptraum des oben zitierten Hoechst-Sprechers allerdings zur Realität. Der Politikstil in Deutschland ändert sich schroff. Die Enquetekommission des Bundestages formulierte die ökologische Orientierung wie folgt:

Bei Problemen von so großer Dimension, wie sie die Ozonzerstörung und der Treibhauseffekt darstellen, bei denen vor allem von einer bestimmten Dauer des untätigen Zuwartens an die Katastrophe nicht mehr verhindert, sondern nur noch durch sekundäre Abwehrmaßnahmen etwas abgemildert werden kann, wird der Politik dann zu Recht verantwortungsloses Nichthandeln vorgeworfen, wenn sie sich auf Entwarner verläßt oder den zaghaft Warnenden nicht zum Durchbruch verhilft. Besser ist es, sich dem Vorwurf auszusetzen, zu weitgehende Maßnahmen vorzusehen, die auch zu Belastungen führen, als dem Vorwurf, Warnungen vor Katastrophen falsch eingeschätzt und damit die Katastrophe durch unterlassene Vorsorgemaßnahmen mitverursacht zu haben.

(Enquetekommission 1990: 276f.)

Diese Orientierung mußte mit den Optionen der deutschen FCKW-Hersteller zwangsläufig kollidieren. In der Vorbereitungsphase von Montreal kommt der Konflikt zum Vorschein:

Sie können nachlesen, wie wir uns pressemäßig beharkt haben mit der Industriegemeinschaft Aerosole, die hat kurz vor 1987, als jedem klar war, da tut sich was in der Antarktis, eine entwarnende Presseerklärung rausgegeben (»Ozonhysterie – mußte sie wirklich sein?«). Das ist nicht vom Geiste des Vorsorgeprinzips getragen. Da wurden wir von außen angeschossen, und da haben wir uns natürlich gewehrt. Auch bei den Anhörungen im Bundestag hatten wir keinen kooperativen Stil. Die Wissenschaftler in der EK haben das gut vorbereitet, und dann kommt die Industrie und zieht die Vorbereitung ins Lächerliche und deutet keine Maßnahmen an. Das ging dann auch schief. Das war, wenn Sie so wollen, eine Konfrontation Industrie gegen Bundestag und EK. Wir sehen das als eine Fehleinschätzung der beteiligten Industrie. Die Eigendynamik der Politik und der öffentlichen Meinung war größer als gedacht. (Interview 7)²⁵

Die Konfrontation im FCKW-Fall wird jedoch als Anomalie für das deutsche politische System angesehen.²⁶

25 Tatsächlich erfolgte die Erklärung der IGA im Jahr 1984, vgl. Enquetekommission (1990: 206).

26 Ein Grund für die Konfrontation lag darin, daß die Industrie keine Verbrauchszahlen nennen wollte: »Schmidbauer hat regelmäßig gefragt: Wieviel wird denn nun emittiert? Und es kam ebenso regelmäßig die Antwort: Wir sagen es nicht, wir brauchen es nicht zu sagen (es gibt eine rechtliche Grundlage dafür). Das hat ihn als Volksvertreter getroffen; er versucht ein Problem zu lösen, das er nur auf Zahlenbasis lösen kann, und da ist er doch von

[Der] FCKW-Fall allerdings sieht anders aus. Der ist nicht normal gelaufen, der lief mit Verzögerungen. Das extrem schwierig und zäh mit unendlichen Versuchen, die Sache zu bremsen und aufzuhalten, bis zur letzten Minute. ... Es gibt Felder, wo man sehr konsensuell verfahren konnte und andere, wo es sehr gehakt hat, wie FCKW. Im Grunde hat es die Chemie immer noch nicht eingesehen, weil sie immer noch darauf vertraut, daß da neue Theorien kommen. Selbst nach der Enquetekommission. (Interview 12)

Wie stark das konsensuelle Selbstbild in der Bundesrepublik ist, kann man daran sehen, daß in offiziellen Stellungnahmen von den Kämpfen mit der Industrie nichts sichtbar wird. So erwähnt die Bundesregierung nicht etwa die Tatsache der Verbotsverordnung als etwas Besonderes, sondern die Selbstverpflichtung der Industrie zur FCKW-Reduktion, die *nach* der Verbotsverordnung erfolgte (Bundesregierung 1994: 3).

In den USA vollzog sich die Wende in umgekehrter Richtung. War das Verhältnis zwischen Regulierungsbehörde und Industrie in den siebziger Jahren konfrontativ, so verwandelte es sich in den achtziger Jahren in ein kooperatives. Dies wird sowohl von Industrievertretern, wie auch von EPA-Mitarbeitern bestätigt. Folgende Gesprächsauszüge mögen dies belegen. Ein Vertreter der Industrie bemerkte:

I would say EPA has tried to help us in compliance with the Clean Air Act. S. and others have done a good job with a very difficult regulation that was imposed on them by Congress. We can get answers on the phone about detailed questions. (Interview 21)

Die EPA sieht es ähnlich:

We had enormous battles with industry in 1985 and in 1986, but after the Montreal Protocol was signed, conflicts were really behind us, and there was enormous cooperation. (Interview 18)

Dies ist im wesentlichen darauf zurückzuführen, daß Du Pont und der amerikanische Interessenverband der FCKW-Hersteller ihre Haltung zu Regulierungen im Herbst 1986 geändert hatten.

Regulierungsbehörden und Parteien

Umweltpolitik ist in den USA durch die Existenz einer großen unabhängigen Regulierungsbehörde (EPA) und durch deren strikte Vorgaben gekennzeich-

der Industrie sehr im Regen stehen gelassen worden und hat sich dann schnell darauf besonnen, was er als Politiker machen kann« (Interview 40).

net.²⁷ Die Regulierungsbehörde kooperiert in der Regel nicht mit der Industrie. Aus Furcht vor *Capture*-Prozessen wird sie vom Kongreß gezwungen, den zu regulierenden Industrien strikte Zeitvorgaben zu setzen, die von dieser allerdings oft nicht eingehalten werden. Die EPA dient aber auch dem Präsidenten. Er ernennt die Chefs der Behörde und das obere Management, überprüft durch das *Office for Management and Budget* (OMB) den Etat und besitzt durch *Executive Orders* zusätzliche Möglichkeiten der Einflußnahme. Die vom OMB durchgeführten Prüfungen der Regulierungsvorhaben nehmen viel Zeit in Anspruch, was den Regulierungsprozeß verlangsamt. Firmen und Behörden bekämpfen sich oft vor Gericht, was weitere Verzögerungen bei der Implementation bewirkt (Moe/Caldwell 1994; Vig/Kraft 1984, 1994).²⁸

Die Institutionalisierung des Umweltschutzes in der Bundesrepublik erfolgte zwar nach amerikanischem Vorbild; die neu gegründeten Umweltschutzbehörden verfügen aber über weitaus weniger Kompetenzen und Ressourcen als die amerikanischen Vorbilder. Die Umweltproblematik wurde in der Bundesrepublik »von oben« eingeführt; bei Verabschiedung der ersten Umweltgesetze gab es keine Umweltlobby. Nach dem Reaktorunfall von Tschernobyl wird die Umweltpolitik durch die Gründung des Umweltministeriums auch institutionell sichtbar reorganisiert (wenn auch zunächst nur symbolisch). Vor der Gründung dieses Ministeriums gab es in der Bundesrepublik den Sachverständigenrat für Umweltfragen und das Umweltbundesamt als Institutionen der Umweltpolitik. Beide verfügten als reine Beratungsgremien über wenig Einfluß; zudem versteht sich der SRU nicht als Sprachrohr von Umweltinteressen. Selbst die Funktion als ökologisches Frühwarnsystem konnten diese beiden Institutionen nicht wahrnehmen, weil ihnen entweder die nötigen Laboratorien oder die Öffentlichkeitswirksamkeit fehlten.²⁹ Das BMU bekam bei seiner Gründung 340 Stellen, die 1987 auf 520 aufgestockt wurden. Der Etat entwickelte sich von 1987 mit 400 Mio. DM auf 2,6 Mrd. im Jahr 1990, wovon allerdings 850 Mio. auf den Bereich Atomenergie entfallen (Weidner 1989: 19). Dies ist ein Bruchteil dessen, was der EPA zur Verfügung steht.³⁰

27 »The EPA is the biggest federal regulatory agency; indeed it is the largest in the world.« 1992 beschäftigte sie 18.000 Mitarbeiter mit einem Etat von 6,5 Mrd. US-Dollar (Rosenbaum 1994: 126).

28 Es wird geschätzt, daß die EPA bis Anfang der neunziger Jahre weniger als 20 Prozent der vom Kongreß vorgegebenen Fristen einhalten konnte (Rosenbaum 1994: 132).

29 Der SRU verfügt über kein Pressereferat und betreibt keine regelmäßige Medienarbeit (H.-J. Luhmann 1991; Ell/Luhmann 1996).

30 Vgl. Fußnote 27.

Die Kampagnen von Umweltgruppen stellen in den USA keine Bedrohung für die beiden großen politischen Parteien dar; sie setzen lediglich neue Fragen auf die Tagesordnung und betreiben Lobbying, teilweise an den Parteien vorbei. Obwohl das Umweltthema generell von Republikanern wie Demokraten besetzt wird, nehmen die Demokraten öfter eine Führungsrolle ein. Dies taten sie insbesondere in Opposition zu den republikanischen Präsidenten Nixon und Ford, die einem demokratischen Kongreß gegenüberstanden (Vig/Kraft 1994: 12). Da der legislative Prozeß nicht primär von den Parteien gesteuert wird, findet eine weitere Entkopplung statt:

Im parlamentarischen Regierungssystem der BRD gelten Parteien im allgemeinen als »Träger und Mittler des politischen Prozesses« (Konrad Hesse), denen entscheidende Bedeutung bei der Artikulation und Aggregation gesellschaftlicher Interessen zukommt. Parteien sind hierzulande wichtige Anlaufstationen für die organisierten Interessen, vermitteln zwischen sozialen Positionen und speisen sie in den Gesetzgebungsprozeß ein. In den USA betreiben die Verbände dagegen ihre lobbyistischen Aktivitäten an den vergleichsweise schwachen Parteien vorbei, zumal auch hier die gesetzgeberischen Aktivitäten der Legislative nicht primär von den Parteien gesteuert werden. (Wasser 1995: 307)

In Deutschland ist das politische System sensibel für aufkommende neue politische Fragen. Als das FCKW-Thema Mitte der siebziger Jahre kurz auftauchte, gab es noch keine »grüne Bedrohung« für die Regierung. Zehn Jahre später sorgte die enge Kopplung zwischen Umweltproblemen und Wählergunst der Parteien für ein rasches Umschwenken der Bundesregierung. Vor 1982 waren ökologische Probleme noch kein Thema der parteipolitischen Auseinandersetzung (Müller 1986). Dies ändert sich mit dem Waldsterben, zahlreichen Chemieunfällen am Rhein, der Reaktorkatastrophe von Tschernobyl und dem Robbensterben. Die Thematisierung des Klimaproblems um 1986 und die gleichzeitigen Wahlerfolge der Grünen Partei führen der Regierungskoalition vor Augen, daß sich hier bei aller potentiellen Bedrohung auch Chancen bieten, die durch eine Besetzung des Themas genutzt werden können.

Politikunternehmer

Politikunternehmer in Kingdons Sinne (Kingdon 1984) existierten Mitte der achtziger Jahre in der Bundesrepublik, nicht aber in den USA.³¹ Mitte der

31 Nach Kingdon besitzen Politikunternehmer ein fertiges Konzept zur Lösung eines Problems und warten auf eine Welle der Aufmerksamkeit, um das Konzept zu lancieren.

achtziger Jahre kommt das Thema Umwelt zum ersten Mal in der Geschichte der Bundesrepublik auf die politische Agenda. Politikunternehmer aus der regierenden CDU/CSU, aber auch aus der oppositionellen SPD erkennen die Wichtigkeit der Umwelt für den Wahlkampf, besetzen das FCKW-Klima-Thema und arbeiten auf die Zusammenstellung einer Expertenkommission hin, in der wissenschaftliche Kompetenz repräsentiert und ein weitgehender Beschluß angestrebt wird.³² Die Grünen und Greenpeace werden relativ spät auf das Thema aufmerksam. Eine Verkettung von Umständen (teilweise von der Kommission beabsichtigt), führt dazu, daß die Interessen der FCKW-Hersteller Hoechst und Kali in der sich formierenden Enquetekommission »Vorsorge zum Schutz der Erdatmosphäre« (EK) unterrepräsentiert werden. Die EK wird 1987 eingerichtet und fällt 1988 ein einstimmiges Urteil zur Problematik und zu der Notwendigkeit weiterer Verschärfungen des Montrealer Protokolls.³³ Ein Experte faßte die »glücklichen Umstände« folgendermaßen zusammen:

Die CDU hatte die Schwierigkeit, daß sie damals auf der Suche war nach neuen wertorientierten Themen und es gab ja das Thema »Bewahrung der Schöpfung« ... Schmidbauer hatte die Lücke in der CDU erkannt, wollte sich profilieren, konnte ganz gut mit dem Kanzler, und griff ein Thema auf, das in den Interessen noch nicht so verfestigt war. Also man hatte noch nicht die Dutzende von Lobby-Briefen, sondern man hatte zwei Kämpfer auf Industrieseite von Kali und Hoechst ... Die waren so stur und betonhaft, daß sich die Vertreter der chemischen Industrie dafür entschuldigten. Die beiden haben dermaßen überzogen in der Negierung von Gefahren, daß sie raus waren aus der Diskussion. Das haben die gar nicht gemerkt. In der zweiten Phase hat der VCI dann den Prof. N. geschickt. Der kam zu einer Zeit, wo er nicht mehr viel retten konnte. Er mußte einerseits loyal sein gegenüber diesen Firmen, aber andererseits wußte er, daß der VCI mit dieser Linie nicht durchkam ... Die Rahmenbedingungen waren also so günstig, daß wir einen weitgehenden Beschluß zustandegekriegt haben. (Interview 52)³⁴

32 Dies dürfte der Grund sein, warum der Umweltsachverständigenrat kein Sondergutachten anfertigen sollte (Eil/Luhmann 1996). Man war offenbar an einer prominenten Behandlung des Themas und an einer engen Verzahnung mit politischen Entscheidungen interessiert.

33 Im Bericht der EK werden FCKW als Ursache des Ozonlochs angegeben, das Montrealer Protokoll wird als Einstieg, aber unzureichend angesehen. 95 Prozent FCKW-Reduktion sind zumindest im nationalen Rahmen anzustreben (Enquetekommission 1990: 340–347).

34 Ein Industriesprecher äußert sich über die eigenen Fehler und die Verhandlungsführung Schmidbauers wie folgt: »Die chemische Industrie hat sich gelegentlich taktisch nicht besonders klug verhalten und sich damit sehr geschadet. Schmidbauer hat Wahrheitsfindung nach Gutsherrenart betrieben. So nach dem Motto: Wir brauchen keine langen Diskus-

Es wäre abwegig zu glauben, die Politik hätte sich aus lauter Ratlosigkeit von den Wissenschaftlern sagen lassen, was zu tun sei. Oft werden Expertenurteile meist nur deshalb gesucht, um eine angestrebte oder bereits gefällte Entscheidung zu legitimieren.³⁵ In der Tat steuerte die Bundesregierung einen entsprechenden Expertenbericht an, wie ein Experte aus dem Umweltministerium mitteilt:

Wir wissen ja, daß mit unterschiedlichen politischen Einfärbungen auch unterschiedliche politische Ergebnisse angesteuert werden können ... Wenn ein solches Votum einen solchen Einfluß kriegen will, den es ja auch bekommen hat, dann nicht im Streit, sondern in der Formulierung gemeinsamer Standpunkte, die gemeinsam um- und durchzusetzen sind. (Interview 19)

In den USA wurde das Ziel eines strengen Protokolls nicht von der Regierung angesteuert, sondern von der von unten wachsenden Unterstützerallianz. Sie gewann immer mehr Brückenköpfe in der Spitze der Administration, angefangen von der NASA über die EPA, das Außenministerium bis hin zum Präsidenten. Hier gab es zwar *Politikunternehmer* in Sachen Umweltpolitik generell,³⁶ jedoch nicht im FCKW-Fall. Das Thema wurde vor allem innerhalb der EPA über die »dunklen Jahre« lebendig gehalten, allerdings auf einer relativ niedrigen Hierarchieebene.

[The EPA people] deserve enormous credit since they kept the issue alive. Sometimes, if you are low enough in the bureaucracy you can do things because nobody pays too much attention. (Interview 31)

Nach einem Anstoß durch den NRDC und Schützenhilfe von Rowland ergriff die EPA die Initiative zur zweiten Regulierungsphase in den achtziger Jahren. Regulierungsgegner auf höchster Ebene wurden zu spät auf diesen Vorstoß aufmerksam. Ihnen blieb nichts anderes übrig, als sich den geschaffenen Tatsachen zu beugen und sich zu einem opportunen Zeitpunkt anzuschließen:

sionen, und ich werde dafür sorgen, daß eine einheitliche Meinung herauskommt« (Interview 48).

35 »Advisors are too frequently chosen not so much because the legislators and officials want advice as because they want apparently *authoritative support* for the policies they propose to follow. It is obvious that in complying with these desires, the legislators and the officials are in collusion with the scientists to exploit the *prestige* that scientists have acquired for objectivity and disinterestedness« (Shils 1987: 201; Hervorh. d. Verf.).

36 Vor allem der demokratische Senatsabgeordnete Edmund Muskie (der sich als Präsidentschaftskandidat präsentieren wollte) gilt als Promotor der Umweltgesetzgebung der frühen siebziger Jahre (Vig/Kraft 1984). Später kamen Dale Bumpers, John Chafee, Henry Waxman und Al Gore.

People like H. and S. kept it alive and Lee Thomas [EPA-Chef] was the person who felt that he was in a position that he could act on his own. And did. By the time it was found out about, it would have been very embarrassing for the government to back out. (Interview 16)

Die im Frühjahr 1987 sich abspielende Farce über einen angeblichen Plan, das Problem auf individuellen Schutz vor UV-Strahlen zu reduzieren (vgl. Kapitel 5), trug zur öffentlichen Blamage der Regulierungsgegner bei. Festzuhalten bleibt allerdings, daß niemand unter den Politikern mit einem fertigen Konzept zur Lösung des FCKW-Problems auf die Welle der Aufmerksamkeit wartete, um das Programm zu lancieren, wie es das Konzept des Politikunternehmers voraussetzt. Dies gilt für beide Seiten: es gab Politikunternehmer weder für noch gegen Regulierungen. Die »dunklen Jahre« hatten das Thema völlig in der Versenkung verschwinden lassen. Als es mit aller Macht wieder auftauchte, hinkten die politischen Reaktionen nach der Entdeckung des Ozonlochs hinter den (kritischen) Wissenschaftlern her, die das Thema in der Öffentlichkeit sofort besetzt hatten und für ein weltweites Verbot von FCKW eintraten. EPA-Chef Thomas und Benedick greifen diese Linie als erste auf.

6.3.2 Die Industrie im Vergleich

In den USA war die chemische Industrie frühzeitig in die Erforschung der Ozonschicht eingebunden. Die *Chemical Manufacturers Association* (CMA), die weltweite Forschungsförderung betrieb, gab von 1972 bis 1989 über 20 Mio. US-Dollar für Forschung aus, wovon der größte Teil in den USA durchgeführt wurde.³⁷ Vor allem Du Pont besaß oder rekrutierte Wissenschaftler, die an der aktuellen Forschung beteiligt waren. Du Pont war der Hauptwortführer der Regulierungsgegner und mußte schon deshalb alles daransetzen, um auf dem Stand der wissenschaftlichen Debatte zu bleiben. Die Bereitschaft der chemischen Industrie, sich aktiv an der Forschung über mögliche Gefahren durch FCKW zu beteiligen, führte zu einer Selbstbindung an Ergebnisse dieser Forschung.

³⁷ Auch Wissenschaftler der Pro-Regulierungskoalition erhielten Geld, zwar wenig im Vergleich zu staatlichen Quellen, aber schnell und unbürokratisch verfügbar, zum Beispiel, um ausländische Wissenschaftler in die USA einzuladen, oder die Flugzeugpiste in Punta Arenas (Chile) für die zweite Antarktisexpedition zu bauen.

Interessant war die Doppelstrategie der FCKW-produzierenden Industrie: Sie leugnete nach außen zunächst jede Gefährlichkeit der Stoffe, finanzierte aber Forschung, die genau diese Frage umfassend klären sollte. Wie es scheint, haben die US-Firmen letztlich die Forschung ernster genommen als die deutschen, die am Ende den Regulierungen zähneknirschend zustimmten, während Du Pont zum Vorreiter des Ausstiegs wurde.

Die beiden deutschen FCKW-Hersteller haben sich zwar finanziell am internationalen Forschungsprogramm der CMA beteiligt, selbst aber keine Wissenschaftler beauftragt oder rekrutiert, die den Informationsfluß über neueste wissenschaftliche Forschung innerhalb der Firma gewährleistet hätten, wie dies bei Du Pont der Fall war. Meine Befragungen ergeben, daß der Wissensstand bei den Verantwortlichen auf der Produktebene (FCKW) erheblich von dem ihrer amerikanischen Kollegen und von der herrschenden Meinung der Wissenschaft abweicht.³⁸ Ein weiterer Unterschied besteht darin, daß Du Pont (im Gegensatz zu Hoechst) neben der Finanzierung und Kooperation mit Wissenschaftlern, die im öffentlichen Bereich stattfand, firmenintern Modellsimulationen durchführte, um mögliche Ozonverluste zu bestimmen, die auch auf Worst-case-Szenarien beruhten. Dies geschah ab etwa 1977 (Interviews 5, 16).³⁹

Aus demselben Grund nahm Du Pont die Mitarbeit im OTP ernst. Die Trendanalysen, die im Auftrag der chemischen Industrie vor 1985 durchgeführt wurden, meldeten ihren Auftraggebern keinen Grund zur Besorgnis. Die Statistiker, die mit den Trendrechnungen befaßt waren, stellten ihre Ergebnisse aber kaum in der wissenschaftlichen Community zur Diskussion, sondern präsentierten sie nur ihren Auftraggebern. Um 1986 muß Du Pont gemerkt haben, daß es besser sein könnte, die Daten einer kritischen Diskussion zu unterziehen, als das Risiko einzugehen, sich in falscher Sicherheit zu wiegen (Interview 16).⁴⁰ Als Resümee ergibt sich, daß die Wissenschaftsbe-

38 Ein Befragter gab an, daß Chlor aus natürlichen Quellen (Vulkane, Brandrodung) schon immer einen größeren Anteil gehabt hätte als der anthropogene Beitrag; ein anderer, daß es schon immer ein natürliches Ozonloch gegeben habe.

39 Es wird vermutet, daß Du Pont etwas über die Grenzen der Belastbarkeit der Atmosphäre herausfinden wollte, ohne daß die Öffentlichkeit davon etwas erfährt. »Perhaps also they might have wanted to run proprietary scenarios – wanting to know some of the limits of possibility without wanting outsiders to know that they were considering such limits. This latter is conjecture on my part. As is this – if I were in the position of a first-class modeler, I might have wanted to push the limits of the rate constants to find out (a) what the maximum ozone loss might be by various combinations of the constants that were within one or two sigma of the then-current »best estimate« and (b) what the minimum ozone loss might be under such conditions« (Interview 16).

40 Vgl. Jönsson/Lundin (1977) zum allgemeinen Mechanismus des Wunschdenkens in Orga-

ratung der US-Firmen weitaus besser war als die der deutschen. Anders ausgedrückt: Du Pont war durch die offene Konfrontation mit den schärfsten FCKW-Kritikern nicht so lange im Wunschdenken gefangen wie Hoechst.⁴¹ Hoechst legte sich sehr früh auf eine prinzipiell skeptische Haltung fest. Man hielt es für ausgeschlossen, daß Regulierungen aufgrund der vorliegenden Erkenntnisse erlassen werden könnten. Dies führte bei Hoechst zum Wunschdenken, daß Regulierungen unmöglich seien. Als in den USA Ende der siebziger Jahre bereits die zweite Phase der nationalen Regulierung diskutiert wurde, versuchte Hoechst der Bundesregierung immer mehr Daten vorzulegen, die Zweifel an der Molina-Rowland-Hypothese ausdrücken. Hoechst beschwor die Behörden der Bundesrepublik, sich nicht der EPA-Linie anzuschließen – ein Alptraum, der für Hoechst Mitte der achtziger Jahre zur bitteren Realität werden sollte.

Im Gegensatz zu Hoechst hatte Du Pont ein Gespür dafür, was auf politischer Ebene möglich ist und was an wissenschaftlicher Legitimation aufgeboten werden kann. Das Wunschdenken machte einer eher ungetrübten Sicht auf die verschiedenen Optionen Platz. Du Pont wurde durch die Existenz eines starken Netzwerkes, das für Regulierungen eintrat, zu dieser realistischen Haltung gewissermaßen gezwungen. Dadurch breitete sich eine größere Sensibilität gegenüber möglichen Gefahren für das Unternehmen aus. Du Pont sah, daß Gefahren für die Ozonschicht auch Gefahren für das Unternehmen sind.⁴²

6.3.3 Die Wissenschaft im Vergleich

Es überrascht nicht, daß die bedeutendsten Länder mit FCKW-Produktion auch den größten Beitrag zur wissenschaftlichen Forschung leisten. Wie aus

nisationen.

- 41 »Die chemische Industrie hat die erste Enquetekommission nicht ernst genommen, das übliche bei Enquetekommissionen. Dann haben sie ja noch den Schmidbauer als Vorsitzenden gehabt, da haben sie gedacht: na gut, den kriegen wir über den Riesenhuber in den Griff. So ist das ja intern gedacht worden, man muß wissen, der Riesenhuber [damals Forschungsminister] war der Mann von Hoechst, das ist ja seine eigentliche Funktion gewesen, aber es hat nicht funktioniert, im Gegenteil« (Interview 52).
- 42 Du Pont und Hoechst (und vermutlich alle anderen FCKW-Produzenten) reagierten empfindlich, wenn in öffentlichen Stellungnahmen ihr Markenname mit dem Ozonproblem in Verbindung gebracht wurde. Eine der ersten Maßnahmen eines solchen *impression managements* unternahm Du Pont, nachdem Molina und Rowland den Markennamen *Freon* in ihrem Artikel verwendet hatten (Roan 1989: 21). Hoechst wandte sich gegen eine Veröffentlichung des UBA, in der vor Spraydosen gewarnt wurde und der Markenname *Frigen* auftauchte (Brief an das UBA, 7.3.1980).

den Tabellen 3-1 und 5-1 hervorgeht, waren dies die USA, Großbritannien, Deutschland und Frankreich.⁴³ Im Vergleich zu den USA entstanden in Deutschland erst relativ spät wissenschaftliche Forschergruppen, die interdisziplinär und arbeitsteilig auf dem Gebiet der Stratosphäre arbeiten und die kritische Masse erreichen, um erfolgreich arbeiten zu können. Auch ging von ihnen erst relativ spät eine Alarmierung der Öffentlichkeit aus. Die ersten öffentlichen Warner waren Physiker und Meteorologen außerhalb der Ozonforschung. Im Mittelpunkt ihrer Warnung stehen nicht Probleme der Ozon-schicht, sondern globale Klimaveränderungen.

Unterschiedliche Größe des Feldes

Das Feld der Stratosphärenforschung wuchs im Untersuchungszeitraum in den USA enorm. 1976 wurde die NASA zur führenden Forschungsbehörde auf diesem Gebiet gemacht. Ihr standen jährlich zwischen 20 und 30 Mio. US-Dollar für Stratosphärenforschung zur Verfügung (Bastian 1982: 179; Roan 1989: 251). In Deutschland gab es vor dem BMFT-Sonderprogramm von 1975 keinen Schwerpunkt in der Stratosphärenforschung; das deutsche Spezialgebiet war die Troposphäre, wo von 1970 bis 1985 ein Sonderforschungsbereich der DFG zum Thema »Spurengase« bestand. 1988 wurde das Ozonforschungsprogramm initiiert, in dessen Rahmen von 1989 bis 1993 circa 40 Mio. DM an Forschungsförderung geleistet wurde, wovon die Hälfte für Feldmessungen ausgegeben wurden (Interview 49). Die Forschungsergebnisse des ersten BMFT-Programms spielten in der Kontroverse kaum eine Rolle (und zu Beginn des zweiten Programms war die Kontroverse im wesentlichen abgeschlossen). Beide Seiten griffen während der Kontroverse vor allem auf Ergebnisse zurück, die in den USA gemacht wurden. Dies hat damit zu tun, daß solche Forschungen eine Vorlaufzeit brauchen, in der die nötigen Erfahrungen und Versuche gemacht werden. Nach allem, was man über die Rolle weiß, die implizites Wissen in der Wissenschaft spielt (Polanyi 1958), dürfte dies nicht überraschend sein. Der Vorsprung der USA auf dem Gebiet der Stratosphärenforschung blieb bis heute unangefochten. Dies liegt zum Teil daran, daß die Entwicklung in den USA ein selbstverstärkender Prozeß war, in dem nicht nur ein struktureller Ausgangsvorteil verteidigt wurde. Als Gründe wären der unterschiedliche Grad der wissenschaftlichen Konkurrenz und die Größe von Forschungsgruppen zu nennen.

43 Japan und Rußland werden erst mit der Etablierung des internationalen Regimes in die wissenschaftliche Kooperation eingebunden.

Auf den ersten Blick scheint es paradox, daß in den USA eine größere Konkurrenz zwischen den Wissenschaftlern besteht und dennoch die Diskussion unveröffentlichter Ergebnisse unter ihnen offener ist:

You know, also in the U.S. you have different groups but they are talking much more to each other. In Europe somehow there is secrecy. Take the British, until they publish the paper they will not tell you what they are doing. ... The Germans have measurements, some interesting results. There are also individuals who have a good reputation ... But the competence is scattered. (Interview 2)

Dieses Paradox löst sich auf, wenn man weiß, daß es den US-Wissenschaftlern gelang, ein neues Forschungsfeld zu begründen, das finanziell gut gefördert wurde (wobei ein Teil dieses Erfolges auf die Alarmierung der Öffentlichkeit zurückzuführen ist). Je mehr die alten disziplinären Grenzen (die »Stockwerke der Atmosphäre«, die Spaltung in chemische und dynamische Atmosphärenmodelle, die Trennung in Modellierer und Experimentatoren) eingerissen wurden, desto mehr stellte sich heraus, wie komplex die Atmosphäre war und wie wenig wahrscheinlich ein Erfolg von Einzelforschern oder von kleinen, voneinander isolierten Gruppen war. Jeder kann durch Informationsaustausch mit anderen gewinnen, wobei natürlich die Gefahr des »Diebstahls geistigen Eigentums« durch unethisches Verhalten besteht.

Lokale Gruppen bestanden in Deutschland an mehreren Universitäten und Instituten, allerdings ohne die kritische Masse zu besitzen, um im internationalen wissenschaftlichen Wettbewerb ganz vorne mitzuspielen. Individuelle Forscher konnten durchaus reüssieren, ihr Erfolg dürfte aber zum großen Teil auf der jahrelangen Kooperation mit US-Atmosphärenwissenschaftlern beruhen.⁴⁴

Erst in den achtziger Jahren haben wir gegenüber den USA aufgeschlossen. Wir hatten keine systematische Förderung, wir hatten diese kleinen Uni-Institute, die fast alle unterkritisch in der Anzahl der Mitarbeiter waren, dann haben wir zunächst die internationalen Forschungsprogramme nicht mitformuliert, sondern nur teilgenommen ... Unsere Kooperation ist eher über den Teich hinweg, als im eigenen Land. (Interview 1)

44 Schmidbauer sieht dies ebenfalls, wenn er sich für die Förderung der Atmosphärenwissenschaft einsetzt: »Nur durch eigene Messungen, eigene wissenschaftliche Untersuchungen sind wir in der Lage, im Rahmen der Verhandlungen zur Verschärfung des Montrealer Protokolls unsere Position zu stärken und das Gewicht der Bundesrepublik Deutschland ... mit in die Waagschale zu werfen« (Deutscher Bundestag 1988: 6436).

Steuerungsmöglichkeiten

Das institutionelle Muster der Forschung in Deutschland ist durch zwei Faktoren gekennzeichnet, die eine Leistungskontrolle und entsprechende Steuerungsversuche schwierig oder unmöglich machen: Einer zersplitterten staatlichen Struktur stehen Domänen der Forschung gegenüber, die aufgrund ihres Informationsvorsprungs die Schwerpunkte der Forschungspolitik beeinflussen können. Das heißt, die Politik kann durch steuernde Eingriffe die gewünschte Schwerpunktsetzung kaum erreichen. Mayntz und Scharpf wenden diesen Gedanken des Principal-agent-Theorems folgendermaßen auf die deutsche Forschungslandschaft an:

As far as public support for basic research is concerned, institutional arrangements in West Germany are almost the exact opposite of what would have been prescribed by the theory of optimal control. Instead of a »principal« that is able to specify incentives unilaterally, we have twelve governments with divergent interests that nevertheless must act in concert much of the time. And instead of a plurality of »agents« that must reveal their privileged information when competing against each other for resources, we have domain monopolies within the science system whose representatives are able to jointly define the priorities of government research policy. Under such conditions, clearly, the notion that governments might be able to exercise unilateral, hierarchical control over research systems has no institutional foundation. (Mayntz/Scharpf 1990: 72)

Wissenschaftler in existierenden Domänen haben gute Chancen, diese zu verteidigen, wohingegen neue Projekte oder Forschungsschwerpunkte es schwerer haben (Schimank 1994: 57–58). In diesem institutionellen Arrangement besteht kein sichtbarer Anreiz zur Innovation. Innerwissenschaftliche Innovationen müssen sich innerhalb bestehender Domänen (im Verteilungskampf mit Kollegen) durchsetzen, während Innovationsversuche, die von der Politik angestrengt werden, von den Domänenvertretern abgeblockt werden können. Die Chancen zur Innovation wären am größten, wenn sich Forschungspolitik und Wissenschaft auf neue Schwerpunkte einigen könnten, wozu aber kaum institutionelle Anreize bestehen.

Auch im US-System hat der Auftraggeber keine Monopolstellung: die Struktur der Forschungsförderung ist pluralistisch und dezentral. Das institutionelle Design macht allerdings eine Steuerung der Forscher über die Vergabe von Fördermitteln sehr viel besser möglich:

In the US, we are very cruel to our scientists. We make hard decisions – and we control what they work on to some degree – by funding mechanisms. If there is no longer funding, or only greatly decreased funding in area X, people are simply

not going to work in that area ... The second way American institutions handle such things, salaries, is also pretty cruel. At a given expertise and seniority level in the U.S., the salary structure can vary by a factor of two or more. That's another way we give the message, silently, but dramatically, to faculty members that they need to improve, even if they have tenure. (Dresselhaus 1995: 70f.)

Ein letzter Punkt, der die Unterschiede der Wissenschaft in beiden Ländern zeigt, betrifft die unterschiedliche Bereitschaft von Wissenschaftlern, sich in der Öffentlichkeit zu engagieren (sowohl politisch als auch professionsstrategisch). Die US-Wissenschaftler, zumindest im hier untersuchten Beispiel, haben eine Möglichkeit gefunden, beide Formen des öffentlichen Engagements zu ihrem Vorteil miteinander zu verbinden, während es in Deutschland vergleichsweise lange gedauert hat, bis etwas Ähnliches zu sehen ist. Dies könnte auf die in den USA stärker ausgeprägte Abhängigkeit von Forschungsgeldern zurückgeführt werden, zu deren Erwerb man sich in größerem Maße öffentlich engagieren muß als im deutschen System. Die US-Wissenschaftler sind aus Interessengründen auf die öffentliche oder halböffentliche Darstellung und »Vermarktung« ihrer Ergebnisse angewiesen.⁴⁵ Dieser Unterschied läßt sich durch die unterschiedliche Bereitschaft zur öffentlichen Dramatisierung illustrieren: Die Metapher des Ozonlochs wurde von amerikanischen Wissenschaftlern, nicht von Journalisten geprägt und in öffentlichen Umlauf gebracht. Die Metapher des Waldsterbens wurde vom *Spiegel* geprägt und von deutschen Wissenschaftlern gern durch den Begriff »neuartige Waldschäden« ersetzt (H.-J. Luhmann 1991).

Ruft man die Unterscheidung zwischen norm- und interessenorientiertem Handeln von Wissenschaftlern ins Gedächtnis, die in Kapitel 3 entwickelt wurde, so spielt normorientiertes Handeln dafür eine zusätzliche Rolle. Die Verbindung beider Handlungsorientierungen kann sogar zum Vorteil der Disziplin erfolgen. Damit ist nicht gesagt, daß sie auch zum Vorteil jedes einzelnen Wissenschaftlers geht, denn die Risiken sind in jeder Hinsicht groß. Sowohl das normative wie das interessenorientierte Handeln kann zurückschlagen in Form einer Kritik, daß die jeweilige Aktivität nichts mehr mit Wissenschaft zu tun habe.

45 In der von Brockman (1996) herausgegebenen Sammlung kann man gut nachvollziehen, wie Naturwissenschaftler (im anglo-amerikanischen Raum) öffentliches Interesse für Forschungsgebiete erzeugen, die oft keinerlei Anwendungsrelevanz besitzen.

NAS und Enquetekommission

In beiden Vergleichsländern spielten Expertengremien von höchstem Rang zu unterschiedlichen Zeiten eine Rolle: in den USA war dies Mitte der siebziger Jahre die *National Academy of Sciences*, in der Bundesrepublik die Enquetekommission Mitte der achtziger Jahre. Im Gegensatz zur Bundesrepublik existiert in den USA eine nationale Wissenschaftsakademie, die als höchste wissenschaftliche Autorität die wissenschaftliche Expertise zusammenträgt. Ihre Reputation ist sicher nicht als industriekritisch einzuschätzen. Im Gegenteil, diese konservative Institution scheint des öfteren die Gefahren für Gesundheit und Umwelt heruntergespielt zu haben (Boffey 1975). Die Tatsache, daß die NAS eine solche Reputation hatte und dennoch die Molina-Rowland-Hypothese für plausibel hielt, trug wesentlich dazu bei, daß die Behörden sich ihrem Urteil frühzeitig (1976) anschlossen. Dieses Urteil war die Basis für das zwei Jahre später erfolgte FCKW-Verbot in »nicht-essentiellen« Aerosolanwendungen des novellierten *Clean Air Acts*.

Die Enquetekommissionen der Bundesrepublik umfassen neben Wissenschaftlern auch Politiker.⁴⁶ Der Vorteil bei diesem Arrangement ist, daß die Beschlüsse der EK unmittelbar politikrelevant werden, da sie Teil des Parlaments ist. Damit verbunden ist ein möglicher doppelter Nachteil: Es drohen die Verwässerung des wissenschaftlichen Votums und die Selbstblockade (durch Mehrheits- und Minderheitsvotum). Erstaunlicherweise gelang diesem Gremium ein einstimmiges Urteil zum Schutz der Ozonschicht, das vom Parlament übernommen wurde, so daß der Vorteil der deutschen Institution ausgespielt werden konnte (vgl. oben). Der Konsens der Enquetekommission hatte darüberhinaus eine intendierte europaweite Wirkung (siehe Kapitel 5).

Interessanterweise ergriffen Wissenschaftler in der Bundesrepublik nach 1986 in den Medien direkt Partei für regulatorische Maßnahmen, während sie in den USA hauptsächlich wissenschaftliche Evidenzen berichteten (vor allem über das Ozonloch und seine möglichen Ursachen). Dies dürfte seinen Grund darin haben, daß die Problematik in der Öffentlichkeit bereits verankert war, weshalb sich die Rolle der wissenschaftlichen Advokaten auf eine unterstützende Argumentation beschränkte. Rowland und andere stellten 1974 die Forderung nach einem teilweisen Verbot von FCKW auf und wi-

46 Unter dem Vorsitz von Schmidbauer versammelte die Enquetekommission zum Schutz der Erdatmosphäre zehn Parteipolitiker und neun Wissenschaftler. Wie auch in anderen Enquetekommissionen üblich, wurden die Wissenschaftler nach dem Parteienproporz bestellt.

chen in der Folgezeit nicht davon ab. Nach 1985 setzten sie sich für ein weltweites Verbot ein. Dies war die »baseline«, die in der US-Öffentlichkeit »immer schon« bekannt war. In der Bundesrepublik wurden um 1986 die Themen Ozonschicht und Klimawandel zum ersten Mal in massiver Form in die Öffentlichkeit gebracht. Wissenschaftler traten dabei als Warner auf, was vor allem darauf zurückzuführen ist, daß die Medien nach geeigneten Ansprechpartnern suchten.

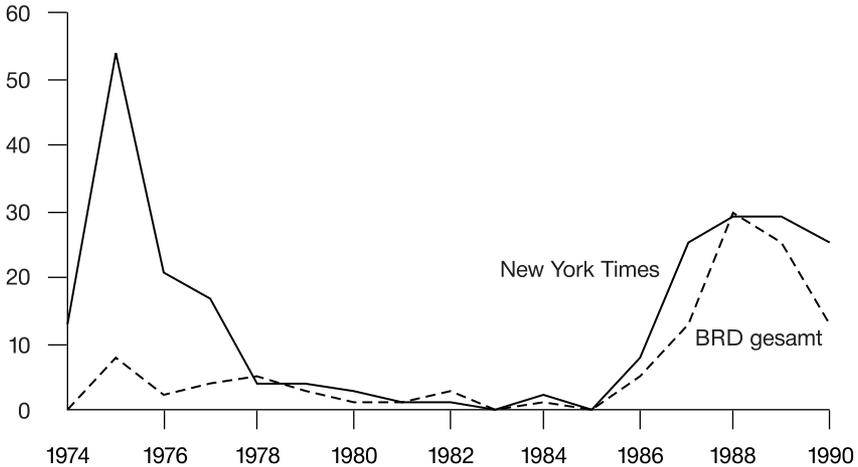
6.3.4 Die Öffentlichkeit im Vergleich

Die politische Karriere des Umweltthemas im öffentlichen Bewußtsein ist entscheidend für die politische Beschäftigung mit dem Thema. Die Medienaufmerksamkeit für die Ozonschicht im Vergleichszeitraum zeigt zwei Höhepunkte in den Jahren 1975 und 1988/89 (Abbildung 6-1). In beiden Ländern gibt es Zeitungen, die sich bereits in den siebziger Jahren stärker mit dem Problem befassen als andere (*New York Times*, *FAZ*, *Zeit*). Nach der Entdeckung des Ozonlochs holen alle anderen Blätter auf. Auffallend ist die sehr viel stärkere Berichterstattung in den siebziger Jahren in den USA. Ab 1978 gibt es eine gleich niedrige Parallelbewegung; die starke Aufmerksamkeit Mitte der achtziger Jahre setzt in den USA etwas früher ein und dauert etwas länger. Dort gab es Forscher, die als lautstarke Advokaten an die Öffentlichkeit gingen. Eine solche Gruppe von Akteuren gibt es in der Bundesrepublik erst ab 1986.

Neben dem komparativen Aspekt soll hier nochmals die Frage der Alarmierung der Öffentlichkeit durch Wissenschaftler aufgegriffen werden. Advokaten wie karrierebewußte Wissenschaftler machen gleichermaßen vom Mittel der Dramatisierung Gebrauch. Es scheint lohnend, dieses Mittel einzusetzen, um Forschungsgelder einzuwerben oder das eigene Forschungsfeld als Schwerpunkt der Forschung zu etablieren oder zu verteidigen. »Wer das Feuer studiert, darf es nicht löschen wollen« (Clausen/Dombrowski 1984). Diese Formel scheint die Eigennutzorientierung der Wissenschaftler gut auszudrücken. Man könnte daraus ableiten, daß sich die Atmosphärenwissenschaftler davor hüten, das Problem einer Lösung zuzuführen, da sie sich damit die eigene Basis entziehen würden. Zweifellos spielt dieses Motiv teilweise eine Rolle, die Frage ist, ob es dominantes Motiv ist. Dagegen spricht neben der empirisch beobachteten Tastache, daß es Wissenschaftler gibt, die sich als Sprecher von öffentlichen Interessen begreifen, ein theoretischer Einwand. Andere Akteure (vor allem konkurrierende Forscherteams,

Abbildung 6-1 Medienaufmerksamkeit zum Thema FCKW-Ozon in den USA und in der Bundesrepublik Deutschland, 1974 bis 1990^a

Anzahl der Artikel pro Jahr



- a Für diese Graphik wurden die überregionalen Qualitätsprintmedien (*FAZ, FR, Spiegel, SZ, Welt, Die Zeit*) für die Bundesrepublik, allerdings nur die *New York Times* für die USA ausgewertet. Dies hat seinen Grund darin, daß nur für die *New York Times* ein Index für den Gesamtzeitraum existiert. Die dadurch bewirkte Angleichung nach 1978 hebt den drastischen Unterschied Mitte der siebziger Jahre hervor.

die Medien und darüber vermittelt potentielle Finanzgeber) sind über diese Anreizstruktur ebenfalls informiert, wodurch sich eine rein interessenbasierte Strategie selbst unterminieren könnte. Ich gehe auf beide Möglichkeiten ein.

Die öffentliche Rolle, die von wissenschaftlichen Sprechern gespielt wird, kann problematisch werden. Sie müssen, um diese Rolle spielen zu können, sichtbar und hörbar sein. Stille Kollegen blicken neidisch auf die Sprecher, die im Rampenlicht stehen und spielen den wissenschaftlichen Wert ihrer Aussagen herunter, da sie in ihren Augen zu viel mit der Presse reden und komplizierte wissenschaftliche Zusammenhänge durch populäre Formulierungen vulgarisieren, in den Worten von Shils, vom Zentrum an die Peripherie wandern. Einerseits kann ein solches Engagement für die eigene Karriere förderlich sein, vor allem wenn man als Sprecher für die eigene Disziplin oder das Forschungsfeld auftritt und dadurch Zustimmung durch Fachkollegen erhält. Andererseits sehen es Fachkollegen nicht gern, wenn jemand öf-

fentlichen Ruhm genießt, statt seine tägliche Arbeit im Laboratorium, im Hörsaal oder am Schreibtisch zu verrichten und die Forschungsergebnisse in der wissenschaftlichen Literatur zu berichten. »Jemand, der so viel Zeit hat, mit den Medien zu reden, hat keine Zeit mehr, gute Wissenschaft zu betreiben« – so wird in vielen Fällen das Urteil konkurrierender Fachkollegen lauten, zumal jener, die mit der politischen Interpretation der wissenschaftlichen Daten durch die prominenten Kollegen nicht übereinstimmen.⁴⁷

Die Medien selektieren Ereignisse nach ihrem »Nachrichtenwert« (Schulz 1976).⁴⁸ In der Umweltberichterstattung begünstigt dies einen gewissen Katastrophismus oder Sensationalismus (Brand 1995: 58). Es gibt aber nicht nur die Strategie, Verkaufszahlen durch dramatische Ereignisse und Panikmache zu steigern (de Haan 1995). Seriöse Blätter legen Wert auf eine sachliche Berichterstattung, die teilweise so weit geht, daß Meldungen entlarvt werden, die auf falschen Alarm hinauszulaufen scheinen (Boventer 1993: 28). Die *FAZ* verkörpert diesen Ansatz sehr gut und auch bei der *Zeit* ist diese Linie manchmal vorzufinden. Ein Gesprächspartner, dem dieser Ansatz nicht zusagt, beschrieb ihn wie folgt:

Bei der *FAZ* findet Umweltpolitik nur statt, wenn es sich nicht vermeiden läßt, dann sicher auch fundiert. Bei der *Zeit* hängt es von dem jeweiligen Redakteur ab, Herr Schuh könnte auch bei der *FAZ* sein, er ist ausgesprochen kompetent, aber er scheint nach dem Motto zu verfahren, den Schadstoff des Monats als Popanz zu entlarven. (Interview 24)

Je schlimmer die potentielle Gefahr in der Öffentlichkeit erscheint, desto weniger kann es sich die Politik allerdings leisten, die Warnungen zu ignorieren. Politiker sind dann in der Regel gezwungen, unter dem Imperativ der »blame avoidance« (Weaver 1986) zu handeln, die Forschung weiterhin zu finanzieren und die Resultate ernst zu nehmen.

Die Erzeugung massenmedialer Aufmerksamkeit (und Medienparteinahme) ist faszinierend. Es fällt auf, wie perfekt das *timing* von alarmierenden Artikeln ist. Einige Beispiele: Rechtzeitig zur Eröffnung der Londoner Folgekonferenz der Vertragsstaaten zum Montrealer Protokoll (27.–29.6.1990) erscheint die Meldung in der internationalen Presse, daß die Ozonschicht schneller ausgedünnt wird als erwartet, und daß sie in der Nordhemisphäre ähnliche Ausmaße annehmen könnte wie in der Antarktis (*Financial Times*,

47 Siehe Nance (1991, Kapitel 10) zu solchen Mechanismen in der Klimadebatte.

48 »Das Dramatische rangiert vor dem Inkrementalen. Häufigkeiten und Wahrscheinlichkeiten treten in den Hintergrund. Auf der Makroebene findet dies seinen Ausdruck in den Nachrichtenwertfaktoren der Publikumsmedien«, schreibt Vowe (1994: 431).

21.6.1990). Rechtzeitig zur Eröffnung der Kopenhagener Folgekonferenz der Vertragsstaaten (23.–25.11.1992) wird gemeldet, die Ozonschicht sei so dünn wie nie zuvor: in der Nordhemisphäre habe eine Abnahme von 15 bis 20 Prozent stattgefunden. Diese Meldung erscheint im November, nachdem die NASA Anfang Februar sogar ein arktisches Ozonloch prognostiziert hatte (*Financial Times*, 14.11.1992).⁴⁹ Senator Al Gore sprach von einem »Ozonloch über Kennebunkport«, dem Ferienort der Familie Bush in Maine. Auf dem Titelblatt von *Time* stand zu lesen: »Vanishing Ozone: The Danger Moves Closer to Home«. Der US-Senat beschloß unmittelbar darauf (in einer 96:0 Abstimmung), den Ausstieg aus FCKW von 2000 auf 1995 vorzuziehen.⁵⁰ Die Voraussage über einen dramatischen Ozonabbau im Norden bestätigte sich nicht. Im April berichtete die NASA, daß aufgrund einer plötzlichen Erwärmung der arktischen Luft die Ozonabnahme nur 10 Prozent betragen habe. Last but not least: Rechtzeitig zur Wiener Folgekonferenz der Vertragsstaaten im November 1995 wird ein neuer Negativrekord vermeldet, diesmal ist es die Größe und die Dauer des antarktischen Ozonlochs. Drei Meldungen aus der *FAZ* illustrieren die Inszenierung des Alarms. Am 13. September 1995 meldet die WMO, der Ozonschwund sei der bisher schnellste seit Anfang der achtziger Jahre. Am 8. November wird diese Einschätzung revidiert: Die WMO teilt mit, das Ozonloch sei nicht weiter gewachsen. Am 1. Dezember, zwei Tage vor Konferenzbeginn in Wien, fordert Umweltministerin Merkel die Entwicklungsländer auf, die ihnen zugestandene Übergangsfrist nicht auszuschöpfen, da sich die »Prognosen über die weitere Vergrößerung des Ozonlochs als richtig erwiesen« hätten (*FAZ*, 2.12.1995: 5).

6.4 Die Lernfähigkeit moderner Gesellschaften

Die Ergebnisse dieser Arbeit werfen mehrere allgemeine Fragen auf, von denen abschließend nur drei aufgegriffen werden sollen. Zum ersten die

49 Der *Spiegel* brachte am 10. Februar 1992 die Titelgeschichte »Ozonloch über Europa«.

50 Von mir befragte Wissenschaftler äußerten sich kritisch dazu: »This was a little bit overstated ... They were operating out of Maine and Bush was there on holiday, and they were telling that you could have [an ozone hole]. That was premature, they were too excited that they found some of the culprits in between reaction species which confirmed the view of ozone destruction« (Interview 2). »That had a big impact in the community, it was said we spoke too soon, I was not involved in it, but it was a mistake« (Interview 17). »The decision of Bush to ban came immediately after Al Gore went on television and talked about a hole in ozone over Kennebunkport which might get George Bush's attention ...« (Interview 30).

Frage, ob moderne Gesellschaften in der Lage sind, katastrophale Entwicklungen zu vermeiden, die sich aufgrund ihres Einwirkens auf die natürliche Umwelt ergeben. Dies berührt das Problem der Prognosefähigkeit für globale ökologische Probleme. Zum zweiten die Frage, wo in modernen Gesellschaften das Orientierungswissen für solche Probleme zu suchen ist. Hier zeigt sich eine spezifische Definitionsmacht der Naturwissenschaftler, die bislang deutlich höher als die der Sozialwissenschaftler ist. Generell stellt sich drittens die Frage nach der Organisierbarkeit diffuser Interessen und des Erhalts von globalen Gemeinschaftsressourcen. Diese Frage wird im letzten Abschnitt in Theseform aufgegriffen.

6.4.1 Prognosemöglichkeiten katastrophaler Entwicklungen

Zur ersten Frage: Man kann globale ökologische Probleme nicht als generell vorhersehbar oder als generell unvorhersehbar einstufen. Zwei prominente globale Probleme, der Treibhauseffekt und das Bevölkerungswachstum wurden schon vor über einhundert Jahren diskutiert. Das Problem der möglichen Schädigung der Ozonschicht wurde erst seit gut zwanzig Jahren erkannt, anfänglich wurden Flugzeug- und Raketenemissionen als mögliche Ursachen angenommen, danach FCKW – letztere eine Klasse von Stoffen, die bis dahin als völlig ungiftig und ohne Nebenwirkungen für die Umwelt gegolten hatten. Dies ist Anlaß zur Befürchtung, daß unter den Tausenden von industriell hergestellten Chemikalien noch viele andere Katastrophenpotentiale schlummern.

If someone wants to kill a new bug, they will find a formula and it is quite easy to make and then you have a substance which has never been in the world before. And it can be on a mass market in amounts which matter. You can flood the world within ten short years. There is none of us clever enough to take this formula and look at it and say: »It will have this effect on the world« ...

(Interview 44)

Dieser Wissenschaftler hält es für reines Glück, daß nur Brom und Chlor, nicht aber Fluor dramatische Umweltwirkungen besitzen:

It is not a small change we've made with chlorine. It is seven times since the 1930s. Luckily fluorine did not matter, it is just sheer luck. So you have to be greatly pessimistic that technologically we are extremely clever and environmentally we are extremely stupid. (Interview 44)

Auch Paul Crutzen hat den Eindruck, daß die Menschheit haarscharf an einer Katastrophe vorbeigeschlittert ist:

Brom [ist] für Ozon fast hundertmal gefährlicher als Chlor bezogen auf die gleiche Zahl Atome. Das führt zu dem erschreckenden Gedanken, daß wenn die chemische Industrie organische Bromverbindungen anstatt der FCKWs entwickelt hätte – oder wenn die Chlorchemie der Bromchemie ähnlicher wäre – wir völlig unvorbereitet schon in den siebziger Jahren einem katastrophalen Ozonloch überall und zu allen Jahreszeiten ausgesetzt gewesen wären, wahrscheinlich bevor Atmosphärenchemiker das notwendige Wissen gehabt hätten, die Probleme zu identifizieren ... Da sich vor 1974 niemand Sorgen um die Konsequenzen des Chlor- und Bromeintrags in die Atmosphäre gemacht hatte, kann ich nur schließen, daß wir viel Glück gehabt haben. Dies zeigt, daß wir allzeit auf der Hut sein sollten bezüglich möglicher Folgen des Eintrags neuer Produkte in die Umwelt. Eine permanente Überwachung der Zusammensetzung der Stratosphäre behält daher für viele kommende Jahre eine hohe Priorität.
(Crutzen 1996: 1891f.)

Wenn wir auf der Hut sein sollen, aber kein sicheres Wissen besitzen, wie können wir dann globale Fehlentwicklungen frühzeitig erkennen? Durch Delphi-Umfragen läßt sich zum Beispiel herausfinden, welches nach Ansicht der Wissenschaftler die dringendsten globalen Probleme sind (vgl. Stewart 1987; Wilenius 1996). Doch ist bei der Beurteilung einzelner Unsicherheiten, Risiken und Schädigungspotentiale kein Konsens der Experten zu erwarten. Dies hat zum einen mit der Interessiertheit an bestimmten Forschungsergebnissen zu tun, andererseits mit der disziplinären Spezialisierung. Teilweise greifen beide Prozesse ineinander, etwa dann, wenn eine Teildisziplin eher entlastende Befunde für die Industrie findet, eine andere hingegen belastende. Daraus folgt einerseits, daß es eine Illusion ist, anzunehmen, die Wahrung der wissenschaftlichen Autonomie reiche zur Erlangung eines wissenschaftlichen Konsenses aus. Das technokratische Politikmodell wird dadurch obsolet. Stattdessen gewinnt ein Modell an Bedeutung, das wissenschaftliche Kontroversen in einem öffentlichen Streit ermöglicht und erfordert. Daraus folgt auch, daß die Zusammenführung wissenschaftlicher Expertise aus verschiedenen Disziplinen oder Teildisziplinen eine größere Bandbreite an potentiell ernststen Problemen aufdecken kann, ohne gleich zum Verständnis oder zur Erklärung vorzudringen. Die Politisierung der Wissenschaft kann dabei eine katalytische Wirkung haben. Zusammengekommen ergibt sich, daß die Anforderungen an erfolgreiche Wissenschaftler zunehmen: sie müssen den Horizont der eigenen Disziplin und den der »reinen Wissenschaft« überschreiten.

Katalytische Prozesse in Atmosphäre und Gesellschaft

Seit etwa zwanzig Jahren weiß man, daß Spurengase für den Ozonhaushalt der Atmosphäre verantwortlich sind. Ihre Konzentration beträgt Milliardstel Anteile pro Volumenanteil Luft. Die katalytischen Reaktionen, die die Ozonschicht langfristig reparieren können, wurden *down on earth*, innerhalb der Gesellschaft, ebenfalls von einer winzigen Akteurgruppe ausgelöst. Damit es dazu kommen konnte, mußten sich zwei Reiserouten kreuzen: die Route der FCKW auf ihrem Weg in die Stratosphäre mit der Route der Atmosphärenwissenschaftler auf ihrem Weg zurück von der Erforschung anderer Planeten zur Erde. Denn die Stratosphäre blieb lange unbeachtet, sie war noch zu Beginn der siebziger Jahre ein wissenschaftliches Niemandsland (vgl. Dotto/Schiff 1978: 206f). Meteorologen beschäftigten sich mit der Troposphäre, mit jener Region, wo sich das Wetter abspielt. Das bevorzugte Forschungsgebiet der Aeronomen wurde durch die finanzielle Förderung des *US Department of Defense* vorgegeben und bestand in einer Beforschung des Wiedereintritts von Raketen in die Atmosphäre – ein Vorgang, der sich in der Mesosphäre (oberhalb der Stratosphäre) ereignet. Und nachdem vor allem die NASA die Forschungsförderung auf dem Gebiet der Aeronomie übernommen hatte, bekam die Atmosphäre anderer Planeten Priorität (Gibt es Leben auf dem Mars?).

Die Atmosphärenwissenschaftler kehren etwa zur selben Zeit zur Erde zurück, als der »blaue Planet« ins öffentliche Bewußtsein tritt und als etwas äußerst Schönes, aber auch Delikates, Zerbrechliches empfunden wird – ganz im Gegensatz zu Mars, Venus und dem Mond, die kein Leben zu beherbergen scheinen:

Inmitten trostloser Wüste enthüllt sich die alte Erde als der bewohnbare, als der ganz besondere Stern. Was als interplanetarische Expedition zu fernen Abenteuern begonnen hatte, endete in einem gewissen Sinne mit einer Rückwendung zum Ausgangspunkt; selbst die Raumfahrt konzentrierte in den zwei Jahrzehnten nach dem Apollo-Programm ihre Aufmerksamkeit auf Umkreisungen im Gravitationsfeld der Erde. (Sachs 1994: 306)

Die Verletzbarkeit des Planeten Erde wird vor allem anhand globaler Umweltprobleme in der Weltöffentlichkeit thematisiert. Die FCKW-Problematik veranschaulicht dies. Als die schleichende Bedrohung nach der Entdeckung des Ozonlochs in eine akute Gefahr umgeschlagen war, wurden die Staaten zu einer internationalen Kooperation auf dem Feld der Umweltpolitik angetrieben. Dabei haben umweltpolitisch engagierte Wissenschaftler eine wichtige gesellschaftspolitische Rolle gespielt und eine katalytische Rolle

entfaltet. Damit katalytische Prozesse starten können, muß eine kritische Masse an reaktionsfähigen »Substanzen« vorhanden sein. Institutionelle Faktoren hatten dafür gesorgt, daß die kritische Masse in den USA größer war und sich früher gebildet hatte als in der Bundesrepublik. Hier kommt es zu einer »nachholenden Entwicklung«, bei der in kurzer Zeit eine Alarmierung der Öffentlichkeit und eine Aktivierung von Wissenschaftlern erfolgt und eine entsprechende Handlungsbereitschaft bei Politikern wächst.

Für viele der in der Öffentlichkeit sichtbaren Wissenschaftler stellt sich freilich das Problem, ihre tatsächlich gespielte Rolle mit den gesellschaftlichen Zuschreibungen (dem »Ideal der Wissenschaft«) zu vereinbaren. Da durch zu starkes öffentliches Engagement ihre wissenschaftliche Glaubwürdigkeit leiden kann, betonen sie den Konsens über rein wissenschaftliche Fragen. Insbesondere heben sie hervor, daß es ohne wissenschaftliche Erkenntnisse keine Parteinahme ihrerseits gegeben hätte. Doch sind nicht alle Wissenschaftler zu jedem Zeitpunkt von diesen Erkenntnissen überzeugt. Und auch ihre Parteinahme variiert je nach persönlichem Naturbild und Zeitpunkt. Ihre Purifizierungsstrategien sind die notwendige Kehrseite eines Hybridisierungsprozesses, in dem sie sich auf ihr praktisches Urteilsvermögen verlassen.

Hybridisierung

Gelingt es, trotz fortschreitender Differenzierung innerhalb der modernen Gesellschaft die Kombination von disparaten Fähigkeiten zu leisten?⁵¹ Welche institutionellen Arrangements sind dafür geeignet? Wie es scheint, müssen dafür mindestens zwei Aufgaben gelöst werden: erstens die Verbreiterung der (spezialisierten) Wissensbasis, zweitens die des Erwerbs von Urteilsvermögen bei Fragestellungen, die zweideutige Ergebnisse produzieren. Während die Verbreiterung der Wissensbasis institutionell durch interdisziplinäre und transdisziplinäre Forschungsprojekte angegangen werden kann, ist für die zweite bislang keine institutionelle Lösung in Sicht. Es wurde verschiedentlich vorgeschlagen, daß man dem Modell der klinischen Professionen folgen sollte, indem man Wissenschaftler ausbildet, die sich informelle Entscheidungsregeln in der praktischen Arbeit erwerben. Ihr Urteilsvermögen

51 »Spencer and Durkheim, of course, would have been optimistic, since they postulated that increased differentiation was followed by the rise of integrating agencies that brought together the parts. But this aspect of their theories seems to be inaccurate, and we have differentiation without integration and seem quite possibly fated to have it for a very long time to come« (R. Collins 1986: 1340).

gen würde dann in einer Kombination von Wissens- und Praxisgebieten entstehen (Böhme/Schramm 1985; Marcus 1988; Interview 42).

Im Forschungsbereich Ozonschicht hat sich zwar eine fruchtbare und erfolgreiche interdisziplinäre Zusammenarbeit zwischen Atmosphärenchemikern und dynamischen Meteorologen entwickelt, sie hat aber nicht auf andere Gebiete übergegriffen, wie zum Beispiel die Biologie. Kann man aus dieser erfolgreichen Kooperation etwas lernen für andere Fälle? Alles deutet darauf hin, daß es vor allem engagierten und motivierten Wissenschaftlern gelungen ist, eine solche umfassendere Perspektive zu entwickeln. Die bahnbrechenden Arbeiten in der Atmosphärenwissenschaft wurden fast alle von Außenseitern hervorgebracht. Rowland, Crutzen und andere veranschaulichen dies in exemplarischer Weise. Rowland war Neuling auf dem Gebiet der Atmosphärenchemie zum Zeitpunkt der Veröffentlichung der Molina-Rowland-Hypothese⁵² und wurde einer ihrer prominentesten Vertreter. Im Lauf der Kontroverse mischte er sich überaus erfolgreich in ein zusätzliches Expertenfeld ein (in die Statistik im Rahmen der Arbeiten des OTP). Ohne seine Motivation wäre es wahrscheinlich schwierig gewesen, den tatsächlich gemessenen Ozonabbau so schnell zu einer wissenschaftlichen Tatsache werden zu lassen.

If Rowland hadn't been so missionary about this it would never have developed to this point. If it would have been treated objectively, scientifically, as I would have liked to have seen it done, it probably would never have been treated as a serious issue by the public and by politicians. If he hadn't stirred up the Greens and the politicians He must have spent an enormous amount of his time and effort going around lecturing, talking. He really barnstormed. He went to every little town and every little community, delivering his speech. I thought this isn't the way to do science, but I think he was probably right, because he believed in it. (Interview 42)

Crutzen war Autodidakt, Cicerone, Molina und Stolarski junge, noch nicht etablierte Atmosphärenwissenschaftler.

Engagierte und öffentlich sichtbare Wissenschaftler, die sich eine breitere Wissensbasis und praktisches Urteilsvermögen aneignen, fallen nicht vom Himmel, sie werden erst zu solchen in einem langen Prozeß von wissenschaftlichem und öffentlichem Engagement. Dies ist ein dornenreicher Weg, insbesondere, wenn man die zweideutige Anreizstruktur in bezug auf öffentliches Engagement betrachtet. Es wäre Wunschdenken zu glauben, daß die zunehmende Größe der Umweltrisiken automatisch die Risikobereit-

52 Damals sagte er von sich: »I'm a well-known unknown« (zit. bei Roan 1989: 5).

schaft bei gesellschaftlichen Akteuren (in diesem Fall bei Wissenschaftlern) erhöhe und damit einen Ausgleich schaffe, getreu dem Hölderlin-Marx-Diktum: »Wo die Gefahr ist, wächst das Rettende auch« beziehungsweise »Die Menschheit stellt sich nur Aufgaben, die sie auch lösen kann« (Zürn 1998).

Die oben dargestellten Entwicklungen scheinen schlecht zu zwei älteren Ansätzen der Wissenschaftssoziologie und Wissenschaftsphilosophie zu passen. Zum einen könnte Merton in der hier beschriebenen wissenschaftlichen Praxis kaum noch die normative Struktur erkennen, die er für genuin wissenschaftlich hielt. Nicht nur die eigennützigen (»unethischen«) Fälle von Normverstoß (die nicht sanktioniert wurden) sprechen dagegen (siehe Kapitel 3), sondern vor allem die fast durchgängige Verletzung des Gebots des organisierten Skeptizismus und der Unvoreingenommenheit.⁵³ Wissenschaftler, die von einer bestimmten Kausalität überzeugt sind, auch wenn sie sie nicht beweisen können, besitzen allerdings vielfach die größere Motivation und Ausdauer, Forschungsgelder und Aufmerksamkeit zu erlangen als andere⁵⁴ – vorausgesetzt, sie verlieren nicht den Kontakt zum Kern der Forschungsgruppe und bleiben von Interessengruppen unterscheidbar. Dies könnte ein generelles Muster wissenschaftlicher Praxis unter verschärften Wettbewerbsbedingungen werden. Andererseits findet sich in der hier vorgestellten wissenschaftlichen Praxis keine durchgängige Befolgung des Falsifikationskriteriums. In der lang andauernden Kontroverse werden beide Seiten mit falsifizierenden Befunden konfrontiert, worauf mit Abwehr- oder Angriffsstrategien bis hin zur Verschiebung der Fragestellung reagiert wird – für Popperianer ein typisches Zeichen von Ideologisierung und Immunisierung der eigenen Theorie (und damit von Unwissenschaftlichkeit). Diese Probleme stellen sich für die neueren Ansätze der Wissenschaftssoziologie nicht, da sie von der interpretativen Flexibilität wissenschaftlicher Ergebnisse und der Wichtigkeit sozialer Faktoren bei der Schaffung neuen Wissens ausgehen. Die hier präsentierten Ergebnisse bestätigen dies. Dies heißt allerdings nicht, daß jedes Ergebnis gleiche Gültigkeit beanspruchen konnte. Die Einschränkungen an Geltung, die sich ergaben, haben aber vor allem mit der zeitlichen und sozialen Dynamik der Wissensentwicklung zu tun. Im Lauf einer Kontroverse werden »abgehakte« Punkte nicht mehr weiter verfolgt; wer den-

53 Merton hat dies in einem anderen Zusammenhang durchaus gesehen (siehe Merton 1985b).

54 Vom Physiker und Nobelpreisträger Steven Weinberg wird berichtet, daß er das Festhalten an bestimmten Weltbildern für erkenntnisfördernd hält: »Es sei am besten, wenn Physiker nicht an das anthropische Prinzip glaubten, denn sonst seien sie nicht mehr motiviert, nach einer vereinheitlichten Theorie zu suchen, und wenn sie nicht danach suchten, würden sie auch mit Sicherheit nichts finden« (zit. in Brockman 1996: 381).

noch darauf insistiert, wird marginalisiert. Hat sich eine Kerngruppe von Forschern derart auf einen überprüfbaren Hypothesenset geeinigt, kann seine Bestätigung oder Falsifizierung analytisch und experimentell erfolgen. Dies geschah im Falle des Ozonlochs durch Standardisierung und Feldexperimente, die teilweise den Status von *experimenta crucis* erlangten.

6.4.2 Orientierungswissen

Ungewißheit bedeutet zwar nicht völlige Unwissenheit, ist aber mir ihr verwandt. Existieren mindestens zwei von der wissenschaftlichen Gemeinde ernst genommene Theorien, befinden wir uns im Zustand der Ungewißheit, da wir nicht sagen können, welche von ihnen die richtige ist. Elster geht noch einen Schritt weiter: »Je größer die Anzahl konkurrierender Theorien, desto größer die Wahrscheinlichkeit, daß sie alle unwahr sind« (Elster 1993: 79).⁵⁵ Das Problem verschärft sich, wenn Ungewißheit und Irreversibilität zusammentreffen, denn dann kann man unter Umständen nicht genug sicheres Wissen erzeugen, bevor es für eine Umkehr zu spät ist. Kritische Schwellenwerte sind erst *post festum* identifizierbar, in den Worten von William Blake: »Man weiß nie, wie viel genug ist, wenn man nicht weiß, wie viel mehr als genug ist« (zit. bei Elster 1993: 79).⁵⁶ Gibt es darüber keine allgemein akzeptierte Theorie, könnten wir auf die praktische Urteilskraft vertrauen. Elster ist skeptisch, was diese Möglichkeit angeht, da wir nicht wissen, wer diese Eigenschaft besitzt und wer nicht. Er sieht die Urteilskraft eher bei erfolgreichen Politikern und Unternehmern (da sie »überlebt« haben) als bei Wissenschaftlern und Verwaltungsleuten, die normalerweise in sicheren Stellungen sitzen. Insbesondere könne man nicht davon ausgehen, daß Wissenschaftler informierte und unverzerrte Urteile abgeben, da sie An-

55 Elster bezieht sich hier auf eine Überlegung Føllesdals (1979): Wenn wir eine Anzahl von Theorien haben, die alle aufgrund unterschiedlicher Annahmen unterschiedliche Voraussagen machen, könnte dies darauf hindeuten, daß der Gegenstand der Theorien ein Teil des Universums ist, das wir einfach nicht gut genug verstehen. Es könnte deshalb etwas noch Schlimmeres passieren, oder die Wahrscheinlichkeit, daß das Schlimmste passiert, ist noch größer, als von den bekannten Theorien vorausgesagt wird. Diese scharfsinnige Beobachtung, die am Beispiel der rDNA formuliert wurde, kann als Vorwegnahme der Entwicklung im vorliegenden Fall gelesen werden.

56 Nach Luhmann muß die Politik »das entscheiden, was weder richtig noch falsch entschieden werden kann. Damit könnten zumindest relative Irreversibilitäten geschaffen werden, die daran anschließende Beobachtungen ermöglichen« (Luhmann 1990: 168). Dieser Ansatz birgt ein Katastrophenpotential, wenn es sich um »tatsächliche« Irreversibilitäten handelt.

hänger einer der konkurrierenden Theorien seien (Elster 1993: 74). Auch Elster scheint die Rolle von wissenschaftlichen Sprechern als gesellschaftspolitische Akteure zu übersehen, die durch eine Verkopplung von norm- und interessegesteuerten Motiven in der Kontroverse in prominenter Weise mitspielen. Ihr praktisches Urteilsvermögen wird in einer öffentlichen Kontroverse ständigen Glaubwürdigkeitstests unterworfen. Je besser sie diese im Zeitablauf bestehen (im Vergleich zu konkurrierenden Akteuren), desto eher scheinen sie als Ratgeber geeignet.⁵⁷

Wie steht es mit der Chance, das Orientierungswissen außerhalb des naturwissenschaftlichen Bereichs, aber immer noch innerhalb der Wissenschaft anzutreffen? Lepenies (1989) sieht Wissenschaftssoziologie, Wissenschaftsgeschichte und Wissenschaftstheorie in der möglichen Rolle »sekundärer Orientierungsdisziplinen«. Angesichts riskanter Technologien und der Unfruchtbarkeit einer alternativen Forschungsethik haben Erwerb und Verbreitung von Orientierungswissen höchste Priorität: »Es geht um die Entwicklung einer neuen Wissenschaftsmentalität. Wir stehen vor einem Sozialisationsproblem« (Lepenies 1989: 155). Die Ergebnisse meiner Arbeit legen den Schluß nahe, daß es hier einen länderspezifischen Unterschied gibt, der sich darin äußert, daß die stärker an den Rändern der Wissenschaft und in der Öffentlichkeit operierenden amerikanischen (natur-)wissenschaftlichen Experten in vielen Fällen selbst solches Orientierungswissen liefern.⁵⁸ Falls meine Analyse zutrifft, so wird dadurch Lepenies' Vorschlag der besonderen Funktion der Soziologie zwar nicht entkräftet. Zusätzlich zu den von ihm erwähnten Aufgaben (Zerstörung der Mythen der Selbststeuerung der Wissenschaft, der kumulativen Wissensvermehrung und der »westlichen« Rationalität) müßte die mögliche gesellschaftspolitische Rolle von Wissenschaftlern treten. Doch dies ist alles Zukunftsmusik. Bevor sich die real existierende Soziologie über Fragen der Entscheidung unter Unsicherheit und der Repräsentation diffuser Interessen auch nur zu verständigen beginnt (vgl. Douglas 1988), geben die Naturwissenschaftler die Route vor – und nicht

57 Bereits Knight sah einen selbstselektierenden Mechanismus, der die hierfür geeigneten Akteure auswählt: »[T]hose with confidence in their judgement and disposition to ›back it up‹ in action specialize in risk-taking« (Knight 1921: 270).

58 Vgl. hingegen Becks vernichtendes Urteil über die Wissenschaften: »Die Wissenschaften sind, so wie sie verfaßt sind ... gar nicht in der Lage, auf die Zivilisationsrisiken angemessen zu reagieren, da sie an deren Entstehen und Wachstum hervorragend beteiligt sind. Sie werden vielmehr ... zum *legitimatorischen Schirmherren* einer weltweiten industriellen Verschmutzung und Vergiftung von Luft, Wasser, Nahrungsmitteln usw. sowie dem damit verbundenen allgemeinen Siechtum und Sterben von Pflanze, Tier und Mensch« (Beck 1986: 78; Hervorh. im Original; vgl. Mills 1961, 1963 und Restivo 1988).

immer in Richtung einer Risikovermehrung. Atmosphärenwissenschaftler halten Sozialwissenschaftlern gar vor, ihre Hausaufgaben nicht gemacht zu haben, und entwerfen eigene Lösungsvorschläge (Hasselmann 1998). Versuchen Sozialwissenschaftler zu reagieren, sind sie angesichts naturwissenschaftlicher Erklärungen oft überfordert. Sie tendieren zu Zynismus oder Moralismus. Sie nehmen eine selektive Gewichtung von Erkenntnissen oder Interpretationen vor, um die eigene (skeptische oder engagierte) Position zu begründen. Jenseits dieser Akkomodation wissenschaftlicher Ergebnisse mit dem eigenen Weltbild könnten wissenschaftssoziologische Analysen die strategischen und rhetorischen Praktiken der Wissenschaftler nachzeichnen, um den Prozeß der Produktion von Fakten und Institutionen zu verstehen. Doch Soziologen stehen oft in risikorelativistischer Manier abseits, verweisen auf massenmediale Aufmerksamkeitszyklen (Downs 1972) und das wahrscheinliche Verschwinden des Problems. Die Fragen werden damit für nicht so wichtig genommen, wie sie in der jeweiligen Situation scheinen. Dort, wo sie ernst genommen werden, verleitet die Überzeugung (die oft moralisch verbrämt wird) zur Parteinahme bestimmter politischer Forderungen. Die Alternative zur relativistisch-zynischen und zur moralisch-betroffenen Reaktion liegt in einer (wissenschafts-)soziologischen Analyse der naturwissenschaftlichen Diskurse, wodurch eine klare Vorstellung der involvierten Interessen und Ideen zentraler Akteure solcher Kontroversen geschaffen wird.

Der rote Faden, der die esoterische Wissenschaft mit den Niederungen der Politik, den Himmel über der Antarktis mit chemischen Fabriken, die globale Gefahr mit der nächsten Wahl und den Vereinten Nationen verbindet (Latour 1995: 7), wurde von engagierten Wissenschaftlern ausgerollt und sorgte für zahlreiche Verwicklungen im historischen Prozeß. Eine gesellschaftswissenschaftliche Analyse, die diese Verwicklungen untersuchen will, muß in der Lage sein, Wissensentwicklung und institutionelle Strukturen, wissenschaftliche Evidenz und normative Orientierung, internationale Kooperation und politische Steuerung miteinander zu verbinden. Die vorliegende Arbeit stellt einen solchen Versuch dar, die »komplexe Chemie der internationalen Ozonregulierungen« (Parson/Greene 1995) zu analysieren. Die hier präsentierten theoretischen Ergebnisse warten auf ihre Überprüfung in weiteren empirischen Studien.

6.4.3 Fünf Thesen

In dieser Arbeit wurde nicht der Versuch unternommen, die Richtigkeit von wissenschaftlichen Aussagen über die Gefährdung der Ozonschicht oder die Adäquanz von diesbezüglichen politischen Entscheidungen zu untersuchen. Auch mußte der Verlockung methodisch vorgebeugt werden, angesichts einer antagonistischen Konstellation moralische Zuordnungen vorzunehmen.⁵⁹ Der Verlockung, mögliche Lehren abzuleiten, die über den konkreten Fall hinausgehen, soll wenigstens teilweise nachgegeben werden. Ich umreiße dazu fünf Thesen.

These 1 Die Repräsentation diffuser Interessen zur Bewahrung einer gemeinschaftlichen Ressource erfordert Sprecher.

Die Bewahrung einer globalen gemeinschaftlichen Ressource setzt voraus, daß das Problem auf die internationale politische Agenda gelangt. Dies kann durch internationale Organisationen oder durch das Engagement einzelner Staaten geschehen. Solange es keinen Anreiz für freiwillige Produktionsumstellungen gibt (entweder durch kostengünstige Technik oder durch öffentlichen Druck), ist es für die Verursacher am rationalsten, an ihrer Produktion festzuhalten. Die Bewahrung einer gemeinschaftlichen Ressource setzt daher im nationalen Rahmen Sprecher oder Public interest groups voraus, die die Repräsentation diffuser Interessen übernehmen. Dies geschieht zunächst im nationalen Rahmen, wo entsprechende politische Optionen institutionell verankert werden.

These 2 Transnationale Beziehungen sind entscheidend.

Hat sich ein Staat aufgrund seiner innenpolitischen Entwicklung auf eine Vorsorgeposition begeben, so wird er international auf die Bremser und Unentschlossenen einwirken. Neben dieser bekannten Form intergouvernementaler Beziehungen werden transnationale »laterale« und »diagonale« Bezie-

⁵⁹ Dies ist kein Plädoyer für »Wertfreiheit«. Will man in inhaltlicher Hinsicht Stellung beziehen, muß man sich allerdings im klaren sein, daß eine solche Stellungnahme als Ressource innerhalb der Kontroverse verwendet werden kann (siehe die Auseinandersetzung über das TA-Projekt »Herbizidresistenz« am Wissenschaftszentrum Berlin, vgl. dazu Döbert 1995; Saretzki 1995b). Man darf sich dann nicht wundern, daß man entsprechend wahrgenommen wird.

hungen immer wichtiger (vgl. Schneider et al. 1994: 478).⁶⁰ Transnationale Politiknetzwerke umfassen Akteure unterschiedlichster Herkunft und Hierarchieebenen, Regierungsvertreter und nichtgouvernementale Organisationen. Hier muß die relative Autonomie von Repräsentanten korporativer Akteure betont werden. Diese handeln oft im Namen ihrer Regierung, ohne in allen Punkten dazu legitimiert zu sein. Dies ermöglicht ihnen, neue Fakten zu schaffen, die im nachhinein anerkannt werden.

These 3 Wissenschaftliche Laboratorien liefern wichtige Ressourcen für Entscheidungen unter Unsicherheit.

Durch Selbstbindung an Ergebnisse wissenschaftlicher Forschung können Akteure versuchen, ihre Handlungspräferenzen im öffentlichen Diskurs in gewissem Umfang »rational« zu begründen. Die Voraussetzung dafür sind allerdings Laboratorien, weshalb nur Länder mit hinreichender wissenschaftlicher Infrastruktur eine Rolle in internationalen Kontroversen spielen, in denen es um Unsicherheitsreduktion geht.⁶¹ Ähnlich der Lizenz zum Gelddrucken und der Verfügung über das Gewaltmonopol, stellen Labordaten Machtmittel dar, die auch im politischen Prozeß genutzt werden können. Legitimationsmöglichkeiten ergeben sich für die Politik vor allem, wenn sich trotz bestehender wissenschaftlicher Unsicherheiten eine Liaison mit politischen Optionen herstellen läßt. Dies setzt voraus, daß die Öffentlichkeit eine solche Politik befürwortet. Gelingt es einer Gruppe von Wissenschaftlern, die Öffentlichkeit zu alarmieren und als Sprecher von Betroffeneninteressen aufzutreten, ist eine selbstverstärkende Dynamik wahrscheinlich, die sich zwischen Wissenschaft, Politik und Öffentlichkeit entwickelt. Die Industrie verliert in solchen Konstellationen an Einflußmöglichkeiten.

60 Die Terminologie von Schneider et al. ist etwas verwirrend. In dieser Unterscheidung finden intergouvernementale Beziehungen auf Regierungsebene statt, transnationale Beziehungen zwischen Akteuren unterhalb der Regierungsebene (zum Beispiel zwischen Verbänden, Interessengruppen, Parteien). Bei »diagonalen« Beziehungen wenden sich Interessengruppen eines Landes an die supranationale Ebene (zum Beispiel die EU). Doch sind transnationale Beziehungen nicht nur lateral, sondern auch diagonal. Ich verwende deshalb den Begriff transnational sowohl für laterale als auch für diagonale Beziehungen.

61 Schmidbauer sagte dazu in einer Bundestagsdebatte über die Notwendigkeit eigener Forschung und ihrer Rolle für den Politikprozeß: »Dadurch werden sich die wissenschaftlichen Erkenntnisse verdichten; die Dramatik der Situation kann stärker verdeutlicht und damit natürlich auch der Druck für politische Maßnahmen erhöht werden« (Deutscher Bundestag 1988: 6436).

These 4 Treten Wissenschaftler als Sprecher diffuser Interessen auf, so spielen sie im Kampf um öffentliche Glaubwürdigkeit eine besondere Rolle.

Die öffentliche Meinung und die Ausrichtung der Medien kann Unternehmen und Politiker in Zugzwang bringen; die Themenauswahl und inhaltliche Ausrichtung wird allerdings oft durch Experten geleistet, die einer Befürworterkoalition nahestehen oder gar als deren öffentliche Sprecher auftreten. Je besser es einer Seite gelingt, ihre Politikziele in der Medienberichterstattung glaubwürdig zur Geltung zu bringen, desto besser die Chancen, die eigene Seite zu stärken und die Siegchancen zu erhöhen. Alarmsignale sind dabei von entscheidender Bedeutung. Die Presse spielt in Fragen, bei denen es um komplizierte wissenschaftliche Probleme geht, keine unabhängige oder gar initiiierende Rolle. Ein deutlicher Indikator dafür ist die zeitliche Verzögerung, mit der auf wissenschaftliche Konferenzen, Berichte, oder Befunde reagiert wird, und die Tatsache, daß wissenschaftliche Ergebnisse Anlaß zur Berichterstattung sind. Die Medien haben in solchen Fällen im großen und ganzen eher eine Lautsprecherfunktion, als daß sie genuin eigene Wirklichkeiten produzieren.

These 5 In lang dauernden gesellschaftspolitischen Kontroversen führt der Wechsel von Wortführern aus einem Lager in das andere zu Dominoeffekten.

In antagonistisch strukturierten Politikfeldern, in denen sich zwei Lager in einem jahrelangen Kampf um Hegemonie gegenüberstehen, kann ein Netzwerk durch einen Angriff auf die Gegenseite Verbündete und/oder Ressourcen aus dem gegnerischen Netz gewinnen. Das Wachstum einer Seite auf Kosten der anderen verändert das Kräfteverhältnis zwischen den Netzwerken nachhaltig und entscheidend. Wenn es einer Seite gelingt, Ressourcen oder Verbündete aus der gegnerischen Allianz herauszulösen und selbst zu rekrutieren, geht der eigendynamische Prozeß in eine Kettenreaktion über, vor allem wenn eine große Akteurpopulation außerhalb der beiden Netzwerke lange Zeit unentschlossen bleibt, plötzlich jedoch aktiviert wird. Dies ist insbesondere dann wahrscheinlich, wenn *Wortführer* aus einem Lager in das andere wechseln. Wortführer sind Akteure, an denen sich jeweils mehrere andere Akteure orientieren.

Erlangt die Seite die Hegemonie, die eine umfassende Problemlösung anstrebt, also das Partialinteresse hinter der Gemeinwohlorientierung zurück-

stellt, so kann die kognitive Orientierung der Teilnehmer Blockaden auflösen, die in einer reinen Verhandlungssituation nicht gelöst werden könnten, da dort die Bereitschaft zu weitgehenden Zugeständnissen fehlt. Ansätze zur umfassenden Problemlösung unterscheiden sich von einer rein technischen Koordination. Erstere beruhen auf normativen Orientierungen, bei denen Ideen ihre Wirksamkeit entfalten. Diese haben einen zwiespältigen Einfluß: Einerseits führen sie zu Blockaden, die in reinen Verhandlungskonstellationen nicht aufträten, andererseits können sie diese aber auch wieder auflösen.

Diese fünf Thesen deuten an, wie die Ergebnisse dieser Arbeit auf andere, ähnlich strukturierte Fälle angewendet werden können. Die Kontroversen um die Gentechnik, die Kerntechnik, die Klimadebatte, den Rinderwahnsinn oder das Waldsterben bieten sich naturgemäß an, denn sie sind alle lang dauernde gesellschaftspolitische Kontroversen, in denen um Glaubwürdigkeit zwischen Experten, Politikern, Firmen, Interessengruppen und Public interest groups gerungen wird. Vermeintlich hermetische Grenzen sozialer Systeme oder Institutionen werden durchdrungen von hybriden Politiknetzwerken, die sich antagonistisch gegenüberstehen. Beide berufen sich auf verschiedene oberste Werte, die den Status von Weltbildern besitzen. Durch die Mobilisierung von Unentschiedenen oder das Herausbrechen von Akteuren der Gegenseite kann es Regulierungsbefürwortern gelingen, einen dauerhaften Vorteil zu erlangen, der in institutionellen Regeln fixiert wird.

Anhang

A1 *Unterzeichnerstaaten des Montrealer Protokolls, 1987–1988*

Erstunterzeichnerstaaten (9/87)

Ägypten	Japan	Togo
Belgien	Kanada	USA
Dänemark	Kenia	Venezuela
BR Deutschland	Mexiko	EG
Finnland	Niederlande	Senegal
Frankreich	Neuseeland	Schweden
Ghana	Norwegen	Schweiz
Großbritannien	Panama	
Italien	Portugal	

Weitere Unterzeichnerstaaten (bis 9/88)

12/87	UdSSR	6/88	Argentinien	9/88	Burkina Faso
10/87	Griechenland	6/88	Australien	9/88	Irland
1/88	Israel	6/88	Chile	9/88	Kongo
1/88	Luxemburg	7/88	Indonesien	9/88	Malta
1/88	Marokko	7/88	Malediven	9/88	Philippinen
1/88	Weißrußland	7/88	Spanien	9/88	Thailand
2/88	Ukraine	8/88	Österreich	9/88	Uganda

A2 Chemische Substanzen

Stoff	Strukturformel	Preis (\$/kg) ^a	ODP ^b	CLP ^d	GWP ^e	Einsatz- gebiet ^f	Verbrauch 1986 (in 1000 t) ^e
F11 ^c	CCl ₃ F	1,32	1,0	1,0	1,0	A, B, F	411
F12 ^c	CCl ₂ F ₂	1,45	1,0	1,6	3,0	C, D, F	487
F113 ^c	CCl ₂ -CClF ₂	2,20	1,07	1,4	1,4	E	182
F114 ^c	CClF ₂ -CClF ₂		0,8	2,1	4,0		15
F115 ^c	CClF ₂ -CF ₃		0,5	2,9	7,5		15
Halon 1211 ^c	CF ₂ ClBr		4,0			G	18
Halon 1301 ^c	CF ₃ Br		16,0			G	11
Halon 2402 ^c	C ₂ F ₄ Br ₂		7,0			G	1
H-FCKW 22	CHClF ₂	2,10	0,055		0,4	C, D	140
H-FCKW 123	CHCl ₂ -CF ₃	2,75–5,50	0,02		0,02	A, B, D, E	
H-FKW 134a	CH ₂ F-CF ₃	4,40–8,80	0 ^e		0,3	C, D	
Tetrachlor- kohlenstoff	CCl ₄		1,08	1,0	0,3		
Methyl- chloroform	CH ₃ -CCl ₃		0,12	0,1	0,02		

ODP = Ozone Depletion Potential; CLP = Chlorine Loading Potential;
GWP = Global Warming Potential

a Stand 1988.

b WMO 1991, 6.15, »best estimate«.

c Vom Montrealer Protokoll betroffen.

d WMO 1991, 6.7.

e Benedick 1991: 16.

f A: Polyurethan-Weichschaum, B: Polyurethan-Hartschaum, C: Polystyrol-Hartschaum,
D: Kältetechnik, E: Reinigungsmittel, F: Aerosol-Treibmittel, G: Feuerlöschmittel.

Abkürzungen

AAOE	Airborne Antarctic Ozone Experiment
AFEAS	Alternative Fluorocarbons Acceptability Study
AgV	Arbeitsgemeinschaft der Verbraucher
AKE	Arbeitskreis Energie der Deutschen Physikalischen Gesellschaft
BAS	British Antarctic Survey
BMFT	Bundesministerium für Forschung und Technologie
BMI	Bundesministerium des Innern
BMU	Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit
BMW	Bundesministerium für Wirtschaft
CCOL	Coordinating Committee on the Ozone Layer
CEQ	Council on Environmental Quality
CFCs	Chlorofluorocarbons
CIAP	Climatic Impact Assessment Program
CLP	Chlorine Loading Potential
CMA	Chemical Manufacturers Association
COAS	Council on Atmospheric Sciences
CPSC	Consumer Product and Safety Commission
DMG	Deutsche Meteorologische Gesellschaft
DOC	Department of Commerce
DOT	Department of Transportation
DPG	Deutsche Physikalische Gesellschaft
EFCTC	European Fluorocarbon Technical Panel
EK	Enquetekommission »Vorsorge zum Schutz der Erdatmosphäre« des Deutschen Bundestages
EPA	Environmental Protection Agency
FCKW	Fluorchlorkohlenwasserstoff(e)
FDA	Food and Drug Administration
GW	Global Warming Potential, Treibhauspotential

H-FCKW	Teilhalogenierte Fluorchlorkohlenwasserstoffe
H-FKW	Teilhalogenierte Fluorkohlenwasserstoffe
IGA	Industriegemeinschaft Aerosole
IMOS	(Ad hoc Federal Interagency Task Force on the) Inadvertent Modification of the Stratosphere
JPL	Jet Propulsion Laboratory
MCA	Manufacturing Chemists Association, später: CMA
NAS	National Academy of Sciences
NASA	National Aeronautics and Space Administration
NCAR	National Center for Atmospheric Research
NOAA	National Oceanic and Atmospheric Administration
NOZE	National Ozone Expedition
NRDC	Natural Resources Defense Council
NSF	National Science Foundation
ODP	Ozone Depletion Potential
ODS	Ozone Depleting Substances
OTP	Ozone Trends Panel
SCI	Science Citation Index
SRU	Sachverständigenrat für Umweltfragen
TOMS	Total Ozone Mapping Spectrometer
UBA	Umweltbundesamt
UNDP	United Nations Development Program
UNEP	United Nations Environmental Program
VCi	Verband der chemischen Industrie
WMO	World Meteorological Organization

Interviewpartner

Daniel Albritton	Director, Aeronomy Laboratory, National Oceanic and Atmospheric Administration, Boulder
James Anderson	Harvard University, Department of Chemistry, Cambridge
Richard Benedick	Ost-West-Wirtschaftsakademie, Berlin
Rumen D. Bojkov	Special Advisor for Ozone and Global Change to the Executive Heads of WMO and UNEP, Genf
Holger Brackemann	Umweltbundesamt Berlin
H. Bräutigam	Solvay-Fluor, Hannover
Guy Brasseur	Director of Atmospheric Chemistry Division, National Center for Atmospheric Research, Boulder
Laurens Brinkhorst	Europäisches Parlament, Brüssel
Ralph Cicerone	University of California, Irvine, Department of Geosciences
Paul Crutzen	Max-Planck-Institut für Chemie, Mainz
David Doniger	Council to the Assistant Administrator for Air and Radiation, U.S. EPA, Washington, DC
Dieter Ehhalt	Kernforschungsanlage Jülich, Institut für Atmosphärische Chemie
Joeseoph Farman	British Antarctic Survey, Cambridge, UK
Monika Gansforth	MdB, Mitglied der EK Schutz der Erdatmosphäre
Wolf-Dieter Garber	Umweltbundesamt Berlin
Hartmut Graßl	Direktor, Max-Planck-Institut für Meteorologie, Hamburg
Gerhard Hahn	Bundesministerium für Forschung und Technologie, Bonn
Neil Harris	European Ozone Research Coordinating Unit, Cambridge, UK
Jim R. Holton	University of Washington at Seattle, Department of Atmospheric Sciences

Herwig Hulpke	Bayer AG, Leverkusen
Heinrich-Wilhelm Kraus	Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit, Bonn
Karin Labitzke	FB Geowissenschaften, Freie Universität Berlin
Winfried Lang	Diplomatischer Vertreter Österreichs bei der UNO, Genf
James Lovelock	Coombe Mill, UK
Jerry Mahlmann	Director, NOAA, Geophysical Fluid Dynamics Laboratory, Princeton University
Werner Maihofer	Bundesminister des Innern, a.D.
Michael McElroy	Harvard University, Cambridge
Mack McFarland	Principal Consultant - Environmental Programs, E.I. DuPont De Nemours, Wilmington, Delaware
Peter Mencke-Glückert	Ministerialdirektor im BMI, a.D.
Alan Miller	Executive Director, University of Maryland, College Park, Center for Global Change
Mario Molina	MIT, Department of Earth, Atmospheric and Planetary Sciences and Department of Chemistry
Edda Müller	Ministerin für Natur und Umwelt des Landes Schleswig-Holstein, Kiel
Michael Müller	MdB, Mitglied der EK Schutz der Erdatmosphäre, Bonn
Franz Nader	Verband der chemischen Industrie, Frankfurt a.M.
Gerhard Pfeleiderer	Hoechst AG, a.D.
Michael Prather	University of California, Irvine, Department of Geosciences
Sherwood Rowland	University of California, Irvine, Department of Chemistry
Rolf Sartorius	Umweltbundesamt Berlin
Ulrich Schmidt	Kernforschungsanlage Jülich, Institut für Atmosphärische Chemie
Friedhelm Schmidt-Bleek	Wuppertal-Institut für Klima, Umwelt, Energie GmbH
Mark R. Schoeberl	Goddard Space Flight Center, Greenbelt, Maryland
Steve Seidel	Director, Stratospheric Protection Division, Office of Atmospheric Programs, Environmental Protection Agency, Washington, DC
Susan Solomon	National Oceanic and Atmospheric Administration, Aeronomy Laboratory, Boulder
Richard Stolarski	Goddard Space Flight Center, Laboratory for Atmospheres, Greenbelt, Maryland
Clemens Stroetmann	Staatssekretär im BMU, a.D.

Mostafa Tolba	President, International Center for Environment and Development, Genf; Direktor des UNEP a.D.
Ka-Kit Tung	University of Washington-Seattle, Department of Applied Mathematics
Tony Vogelsburg	E.I. DuPont De Nemours, Wilmington, Delaware
Robert Watson	Director of White House Office and Science and Technology Policy, Washington, DC
Steven Wofsy	Harvard University, Department of Earth and Planetary Physics, Cambridge
Donald J. Wuebbles	University of Illinois at Urbana-Champaign, Department of Atmospheric Sciences
Reinhard Zellner	Universität GH Essen, FB Chemie

Literatur

- Adler, Emmanuel/Peter M. Haas, 1992: Conclusion: Epistemic Communities, World Order, and the Creation of a Reflective Research Program. In: *International Organization* 46, 367–390.
- Alexander, Jeffrey (Hrsg.), 1985: *Neofunctionalism*. Beverly Hills: Sage.
- Alexander, Jeffrey/Paul Colomy (Hrsg.), 1990: *Differentiation Theory and Social Change. Comparative and Historical Perspectives*. New York: Columbia University Press.
- AFEAS (Alternative Fluorocarbons Environmental Acceptability Study), 1992: *Production, Sales and Atmospheric Release of Fluorocarbons Through 1992*. Washington, DC: AFEAS.
- American Geophysical Union, 1989: The Airborne Antarctic Ozone Experiment (AAOE). *Journal of Geophysical Research* 94, Sondernummer.
- Anderson, James G./W.H. Brune/M.H. Proffitt, 1989: Ozone Destruction by Chlorine Radicals Within the Antarctic Vortex: The Spatial and Temporal Evolution of ClO-O₃ Anticorrelation Based on in Situ ER-2 Data. In: *Journal of Geophysical Research* 94, 11465–11479.
- Arthur, W. Brian, 1988: Self-Reinforcing Mechanisms in Economics. In: Philip W. Anderson (Hrsg.), *The Economy as an Evolving Complex System*. Redwood City, CA: Addison-Wesley, 9–31.
- , 1990: Positive Feedbacks in the Economy. In: *Scientific American*, 262(2), 92–99.
- Arthur, W. Brian/Yu. M. Ermoliev/Yuri M. Kaniovski, 1987: Path-Dependent Processes and the Emergence of Macro-Structure. In: *European Journal of Operational Research* 30, 294–303.
- Ausubel, Jesse H., 1989: Protecting the Ozone Layer: A Perspective from Industry. In: Jesse H. Ausubel/Hedy E. Sladovitch (Hrsg.), *Technology and Environment*. Washington, DC: National Academy Press, 70–94.
- Axelrod, Robert, 1984: *The Evolution of Cooperation*. New York: Basic Books.
- Axelrod, Robert/Robert O. Keohane, 1986: Achieving Cooperation under Anarchy: Strategies and Institutions. In: Kenneth A. Oye (Hrsg.), *Cooperation Under Anar-*

- chy. Princeton: Princeton University Press, 226–254.
- Bacharach, Peter/Morton S. Baratz, 1977: *Macht und Armut. Eine theoretisch-empirische Untersuchung*. Frankfurt a.M.: Suhrkamp.
- Badura, Bernhard, 1980: Gegenexpertise als wissenschaftssoziologisches und wissenschaftspolitisches Problem. In: *Soziale Welt* 31, 459–473.
- Barnes, Barry, 1990: Sociological Theories of Scientific Knowledge. In: Robert C. Olby et al. (Hrsg.), *Companion to the History of Science*. London: Routledge, 60–73.
- Barnes, Barry/R.G.A. Dolby, 1970: The Scientific Ethos: A Deviant Viewpoint. In: *European Journal of Sociology* 11, 3–25.
- Bastian, Carroll Leslie, 1982: The Formulation of Federal Policy. In: Frank A. Bower/Richard B. Ward (Hrsg.), *Stratospheric Ozone and Man*. Boca Raton: CRC Press, 164–200.
- Bateson, Gregory, 1983: *Ökologie des Geistes*. Frankfurt a.M.: Suhrkamp.
- Bechmann, Gotthard (Hrsg.), 1993: *Risiko und Gesellschaft*. Opladen: Westdeutscher Verlag.
- Beck, Ulrich, 1986: *Risikogesellschaft. Auf dem Weg in eine andere Moderne*. Frankfurt a.M.: Suhrkamp.
- , 1988: *Gegengifte*. Frankfurt a.M.: Suhrkamp.
- , 1993: Risikogesellschaft und Vorsorgestaat – Zwischenbilanz einer Diskussion. Nachwort zu François Ewald, *Der Vorsorgestaat*. Frankfurt a.M.: Suhrkamp, 535–558.
- , 1996: Weltrisikogesellschaft, Weltöffentlichkeit und globale Subpolitik. Ökologische Fragen im Bezugsrahmen fabrizierter Unsicherheiten. In: Andreas Diekmann/Carlo C. Jäger (Hrsg.), *Umweltsoziologie*. Kölner Zeitschrift für Soziologie und Sozialpsychologie, Sonderheft 36, 119–147.
- Ben-David, Joseph 1991 [1960]: Scientific Productivity and Academic Organization in Nineteenth-Century Medicine. In: Joseph Ben-David (Hrsg.), *Scientific Growth. Essays on the Social Organization and Ethos of Science*. Berkeley, CA: University of California Press, 103–124.
- , 1960: Roles and Innovations in Medicine. In: *American Journal of Sociology* 65(6), 557–568.
- , 1991: »Norms of Science« and the Sociological Interpretation of Scientific Behavior. Posthumous publication. In: Joseph Ben-David (Hrsg.), *Scientific Growth. Essays on the Social Organization and Ethos of Science*. Berkeley, CA: University of California Press, 469–484.
- Benedick, Richard E., 1991: *Ozone Diplomacy. New Directions in Safeguarding the Planet*. Cambridge, MA: Harvard University Press.
- Benz, Arthur, 1994: *Kooperative Verwaltung. Funktionen, Voraussetzungen und Folgen*. Baden-Baden: Nomos.
- , 1995: Verhandlungssysteme und Mehrebenenverflechtung im kooperativen Staat. In: Wolfgang Seibel/Arthur Benz (Hrsg.), *Regierungssystem und Verwal-*

- tungspolitik. Beiträge zu Ehren von Thomas Ellwein. Opladen: Westdeutscher Verlag, 83–102.
- Berger, Suzanne, 1981 (Hrsg.): *Organizing Interests in Western Europe. Pluralism, Corporatism, and the Transformation of Politics*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Berger, Peter/Thomas Luckmann, 1969: *Die gesellschaftliche Konstruktion der Wirklichkeit*. Frankfurt a.M.: Fischer.
- Berry, Jeffrey N., 1977: *Lobbying for the People. The Political Behavior of Public Interest Groups*. Princeton, NJ: Princeton University Press.
- Betsill, Michelle M./Roger A. Pielke, Jr., 1998: Blurring the Boundaries: Domestic and International Ozone Politics and Lessons for Climate Change. In: *International Environmental Affairs* 10, 147–172.
- Beutler, Bengt et al., 1993: *Die Europäische Union*. Baden-Baden: Nomos.
- Blaschke, Dieter, 1976: *Probleme interdisziplinärer Forschung*. Wiesbaden: Steiner.
- Bloor, David, 1976: *Knowledge and Social Imagery*. London: Routledge.
- Blumenthal, David et al., 1997: Withholding Research Results in Academic Life Science – Evidence from a National Survey of Faculty. In: *JAMA-Journal of the American Medical Association* 277, 1224–1228.
- Boffey, Philip, 1975: *The Brain Bank of America*. New York: McGraw-Hill.
- Bohne, Eberhard, 1984: Informales Verwaltungs- und Regierungshandeln als Instrument des Umweltschutzes. In: *Verwaltungs-Archiv* 75, 343–373.
- , 1990: Recent Trends in Informal Environmental Conflict Resolution. In: Wolfgang Hoffmann-Riem/Eberhard Schmidt-Aßmann (Hrsg.), *Konfliktbewältigung durch Verhandlungen*. Baden-Baden: Nomos, 217–230.
- Bonß, Wolfgang, 1996: Die Rückkehr der Unisicherheit. Zur gesellschaftstheoretischen Bedeutung des Risikobegriffs. In: Gerhard Banse (Hrsg.), *Risikoforschung zwischen Disziplinarität und Interdisziplinarität*. Berlin: Sigma, 165–184.
- Boudon, Raymond, 1986: *Theories of Social Change*. Cambridge: Polity Press.
- Bourdieu, Pierre, 1975: The Specificity of the Scientific Field and the Social Conditions of the Progress of Reason. In: *Social Science Information* 14(6), 19–47.
- , 1988: *Homo Academicus*. Frankfurt a.M.: Suhrkamp.
- Boventer, Hermann, 1993: Ohnmacht der Medien. Die Kapitulation der Medien vor der Wirklichkeit. In: *Aus Politik und Zeitgeschichte. Beilage zum Parlament B40*, 27–35.
- Brack, Duncan, 1996: *International Trade and the Montreal Protocol*. London: Royal Institute of International Affairs.
- Brand, Karl-Werner, 1995: Der ökologische Diskurs. Wer bestimmt Themen, Formen und Entwicklung der öffentlichen Umweltdebatte? In: Gerhard de Haan (Hrsg.), *Umweltbewußtsein und Massenmedien*. Berlin: Akademie, 47–62.
- Brasseur, Guy P., 1988: Group Report: Changes in Atmospheric Ozone. In: F. Sherwood Rowland/Ivar S. Isaksen (Hrsg.), *The Changing Atmosphere*. Chichester: John Wiley & Sons, 235–256.

- Braun, Dietmar, 1993: Zur Steuerbarkeit funktionaler Teilsysteme: Akteurtheoretische Sichtweisen funktionaler Differenzierung moderner Gesellschaften. In: Adrienne Héritier (Hrsg.), *Policy-Analyse. Kritik und Neuorientierung*. Politische Vierteljahresschrift, Sonderheft 24, 199–222.
- Breitmeier, Helmut, 1996: *Wie entstehen globale Umweltregime?* Opladen: Leske + Budrich.
- Broad, William/Nicolas Wade, 1982: *Betrayers of the Truth*. New York: Simon/Schuster.
- Brockman, John, 1996: *Die dritte Kultur. Das Weltbild der modernen Naturwissenschaft*. München: Goldmann.
- Brodeur, Paul, 1975: Annals of Chemistry, Inert. In: *The New Yorker* vom 7.4.1975, 47–56.
- , 1986: Annals of Chemistry: In the Face of Doubt. In: *The New Yorker* vom 9.6.1986, 70–86.
- Brooks, Harvey 1982: Stratospheric Ozone, the Scientific Community and Public Policy. In: Frank A. Bower/Richard B. Ward (Hrsg.), *Stratospheric Ozone and Man*. Boca Raton: CRC Press, 201–216.
- Brooks, Harvey/Chester L. Cooper (Hrsg.), 1987: *Science for Public Policy*. Oxford: Pergamon Press.
- Brown, George 1996: Environmental Science under Siege: Fringe Science and the 104th Congress. A Report by Rep. George E. Brown, Ranking Democratic Member to the Democratic Caucus of the Committee on Science U.S. House of Representatives, 23. Oktober 1996
- Bultmann, Antje/Friedemann Schmithals (Hrsg.) 1994: *Käufliche Wissenschaft. Experten im Dienst von Industrie und Politik*. München: Knaur.
- Bundesregierung, 10.12. 1986: Antwort auf die Anfrage der Abgeordneten Frau Hönes, Schmidt (Hamburg-Neustadt) und der Fraktion Die Grünen. Bundestagsdrucksache 10/6724.
- , 14.1.1987: Antwort der Bundesregierung auf die Anfrage der Fraktion Die Grünen. Bundestagsdrucksache 10/5400.
- , 5.10.1994: Dritter Bericht der Bundesregierung an den Deutschen Bundestag über Maßnahmen zum Schutz der Ozonschicht. Drucksache 12/8555.
- Burhenne, Wolfgang E./Joachim Kehrhahn, 1981: Neue Formen parlamentarischer Zusammenarbeit. In: Hans Jochen Vogel et al. (Hrsg.), *Die Freiheit des Anderen: Festschrift für Martin Hirsch*. Baden-Baden: Nomos.
- Cagin, Seth/Philip Dray, 1993: *Between Earth and Sky. How CFCs Changed Our World and Endangered the Ozone Layer*. New York: Pantheon Books.
- Caldwell, Lynton K., 1984: The World Environment: Reversing U.S. Policy Commitments. In: Norman J. Vig/Michael E. Kraft (Hrsg.), *Environmental Policy in the 1980s*. Washington, DC: CQ Press, 319–338.
- Callon, Michel, 1987: Society in the Making: The Study of Technology as a Tool for Sociological Analysis. In: Wiebe E. Bijker et al. (Hrsg.), *The Social Construction*

- of *Technological Systems. New Directions in the Sociology and History of Technology*. Cambridge, MA: The MIT Press, 83–103.
- , 1995: Four Models for the Dynamics of Science. In: Sheila Jasanoff et al. (Hrsg.), *Handbook of Science and Technology Studies*. London: Sage, 29–63.
- Carmody, Kevin, 1995: Environmental Journalism in an Age of Backlash. In: *Columbia Journalism Review*, May/June, 40–45.
- Carson, Rachel, 1962: *Silent Spring*. Boston: Houghton Mifflin.
- Chubachi, Shigeru, 1984: Preliminary Result of Ozone Observations at Syowa Station from February 1982 to January 1983. *Memoirs of National Institute of Polar Research, Special Issue No. 34. Proceedings of the Sixth Symposium on Polar Meteorology and Glaciology*. Tokyo: National Institute of Polar Research, 13–19.
- Chubin, Daryl E./Edward J. Hackett, 1990: *Peerless Science. Peer Review and U.S. Science Policy*. Albany, NY: SUNY.
- CIAP (Climatic Impact Assessment Program) 1973: *Impact of High-Flying Aircraft on the Stratosphere*. Washington, DC: Department of Transportation.
- Clausen, Lars/Wolf R. Dombrowsky, 1984: Warnpraxis und Warnlogik. In: *Zeitschrift für Soziologie* 13, 293–307.
- Cohen, Michael D./James March/Johan P. Olsen, 1972: A Garbage Can Model of Organizational Choice. In: *Administrative Science Quarterly* 17, 1–19.
- Coleman, James S., 1974: *Power and the Structure of Society*. New York: Norton.
- , 1982: *The Asymmetric Society*. Syracuse: Syracuse University Press.
- , 1986: Social Theory, Social Research, and a Theory of Action. In: *American Journal of Sociology* 91, 1309ff.
- , 1990: *Foundations of Social Theory*. Cambridge, MA: The Belknap Press of Harvard University Press.
- Coleman, James S./Elihu Katz/Herbert Menzel, 1966: *Medical Innovation. A Diffusion Study*. Indianapolis: Bobbs-Merrill.
- Collins, Harry M., 1983: The Sociology of Scientific Knowledge: Studies of Contemporary Science. In: *Annual Review of Sociology* 9, 265–285.
- , 1985: *Changing Order*. London: Sage.
- Collins, Randall, 1986: Is 1980s Sociology in the Doldrums? In: *American Journal of Sociology* 91, 1336–1355.
- Cooper, Richard N., 1989: International Cooperation in Public Health as a Prologue to Macroeconomic Cooperation. In: Richard Cooper et al. (Hrsg.), *Can Nations Agree? Issues in International Economic Cooperation*. Washington, DC: The Brookings Institution, 178–254.
- Cornes, Richard/Todd Sandler, 1994: Are Public Goods Myths? In: *Journal of Theoretical Politics* 6, 369–385.
- Cotgrove, Stephen, 1982: *Catastrophe or Cornucopia?* London: Wiley.
- Crane, Diana, 1965: Scientists at Major and Minor Universities. In: *American Sociological Review* 30, 699–714.

- , 1972: *Invisible Colleges. Diffusion of Knowledge in Scientific Communities*. Chicago: The University of Chicago Press.
- Crawford, Mark, 1987: Ozone Plan: Tough Bargaining Ahead. In: *Science* vom 4.9. 1987, 1099.
- Crutzen, Paul J., 1970: The Influence of Nitrogen Oxides on the Atmospheric Ozone Content. In: *Quarterly Journal of the Royal Meteorological Society* 96, 320–325.
- , 1989: Das Ozonloch hat fast eine Revolution in Gang gesetzt (Interview). In: *Die Welt*, 2.10.1989, 7.
- , 1996: Mein Leben mit O₃, NO_x und anderen YZO_x-Verbindungen (Nobel-Vortrag). In: *Angewandte Chemie* 108, 1878–1898.
- Crutzen, Paul/F. Arnold, 1986: Nitric-Acid Cloud Formation in the Cold Antarctic Stratosphere – A Major Cause for the Springtime Ozone Hole. In: *Nature* 324, 651–655.
- Cunnold et. al., 1983: The Atmospheric Lifetime Experiment. Lifetime Methodology and Application to Three Years of CFC₁₃ Data. In: *Journal of Geophysical Research* 88, 8379–8400.
- Daele, Wolfgang van den/Wolfgang Krohn/Peter Weingart, 1979: *Geplante Forschung. Vergleichende Studien über den Einfluß politischer Programme auf die Wissenschaftsentwicklung*. Frankfurt a.M.: Suhrkamp.
- Dasgupta, Partha/Paul A. David, 1994: Toward a New Economics of Science. In: *Research Policy* 23, 487–521.
- David, Paul A., 1985: Clio and the Economics of QWERTY. In: *American Economic Review* 75, 332–337.
- de Haan, Gerhard, 1995: Ökologische Kommunikation. Der Stand der Debatte. In: Gerhard de Haan (Hrsg.), *Umweltbewußtsein und Massenmedien*. Berlin: Akademie, 17–34.
- DeLeon, Peter, 1994: The Policy Sciences Redux: New Roads to Post-positivism. In: *Policy Studies Journal* 22, 176–184.
- Demsetz, Harold, 1967: Toward a Theory of Property Rights. In: *American Economics Review* 62, 347–359.
- Deutsche Forschungsgemeinschaft (DFG), 1985: *Sonderforschungsbereiche 1969–1984*. Weinheim: VCH.
- Deutsche Meteorologische Gesellschaft und Deutsche Physikalische Gesellschaft, 1987: *Warnung vor drohenden weltweiten Klimaänderungen durch den Menschen*. Bad Honnef.
- Deutscher Bundestag, 1988: Plenarprotokoll der 94. Sitzung des Deutschen Bundestags, 11. Wahlperiode, 22. September 1988.
- Dickman, Steven 1987: US Call to End CFC Emissions. In: *Nature* 325, 748.
- Die Grünen, 24.4.1986: Große Anfrage der Fraktion Die Grünen, Maßnahmen gegen Luftverschmutzung. Bundestagsdrucksache 10/5400.
- Döbert, Rainer, 1995: Verhandeln – Entscheiden – Argumentieren in welchem Kontext? In: Volker von Prittwitz (Hrsg.), *Verhandeln und Argumentieren. Dialog*,

- Interessen und Macht in der Umweltpolitik*. Opladen: Leske + Budrich, 169–181.
- Doniger, David D., 1988: Politics of the Ozone Layer. In: *Issues in Science and Technology*, Spring 1988, 86–92.
- Dotto, Lydia/Harold Schiff, 1978: *The Ozone War*. New York: Doubleday.
- Douglas, Mary, 1982: Cultural Bias. In: Mary Douglas, *In the Active Voice*. London: Routledge and Kegan Paul, 183–254.
- , 1986: *How Institutions Think*. Syracuse, NY: Syracuse University Press.
- , 1988: A Typology of Cultures. In: Hans-Jürgen Hoffmann-Nowotny/Wolfgang Zapf (Hrsg.), *Kultur und Gesellschaft. Verhandlungen des 24. Deutschen Soziologentags und des 8. Kongresses der Schweizerischen Gesellschaft für Soziologie in Zürich 1988*. Frankfurt a.M.: Campus, 85–97.
- Douglas, Mary/Aaron Wildavsky, 1993: Risiko und Kultur. In: Wolfgang Krohn/Georg Krücken (Hrsg.), *Risikante Technologien: Reflexion und Regulation*. Frankfurt a.M.: Suhrkamp, 113–137.
- Downie, David Leonard, 1995: Road Map or False Trail? Evaluating the »Precedence« of the Ozone Regime as a Model and Strategy for Global Climate Change. In: *International Environmental Affairs* 7, 321–345.
- Downs, Anthony, 1972: Up and Down with Ecology – The »Issue Attention Cycle«. In: *The Public Interest* 28, 38–50.
- Downs, George W./David M. Rocke/Randolph M. Siverson, 1986: Arms Races and Cooperation. In: Kenneth A. Oye (Hrsg.), *Cooperation Under Anarchy*. Princeton: Princeton University Press, 80–117.
- Dresselhaus, Mildred S., 1995: National Science Policy: The American Experience. In: Irvin Asher et al. (Hrsg.), *Strategies for the National Support of Basic Research: An International Comparison*. Jerusalem: The Israel Academy of Sciences and Humanities, 65–72.
- Dryzek, John S., 1997: *The Politics of the Earth. Environmental Discourses*. Oxford: Oxford University Press.
- Dudek, Daniel J./Alice M. Leblanc/Kenneth Sewall, 1990: Cutting the Cost of Environmental Policy: Lessons from Business Response to CFC Regulation. In: *Ambio* 19, 324–328.
- Elfenbein, Stefan, 1996: *Die New York Times. Mythos und Macht eines Mediums*. Frankfurt a.M.: Fischer.
- Elias, Norbert/John L. Scotson, 1990: *Etablierte und Außenseiter*. Frankfurt a.M.: Suhrkamp.
- Ell, Renate/Hans-Jochen Luhmann, 1996: Information bieten oder Aufmerksamkeit erringen? Vergleich von Konzepten der Organisation der wissenschaftlichen Beratung der Umweltpolitik in Deutschland mit dem Ziel der Früherkennung von Umweltproblemen. Teil 1 und 2. Manuskript. Wuppertal: Institut für Klima, Umwelt, Energie.
- Elsaesser, Hugh W., 1978: Ozone Destruction by Catalysis: Credibility of the Threat. In: *Atmospheric Environment* 12, 1849–1856.

- , 1994: The Unheard Arguments: A Rational View on Stratospheric Ozone. In: *21st Century*, Fall 1994, 38–45.
- Elster, Jon 1978: *Logic and Society. Contradictions and Possible Worlds*. Chichester: Wiley.
- , 1989: *The Cement of Society. A Study of Social Order*. Cambridge: Cambridge University Press.
- , 1990: When Rationality Fails. In: Karen S. Cook/Margaret Levi (Hrsg.), *The Limits of Rationality*. Chicago: University of Chicago Press, 19–51.
- , 1993: Risiko, Ungewißheit und Kernkraft. In: Gotthard Bechmann (Hrsg.), *Risiko und Gesellschaft*. Opladen: Westdeutscher Verlag, 59–87.
- Elzinga, Aant, 1993: Universities, Research, and the Transformation of the State in Sweden. In: Sheldon Rothblatt/Björn Wittrock (Hrsg.), *The European and American University since 1800*. Cambridge: Cambridge University Press, 191–233.
- Enquetekommission des 11. Deutschen Bundestages »Vorsorge zum Schutz der Erdatmosphäre«, 1990: *Schutz der Erdatmosphäre. Eine internationale Herausforderung*. 2. Auflage. Bonn/Karlsruhe: Economica/C.F. Müller.
- EPA (Environmental Protection Agency), 1987: *Assessing the Risk of Trace Gases That Can Modify the Stratosphere*. Washington, DC: EPA.
- Esser, Hartmut, 1996: Die Definition der Situation. In: *Kölner Zeitschrift für Soziologie und Sozialpsychologie* 48, 1–34.
- Evers, Adalbert/Helga Nowotny, 1989: Über den Umgang mit Unsicherheit. In: Ulrich Beck/Wolfgang Bonß (Hrsg.), *Weder Sozialtechnologie noch Aufklärung? Analysen zur Verwendung sozialwissenschaftlichen Wissens*. Frankfurt a.M.: Suhrkamp, 355–383.
- Ezrahi, Yaron, 1990: *The Descent of Icarus: Science and the Transformation of Contemporary Democracy*. Cambridge, MA: Harvard University Press.
- Farman, Joseph C./Brian G. Gardiner/James D. Shanklin, 1985: Large Losses of Total Ozone in Antarctica Reveal Seasonal ClO_x/NO_x Interaction. In: *Nature* 315, 207–210.
- Feick, Jürgen/Jochen Huckle, 1980: Umweltpolitik – Zur Reichweite und Behandlung eines politischen Themas. In: Peter Grottian (Hrsg.), *Folgen reduzierten Wachstums auf Politikfelder*. Politische Vierteljahresschrift, Sonderheft 11, 168–182.
- Felt, Ulrike/Helga Nowotny/Klaus Taschwer, 1995: *Wissenschaftsforschung*. Frankfurt a.M.: Campus.
- Festinger, Leon, 1957: *A Theory of Cognitive Dissonance*. Stanford, CA: Stanford University Press.
- Fischer, Frank/John Forester (Hrsg.), 1993: *The Argumentative Turn in Policy Analysis and Planning*. Durham and London: Duke University Press.
- Fleig, Albert J./Pawan K. Bhartia/David S. Silberstein, 1986: An Assessment of the Long-Term Drift in SBUV Total Ozone Data, Based on Comparison with the Dobson Network. In: *Geophysical Research Letters* 13, 1359–1362.

- Fleig, Albert J. et al., 1986: Seven Years of Total Ozone From the TOMS Instrument – A Report on Data Quality. In: *Geophysical Research Letters* 13, 1355–1358.
- Føllesdal, Dagfinn, 1979: Some Ethical Aspects of Recombinant DNA Research. In: *Social Science Information* 18, 401–419.
- Forester, John, 1993: Learning from Practice Stories: The Priority of Practical Judgement. In: Frank Fischer/John Forester (Hrsg.), *The Argumentative Turn in Policy Analysis and Planning*. Durham, NC: Duke University Press, 186–209.
- Fuchs, Stephan, 1993a: Positivism is the Organizational Myth of Science. In: *Perspectives on Science* 1, 1–23.
- , 1993b: A Sociological Theory of Scientific Change. In: *Social Forces* 71, 933–953.
- Fülgraff, Georges, 1994: Perspektiven für die Arbeit einer wissenschaftlichen Umweltbehörde. In: Umweltbundesamt (Hrsg.), *Wissenschaften im ökologischen Wandel*. Berlin: Umweltbundesamt.
- Gadamer, Hans-Georg 1960: *Wahrheit und Methode*. Tübingen: Mohr.
- Galison, Peter 1987: *How Experiments End*. Chicago: University of Chicago Press.
- Gamson, William A./Andre Modigliani, 1989: Media Discourse and Public Opinion on Nuclear Power: A Constructionist Approach. In: *American Journal of Sociology* 95, 1–37.
- Garfield, Eugene, 1988: Ozone Layer Depletion: Its Consequences, the Causal Debate, and International Cooperation. In: *Current Contents* 20(6), 3–13.
- , 1992: Robert T. Watson of NASA Receives NAS Award for Scientific Reviewing of Stratospheric Ozone Dynamics. In: *Current Contents* 24(17), 5–10.
- Garrett, Geoffrey/Barry R. Weingast, 1993: Ideas, Interests and Institutions: Constructing the European Community's Internal Market. In: Judith Goldstein/Robert O. Keohane (Hrsg.), *Ideas and Foreign Policy. Beliefs, Institutions, and Political Change*. Ithaca: Cornell University Press, 173–206.
- Gehring, Thomas, 1994: *Dynamic International Regimes. Institutions for International Environmental Governance*. Frankfurt a.M.: Peter Lang.
- , 1995: Arguing und Bargaining in internationalen Verhandlungen. Überlegungen am Beispiel des Ozonschutzregimes. In: Volker von Prittwitz (Hrsg.), *Verhandeln und Argumentieren. Dialog, Interessen und Macht in der Umweltpolitik*. Opladen: Leske + Budrich, 207–238.
- Genscher, Hans-Dietrich, 1995: *Erinnerungen*. Berlin: Siedler.
- Gerhards, Jürgen/Friedhelm Neidhardt, 1990: *Strukturen und Funktionen moderner Öffentlichkeit*. WZB Discussion Paper FS III 91–108. Berlin: Wissenschaftszentrum Berlin für Sozialforschung (WZB).
- Gibbons, Michael et al., 1994: *The New Production of Knowledge. The Dynamics of Science and Research in Contemporary Societies*. London: Sage.
- Gieryn, Thomas F., 1995: Boundaries of Science. In: Sheila Jasanoff et al. (Hrsg.), *Handbook of Science and Technology Studies*, 393–443.

- Glas, Joseph P., 1989: Protecting the Ozone Layer: A Perspective from Industry. In: Jesse H. Ausubel/Hedy E. Sladovitch (Hrsg.), *Technology and Environment*. Washington, DC: National Academy Press, 137–155.
- Godwin, R.K./Robert C. Mitchell, 1984: The Impact of Direct Mail on Political Organizations. In: *Social Science Quarterly* 65, 829–839.
- Goffman, Erving, 1980: *Rahmen-Analyse: Ein Versuch über die Organisation von Alltagserfahrungen*. Frankfurt a.M.: Suhrkamp.
- Goldstein, Judith/Robert O. Keohane, 1993: Ideas and Foreign Policy: An Analytical Framework. In: Judith Goldstein/Robert O. Keohane (Hrsg.), *Ideas and Foreign Policy. Beliefs, Institutions, and Political Change*. Ithaca: Cornell University Press, 3–30.
- Goodell, Rae, 1977: *The Visible Scientists*. Boston: Little Brown.
- , 1987: The Role of the Mass Media In Scientific Controversy. In: H. Tristram Engelhardt/Arthur L. Kaplan (Hrsg.), *Scientific Controversies. Case Studies in the Resolution and Closure of Disputes in Science and Technology*. Cambridge: Cambridge University Press, 585–597.
- Goss-Levi, Barbara, 1988: Ozone Depletion at the Poles: The Hole Story Emerges. In: *Physics Today* 41(7), 17–21.
- Graedel, Thomas E./Paul J. Crutzen, 1994: *Chemie der Atmosphäre*. Heidelberg: Spektrum.
- Granovetter, Mark, 1978: Threshold Models of Collective Behavior. In: *American Journal of Sociology* 83, 1420–1443.
- Grundmann, Reiner, 1991: *Marxism and Ecology*. Oxford: Oxford University Press.
- , 1998: The Strange Success of the Montreal Protocol: Why Reductionist Accounts Fail. In: *International Environmental Affairs* 10, 197–220.
- , 1999: Wo steht die Risikosoziologie? In: *Zeitschrift für Soziologie* 28, 44–59.
- Haas, Ernst, 1990: *When Knowledge is Power*. Berkeley: University of California Press.
- Haas, Peter M., 1992a: Introduction: Epistemic Communities and International Policy Coordination. In: *International Organization* 46, 1–35.
- , 1992b: Banning Chlorofluorocarbons: Epistemic Community Efforts to Protect Stratospheric Ozone. In: *International Organization* 46, 187–224.
- , 1993: Stratospheric Ozone: Regime Formation in Stages. In: Oran R. Young/Gail Osherenko (Hrsg.), *Polar Politics. Creating International Environmental Regimes*. Ithaca: Cornell University Press, 152–185.
- Haas, Peter M. et al. (Hrsg.), 1993: *Institutions for the Earth*. Cambridge, MA: MIT Press.
- Haggard, Stephan/Beth A. Simmons, 1987: Theories of International Regimes. In: *International Organization* 41, 491–517.
- Hagstrom, Warren O., 1965: *The Scientific Community*. New York: Basic Books.
- Hahn, Robert W., 1990: The Political Economy of Environmental Regulation: Towards a Unifying Framework. In: *Public Choice* 65, 21–45.

- Hahn, Robert W./Kenneth R. Richards, 1989: The Internationalization of Environmental Regulation. In: *Harvard International Law Review* 30, 421–446.
- Haigh, Nigel, 1992: The European Community and International Environmental Policy. In: Andrew Hurrell/Benedict Kingsbury (Hrsg.), *The International Politics of the Environment*. Oxford: Oxford University Press, 228–249.
- Hajer, Marten A., 1993: Discourse Coalitions and the Institutionalization of Practice: The Case of Acid Rain in Great Britain. In: Frank Fischer/John Forester (Hrsg.), *The Argumentative Turn in Policy Analysis and Planning*. Durham, NC: Duke University Press, 43–76.
- Hall, John A., 1993: Ideas and the Social Sciences. In: Judith Goldstein/Robert O. Keohane (Hrsg.), *Ideas and Foreign Policy. Beliefs, Institutions, and Political Change*. Ithaca: Cornell University Press, 31–54.
- Hall, Peter (Hrsg.) 1989: *The Political Power of Economic Ideas. Keynesianism Across Nations*. Princeton: Princeton University Press.
- Hardin, Garret, 1978: Political Requirements for Preserving Our Commons Heritage. In: Howard P. Brokaw (Hrsg.), *Wildlife and America*. Washington, DC: Council on Environmental Quality, 310–317.
- , 1980: The Tragedy of the Commons. In: Herman E. Daly (Hrsg.), *Economics, Ecology, Ethics*. San Francisco: Freeman.
- Hardin, Russell, 1982: *Collective Action*. Baltimore, MA: John Hopkins University Press.
- Hart, David M./David G. Victor, 1993: Scientific Elites and the Making of US Policy for Climate Change Research, 1957–74. In: *Social Studies of Science* 23, 643–680.
- Hartkopf, Günther/Eberhard Bohne, 1983: *Umweltpolitik*. Bd. 1. Opladen: Westdeutscher Verlag.
- Hartmann, Heinz/Marianne Hartmann, 1982: Vom Elend der Experten. In: *Kölner Zeitschrift für Soziologie und Sozialpsychologie* 34, 193–223.
- Hasselmann, Klaus (1998), Cooperative and Non-Cooperative Multi-Actor Strategies of Optimizing Greenhouse Gas Emissions. In: Hans von Storch et al. (Hrsg.), *Anthropogenic Climate Change*. Berlin: Springer, 219–269.
- Hauff, Volker et al., 1986: *Antrag auf Verbot des Einsatzes von FCKW*. Bundestagsdrucksache 10/6626 vom 3.12.1986.
- Hays, Samuel P., 1987: *Beauty, Health and Permanence. Environmental Politics in the United States, 1955–1985*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Hecl, Hugh, 1978: Issue Networks and the Executive Establishments. In: Anthony D. King (Hrsg.), *The New American Political System*. Washington: American Enterprise Institute, 87–124.
- Heider, Fritz, 1977: *Psychologie der interpersonellen Beziehungen*. Stuttgart: Klett.
- Heiner, Ronald A., 1986: Uncertainty, Signal-Detection Experiments, and Modeling Behavior. In: Richard N. Langlois (Hrsg.), *Economics as a Process. Essays in the New Institutional Economics*. Cambridge: Cambridge University Press, 59–115.

- Héritier, Adrienne, 1993: Policy-Analyse. Elemente der Kritik und Perspektiven der Neuorientierung. In: Adrienne Héritier (Hrsg.), *Policy-Analyse. Kritik und Neuorientierung*. Politische Vierteljahresschrift, Sonderheft 24, 9–36.
- , 1995a: Innovationsmechanismen europäischer Politik: Regulativer Wettbewerb und neue Koalitionsmöglichkeiten in europäischen Politiknetzwerken. In: Dorothea Jansen/Klaus Schubert (Hrsg.), *Netzwerke und Politikproduktion*. Marburg: Schüren, 205–221.
- , 1995b: Regulative Politik in der Europäischen Gemeinschaft: Die Verflechtung nationalstaatlicher Rationalitäten in der Luftreinhaltepolitik – Ein Vergleich zwischen Großbritannien und der Bundesrepublik Deutschland. In: Wolfgang Seibel/Arthur Benz (Hrsg.), *Regierungssystem und Verwaltungspolitik. Beiträge zu Ehren von Thomas Ellwein*. Opladen: Westdeutscher Verlag, 52–81.
- , 1996: The Accomodation of Diversity in European Policy Making and Its Outcomes: Regulatory Policy as a Patchwork. In: *Journal of European Public Policy* 3, 149–167.
- Hicks, Diana M./Sylvan Katz, 1996: Where is Science Going? In: *Science, Technology, & Human Values* 21, 379–406.
- Hilgartner, Stephen, 1990: The Dominant View of Popularization: Conceptual Problems, Political Uses. In: *Social Studies of Science* 20, 519–539.
- Hirschmann, Albert O., 1974: *Abwanderung und Widerspruch*. Tübingen: Mohr.
- , 1977: *The Passions and the Interests. Political Arguments for Capitalism before its Triumph*. Princeton: Princeton University Press.
- , 1982: *Shifting Involvements: Private Interest and Public Action*. Princeton, NJ: Princeton University Press.
- Hönes et al. (Die Grünen), 1986: Kleine Anfrage, Deutscher Bundestag, 10. Wahlperiode: Auswirkungen der FCKW auf das Klima. Bundestagsdrucksache 10/6411 vom 11.11.1986.
- Hohn, Hans-Willy/Volker Schneider, 1991: Path-Dependency and Critical Mass in the Development of Research and Technology: A Focused Comparison. In: *Science and Public Policy* 18, 111–122.
- Holton, Gerald, 1994: On Doing One's Damnedest: The Evolution of Trust in Scientific Findings. In: David H. Guston/Kenneth Keniston (Hrsg.), *The Fragile Contract. University Science and the Federal Government*. Cambridge, MA: The MIT Press, 59–81.
- Huber, Michael/Angela Liberatore, 1993: The EC-Ozone Policy 1977–1992. Manuskript. (Erscheint in: William Clark/Jill Jäger/José van Eijndhoven [Hrsg.], *Learning to Manage Global Environmental Risks*.)
- Hucke, Jochen, 1990: Umweltpolitik: Die Entwicklung eines neuen Politikfelds. In: Klaus von Beyme/Manfred G. Schmidt (Hrsg.), *Politik in der Bundesrepublik Deutschland*. Opladen: Westdeutscher Verlag, 382–398.
- Hunter, J.S., 1980: The National System of Scientific Measurement. In: *Science* 210, 869–874.

- IMOS, 1975: Fluorocarbons and the Environment. In: Council on Environmental Quality/Federal Council for Science and Technology (Hrsg.), *Report of Federal Task Force on Inadvertent Modification of the Stratosphere (IMOS)*. Washington, DC: U.S. Government Printing Office.
- Irwin, Alan et al., 1998: Regulatory Science – Towards a Sociological Framework. In: *Futures* 29, 17–31.
- Iyengar, Shanto, 1987: Television News and Citizens' Explanations of National Affairs. In: *American Political Science Review* 81, 815–831.
- Jachtenfuchs, Markus, 1990: The European Community and the Protection of the Ozone Layer. In: *Journal of Common Market Studies* 28, 261–277.
- , 1995: Ideen und internationale Beziehungen. In: *Zeitschrift für Internationale Beziehungen* 2, 417–442.
- Jasanoff, Sheila, 1986: *Risk Management and Political Culture. A Comparative Study of Science in the Policy Context*. New York: Sage.
- , 1990: *The Fifth Branch. Science Advisers as Policymakers*. Cambridge, MA: Harvard University Press, 208–250.
- , 1992: Science, Politics, and the Renegotiation of Expertise at EPA. In: *OSIRIS* 7, 195–217.
- , 1995: *Science at the Bar: Law, Science, and Technology in America*. Cambridge, MA: Harvard University Press.
- Jasanoff, Sheila et al. (Hrsg.), 1995: *Handbook of Science and Technology Studies*. London: Sage.
- Jesson, J. Peter, 1982: Halocarbons. In: Frank A. Bower/Richard B. Ward (Hrsg.), *Stratospheric Ozone and Man*. Boca Raton: CRC Press, 30–63.
- Jönsson, Sten A./Rolf A. Lundin, 1977: Myths and Wishful Thinking as Management Tools. In: Paul C. Nystrom/William H. Starbuck (Hrsg.), *Prescriptive Models of Organizations*. Amsterdam: North-Holland, 157–170.
- Johnston, Harold, 1971: Reduction of Stratospheric Ozone by Nitrogen Oxide Catalysts from Supersonic Transport. In: *Science* 173, 517.
- Jungermann, Helmut/Roger E. Kasperson/Peter M. Wiedemann, 1988: *Risk Communication*. Jülich: KFA Jülich.
- Kahnemann, Daniel/Paul Slovic/Amos Tversky, 1982: *Judgement under Uncertainty. Heuristics and Biases*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Katz, Elihu/Paul F. Lazarsfeld, 1955: *Personal Influence: The Part Played by People in the Flow of Mass Communications*. New York: Free Press.
- Kaiser, Karl, 1969: Transnationale Politik. In: Ernst-Otto Czempel (Hrsg.), *Die anachronistische Souveränität*. Opladen: Westdeutscher Verlag, 80–109.
- Kaufmann, Franz Xaver, 1987: Interdisziplinäre Wissenschaftspraxis. Erfahrungen und Kriterien. In: Jürgen Kocka (Hrsg.), *Interdisziplinarität*. Frankfurt a.M.: Suhrkamp, 63–81.
- Kenis, Patrick/Volker Schneider, 1991: Policy Networks and Policy Analysis: Scrutinizing a New Analytical Toolbox. In: Bernd Marin/Renate Mayntz (Hrsg.),

- Policy Networks. Empirical Evidence and Theoretical Considerations.* Frankfurt a.M./Boulder, CO: Campus/Westview, 25–59.
- Keohane, Robert O., 1984: *After Hegemony. Cooperation and Discord in International Political Economy.* Princeton, NJ: Princeton University Press.
- , 1986: Reciprocity in International Relations. In: *International Organization* 40, 1–27.
- Keohane, Robert O./Elinor Ostrom, 1994: Local Commons and Global Interdependence: Heterogeneity and Cooperation in Two Domains. In: *Journal of Theoretical Politics* 6, 403–428.
- Keohane, Robert O./Joseph S. Nye, 1971: Introduction. In: Robert O. Keohane/Joseph S. Nye (Hrsg.), *Transnational Relations and World Politics.* Cambridge, MA: Harvard University Press, xii–xvi.
- Keplinger, Hans M., 1988: *Künstliche Horizonte.* München: Oldenbourg.
- Kerr, Richard A., 1987: Halocarbons Linked to Ozone Hole. In: *Science* 236, 1182–1183.
- , 1988: Evidence of Arctic Ozone Destruction. In: *Science* 240, 1144–1145.
- Keynes, John Maynard 1936: *The General Theory of Employment, Interest and Money.* London: Macmillan.
- Kingdon, John W., 1984: *Agendas, Alternatives, and Public Policies.* Boston: Little Brown.
- Knight, Frank, 1921: *Risk, Uncertainty and Profit.* New York: Houghton Mifflin.
- Knorr-Cetina, Karin, 1984: *Die Fabrikation von Erkenntnis.* Frankfurt a.M.: Suhrkamp.
- , 1988: Das naturwissenschaftliche Labor als Ort der »Verdichtung« von Gesellschaft. In: *Zeitschrift für Soziologie* 17, 85–101.
- Krasner, Stephen D., 1976: State Power and the Structure of International Trade. In: *World Politics* 38, 317–343.
- , 1983a: Structural Causes and Regime Consequences: Regimes as Intervening Variables. In: Stephen D. Krasner (Hrsg.), *International Regimes.* London: Cornell University Press, 1–21.
- , 1983b: Regimes and the Limits of Realism: Regimes as Autonomous Variables. In: Stephen D. Krasner (Hrsg.), *International Regimes.* London: Cornell University Press, 355–368.
- Krohn, Wolfgang/Günther Küppers, 1989: *Die Selbstorganisation der Wissenschaft.* Frankfurt a.M.: Suhrkamp.
- Kuhn, Thomas S., 1976: *Die Struktur wissenschaftlicher Revolutionen.* Frankfurt a.M.: Suhrkamp.
- , 1977: *The Essential Tension: Selected Studies in Scientific Tradition and Change.* Chicago: University of Chicago Press.
- Küppers, Günter/Peter Lundgreen/Peter Weingart, 1978: *Umweltforschung – die gesteuerte Wissenschaft?* Frankfurt a.M.: Suhrkamp.

- LaFollette, Marcel C., 1992: *Stealing into Print. Fraud, Plagiarism, and Misconduct in Scientific Publishing*. Berkeley: University of California Press.
- Landy, Marc K./Marc J. Roberts/Stephen R. Thomas, 1990: *The Environmental Protection Agency: Asking the Wrong Questions*. New York: Oxford University Press.
- Lang, Winfried, 1988: Diplomatie zwischen Ökonomie und Ökologie. In: *Europa-Archiv*, Folge 4, 105–110.
- , 1989: *Internationaler Umweltschutz. Völkerrecht und Außenpolitik zwischen Ökonomie und Ökologie*. Wien: Orac.
- , 1991: Is the Ozone Depletion Regime a Model for an Emerging Regime on Global Warming? In: *UCLA Journal of Environmental Law* 9, 161–174.
- , 1994: Environmental Treatymaking: Lessons to be Learned for Controlling Pollution of Outer Space. In: John Simpson (Hrsg.), *Preservation for Near-Earth Space for Future Generations*. Cambridge: Cambridge University Press, 165–179.
- Latour, Bruno, 1983: Give Me a Laboratory and I Will Raise the World. In: Karin Knorr-Cetina/Michael J. Mulkay (Hrsg.), *Science Observed: Perspectives on the Social Study of Science*. London: Sage, 141–170.
- , Bruno 1987: *Science in Action. How to Follow Scientists and Engineers Through Society*. Milton Keynes: Open University Press.
- , 1990: Drawing Things Together. In: Michael Lynch/Steven Woolgar (Hrsg.), *Representation in Scientific Practice*. Cambridge, MA: MIT Press, 19–68.
- , 1995: *Wir sind nie modern gewesen*. Berlin: Akademie.
- Latour, Bruno/Steve Woolgar, 1986: *Laboratory Life. The Construction of Scientific Facts*. Princeton, NJ: Princeton University Press.
- Latour, Bruno/Philippe Maugin/Geneviève Teil, 1992: A Note on Socio-Technical Graphs. In: *Social Studies of Science* 22, 33–57.
- Lau, Christoph, 1989a: Die Definition gesellschaftlicher Probleme durch die Sozialwissenschaften. In: Ulrich Beck/Wolfgang Bonß (Hrsg.), *Weder Sozialtechnologie noch Aufklärung? Analysen zur Verwendung sozialwissenschaftlichen Wissens*. Frankfurt a.M.: Suhrkamp, 384–419.
- , 1989b: Risikodiskurse: Gesellschaftliche Auseinandersetzungen um die Definition von Risiken. In: *Soziale Welt* 40, 418–436.
- Lau, Richard R./Richard A. Smith/Susan T. Fiske, 1991: Political Beliefs, Policy Interpretations, and Political Persuasion. In: *Journal of Politics* 53, 644–675.
- Lepenies, Wolf, 1989: Die Idee der deutschen Universität – Aus der Sicht der Wissenschaftsforschung. Wolf Lepenies, *Gefährliche Wahlverwandtschaften. Essays zur Wissenschaftsgeschichte*. Stuttgart: Reclam, 140–160.
- Limbaugh, Rush, 1992: *The Way Things Ought to Be*. New York: Simon & Schuster.
- List, Martin/Volker Rittberger, 1992: Regime Theory and International Environmental Management. In: Andrew Hurrell/Benedict Kingsbury (Hrsg.), *The International Politics of the Environment*. Oxford: Oxford University Press, 85–109.

- Litfin, Karen T., 1994: *Ozone Discourses: Sciences and Politics in Global Environmental Cooperation*. New York: Columbia University Press.
- Lovelock, James E., 1979: *Gaia – A New Look at Life on Earth*. Oxford: Oxford University Press.
- , 1982a: Epilogue. In: Frank A. Bower/Richard B. Ward (Hrsg.), *Stratospheric Ozone and Man*. Boca Raton: CRC Press, 241–253.
- , 1982b: *Unsere Erde wird überleben. GAIA – Eine optimistische Ökologie*. München: Piper.
- , 1984: Causes and Effects of Changes in Stratospheric Ozone: Update 1983 (Review). In: *Environment* 26(10), 25–26.
- , 1988: *The Ages of Gaia. A Biography of Our Living Earth*. New York: W.W. Norton & Co.
- , 1993: *Das Gaia-Prinzip. Die Biographie unseres Planeten*. Frankfurt a.M.: Insel.
- Lovelock, James E./R.J. Maggs/R.J. Wade 1973: Halogenated Hydrocarbons in and over the Atlantic. In: *Nature* 241, 194–196.
- Lubinska, Anna, 1985: Europe Takes a Cheerful View. In: *Nature* 313, 727.
- Luce, Duncan/Howard Raiffa, 1957: *Games and Decisions*. New York: Wiley and Sons.
- Luhmann, Hans-Jochen, 1991: Warum hat nicht der Sachverständigenrat für Umweltfragen, sondern der *Spiegel* das Waldsterben entdeckt? In: Günter Altner et al. (Hrsg.), *Jahrbuch Ökologie 1992*. München: Beck, 292–307.
- Luhmann, Niklas, 1971: Sinn als Grundbegriff der Soziologie. In: Jürgen Habermas/Niklas Luhmann (Hrsg.), *Theorie der Gesellschaft oder Sozialtechnologie – Was leistet die Systemforschung?* Frankfurt a.M.: Suhrkamp, 25–100.
- , 1973: *Vertrauen: Ein Mechanismus der Reduktion sozialer Komplexität*. Stuttgart: Enke.
- , 1984: *Soziale Systeme*. Frankfurt a.M.: Suhrkamp.
- , 1986: *Ökologische Kommunikation*. Opladen: Westdeutscher Verlag.
- , 1989: Politische Steuerung: Ein Diskussionsbeitrag. In: *Politische Vierteljahresschrift* 30, 4–9.
- , 1990a: *Die Wissenschaft der Gesellschaft*. Frankfurt a.M.: Suhrkamp.
- , 1990b: Risiko und Gefahr. In: Niklas Luhmann, *Soziologische Aufklärung* 5. Opladen: Westdeutscher Verlag, 131–169.
- , 1994: Wessen Umwelt? In: Umweltbundesamt (Hrsg.), *Wissenschaften im ökologischen Wandel*. Berlin: Umweltbundesamt, 25–33.
- Lukes, Steven, 1974: *Power – A Radical View*. London: MacMillan.
- MacKenzie, Donald, 1993: Negotiating Arithmetic, Constructing Proof: The Sociology of Mathematics and Information Technology. In: *Social Studies of Science* 23, 37–66.
- Maduro, Rogelio/Ralf Schauerhammer, 1992: *The Holes in the Ozone Scare: The Scientific Evidence that the Sky Isn't Falling*. Washington, DC: 21st Century Science Associates.

- Majone, Giandomenico, 1989: *Evidence, Argument and Persuasion in the Policy Process*. New Haven: Yale University Press.
- , 1993: Wann ist Policy-Deliberation wichtig? In: Adrienne Héritier (Hrsg.), *Policy-Analyse. Kritik und Neuorientierung*. Politische Vierteljahresschrift, Sonderheft 24, 97–115.
- , 1996a: *Regulating Europe*. London: Routledge.
- , 1996b: Public Policy and Administration: Ideas, Interests and Institutions. In: Robert E. Goodin/Hans-Dieter Klingemann (Hrsg.), *A New Handbook of Political Science*. Oxford: Oxford University Press, 610–627.
- Malkin, Jesse/Aaron Wildavsky, 1991: Why the Traditional Distinction Between Private and Public Goods Should Be Abandoned. In: *Journal of Theoretical Politics* 3, 355–378.
- Mannheim, Karl, 1929: *Ideologie und Utopie*. Bonn: Cohen.
- Manufacturing Chemists Association, 1975: *Research Program on Effect of Fluorocarbons on the Atmosphere*. Washington, DC: MCA.
- March, James G./Herbert A. Simon, 1958: *Organizations*. New York: Wiley.
- Marcus, Alfred A., 1980: Environmental Protection Agency. In: James Q. Wilson (Hrsg.), *The Politics of Regulation*. New York: Basic Books, 267–303.
- , 1988: Risk, Uncertainty, and Scientific Judgement. In: *Minerva* 26, 138–152.
- , 1991: EPA's Organizational Structure. In: *Law and Contemporary Problems* 54, 5–40.
- Martell, Luke, 1994: *Ecology and Society. An Introduction*. Cambridge: Polity Press.
- Maruyama, Magoroh, 1963: The Second Cybernetics: Deviation Amplifying Mutual Causal Processes. In: *Scientific American* 51, 164–179.
- Maxwell, James H./Sanford L. Weiner, 1993: Green Consciousness or Dollar Diplomacy? The British Response to the Threat of Ozone Depletion. In: *International Environmental Affairs* 5, 19–41.
- Mayntz, Renate, 1988: Soziale Diskontinuitäten – Erscheinungsformen und Ursachen. In: Klaus Hierholzer/Heinz-Günter Wittmann (Hrsg.), *Phasensprünge und Stetigkeit in der natürlichen und sozialen Welt*. Stuttgart: Wissenschaftliche Verlagsgesellschaft, 15–38.
- , 1993: Policy-Netzwerke und die Logik von Verhandlungssystemen. In: Adrienne Héritier (Hrsg.), *Policy-Analyse. Kritik und Neuorientierung*. Politische Vierteljahresschrift, Sonderheft 24, 39–56.
- Mayntz, Renate/Birgitta Nedelmann, 1987: Eigendynamische soziale Prozesse. Anmerkungen zu einem analytischen Paradigma. In: *Kölner Zeitschrift für Soziologie und Sozialpsychologie* 39, 648–668.
- Mayntz, Renate/Fritz W. Scharpf, 1990: Chances and Problems in the Political Guidance of Research Systems. In: Helmar Krupp (Hrsg.), *Technikpolitik angesichts der Umweltkatastrophe*. Heidelberg: Physica-Verlag, 61–83.
- Mayntz, Renate/Fritz W. Scharpf, (Hrsg.), 1995: *Gesellschaftliche Selbstregelung und politische Steuerung*. Frankfurt a.M.: Campus.

- Mayntz, Renate et al., 1978: *Vollzugsprobleme der Umweltpolitik*. Materialien zur Umweltforschung, Heft 4, hrsg. vom Rat für Sachverständigen für Umweltfragen. Wiesbaden.
- Mazur, Allan, 1981: *The Dynamics of Technical Controversy*. Washington, DC: Communications Press.
- , 1989: Allegations of Dishonesty in Research and Their Treatment by American Universities. In: *Minerva* 27, 177–194.
- Mazur, Allan/Jingling Lee, 1993: Sounding the Global Alarm: Environmental Issues in the US National News. In: *Social Studies of Science* 23, 681–720.
- McElroy, Mike, 1986: Reduction of Antarctic Ozone Due to Synergistic Interactions of Chlorine and Bromide. In: *Nature* 321, 759–762.
- McGarity, Thomas O., 1991: *Reinventing Rationality. The Role of Regulatory Analysis in the Federal Bureaucracy*. Cambridge: Cambridge University Press.
- McInnis, Daniel F., 1992: Ozone Layers and Oligopoly Profits. In: Michael S. Greve/Fred L. Smith (Hrsg.), *Environmental Politics*. New York: Praeger, 129–154.
- Meadows, Donella/Dennis Meadows, 1972: *The Limits to Growth*. London and Sydney: Pan Books.
- Menke-Glückert, Peter, 1990: Ökologische Eckwerte als Instrument der Umweltplanung. In: Werner Schenkel/Peter Christoph Storm (Hrsg.), *Umwelt: Politik, Technik, Recht. Heinrich von Lersner zum 60. Geburtstag*. Berlin: Erich Schmidt.
- Merton, Robert K., 1936: The Unanticipated Consequences of Purposive Social Action. In: *American Journal of Sociology* 1, 894–904.
- , 1957: *Social Theory and Social Structure*. Zweite Auflage. Glencoe: Free Press.
- , 1985a: Die normative Struktur der Wissenschaft. Entwicklung und Wandel von Forschungsinteressen. In: Robert K. Merton, *Entwicklung und Wandel von Forschungsinteressen. Aufsätze zur Wissenschaftssoziologie*. Frankfurt a.M.: Suhrkamp, 86–99.
- , 1985b: Die Ambivalenz des Wissenschaftlers. In: Robert K. Merton, *Entwicklung und Wandel von Forschungsinteressen. Aufsätze zur Wissenschaftssoziologie*. Frankfurt a.M.: Suhrkamp, 117–146.
- , 1985c: Der Matthäus-Effekt in der Wissenschaft. In: Robert K. Merton, *Entwicklung und Wandel von Forschungsinteressen. Aufsätze zur Wissenschaftssoziologie*. Frankfurt a.M.: Suhrkamp, 147–171.
- , 1995: The Thomas Theorem and the Matthew Effect. In: *Social Forces* 74, 379–424.
- Milgrom, Paul/John Roberts, 1992: *Economics, Organization, and Management*. Englewood Cliffs, NJ: Prentice-Hall.
- Mills, C. Wright, 1961: *The Sociological Imagination*. New York: Grove Press.
- , 1963: *Power, Politics and People*. New York: Ballantine Books.
- Mitchell, Robert C./Angela G. Mertig/Riley E. Dunlap, 1992: *Twenty Years of Environmental Mobilization: Trends Among National Environmental Organizations*. Washington, DC: Taylor & Francis, 11–26.

- Moe, Terry M., 1989: The Politics of Bureaucratic Structure. In: John E. Chubb/ Paul E. Peterson (Hrsg.), *Can the Government Govern?* Washington, DC: The Brookings Institution, 267–329.
- Moe, Terry M./Michael Caldwell, 1994: The Institutional Foundations of Democratic Government: A Comparison of Presidential and Parliamentary Systems. In: *Journal of Institutional and Theoretical Economics* 150(1), 171–195.
- Molina, Mario J./F. Sherwood Rowland, 1974: Stratospheric Sink for Chlorofluoromethanes: Chlorine-atom Catalysed Destruction of Ozone. In: *Nature* 249, 810–812.
- Molina, Mario/Luisa Molina, 1986: Production of Cl_2O_2 by the Self Reaction of the ClO Radical. In: *Journal of Physical Chemistry* 91, 433.
- Montzka, Stephen A. et al., 1996: Decline in the Tropospheric Abundance of Halogen from Halocarbons: Implications for Stratospheric Ozone Depletion. In: *Science* 272, 1318–1322.
- Morrisette, Peter M., 1989: The Evolution of Policy Responses to Stratospheric Ozone Depletion. In: *Natural Resources Journal* 29, 793–820.
- Müller, Edda, 1986: *Innenwelt der Umweltpolitik*. Opladen: Westdeutscher Verlag.
- , 1989: Sozial-liberale Umweltpolitik. Von der Karriere eines neuen Politikbereichs. In: *Aus Politik und Zeitgeschichte. Beilage zum Parlament* B47–48/89, 3–15.
- Mulkay, Michael, 1969: Some Aspects of Cultural Growth in the Natural Sciences. In: *Social Research* 36, 22–52.
- Musgrave, Richard/Peggy Musgrave/Lore Kullmer, 1978: *Die öffentlichen Finanzen in Theorie und Praxis*. Tübingen: Mohr.
- Nance, John J., 1991: *What Goes Up. The Global Assault on Our Atmosphere*. New York: William Morrow.
- NASA (National Aeronautics and Space Administration), 1977: Effects of Chlorofluoromethanes on Stratospheric Ozone. Assessment Report. September 1977.
- , 1987: Airborne Antarctic Ozone Experiment. NASA: Ames Research Center.
- Nelkin, Dorothy (Hrsg.), 1979: *Controversy: Politics of Technical Decisions*. Beverly Hills, CA: Sage.
- Newman, Paul A., 1994: Antarctic Total Ozone in 1958. In: *Science* 264, 543–546.
- Nullmeier, Frank, 1993: Wissen und Policy-Forschung. Wissenspolitologie und rhetorisch-didaktisches Handlungsmodell. In: Adrienne Héritier (Hrsg.), *Policy-Analyse. Kritik und Neuorientierung*. Politische Vierteljahresschrift, Sonderheft 24, 175–198.
- Oberthür, Sebastian, 1992: Die Zerstörung der stratosphärischen Ozonschicht als internationales Problem. In: *Zeitschrift für Umweltpolitik und Umweltrecht* 15, 155–185.
- , 1993: *Politik im Treibhaus*. Berlin: Sigma.
- , 1996: Die Reflexivität internationaler Regime. In: *Zeitschrift für Internationale Beziehungen* 3, 7–44.

- O'Connell, Joseph, 1993: Metrology: The Creation of Universality by the Circulation of Particulars. In: *Social Studies of Science* 23, 129–173.
- Olson, Mancur Jr., 1965: *The Logic of Collective Action*. Cambridge, MA: Harvard University Press.
- Ophuls, William, 1973: Leviathan or Oblivion. In: Herman E. Daly (Hrsg.), *Toward a Steady State Economy*. San Francisco: W.H. Freeman.
- Ostrom, Elinor, 1989: Institutionelle Arrangements und das Dilemma der Allmende. In: Manfred Glagow et al. (Hrsg.), *Gesellschaftliche Steuerungsrationality und partikulare Handlungsstrategien*. Pfaffenweiler: Centaurus, 199–234.
- , 1990: *Governing the Commons: The Evolution of Institutions for Collective Action*. New York: Cambridge University Press.
- , 1994: Constituting Social Capital and Collective Action. In: *Journal of Theoretical Politics* 6, 527–562.
- Ostrom, Elinor/Roy Gardner/James Walker, 1994: *Rules, Games and Common-pool Resources*. Ann Arbor: University of Michigan Press.
- Oye, Kenneth A., 1986: Explaining Cooperation Under Anarchy: Hypotheses and Strategies. In: Kenneth A. Oye (Hrsg.), *Cooperation Under Anarchy*. Princeton: Princeton University Press, 1–24.
- Oye, Kenneth A./James H. Maxwell, 1994: Self-interest and Environmental Management. In: *Journal of Theoretical Politics* 6, 593–624.
- Parson, Edward A., 1993: Protecting the Ozone Layer. In: Peter Haas et al. (Hrsg.), *Institutions for the Earth. Sources of Effective International Environmental Protection*. Cambridge, MA: The MIT Press, 27–73.
- Parson, Edward A./Owen Greene, 1995: The Complex Chemistry of the International Ozone Agreements. In: *Environment* 37, 16–43.
- Perrow, Charles, 1987: *Normale Katastrophen. Die unvermeidbaren Risiken der Großtechnik*. Frankfurt a.M.: Campus.
- Peters, Birgit, 1996: *Prominenz. Eine soziologische Untersuchung ihrer Entstehung und Wirkung*. Opladen: Westdeutscher Verlag.
- Peters, Hans Peter, 1994: Wissenschaftliche Experten in der öffentlichen Kommunikation über Technik, Umwelt und Risiken. In: Friedhelm Neidhardt (Hrsg.), *Öffentlichkeit, öffentliche Meinung, soziale Bewegungen*. Kölner Zeitschrift für Soziologie und Sozialpsychologie, Sonderheft 34, 162–190.
- Pizzorno, Alessandro, 1986: Some Other Kind of Otherness: A Critique of »Rational Choice« Theories. In: Alejandro Foxley/Michael S. McPherson (Hrsg.), *Development, Democracy, and the Art of Trespassing*. Notre Dame, IN: University of Notre Dame Press, 355–373.
- Polanyi, Michael, 1958: *Personal Knowledge*. London: Routledge & Kegan Paul.
- Porter, Alan L./Frederick A. Rossini, 1985: Peer Review of Interdisciplinary Research Proposals. In: *Science, Technology and Human Values* 10, 33–38.
- Porter, Theodore M., 1995: *Trust in Numbers. The Pursuit of Objectivity in Science and Public Life*. Princeton: Princeton University Press.

- Pratt, John W./Richard J. Zeckhauser (Hrsg.), 1985: *Principals and Agents: The Structure of Business*. Boston: Harvard Business School Press.
- Price, Derek de Solla, 1963: *Little Science, Big Science ... And Beyond*. New York: Columbia University Press.
- , 1970: Citation Measures of Hard Science, Soft Science, Technology, and Nonscience. In: C.E. Nelson/D.K. Pollack (Hrsg.), *Communication Among Scientists and Engineers*. Lexington, MA: Heath, 3–22.
- Przeworski, Adam/Henry Teune, 1970: *The Logic of Comparative Social Inquiry*. New York: Wiley-Interscience.
- Pukelsheim, Friedrich, 1990: Robustness of Statistical Gossip and the Antarctic Ozone Hole (Letter to the Editor). In: *The IMS Bulletin* 19, 540–545.
- Putnam, Robert D., 1988: Diplomacy and Domestic Politics: The Logic of Two-Level Games. In: *International Organization* 42, 427–460.
- Rat von Sachverständigen für Umweltfragen, 1978: *Umweltgutachten 1978*. Stuttgart: W. Kohlhammer.
- Ravetz, Jerome, 1987: Uncertainty, Ignorance and Policy. In: Harvey Brooks/Chester L. Cooper (Hrsg.), *Science for Public Policy*. Oxford: Pergamon.
- Ray, Dixie Lee/Lou Guzzo, 1990: *Trashing the Planet*. Washington, DC: Regnery Gateway.
- Rein, Martin/Donald Schön, 1993: Reframing Policy Discourse. In: Frank Fischer/John Forester (Hrsg.), *The Argumentative Turn in Policy Analysis and Planning*. Durham, NC: Duke University Press, 145–166.
- Reinhardt, Forest, 1989: *Du Pont Freon Products Division (A)*. Harvard Business School Case Study. Washington, DC: National Wildlife Federation.
- Renn, Ortwin, 1992: The Social Arena Concept of Risk Debates. In: Sheldon Krimsky/Dominic Golding (Hrsg.) *Social Theories of Risk*. Westport, CT: Praeger, 179–196.
- , 1996: Rolle und Stellenwert der Soziologie in der Umweltforschung. In: Andreas Diekmann/Carlo C. Jäger (Hg.), *Umweltsoziologie*. Kölner Zeitschrift für Soziologie und Sozialpsychologie, Sonderheft 36, 28–58.
- Restivo, Sal, 1988: Science as a Social Problem. In: *Social Problems* 35(3), 206–225.
- Riker, William H., 1964: *The Theory of Political Coalitions*. New Haven: Yale University Press.
- , 1984: The Heresthetics of Constitution-Making: The Presidency in 1787, with Comments on Determinism and Rational Choice. In: *American Political Science Review* 78, 1–16.
- , 1986: *The Art of Political Manipulation*. New Haven: Yale University Press.
- Risse-Kappen, Thomas, 1994: Ideas Do Not Float Freely: Transnational Coalitions, Domestic Structures, and the End of the Cold War. In: *International Organization* 48, 185–214.
- , 1995: Bringing Transnational Relations Back In: Introduction. In: Thomas Risse-Kappen, *Bringing Transnational Relations Back in Non-State-Actors, Do-*

- mestic Structures, and International Institutions*. New York: Cambridge University Press, 3–33.
- Rittberger, Volker (Hrsg.), 1993: *Regime Theory and International Relations*. Oxford: Clarendon.
- Roan, Sharon, 1989: *Ozone Crisis. The 15-Year Evolution of a Sudden Global Emergency*. New York: Wiley.
- Rogers, Everett M., 1962: *Diffusion of Innovations*. New York: The Free Press.
- Rosenau, James N./Ernst-Otto Czempiel (Hrsg.), 1992: *Governance Without Government: Order and Change in World Politics*. New York: Cambridge University Press.
- Rosenbaum, Walter A., 1994: The Clenched Fist and the Open Hand: Into the 1990s at EPA. In: Norman J. Vig/Michael E. Kraft (Hrsg.), *Environmental Policy in the 1990s*. Washington, DC: CQ Press, 121–143.
- Rowland, F. Sherwood, 1993: President's Lecture: The Need for Scientific Communication with the Public. In: *Science* 260, 1571–1576.
- Rowlands, Ian H., 1995: *The Politics of Global Atmospheric Change*. Manchester: Manchester University Press.
- Russow, Jürgen, 1977: Die FKW-Ozon-Hypothese. In: *Nachrichten aus Chemie und Technik* 25, 507ff.
- Sabatier, Paul A., 1993: Policy Change over a Decade or More. In: Paul A. Sabatier/Hank C. Jenkins-Smith (Hrsg.), *Policy Change and Learning. An Advocacy Coalition Approach*. Boulder, CO: Westview Press, 13–40.
- Sabatier, Paul A./Hank C. Jenkins-Smith (Hrsg.), 1993: *Policy Change and Learning. An Advocacy Coalition Approach*. Boulder, CO: Westview Press.
- Sachs, Wolfgang, 1994: Satellitenblick. Die Ikone vom blauen Planeten und ihre Folgen für die Wissenschaft. In: Ingo Braun/Bernward Joerges (Hrsg.), *Technik ohne Grenzen*. Frankfurt a.M.: Suhrkamp, 305–346.
- Sachs, Wolfgang/Reinhard Loske/Manfred Linz, 1998: *Greening the North. A Post-Industrial Blueprint for Ecology and Equity*. London: Zed.
- Salter, John R., 1996: (Hrsg.), *European Environmental Law*, Vol. 1. London: Kluwer.
- Sand, Peter H., (Hrsg.), 1992: *The Effectiveness of International Environmental Agreements: A Survey of Existing Legal Instruments*. Cambridge: Grotius Publications.
- Saretzki, Thomas, 1995a: Wie unterscheiden sich Argumentieren und Verhandeln? In: Volker von Prittwitz (Hrsg.), *Verhandeln und Argumentieren. Dialog, Interessen und Macht in der Umweltpolitik*. Opladen: Leske + Budrich, 19–39.
- , 1995b: Verhandelte Diskurse? Probleme der Vermittlung von Argumentation und Partizipation am Beispiel des TA-Verfahrens zum »Anbau gentechnisch erzeugter Herbizidresistenz« am WZB. In: Volker von Prittwitz (Hrsg.), *Verhandeln und Argumentieren. Dialog, Interessen und Macht in der Umweltpolitik*. Opladen: Leske + Budrich, 135–167.

- Scharpf, Fritz W., 1973: Komplexität als Schranke der politischen Planung. In: Fritz W. Scharpf (Hrsg.), *Planung als politischer Prozeß. Aufsätze zur Theorie der planenden Demokratie*. Frankfurt a.M.: Suhrkamp, 73–113.
- , 1989. Politische Steuerung und politische Institutionen. In: *Politische Vierteljahresschrift* 30, 10–21.
- , 1993a: Positive und negative Koordination in Verhandlungssystemen. In: Adrienne Héritier (Hrsg.), *Policy-Analyse. Kritik und Neuorientierung*. Politische Vierteljahresschrift, Sonderheft 24, 57–83.
- , 1993b: *Autonomieschonend und gemeinschaftsverträglich: Zur Logik der europäischen Mehrebenenlogik*. MPIfG Discussion Paper 93/9. Köln: Max-Planck-Institut für Gesellschaftsforschung.
- Scharpf, Fritz W./Matthias Mohr, 1994: *Efficient Self-Coordination in Policy Networks. A Simulation Study*. MPIfG Discussion Paper 94/1. Köln: Max-Planck-Institut für Gesellschaftsforschung.
- Schattschneider, Elmer Eric, 1960: *The Semi-Sovereign People*. Hinsdale: Dryden.
- Schelling, Thomas C., 1960: *The Strategy of Conflict*. New York: Oxford University Press.
- Schimank, Uwe, 1994: How German Professors Handled Increasing Scarcity of Resources for Their Research: A Three-Level Actor Constellation. In: Uwe Schimank/Andreas Stucke (Hrsg.), *Coping with Trouble. How Science Reacts to Political Disturbances of Research Conditions*. Frankfurt a.M.: Campus/St. Martin's Press: New York, 35–59.
- , 1995: Für eine Erneuerung der institutionalistischen Wissenschaftstheorie. In: *Zeitschrift für Soziologie* 24, 42–57.
- Schmidt, Susanne/Raymund Werle, 1998: *Coordinating Technology: Studies in the International Standardization of Telecommunications*. Cambridge, MA: MIT Press.
- Schneider, Volker, 1988: *Politiknetzwerke der Chemikalienkontrolle. Eine Analyse einer transnationalen Politikentwicklung*. Berlin: de Gruyter.
- Schneider, Volker/Godefroy Dang-Nguyen/Raymund Werle, 1994: Corporate Actor Networks in European Policy Making: Harmonizing Telecommunications Policy. In: *Journal of Common Market Studies* 32(4), 473–498.
- Schoeberl, Mark R., 1988: Dynamics Weaken the Polar Hole. In: *Nature* 336, 420–421.
- Schubert, A./T. Braun, 1990: World Flash on Basic Research. International Collaboration in the Sciences, 1981–1985. In: *Sociometrics* 19, 3–10.
- Schulz, Winfried, 1976: *Die Konstruktion von Realität in den Nachrichtenmedien. Analyse der aktuellen Berichterstattung*. Freiburg: Alber.
- Scott, A., 1990: *Ideology and the New Social Movements*. London: Unwin Hyman.
- Sebenius, James K., 1992: Challenging Conventional Explanations of International Cooperation: Negotiation Analysis and the Case of Epistemic Communities. In: *International Organization* 46, 323–365.

- Sen, Amartya, 1992: On the Darwinian View of Progress. In: *London Review of Books*, 5.11.1992, 15–19.
- Shapin, Steven, 1984: Pump and Circumstance: Robert Boyle's Literary Technology. In: *Social Studies of Science* 14, 481–520.
- , 1994: *A Social History of Truth. Civility and Science in Seventeenth-Century England*. Chicago: The University of Chicago Press.
- Shell, Ellen, 1987: Weather Versus Chemicals. In: *The Atlantic Monthly* 259, 27–31.
- Shepherd, George B. (Hrsg.), 1995: *Rejected. Leading Economists Ponder the Publication Process*. Sun Lakes, AZ: Thomas Horton and Daughters.
- Shils, Edward, 1987: Science and Scientists in the Public Arena. In: *The American Scholar* 35, 185–202.
- Siebert, Horst, 1978: *Ökonomische Theorie der Umwelt*. Tübingen: Mohr.
- Simmel, Georg, 1908: *Der Streit*. In: Georg Simmel, *Soziologie: Untersuchungen über die Formen der Vergesellschaftung*. Leipzig: Duncker & Humblot, 186–255.
- Singer, F.S., 1989: My Adventures in the Ozone Layer. In: *National Review*, 34–38.
- Singer, Otto, 1993: Policy Communities und Diskurskoalitionen: Experten und Expertise in der Wirtschaftspolitik. In: Adrienne Héritier (Hrsg.), *Policy-Analyse. Kritik und Neuorientierung*. Politische Vierteljahresschrift, Sonderheft 24, 149–174.
- Smith, V. Kerry, 1984: (Hrsg.), *Environmental Policy under Reagan's Executive Order*. Chapel Hill, NC: The University of North Carolina Press.
- Snidal, Duncan, 1986: The Game Theory of International Politics. In: Kenneth A. Oye (Hrsg.), *Cooperation Under Anarchy*. Princeton: Princeton University Press, 25–57.
- , 1994: The Politics of Scope: Endogenous Actors, Heterogeneity and Institutions. In: *Journal of Theoretical Politics* 6, 449–472.
- Snow, D.A./R.D. Benford, 1988: Ideology, Frame Resonance and Participant Mobilisation. In: *International Social Movement Research* 1, 197–217.
- Solomon, Susan 1987: More News from Antarctica. In: *Nature* 326, 20.
- , 1988: The Mystery of the Antarctic Ozone Hole. In: *Review of Geophysics* 26, 131–148.
- Solomon, Susan et al., 1986: On the Depletion of the Antarctic Ozone. In: *Nature* 321, 755–758.
- Sprinz, Detlef/Tapani Vaahtoranta, 1994: The Interest-Based Explanation of International Environmental Policy. In: *International Organization* 48, 77–105.
- Starr, Chauncey, 1993: Sozialer Nutzen versus technologisches Risiko. In: Gotthard Bechmann (Hrsg.), *Risiko und Gesellschaft*. Opladen: Westdeutscher Verlag, 3–24.
- Stehr, Nico/Volker Meja, 1982: *Der Streit um die Wissenschaftssoziologie*. Frankfurt: Suhrkamp.
- Stephan, Paula E., 1996: The Economics of Science. In: *Journal of Economic Literature* 34, 1199–1235.
- , 1997: Examining the Link between Science and Economic Growth. In: *The Scientist* 11, 8.
- Stewart, Thomas R., 1987: The Delphi Technique and Judgemental Forecasting. In:

- Kenneth C. Land/Stephen H. Schneider (Hrsg.), *Forecasting in the Social and Natural Sciences*. Dordrecht: Reidel, 97–113.
- Stichweh, Rudolf 1987: Die Autopoiesis der Wissenschaft. In: Dirk Baecker et al. (Hrsg.), *Theorie als Passion. Niklas Luhmann zum 60. Geburtstag*. Frankfurt a.M. Suhrkamp, 447–481.
- Stigler, George J., 1971: The Theory of Economic Regulation. In: *Bell Journal of Economics and Management Science* 2, 1–21.
- Stinchcombe, Arthur L., 1984: The Origins of Sociology as a Discipline. In: *Acta Sociologica* 27, 51–61.
- Stolarski, Richard S., 1986: Nimbus 7 Satellite Measurements of the Springtime Antarctic Ozone Decrease. In: *Nature* 322, 808–811.
- Stolarski, Richard S./Ralph Cicerone, 1974: Stratospheric Chlorine: A Possible Sink for Ozone. In: *Canadian Journal of Chemistry* 52, 1610–1615.
- Streeck, Wolfgang/Phillipe Schmitter (Hrsg.), 1985: *Private Interest Government: Beyond Market and State*. Beverly Hills, CA: Sage.
- Tarrow, Sidney, 1992: Mentalities, Political Culture, and Collective Action Frames: Constructing Meanings Through Action. In: Aldon D. Morris/Carol McClurg Mueller (Hrsg.), *Frontiers in Social Movement Theory*. New Haven: Yale University Press, 174–202.
- Taschner, Karola, 1987: *The Sky is the Limit. Report of the Seminar on Ozone Depletion and Climate Warming Due to Cfc's: The Role of the European Communities*. Brussels: European Environmental Bureau.
- Taubes, Gary, 1993: The Ozone Backlash. In: *Science* 260, 1580–1583.
- Taylor, Michael, 1987: *The Possibility of Cooperation*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Temple Lang, John, 1986: The Ozone Layer Convention: A New Solution to the Question of Community Participation in »Mixed« International Agreements. In: *Common Market Law Review*, 157–176.
- Teubner, Gunther, 1992: Die vielköpfige Hydra: Netzwerke als kollektive Akteure höherer Ordnung. In: Wolfgang Krohn/Günter Küppers (Hrsg.), *Emergenz: Die Entstehung von Ordnung, Organisation und Bedeutung*. Frankfurt a.M.: Suhrkamp, 189–216.
- Thacher, Peter, 1992: The Role of the United Nations. In: Andrew Hurrell/Benedict Kingsbury (Hrsg.), *The International Politics of the Environment*. Oxford: Oxford University Press, 183–211.
- Thompson, Michael, 1983: A Cultural Basis for Comparison. In: H. Kunreuther/J. Linneroth (Hrsg.), *Risk Analysis and Decision Process*. Berlin: Springer, 233–260.
- Timm, Gerhard I. 1989: *Die wissenschaftliche Beratung der Umweltpolitik*. Wiesbaden: Deutscher Universitätsverlag.
- Tolba, Mostafa K., 1989: Engagement und Sensibilität. In: Mostafa K. Tolba et al. (Hrsg.), *Die Umwelt bewahren*. Bonn-Bad Godesberg: Stiftung Entwicklung und Frieden, 11–19.

- Tolba, Mostafa K. (with Iwona Rummel-Bulska), 1998: *Global Environmental Diplomacy*. Cambridge: MIT Press.
- Traweek, Sharon, 1988: *Beamtimes and Lifetimes: The World of High Energy Physicists*. Cambridge, MA: Harvard University Press.
- Triandafyllidou, Anna/A. Fotiou, 1998: Sustainability and Modernity in the European Union: A Frame Theory Approach to Policy Making. In: *Sociological Research Online* 3, <http://www.socresonline.org.uk/socresonline/3/1/2.html>.
- Tsebelis, George, 1990: *Nested Games*. Berkeley: University of California Press.
- U.S. National Academy of Sciences, 1976: *Halocarbons: Environmental Effects of Chlorofluoromethane Release*. Washington, DC: National Academy of Sciences.
- Umweltbundesamt, 1989: *Verzicht aus Verantwortung: Maßnahmen zur Rettung der Ozonschicht*. Berlin: Erich Schmidt.
- UNEP (United Nations Environment Programme), 1987: Ad Hoc Scientific Meeting to Compare Model Generated Assessments of Ozone Layer Change for Various Strategies for CFC Control. Manuskript. Nairobi: UNEP.
- , 1993: *Register of International Treaties and Other Agreements in the Field of the Environment*. Nairobi: UNEP.
- , 1994: *Environmental Effects of Ozone Depletion: 1994 Assessment*. Nairobi: UNEP.
- , 1995: *1994 Report of the Technology and Economics Assessment Panel*. Nairobi: UNEP.
- Ungar, Sheldon, 1992: The Rise and (Relative) Decline of Global Warming as a Social Problem. In: *The Sociological Quarterly* 33, 483–501.
- Vig, Norman J./Michael E. Kraft, 1984: Environmental Policy from the Seventies to the Eighties. In: Norman J. Vig/Michael E. Kraft (Hrsg.), *Environmental Policy in the 1980s*. Washington, DC: CQ Press, 3–26.
- , 1994: Environmental Policy From the 1970s to the 1990s: Continuity and Change. In: Norman J. Vig/Michael E. Kraft (Hrsg.), *Environmental Policy in the 1990s*. Washington, DC: CQ Press, 3–29.
- Voelzkow, Helmut, 1996: *Private Regierungen in der Techniksteuerung*. Frankfurt a.M.: Campus.
- Vogel, David, 1986: *National Styles of Regulation. Environmental Policy in Great Britain and the United States*. Ithaca: Cornell University Press.
- , 1993: Representing Diffuse Interests in Environmental Policymaking. In: R. Kent Weaver/Bert A. Rockman (Hrsg.), *Do Institutions Matter? Government Capabilities in the United States and Abroad*. Washington, DC: The Brookings Institution, 237–271.
- Vowe, Gerhard, 1994: Umriss eines kognitionsorientierten Ansatzes für die Analyse politischen Handelns. In: *Politische Vierteljahresschrift* 35, 423–447.
- Wagner, R. Harrison, 1983: The Theory of Games and the Problem of International Cooperation. In: *American Political Science Review* 70, 330–346.

- Wasser, Hartmut, 1995: Die Interessengruppen. In: Wolfgang Jäger/Wolfgang Welz (Hrsg.), *Regierungssystem der USA. Lehr- und Handbuch*. München: Oldenbourg, 297–314.
- Weaver, R. Kent, 1986: The Politics of Blame Avoidance. In: *Journal of Public Policy* 6, 371–398.
- Weber, Max, 1972: *Gesammelte Aufsätze zur Religionssoziologie*. Tübingen: Siebeck.
- Weidner, Helmut, 1989: Die Umweltpolitik der konservativ-liberalen Regierung. In: *Aus Politik und Zeitgeschichte. Beilage zum Parlament* B47–48/89, 16–28.
- Weinberg, Alvin, 1972: Science and Trans-Science. In: *Minerva* 10, 209–222.
- , 1985: Science and its Limits: The Regulator's Dilemma. In: *Issues in Science and Technology* II, Fall 1985, 68.
- Weingart, Peter 1974: Das Dilemma: Die Organisation von Interdisziplinarität. In: *Wirtschaft und Wissenschaft* 3, 22–28.
- , 1981: Wissenschaft im Konflikt zur Gesellschaft – Zur De-Institutionalisierung der Wissenschaft. In: Jürgen von Kruedener/Klaus von Schubert (Hrsg.), *Technikfolgen und sozialer Wandel. Zur politischen Steuerbarkeit der Technik*. Köln: Verlag Wissenschaft und Politik, 205–224.
- , 1983: Verwissenschaftlichung der Gesellschaft – Politisierung der Wissenschaft. In: *Zeitschrift für Soziologie* 12, 225–241.
- , 1987: Interdisziplinarität als List der Institution. In: Jürgen Kocka (Hrsg.), *Interdisziplinarität*. Frankfurt a.M.: Suhrkamp, 159–166.
- , 1990: Doomed to Passivity? The Global Ecological Crisis and the Social Sciences. In: Helmar Krupp (Hrsg.), *Technikpolitik angesichts der Umweltkatastrophe*. Heidelberg: Physica-Verlag, 48–59.
- Wettestad, Jorgen/Steinar Andresen, 1991: *The Effectiveness of International Resource Cooperation: Some Preliminary Findings*. Lysaker: The Fridjof Nansen Institute.
- Weyer, Johannes, 1993: System und Akteur: Zum Nutzen zweier soziologischer Paradigmen bei der Erklärung erfolgreichen Scheiterns. In: *Kölner Zeitschrift für Soziologie und Sozialpsychologie* 45, 1–22.
- Wilenius, Markku, 1996: From Science to Politics: The Menace of Global Environmental Change. In: *Acta Sociologica* 39, 5–30.
- Wilhelm, Sighard, 1994: *Umweltpolitik. Bilanz, Probleme, Zukunft*. Opladen: Leske + Budrich.
- Wilkins, Lee/Philip Patterson, 1990: Risky Business: Covering Slow-Onset Hazards as Rapidly Developing News. In: *Political Communication and Persuasion* 7, 11–23.
- Williamson, Oliver E., 1985: *The Economic Institutions of Capitalism*. New York: Free Press.
- Willke, Helmut, 1983: *Entzauberung des Staates. Überlegungen zu einer sozietaalen Gesellschaftstheorie*. Königstein: Athenäum.

- , 1989: Gesellschaftsteuerung oder partikulare Handlungsstrategien? Der Staat als korporativer Akteur. In: Manfred Glagow et al. (Hrsg.), *Gesellschaftliche Steuerungsrationalität und partikulare Handlungsstrategien*. Pfaffenweiler: Centaurus, 9–29.
- , 1992: *Ironie des Staates*. Frankfurt a.M.: Suhrkamp.
- , 1995: The Proactive State. The Role of National Enabling Policies in Global Socio-Economic Transformations. In: Helmut Willke et al. (Hrsg.), *Benevolent Conspiracies*. Berlin: de Gruyter, 325–355.
- Wilson, James Q., 1980: The Politics of Regulation. In: James Q. Wilson (Hrsg.), *The Politics of Regulation*. New York: Basic Books, 357–394.
- Winterhager, Matthias/Peter Weingart/Roswitha Sehringer, 1988: Die Cozitationsanalyse als bibliometrisches Verfahren zur Messung der nationalen und institutionellen Forschungsperformanz. In: Hans-Dieter Daniel/Rudolf Fisch (Hrsg.), *Evaluation von Forschung: Methoden, Ergebnisse, Stellungnahmen*. Konstanz: Universitätsverlag, 319–358.
- Wirth, George F./Perry W. Brunner/Ferial S. Bishop, 1982: Regulatory Actions. In: Frank A. Bower/Richard B. Ward (Hrsg.), *Stratospheric Ozone and Man*. Boca Raton: CRC Press, 217–240.
- WMO (World Meteorological Organization), 1986: *Atmospheric Ozone. Assessment of Our Understanding of the Processes Controlling Its Present Distribution and Change*. 3 Bde. Global Ozone Research and Monitoring Project, Report No. 16. Genf: World Meteorological Organization.
- , 1988: *Report of the International Ozone Trends Panel*. 2 Bde. Global Ozone Research and Monitoring Project, Report No. 18. Geneva: World Meteorological Organization.
- , 1989: *Scientific Assessment of Stratospheric Ozone: 1989*. Global Ozone Research and Monitoring Project, Report No. 20. Genf: World Meteorological Organization.
- , 1991: *Scientific Assessment of Ozone Depletion: 1991*. Global Ozone Research and Monitoring Project, Report No. 25. Genf: World Meteorological Organization.
- , 1993: *Global Atmosphere Watch*. Genf: World Meteorological Organization.
- , 1994: *Scientific Assessment of Ozone Depletion: 1994*. Global Ozone Research and Monitoring Project, Report No. 37. Genf: World Meteorological Organization.
- Wolf, Charles, 1970: The Present Value of the Past. In: *Journal of Political Economy* 78, 783–792.
- Woolgar, Steve, 1981: Interest and Explanation in the Social Study of Science. In: *Social Studies of Science* 11, 365–394.
- Wuebbles, Donald J., 1981: *The Relative Efficiency of a Number of Halocarbons for Destroying Stratospheric Ozone*. Livermore, CA: Lawrence Livermore Laboratory.

- Yearley, Stephen 1996: *Sociology, Environmentalism, Globalization: Reinventing the Globe*. London: Sage.
- Yin, Robert K. 1994: *Case Study Research: Design and Methods*. London: Sage.
- Young, Oran R., 1989: *International Cooperation: Building Regimes for Natural Resources and the Environment*. London: Cornell University Press.
- , 1991: Political Leadership and Regime Formation: On the Development of Institutions in International Society. In: *International Organization* 45, 281–308.
- Young, Oran/Osherenko, Gail (Hrsg.), 1993: *Polar Politics. Creating International Environmental Regimes*. Ithaca: Cornell University Press.
- Zehr, Stephen C., 1994: Accounting for the Ozone Hole: Scientific Representations of an Anomaly and Prior Incorrect Claims in Public Settings. In: *The Sociological Quarterly* 35, 603–619.
- Zellner, Reinhard, 1989: Dann läuft die ganze Atmosphärenchemie aus dem Ruder (Interview). In: *Frankfurter Rundschau* vom 10.10.1989, 8.
- , 1993: Ozonabbau in der Stratosphäre. In: *Chemie in unserer Zeit* 27, 230–236.
- Ziegler, Rolf, 1996: Interesse, Vernunft und Moral: Zur sozialen Konstruktion von Vertrauen. In: Stefan Hradil (Hrsg.), *Verhandlungen des 28. Kongresses der Deutschen Gesellschaft für Soziologie*. Frankfurt a.M.: Campus, 241–254.
- Zuckerman, Harriet, 1988: *The Sociology of Science*. In: Neil Smelser (Hrsg.), *Handbook of Sociology*. London: Sage, 511–574.
- Zürn, Michael, 1998: *Regieren jenseits des Nationalstaates. Globalisierung und Denationalisierung als Chance*. Frankfurt a.M.: Suhrkamp.

Sach- und Personenregister

- Abwarteprinzip 43, 80, 83, 119, 205, 234, 296, 316
- Advocacy coalitions *siehe* Befürworterkoalitionen
- Agenda setting 47, 55, 72, 188, 202, 211f., 267, 297
- AgV (Arbeitsgemeinschaft der Verbraucher) 226f.
- Akteure
- heterogene 23
 - Identitäten 34
 - Konstellationen 37, 59, 79, 235
 - korporative 53, 192, 303, 353
 - Präferenzen 303
- Akteur-Netzwerk-Theorie 32f.
- Alexander, Jeffrey 58
- Alliance for Responsible CFC Policy 244, 252f.
- Allied Chemical 149
- Allied Signal 255
- Anderson, James 103, 138, 155f., 172ff., 200, 225
- Antarktis 66, 68, 79, 81, 82, 93, 279
- erste Expedition 152ff., 281
 - zweite Expedition 103, 110, 152, 154ff., 165, 279, 300 (*siehe auch* Ozonloch, antarktisches)
- Arktis 108, 110
- Arnold, Frank 105, 176, 267
- Arosa 149
- Arthur, Brian 32, 54
- Atmosphärenwissenschaften
- Advokaten 116ff., 122, 125, 134ff., 139, 140f., 151, 339
 - Chemiker 107ff., 117, 122, 136
 - Dynamiker 105, 107ff., 117, 122, 136, 154
 - Experimentatoren 95, 96, 101, 106, 108, 117
 - führende Stellung der USA 113
 - Infrastruktur 105f.
 - Modellierer 95, 96, 106, 117, 278
 - Skeptiker 116ff., 122, 125, 134ff., 158
- Axelrod, Robert 22, 301
- Bach, Wilfrid 273
- Bachelard, Gaston 171
- Bachrach, Peter 297f., 322
- Backlash 84ff., 178ff., 157f.
- Bandwagon *siehe* Dominoeffekt
- Baratz, Morton 297f., 322
- Barnes, Barry 183
- Bastian, Carroll 193, 208, 334
- Bateson, Gregory 33
- Baucus, Max 250
- Bechmann, Gotthard 26
- Beck, Ulrich 18, 36, 45, 350
- Befürworterkoalitionen 37, 39, 185ff., 192, 236, 248, 252, 265, 268, 274,

- 278, 296, 302, 307, 315, 354
Ben-David, Joseph 124f.
Benedick, Richard 84, 241, 249f., 265,
277, 280, 285, 307, 314, 331
Benton, Ted 18
Benz, Arthur 34, 42, 45
Biotechnologie 123
Blake, William 349
Blockade 22, 43, 58, 73, 82, 239f., 276f.,
301, 338, 355
BMFT (Bundesministerium für
Forschung und Technologie)
218f., 334
BMI (Bundesministerium des Innern)
212, 215ff., 219, 222f., 227, 230,
233f.
– STALA (Ständiger Abteilungs-
leiterausschuß) 212, 234
BMU (Bundesministerium für Umwelt,
Naturschutz und Reaktorsicher-
heit) 275, 297, 327
Bohne, Eberhard 232, 323f.
Bojkov, Rumen 150, 151, 165
Bonß, Wolfgang 26, 45
Boudon, Raymond 190
Boundary work 157ff.
Bourdieu, Pierre 124
Boyle, Robert 112, 157
Brack, Duncan 293, 301
Brand, Karl-Werner 341
Brandt, Willy 212
Brasseur, Guy 222, 239, 269
Braun, Dietmar 59
Breitmeier, Helmut 18, 239
British Antarctic Survey 78, 80, 161,
162, 166ff.
Brodeur, Paul 202, 248
Brooks, Harvey 137, 206
Brühl, Christoph 105, 269
BSE 29
Bumpers, Dale 138, 200, 204, 330
BUND 266f.
Bundesimmissionsschutzgesetz 222, 323
Burford, Anne Gorsuch 238, 248
Bush, George 243, 290f., 342
Callon, Michel 32, 124
Carson, Rachel 187
Carter, Jimmy 188, 306
CEQ (Council on Environmental Qual-
ity) 187, 198, 204, 207, 243, 249
Chafee, John 250, 312, 330
Chaos 32
Chapman, Sidney 89, 90, 91
Chlorine loading potential (CLP) 286,
357
Chlornitrat 195, 200, 208
Cicerone, Ralph 67, 91, 100, 105, 126,
127, 161, 189, 200f., 263, 347
Clean Air Act (USA) 188, 205, 237, 244,
247f., 296, 297, 307, 338
– Aerosolverbot 74, 80, 144
Club of Rome 18, 212
CMA *siehe* MCA
Coleman, James 53
Collins, H.M. 159, 173, 178
Collins, Randall 58, 125, 346
Common pool resources *siehe*
gemeinschaftliche Ressourcen
Crane, Diana 53
Crutzen, Paul 64, 73, 91, 100, 104, 105,
106, 176, 189, 208f., 220ff., 267,
269, 273, 309, 344, 34
Cultural bias 29
Czempiel, Ernst-Otto 18
Dasgupta, Partha 124
Daten und Interpretationen (*siehe auch*
Ressourcen, wissenschaftliche)
31, 47ff., 87, 98, 150, 154, 165,
194, 225, 353
– Statistik 151f.

- David, Paul 32, 124
- Definitionsmacht 60, 343
- Delphi-Umfragen 344
- Demsetz, Harold 26
- Dilemma (*siehe auch*
Gefangenendilemma)
– für Industrie 41
– für Regierung 55, 57
– für Wissenschaftler 130
- Diskursanalyse 32, 34, 45
- Diskurskoalitionen 45
- Djerassi, Carl 131
- DMG (Deutsche Meteorologische
Gesellschaft) 266
- Dobson-Instrumente 147, 150, 165f.,
Dobson-Netzwerk 147, 150, 165, 225
- Dominoeffekt 58, 81, 119, 254, 313
- Doniger, David 251, 260, 288
- Douglas, Mary 28f., 121
- Dow Chemical 67
- DPG (Deutsche Physikalische Gesell-
schaft) 265f., 273
- Dritte Parteien 23, 40, 296, 302
- Dryzek, John 33
- Du Pont 20, 67, 72, 73, 74, 79, 81, 103,
138, 181, 185, 193, 196ff., 200,
207, 210, 221, 236, 242, 252ff.,
258, 269, 284, 291, 307f., 311ff.,
326, 331ff.
- Durkheim, Emile 346
- Earth Day 187
- Ehhalt, Dieter 106, 220, 269
- eigendynamische soziale Prozesse 32,
33, 61
- Elias, Norbert 157
- Elsaesser, Hugh 84, 179
- Elster, Jon 26, 27, 34, 43f., 61, 276, 282,
299, 349
- Elzinga, Aant 113
- Enquetekommission 80, 267, 269f., 289,
300, 325, 329, 338
- Entscheidungen unter Unsicherheit 19,
26, 27f., 30, 119, 315, 344, 353
- Entscheidungsregeln 143, 260, 322
– (Umkehr der) Beweislast 43, 137f.,
194, 206ff., 210
- Entscheidungstheorie 26
- EPA (Environmental Protection Agency)
71, 77, 139, 140, 178, 187f., 193,
197f., 203, 205, 214, 218, 233,
244f., 247f., 250f., 257, 275, 285,
289f., 297, 300, 324, 326f., 330
- Epistemic communities *siehe*
Expertengemeinschaften
- Europäische Gemeinschaft 74, 111, 234,
236, 238ff., 242, 248, 260f., 264,
270ff., 276, 288, 292, 301f., 307,
314
– DG XII 263
– als eigenständiger Akteur 261, 263,
282
– Europäische Kommission 262
– Europäischer Rat 290
– Europäisches Parlament 262
– Präsidentschaft 264f., 277
– Umweltmandat 260
– Verordnung zur Umsetzung des
Montrealer Protokolls 281
– WSA (Wirtschafts- und
Sozialausschuß) 260, 262
- Evers, Adalbert 37
- Expertengemeinschaften 39, 315f.
- Ezrahi, Yaron 48
- Fallstudienmethode 31, 62
- Farman, Joseph 78, 133, 161, 164, 166f.,
176
- Feedback *siehe* Rückkopplungsprozesse
- Fischer, Frank 32
- Fleck, Ludwik 88

- Fluorchlorkohlenwasserstoffe (FCKW)
 357 (*siehe auch* ozonzerstörende Substanzen)
 – in Aerosol-Spraydosen 74, 266, 313 (*siehe auch* Clean Air Act, Aerosolverbot)
 – Anwendungsbereiche 243, 357
 – Emissionen 79, 195
 – Ersatzprodukte 223, 230, 254ff., 294, 313, 357
 – FCKW-Halon-Verbotsverordnung – FCKW-Konzentrationen 167
 – FCKW-Ozon-Hypothese *siehe* Molina-Rowland-Hypothese
 – freiwillige Verwendungsbeschränkung 230f., 324
 – Produktion 73, 74, 76, 102, 195, 217f., 220f., 233, 237, 240f., 245, 252, 264, 357, 272, 326
 – R134a, 255f., 357
 – R22 255f., 287, 357
 – als Treibhausgas 209, 252, 291, 293, 357
- Ford, Gerald 328
 Frame analysis 45
 Freon 67, 193, 333
 Frigen 222, 333
 Funktionalismus 30, 124, 183, 339, 348
- Gadamer, Hans-Georg 49
 Gaia 101, 102
 Galison, Peter 156
 Gamson, William 33, 45
 Garbage can model 41
 Gefahr 28
 Gefangenendilemma 19, 22, 235, 301
 Gehrhards, Jürgen 47
 Gehring, Thomas 18, 241, 292
 gemeinschaftliche Ressourcen 19, 236f., 312, 343, 352
 – und Ozonschicht 25, 236f.
- Gemeinwohlinteressen 42, 282, 354 (*siehe auch* Interessen, diffuse)
 Genscher, Dietrich 212f., 231
 Gentechnik 29
 gesellschaftliche Differenzierung 58
 Gibbons, Michael 59
 Gieryn, Thomas 48, 157
 globale ökologische Probleme 17, 343f.
 Goffman, Erving 45
 Goldstein, Judith 45
 Gore, Al 330, 342
 Governance 17
 Graham, William 251
 Granovetter, Mark 32, 40, 119
 Graßl, Hartmut 266
 Grauer Star 70, 191
 Greenpeace 138, 139, 266f., 329
 Grundmann, Reiner 26, 311
 Gut
 – öffentliches 19, 23, 54
 – Ozonschicht als 25, 236
 – privates 23
 Gymnicher Gespräche 215
- Haas, Peter 18, 33, 161, 315ff.
 Haigh, Nigel 239
 Hajer, Marten 33
 Hall, Peter 45
 Halley Bay 148, 161, 168f.
 Hardin, Garrett 26
 Hardin, Russell 19, 237
 Harnisch, Heinz 324
 Harris, Neil 149, 150
 Hartkopf, Günter 232
 Heath, Don 146, 174f.
 Hecló, Hugh 32, 37
 Hegemonie 40, 296, 307, 354
 Heiner, Ronald 44
 Hérítier, Adrienne 57, 268, 270
 hermeneutischer Zirkel 49
 hermeneutisches Dreieck 49ff.

- heterogene Reaktionen 92, 109
Hirschmann, Albert 34, 42, 56
Hobbes, Thomas 157
Hodel, Donald 251
Hoechst AG 185ff., 217f., 220f., 223f.,
230f., 236, 255, 269, 307f., 322,
324, 329, 333
Hölderlin, Friedrich 348
Hybridisierung 51f., 184, 346
- ICI 164, 255, 289
Ideen 41f., 44f., 315, 317, 351, 355
Ideologie 39
IGA (Industriegemeinschaft Aerosole)
230, 325
IMOS (Ad hoc Federal Interagency
Task Force on the Inadvertent
Modification of the Stratosphere)
193, 198ff., 202f., 208, 211, 218f.
Interdisziplinarität 99, 101, 107, 182, 347
Interessen
– diffuse 18, 21f., 37, 38, 54, 282, 295,
310, 319, 350, 352
Sprecher 38, 267, 293, 295, 296,
310, 319, 340
– organisierte 38
– partielle 42f.
Interessenausgleich 42
Internationale Abkommen 18, 54
Internationale Kooperation 22, 54, 57f.,
301, 345
– internationale Regimes 83
Internationale Beziehungen 17, 22, 23,
352f.
Internationalisierung der Forschung 111,
182
Invisible college 112 (siehe auch Kern-
gruppen der Forschung)
Irwin, Alan 53
- Jachtenfuchs, Markus 45
Jasanoff, Sheila 48, 52, 53, 59, 87
Jet Propulsion Laboratory 146, 153
Johnson Wax 210
Johnston, Harold 91, 189f.
Jungermann, Helmut 60
- Kahnemann, Daniel 60
Kaiser, Karl 17
Kali Chemie 217, 222, 230f., 255, 269,
329
Karriereorientierung von Wissenschaft-
lern 104, 123, 125, 143, 183
Katalyse siehe Kettenreaktionen
Katastrophenmeldungen 44
Kaufmann, Franz Xaver 99f.
Kenis, Patrick 32, 36f., 39
Keohane, Robert 17, 19, 23, 25, 45, 301,
312
Kerngruppen der Forschung 157ff., 180
Kettenreaktionen 40, 90, 92, 191, 346,
354
Keynes, John Maynard 45
Kingdon, John 21, 60, 202, 328
Klimakatastrophe 266, 273
Klimakonferenzen 309
Klimaproblem 29, 208, 266, 273f., 325,
328, 334, 343
Knight, Frank 350
Knorr-Cetina, Karin 124
kognitive Orientierung 39, 42f., 116ff.,
121, 282f., 296, 299, 317f., 350,
355
– von Atmosphärenwissenschaftlern
116ff., 121, 124, 141, 183 (siehe
auch Purifizierung)
Kohl, Helmut 267
Komhyr, Walter 147, 150
Konstruktivismus 182
Konsumentenreaktion 211, 313

- Kontroversen
– gesellschaftspolitische 41, 52, 72, 144, 189
– wissenschaftliche 28, 46, 131, 144ff., 299f., 344
- Korporatismus 54, 322
- korporative Akteure *siehe* Akteure
- Kosten-Nutzenabwägung 54, 188, 243
– Executive Order No. 12291, 243
- Krasner, Stephen 19, 83
- Krebsrisiko 70, 71f., 191, 208, 233f., 251, 257, 313
- Krohn, Wolfgang 59
- Küppers, Günter 212, 214, 215
- Kuhn, Thomas 88, 126, 317
- Labitzke, Karin 269
- Laboratorien 47f., 87, 164, 231, 353
- Ländervergleich 31, 54, 56ff., 64f., 106, 318ff.
- Lang, Winfried 78, 268, 275, 277, 280, 284, 304, 308
- Latour, Bruno 17, 32, 46, 48f., 51, 124, 145, 158, 170f., 320, 351
- Lau, Christoph 33, 41
- Lau, Richard 33, 45
- Lawrence Livermore Laboratory 105
- Leesburg workshop 79
- Legitimation 41, 138, 330, 353
- Lepenes, Wolf 350
- Les Diableret 149, 161, 162,
- Limbaugh, Rush 84, 179
- Linz, Manfred 18
- Litfin, Karen 316
- Loske, Reinhard 18
- Lovelock, James 80, 101f., 179, 181, 189, 193, 195, 246, 263
- Luhmann, Hans-Jochen 214, 327, 329, 337
- Luhmann, Niklas 51f., 59, 156, 349
- Maduro, Rogelio 84, 181
- Majone, Giandomenico 33, 38, 45, 111, 280
- Mannheim, Karl 88
- March, James 42, 310
- Marin, Bernd 36
- Maruyama, Magoroh 31
- Marx, Karl 348
- Massenmedien 47, 61, 132, 202, 227, 258ff., 272f., 275, 318, 339ff., 354
– öffentliche Erwartungen 308
– Orchestrierung der öffentlichen Meinung 309, 341
- Max-Planck-Institut für Chemie 217f.
- Max-Planck-Institut für Kernphysik 267
- Max-Planck-Institut für Völkerrecht 284
- Mayntz, Renate 33f., 36, 39, 42, 53, 324, 336
- Mazur, Allan 47, 61, 131, 309
- MCA (Manufacturing Chemists Association) 149, 193f., 196, 225, 331f.
- McElroy, Michael 105, 126, 127, 129, 194, 198f., 208, 269
- McFarland, Mack 150, 269
- Meja, Volker 88
- Mencke-Glückert, Peter 213
- Merkel, Angela 342
- Merton, Robert 47, 53, 123, 124, 129, 130, 156, 163, 182f., 348
- Midgley, Thomas 67
- Modellrechnungen 78, 92, 95, 96, 105, 107, 120, 145, 210, 221ff., 225, 231, 286f., 313, 332
- Moe, Terry 306, 327
- Molina, Mario 71, 93, 100, 105, 109, 126, 127, 140, 189f., 195f., 201, 211, 228, 260, 287f., 309, 347
- Molina-Rowland-Hypothese 64, 71ff., 92, 107, 119, 140, 150, 186, 188, 192, 194, 200ff., 209, 220, 222, 225, 230, 254, 333

- Schwachstellen 72, 191, 220
- Gegenhypothese 194
- Montrealer Protokoll 18, 64, 74, 76ff., 81, 84, 86, 256, 276, 278, 283ff., 315
- Multilateraler Fond 18, 76, 77, 290, 292
- paradoxer Erfolg 66
- Verschärfung 76, 286, 288, 297, 308, 329
- Müller, Edda 213, 215f., 232, 328
- Musgrave, Richard 24

- Nader, Ralph 36, 322
- NAS (National Academy of Sciences, USA) 73, 111, 120, 143ff., 162, 178, 185, 193, 197ff., 202ff., 209, 211, 218, 220f., 224, 226, 230, 245f., 269, 300, 338
- NASA (National Aeronautics and Space Administration) 53, 63, 77f., 82, 98, 111, 128, 155f., 161, 162, 178, 198, 204, 225f., 249, 260, 275, 281, 289, 297, 330, 334
- Satellitenmessungen 82, 146f., 161, 174f., 225, 281
- National Environmental Policy Act 187
- Naturwissenschaften 30, 337, 343
- NCAR (National Center for Atmospheric Research) 104, 220
- Nedelmann, Birgitta 33f.
- Neidhardt, Friedhelm 47
- Netzwerke 26, 54, 61, 305
- Demokratiedefizit 36, 60, 178
- Issue network 37
- Netzwerkmodell 35, 295, 306
- Netzwerktheorien 32
- Politiknetzwerke 33, 39f., 192, 235, 293, 295, 305
- New growth theories 124
- New York Times 73, 126, 175, 180, 196, 202ff.
- Nicolet, Marcel 90
- Nixon, Richard 172, 187, 214, 328
- NOAA (National Oceanic and Atmospheric Administration) 152f., 220, 249
- Nobelpreis für Chemie (1995) 73, 128, 143
- Normen 41ff., 115, 123, 129, 296, 299, 337 (*siehe auch* kognitive Orientierung)
- Nowotny, Helga 37
- NRDC (Natural Resources Defense Council) 138, 193, 197ff., 203, 208, 210, 244, 247, 260, 274, 288, 309, 312, 330
- nuklearer Winter 104
- Nullmeier, Frank 45

- Objektivität der Wissenschaft 139, 160, 317
- Öffentlichkeit *siehe* Massenmedien
- Olson, Mancur 21, 311
- Ophuls, William 26
- Oppenheimer, Michael 260
- Opportunitätsstrukturen 35f., 53, 295, 296, 310
- Osherenko, Gail 18
- Ostrom, Elinor 23, 25, 26, 312
- OTP (Ozone Trends Panel) 81, 148, 150, 165, 289, 300, 332, 347
- Oye, Kenneth 20, 311ff.
- Ozonabbau 66, 82, 93, 94, 231, 233
- Prognosen über 72, 75, 92, 130, 205, 221, 225, 236, 242, 245, 262, 278, 281
- Ozonforschung 93
- Ozonforschungsprogramm des BMFT 334
- Ozonkonzentration 68
- Ozonloch
- antarktisches 66, 69, 78, 79, 81, 92,

- 94, 98, 107, 108, 110, 118, 120,
122, 128, 133, 139, 167, 176f., 242,
266f., 273, 280, 286
Entdeckung 129, 133, 153, 161,
258, 294, 312, 339
Erfindung 174ff.
Erklärung 109, 123, 153, 165ff.,
174, 267, 281, 300, 310, 315f., 329
Größe 69
Metapher 82, 176, 310, 337
natürliche Ursachen 85, 280
Schock 279, 281
Ursachenbeweis 172ff.
von NASA übersehen 98
– arktisches 342
- Ozonschicht 17ff., 23ff., 31, 65, 66ff.,
88ff., 94, 104, 108, 116, 126f., 146,
176, 178f., 182, 185, 189f., 194,
196, 199f., 206, 222, 225, 228, 232,
235, 249, 257f., 263, 266f., 272f.,
279, 284, 286, 313, 316, 319, 331,
333f., 338f., 341ff., 352
- Ozontrend 85, 148, 151, 225
- ozonzerstörende Substanzen 66, 74
– Brom 93, 126ff., 343f.
– Chlor 126ff., 172, 189, 287, 343f.
– FCKW 17, 68, 76, 172, 189, 357
– FCKW schwerer als Luft 178f.
– Flugzeugabgase 67, 343
– Halone 69, 287, 291
– HFCKW 70, 77, 255, 291, 293, 357
– illegale Produktion und Handel 25,
84
– Lebenszeit 70, 71, 72, 73, 181, 191,
195f., 220, 224
– Methylbromid 70, 77
– Methylchlorid 286
– Methylchloroform 70, 73, 76, 287,
290, 357
– Nuklearexplosionen 67
– Space shuttle 67, 91, 343
– Tetrachlorkohlenstoff 70, 73, 76,
225, 287, 290, 357
– Überschallflugzeuge 67, 91, 189,
191, 343
- Ozonzerstörungspotential (ODP) 70,
285, 357
- Ozonzunahme 96, 231
- Parson, Edward 18, 237, 248, 278, 351
- Pennwalt 246, 255f.
- Peterson, Russell 207
- pfadabhängige Prozesse 54, 189, 305
- Photosmog 29
- Picht, Georg 214
- Pizzorno, Alessandro 34, 42
- Polanyi, Michael 164, 334
- Politik
– regulative 21, 60
 unilateral 80, 257, 312f.
 informell 323f.
- Politikarenen 40
- Politikberatung 41, 45, 118
- Politikstil 306, 318f., 321, 325
- Politikunternehmer 21, 298f., 328, 330
- Popper, Karl 152, 156
- Porter, Theodore 48, 51, 145
- Prather, Michael 286
- Präzedenzfall 56, 76, 119, 245, 290
- Price, Derek 123
- Principal agent theory 53, 303, 336
- Prioritätskonflikte 123, 128ff.
- Problemlösung 42f.
– technische 42f., 285
– umfassende 42f., 279, 282
- Profilierungsversuche 123, 125ff.
- Prominenz 47, 133f.
- Przeworski, Adam 318
- Public interest groups 21, 29, 36, 321,
352
- Purifizierung 51f., 138f., 184, 346
- Putnam, Robert 304
- RAND Corporation 257f.

- Randow, Thomas von 228f.
- Ray, Dixie Lee 84, 181
- Reagan, Ronald 188, 238, 242, 243, 247, 250f.
- Redclift, Michael 18
- Regulatory science 53
- Renn, Ortwin 34
- Repräsentanten diffuser Interessen *siehe* Interessen, Sprecher diffuser
- Reputation 46f., 104, 123, 133ff., 141, 144, 300, 314, 318, 338
- Ressourcen
- materielle 35
 - symbolische 35f., 53, 211, 258, 283, 294
 - wissenschaftliche Ergebnisse als 55, 79, 87, 170ff., 235, 278, 294
- rhetorische Strategien 38, 232, 333, 351
- Riker, William 33
- Risiko 27f.
- Typologie 28
 - Einschätzung 60
- Risse-Kappen, Thomas 17
- Rosenau, James 18
- Rowland, F. Sherwood 64, 71, 100, 102, 103, 126, 127, 137, 141ff., 146, 149, 150, 162, 175, 177, 180, 189f., 195ff., 211, 217, 220, 225, 228, 244, 247, 260, 263, 309, 330, 338, 347
- Ruckelshaus, William 188, 248f.
- Rückkopplungsprozeß (*siehe auch* eigendynamischer sozialer Prozeß)
- negativ 31, 89, 96, 102, 183
 - positiv 31, 39, 46, 89, 102, 185, 210, 293, 296, 306, 334, 353
- Russow, Jürgen 223
- Sabatier, Paul 33, 38, 315, 318
- Sachs, Wolfgang 18, 345
- Schaffer, Simon 157
- Scharpf, Fritz 39, 42, 53, 336
- Schattschneider, Elmer Eric 297f.
- Schauerhammer, Ralf 84, 181
- Schelling, Thomas 57., 278
- Schimank, Uwe 124
- Schmidbauer, Bernd 268f., 329, 353, 268, 270, 325, 329, 333, 335, 338
- Schmidt, Helmut 306
- Schmidt, Susanne 42
- Schmitter, Philippe 54, 322
- Schneider, Volker 32, 37, 39, 47, 57, 353
- Schoeberl, Mark 153f.
- Schwellenwerte 32, 40, 119, 122, 286, 349
- Scorer, Richard 193f.
- Sebenius, James 20, 314
- Seitz, Frederick 178
- Selbstbindung 56, 74, 196, 253, 267, 272, 297, 312, 314, 331
- selbstverstärkende Prozesse *siehe* Rückkopplungsprozeß, positiv
- Shapin, Steven 51f., 157, 159
- Shils, Edward 60, 132, 140, 340
- Shultz, George 250, 251
- Siebert, Horst 26
- Simon, Herbert 42
- Singer, Fred 84, 179
- Situationsdefinition 26f., 46, 236
- Skeptizismus 156ff.
- Slovic, Paul 60
- Snidal, Duncan 25
- Snowmass, Colorado 110
- Solomon, Susan 153f., 176
- Sonnenzyklentheorie 119, 154
- Sozialwissenschaften 30, 343
- Spencer, Herbert 346
- Spiel auf Zeit 55, 72, 210, 244
- Sprinz, Detlev 314
- Sprühdosen 73
- Spurengase 90, 345
- SRU (Sachverständigenrat für

- Umweltfragen) 213f., 227, 327
 Standardisierung 145, 183, 300, 349
 Stehr, Nico 88
 Stephan, Paula 123, 124
 Stichweh, Rudolf 59
 Stickoxide 90
 Stigler, George 311
 Stolarski, Richard 67, 78, 91, 100, 126,
 127, 150, 176, 189, 269, 347
 Stratosphäre 71, 89, 91, 99, 195, 217,
 334, 345
 Streeck, Wolfgang 54, 322
 Subramanian, Mani 18
 Sullivan, Walter 126, 175, 202
 Sunk costs 34
 Sustainable development 322
 Systemtheorie 58, 171
 Szenarien 44 (*siehe auch*
 Modellrechnungen)
- Taubes, Gary 178, 180
 Taylor, Michael 19, 21, 301
 Tazieff, Haroun 85
 Teubner, Gunther 59
 Thatcher, Margaret 289f.
 Theorie möglicher Welten 27
 Thomas, Lee 249f., 288, 331
 Timm, Gerhard 211, 213, 216
 Tolba, Mostafa 78, 280, 288, 316
 Toronto-Gruppe 239, 276, 281
 transnationale Beziehungen 17, 235, 293,
 352, 353
 Treibhauseffekt *siehe* Klimaproblem
 Treibhausgase 70
 Troposphäre 89, 189, 345
 Tschernobyl 268, 328
 Tsebelis, George 55, 57, 62
 Two-level-game 53, 303f.
- UBA (Umweltbundesamt) 64, 187,
 214ff., 218, 223, 225f., 230f., 233f.,
 275, 297, 322, 324, 327, 333
 Umweltmedien 187, 214f.
 UNEP (United Nations Environmental
 Program) 18, 63, 74, 77, 78, 99,
 111, 112, 122, 144, 155, 231f., 238,
 241, 250, 262, 275, 287, 288f., 290,
 297
 – CCOL (Coordinating Committee on
 the Ozone Layer) 237
 – World Plan of Action 75, 237
 – Würzburg workshop 278
 Unterstützernetzwerk *siehe* Befürworter-
 koalitionen
 Urbach, Frederick 197
 UV-B-Strahlung 67, 70, 71, 85, 89, 189,
 191, 196, 218, 233, 246
- VCI (Verband der chemischen
 Industrie) 230, 329
 Verhandlungstheorie 34
 Vertrauen 156ff., 166ff., 304f.
 Virtual witnessing 52
 Visualisierung wissenschaftlicher
 Ergebnisse 82, 167, 170ff., 175,
 281
 Voelzkow, Helmut 145
 Vogel, David 54, 298
 Vorreiter 57, 268, 270, 302, 307
 Vorsorgeprinzip 29, 43, 73, 83, 119, 186,
 205, 226, 234f., 280, 296, 316, 325
 Vulkane 92, 178ff., 332
- Watson, Robert 111, 112, 146, 153ff.,
 221, 251, 260, 263, 269, 279, 286
 Weber, Max 45

- Weidner, Helmut 213, 268, 327
Weinberg, Steven 30, 348
Weingart, Peter 139
Weltbilder der Wissenschaftler *siehe*
 kognitive Orientierung
Werle, Raymund 42
Wettbewerbsvorteil 74
Weyer, Johannes 59
Wiener Konvention 75, 79, 240, 263f.
Wildavsky, Aaron 23, 25, 28f.
Williamson, Oliver 123, 280
Willke, Helmut 24, 59
Wilson, James 21
Wissenschaftler im Bund mit der
 Industrie 30, 46, 183, 193f.
Wissenschaftssoziologie 47f., 52, 59, 87,
 124, 182
Wissensproduktion
 – institutionelle Anreize 336f.
 – Modus 2, 59
WMO (World Meteorological Organi-
 zation) 63, 66, 77, 78, 111, 112,
 114, 115, 122, 144, 151, 275, 297
Wofsy, Steve 105, 126
Woolgar, Steve 124
Wuebbles, Donald 105, 269, 285
Yearley, Steven 18
Young, Oran 18

Zehr, Stephen 310
Zellner, Reinhard 273
Zürn, Michael 348
Zweite Kybernetik 31

Renate Mayntz, Bernd Rosewitz, Uwe Schimank, Rudolf Stichweh
Differenzierung und Verselbständigung
Zur Entwicklung gesellschaftlicher Teilsysteme
1988 329 Seiten

Renate Mayntz, Thomas P. Hughes (Editors)
The Development of Large Technical Systems
1988 299 Seiten (copublished with Westview Press)

Clemens Schumacher-Wolf
Informationstechnik, Innovation und Verwaltung
Soziale Bedingungen der Einführung moderner Informationstechniken
1988 339 Seiten

Volker Schneider
Technikentwicklung zwischen Politik und Markt
Der Fall Bildschirmtext
1989 293 Seiten

Bernd Rosewitz, Douglas Webber
**Reformversuche und Reformblockaden im
deutschen Gesundheitswesen**
1990 349 Seiten

Raymund Werle
Telekommunikation in der Bundesrepublik
Expansion, Differenzierung, Transformation
1990 409 Seiten

Hans-Willy Hohn, Uwe Schimank
Konflikte und Gleichgewichte im Forschungssystem
Akteurkonstellationen und Entwicklungspfade in der
staatlich finanzierten außeruniversitären Forschung
1990 444 Seiten

Bernd Marin, Renate Mayntz (Editors)
Policy Networks
Empirical Evidence and Theoretical Considerations
1991 331 Seiten (copublished with Westview Press)

Jens Alber, Brigitte Bernardi-Schenkluhn

Westeuropäische Gesundheitssysteme im Vergleich

Bundesrepublik Deutschland, Schweiz, Frankreich, Italien, Großbritannien
1992 700 Seiten

Arthur Benz, Fritz W. Scharpf, Reinhard Zintl

Horizontale Politikverflechtung

Zur Theorie von Verhandlungssystemen
1992 205 Seiten

Fritz W. Scharpf (Editor)

Games in Hierarchies and Networks

Analytical and Empirical Approaches to the Study of Governance Institutions
1993 448 Seiten (copublished with Westview Press)

Andreas Stucke

Institutionalisierung der Forschungspolitik

Entstehung, Entwicklung und Steuerungsprobleme des
Bundesforschungsministeriums
1993 297 Seiten

Susanne Lütz

Steuerung industrieller Forschungskooperation

Funktionsweise und Erfolgsbedingungen des staatlichen
Förderinstrumentes Verbundforschung
1993 251 Seiten

Uwe Schimank, Andreas Stucke (Editors)

Coping with Trouble

How Science Reacts to Political Disturbances of Research Conditions
1994 401 Seiten (copublished with St. Martin's Press)

Edgar Grande, Jürgen Häusler

Industrieforschung und Forschungspolitik

Staatliche Steuerungspotentiale in der Informationstechnik
1994 566 Seiten

Philip Manow

Gesundheitspolitik im Einigungsprozeß

1994 195 Seiten

Renate Mayntz (unter Mitarbeit von Hans-Georg Wolf)

Deutsche Forschung im Einigungsprozeß

Die Transformation der Akademie der Wissenschaften der DDR 1989 bis 1992
1994 301 Seiten

Katrin Behaghel

Kostendämpfung und ärztliche Interessenvertretung

Ein Verbandssystem unter Streß
1994 326 Seiten

Renate Mayntz (Hg.)

Aufbruch und Reform von oben

Ostdeutsche Universitäten im Transformationsprozeß
1994 312 Seiten

Frank Thomas

Telefonieren in Deutschland

Organisatorische, technische und räumliche Entwicklung
eines großtechnischen Systems
1995 415 Seiten

Uwe Schimank

Hochschulforschung im Schatten der Lehre

1995 357 Seiten

Philipp Genschel

Standards in der Informationstechnik

Institutioneller Wandel in der internationalen Standardisierung
1995 237 Seiten

Renate Mayntz, Fritz W. Scharpf (Hg.)

Gesellschaftliche Selbstregelung und politische Steuerung

1995 368 Seiten

Helmut Voelzkow

Private Regierungen in der Techniksteuerung

Eine sozialwissenschaftliche Analyse der technischen Normung
1996 380 Seiten

Jochen Gläser, Werner Meske

Anwendungsorientierung von Grundlagenforschung?

Erfahrungen der Akademie der Wissenschaften der DDR

1996 424 Seiten

Gerhard Krauss

Forschung im unitarischen Staat

Abhängigkeit und Autonomie der staatlich finanzierten Forschung in Frankreich

1996 239 Seiten

Hans-Georg Wolf

Organisationsschicksale im deutschen Vereinigungsprozeß

Die Entwicklungswege der Institute der Akademie der Wissenschaften der DDR

1996 375 Seiten

Dietmar Braun

Die politische Steuerung der Wissenschaft

Ein Beitrag zum »kooperativen Staat«

1997 450 Seiten

Renate Mayntz

Soziale Dynamik und politische Steuerung

Theoretische und methodologische Überlegungen

1997 342 Seiten

Marian Döhler

Die Regulierung von Professionsgrenzen

Struktur und Entwicklungsdynamik von Gesundheitsberufen
im internationalen Vergleich

1997 248 Seiten

Jürgen Wasem

Vom staatlichen zum kassenärztlichen System

Eine Untersuchung des Transformationsprozesses der
ambulanten ärztlichen Versorgung in Ostdeutschland

1997 333 Seiten

Roland Czada, Gerhard Lehbruch (Hg.)
Transformationspfade in Ostdeutschland
Beiträge zur sektoralen Vereinigungspolitik
1998 421 Seiten

Jelle Visser, Anton Hemerijck
Ein holländisches Wunder?
Reform des Sozialstaates und Beschäftigungswachstum
in den Niederlanden
1998 272 Seiten

Susanne K. Schmidt
Liberalisierung in Europa
Die Rolle der Europäischen Kommission
1998 403 Seiten

Tobias Robischon
Telekommunikationspolitik im deutschen Einigungsprozeß
Steuerung und Eigendynamik sektoraler Transformation
1998 254 Seiten

Hans-Willy Hohn
Kognitive Strukturen und Steuerungsprobleme der Forschung
Kernphysik und Informatik im Vergleich
1998 354 Seiten

Wolfgang Streeck (Hg.)
Internationale Wirtschaft, nationale Demokratie
Herausforderungen für die Demokratietheorie
1998 209 Seiten

Reiner Grundmann
Transnationale Umweltpolitik zum Schutz der Ozonschicht
USA und Deutschland im Vergleich
1999 402 Seiten